

HOWTO zur MySQL-Verwaltung (DB-Administrator)

(C) 2006-2018 T.Birnthaler/H.Gottschalk <howtos(at)ostc.de>  
OSTC Open Source Training and Consulting GmbH  
<http://www.ostc.de>

\$Id: mysql-admin-HOWTO.txt,v 1.248 2020/02/24 06:36:18 tsbirn Exp \$

Dieses Dokument beschreibt den MySQL-Einsatz auf Administrationsseite.

HINWEIS: MySQL-Spezialitäten sind durch "MY!" oder "MY!N.M" gekennzeichnet  
(falls sie erst ab MySQL Version N.M (nicht mehr) verfügbar sind).

HINWEIS: Der Begriff "Datenbank" wird häufig "schwammig" verwendet. MySQL ist ein "Datenbank-Managementsystem" (DBMS), das die Verwaltung vieler "Datenbanken" gleichzeitig erlaubt. Jede Datenbank besteht aus Tabellen und weiteren Datenbank-Objekten, die zur Abbildung eines konkreten Sachverhalts verwendet werden. Statt der (langen) Begriffe "Datenbank-Managementsystem" oder (abgekürzt) "Datenbank-System" wird gerne der kurze Begriff "Datenbank" verwendet. Ein besserer Begriff für eine eigentliche "Datenbank" ist daher "Schema", so besteht keine Verwechslungsgefahr, was gemeint ist. Das DBMS Oracle z.B. vermeidet den Begriff "Datenbank" und verwendet "Schema". Für "Datenbank" wird in diesem Skript "DB" oder <Db> als Abkürzung verwendet.

#### INHALTSVERZEICHNIS

=====

- 1) Das Datenbankmanagementsystem MySQL
  - 1a) Grundlegendes
  - 1b) Allgemeine Informationen
  - 1c) Eigenschaften/Einschränkungen der MySQL-Versionen
- 2) Installation der MySQL-Software
  - 2a) Allgemein
  - 2b) MySQL-Datenbank-Server installieren (SuSE)
- 3) Serveradministration
  - 3a) Server starten und stoppen
  - 3b) Konfiguration: Variablen und Optionen
  - 3c) Konfigurations- und Datenbankdateien
  - 3d) Interne Verwaltungsdatenbanken
  - 3e) SQL-Modus (sql\_mode)
- 4) MySQL Kommandozeilen-Programme
  - 4a) mysqladmin
  - 4b) mysqlshow
- 5) Benutzer und Berechtigungen (Privileges)
- 6) Datenbank-Engines (Storage Engines/Backends)
  - 6a) InnoDB Engine
  - 6b) MyISAM Engine
  - 6c) MEMORY Engine (HEAP)
  - 6d) CSV Engine (Comma Separated Values, ab MY!5.1)
  - 6e) ARCHIVE Engine
  - 6f) BLACKHOLE Engine
  - 6g) MERGE Engine
  - 6h) FEDERATED Engine
  - 6i) EXAMPLE Engine
  - 6j) Weitere Engines
- 7) Datenbanken erstellen und verwalten
- 8) Tabellen erstellen und verwalten
  - 8a) Temporäre Tabellen
- 9) Tabellen und Indices prüfen und warten
- 10) Datenimport und -export
- 11) Datensicherung und -wiederherstellung
- 12) Überwachung und Protokolldateien
- 13) Replikation von Datenbanken (Master-Slave, Master-Master)
- 14) Gesicherte und verschlüsselte Verbindungen
- 15) Troubleshooting
- 16) Query Optimizer (EXPLAIN)
- 17) Tabellen-, Index- und Query-Cache
- 18) Partitionierung
- 19) MySQL Hilfsprogramme
  - 19a) MySQL Utilities
  - 19b) Percona Toolkit
- 20) MySQL Cluster
- 21) MySQL Proxy

- 
- 1) Das Datenbankmanagementsystem MySQL
-

## 1a) Grundlegendes

GROSS/Kleinschreibung wird in MySQL (fast) nicht berücksichtigt:  
 --> mysql-user-HOWTO.txt --> 2g) GROSS/Kleinschreibung

UNIX-Zugriffsrechte und -Besitzverhältnisse sind wichtig:  
 \* Meist gehört alles Benutzer "mysql" + Gruppe "mysql"

Unterschiedliche Programme:

```
* Client:          /usr/bin/mysql          # Kommandozeile
* Server:         /usr/sbin/mysqld      # d=Daemon
* Start-Skript:   /etc/init.d/mysql bzw. rcmysql # start/stop/status/restart
* Aktivieren:     chkconfig -a mysql     # add (SuSE)
                  inserv mysql         # insert
```

Optionen zu MySQL-Kommandos können auf der Kommandozeile und in Konfigurations-Dateien angegeben werden. Auf der Kommandozeile ist der Bindestrich "-" als Bestandteil üblich, in Konfigurations-Dateien der Unterstrich "\_". D.h. es gibt eine Kommandozeilen-Option

```
--log-bin=XXX
```

und eine (identische) Konfigurations-Option für die Konfigurations-Dateien

```
log_bin = XXX
```

Man darf aber die Unterstriche und Bindestriche gegeneinander austauschen (und sogar in einer Option "mischen")!

ACHTUNG: Optionen im richtigen ABSCHNITT (Gruppe) der Konfigurations-Datei (z.B. "my.cnf") setzen (Programmname):

Abschnitt	Bedeutung
[server]	Alle Server allgemein
[client]	Alle Clients allgemein
[mysqld]	Server "mysqld" speziell
[mysql]	Client "mysql" speziell
[mysqladmin]	Client "mysqladmin" speziell
[mysqldump]	Client "mysqldump" speziell
...	usw.

Zum Ein-/Ausschalten einer "Booleschen Option" OPTION gibt es mehrere Möglichkeiten:

Schreibweise	Bed.
--OPTION	An
--OPTION=1	An
--enable-OPTION	An
--OPTION=0	Aus
--disable-OPTION	Aus
--skip-OPTION	Aus

Viele Optionen sind auch im Rahmen einer bestehenden Datenbank-Verbindung änderbar:

Schreibweise	Bedeutung
--read-buffer-size=32M	Option
read_buffer_size = 32M	Konfigurations-Datei
SET @@read_buffer_size = 32M;	MySQL-Anweisung

## 1b) Allgemeine Informationen

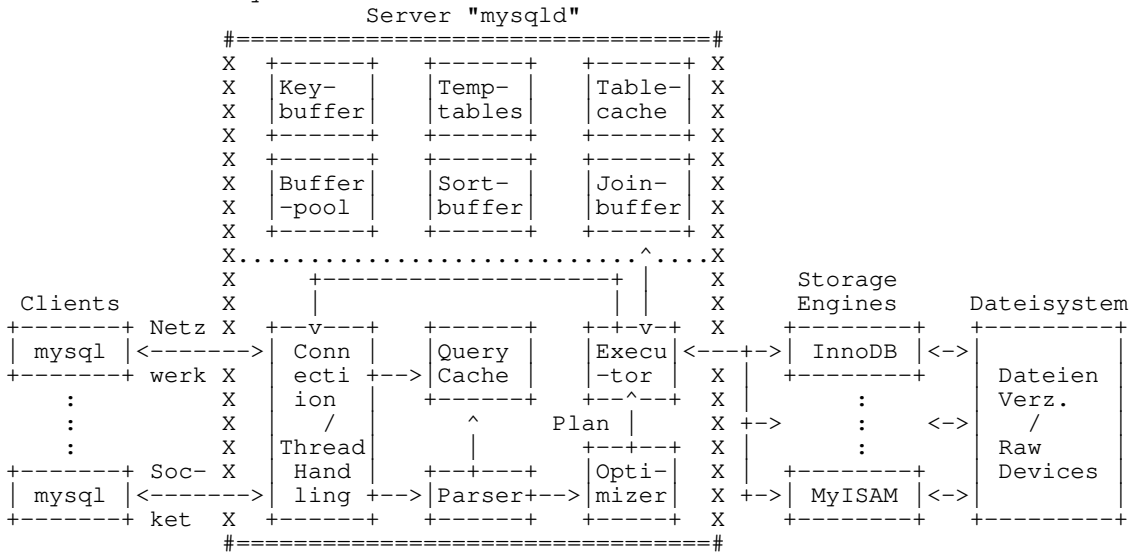
Links:

```
* http://www.mysql.de          # MySQL-Informationen (deu)
* http://www.mysql.com        # MySQL-Informationen (eng)
* http://www.mysql.org       # MySQL-Informationen (eng)
* http://dev.mysql.com       # MySQL-Referenz-Manual (eng)
```

\* <http://shop.mysql.com> # MySQL-Produkte, Support, Training (eng)

Architektur:

- \* N MySQL-Clients + 1 MySQL-Server (auf anderem oder gleichen Rechner)
  - + Client: mysql (Kommandoschnittstelle, eine von vielen)
  - + Server: mysqld (Daemon, Instanz)
- \* MySQL-Server-Schichten
  - + Oben: Benutzer-Schnittstelle (API, SQL, DB-Management)
  - + Mitte: Storage Engine
  - + Unten: Dateisystem



Zusammenhang Rechner, DB-Server, Datenbank, Tabelle, Index, Spalte, Zeile:

- n Hosts (Rechner) haben # (meist nur einer)
- s MySQL-Server (Instanzen) mit # mysqld (nur einer auf Port 3306)
- d Datenbanken pro MySQL-Server mit # /var/lib/mysql/<Db>
- t Tabellen pro Datenbank mit # /var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.\*
- c Spalten pro Tabelle und #
- z Datensätze/Zeilen/Rows pro Tab. und #
- i Indices pro Tabelle #
- p Prozeduren pro Datenbank # In Verwaltungstabelle
- f Funktionen pro Datenbank # In Verwaltungstabelle
- g Trigger pro Datenbank-Tabelle # In Verwaltungstabelle
- v Views pro Datenbank # In Verwaltungstabelle
- e Events pro Datenbank # In Verwaltungstabelle

Storage Engines (pro Tabelle, STD: InnoDB seit MY!5.5.1, vorher MyISAM): --> 6) Datenbank-Engines (Storage Engines/Backends)

Schnittstellen von MySQL:

- \* Client Libraries (Programmier-APIs)
  - + PHP
  - + Perl-DBI
  - + ODBC (Windows)
  - + JDBC (Java)
  - + C/C++
  - + Ruby
  - + Python
- \* Kommandozeilentools (Verwaltungswerkzeuge + Dienstprogramme)
- \* Grafische Oberflächen (GUI)

Einsatzgebiete:

- \* Web-Umfeld (Performanz, Verfügbarkeit, keine Transaktionen notwendig)
- \* Dynamische Webseiten (in Kombination mit PHP)
- \* Webserver auf LAMP-Basis (Linux, Apache, MySQL, PHP/Perl)

\* Bekannte Nutzer (inzw. teilweise Wechsel zu MariaDB):

- + Amazon
- + Facebook
- + Google
- + Pinterest
- + Twitter
- + Wikipedia

1c) Eigenschaften/Einschränkungen der MySQL-Versionen

Vorteile von MySQL:

- \* Einfache Installation/Administration
- \* Schnell (durch Verzicht auf Funktionalitäten)
- \* Stabil
- \* Portabel
- \* Einfache Nutzung
- \* Viele Schnittstellen
- \* Gute Integration mit PHP
- \* Unterschiedliche Engines pro Tabelle/DB möglich
- \* Keine/geringe Kosten

## Nachteile von MySQL:

- \* ANSI SQL-Standard nicht vollständig erfüllt
- \* Referenzielle Integrität nicht sichergestellt (außer bei InnoDB)
- \* ACID-Prinzip nicht durchgehalten ("Atomizität" statt Transaktionen) (ACID = Atomic, Consistent, Isolated, Durable)
- \* Nur für "Spiel/Web-Datenbank" --> auf Lesen optimiert
- \* Performanceprobleme bei Join mehrerer Tabellen
- \* Optimizer vergleichsweise einfach
- + Standardmäßig keine GUIs (reines DBMS mit Kommandozeilen-Tools)

## Defizite von MySQL (laut MySQL-Mitgründer Michael "Monty" Widenius):

- \* Siehe --> <http://www.scribd.com/doc/2575733/The-future-of-MySQL-The-Project>
- \* Schlechte Skalierung ab 8 CPUs/Cores
- \* Nicht optimale RAM-Nutzung
- \* Keine externe Benutzer-Authentifizierung (etwa via LDAP)
- \* Ineffizienter interner SQL-Parser
- \* Mangelnde Community-Beteiligung
- \* Unklare Release-Politik (Oracle)

## Versionen:

- \* Enterprise Edition # Kostenpflichtig
- \* Community Edition # Alle stabilen Defaultfunktionen (GPL)

## Distribution:

- \* Binär (pro OS optimiert: Server, Client, Dienstprogramme, Engines)
  - + Zuschneiden auf HW-Architektur + Distribution notwendig
- \* Quellcode (GPL)
  - + C/C++-Compiler + Bibliotheken notwendig

## Duale Lizenzierung:

- \* Nur EINE Lizenz pro Maschine (auch wenn Multiprozessor!) notwendig!
  - + Keine Einschränkung bzgl. Anzahl Prozessoren und Clients
- \* Kein Kauf einer kommerziellen Lizenz nötig bei:
  - + Internem Gebrauch
  - + Webserver unter Unix betreiben (auch wenn dieser kommerziell ist)
  - + Internet Service Provider (hosten Kunden-Webserver)
  - + Auf MySQL beruhende Anwendung unterliegt auch der GPL
  - + Client-Code in kommerzielles Programm integrieren
- \* Kommerzielle Lizenz nötig:
  - + MySQL als Embedded Server benutzen
  - + Erweiterungen des MySQL-Servers verwenden
  - + Kommerz. Anwendung, die NUR mit MySQL funktioniert und es mit ausliefert
  - + Distribution von MySQL, die nicht Quelltext zur Verfügung stellt
- \* Non-GPL (kommerzielle) Preise/Lizenzen:

## Versionsbezeichnungen:

- \* DMR = Development Milestone Release (Entwickler)
- \*
- \* RC = Release Candidate
- \* GA = Generally Available (Production Ready)

## ANSI-SQL-Standard nur eingeschränkt erfüllt (keine 100% Kompatibilität):

- \* Option --ansi (nur ANSI-SQL akzeptieren)
  - || # Verkettet Zeichenketten statt OR
  - FUNCNAME ( # Leerzeichen vor "(" OK (FUNCNAME dann reserviertes Wort)
  - "..." # Quotierung von Namen die Schlüsselworte sind (statt `...`)
  - REAL # Entspricht FLOAT statt DOUBLE
  - SERIALIZABLE # STD.-Isolationslevel statt REPEATABLE READ
  - GROUP BY # Alle selektierten Spalten müssen in GROUP BY vorkommen
- \* Analog --sql\_mode=REAL\_AS\_FLOAT, PIPES\_AS\_CONCAT, ANSI\_QUOTES, \
  - IGNORE\_SPACE, ONLY\_FULL\_GROUP\_BY
  - transaction-isolation=SERIALIZABLE
- \* Analog als SQL-Kommando:
  - SET GLOBAL TRANSACTION ISOLATION LEVEL SERIALIZABLE;
  - SET GLOBAL sql\_mode = "ANSI";
- \* Code in /\*!...\*/ wird von MySQL ausgeführt, nicht von anderen Datenbanken
- \* Code in /\*!32302...\*/ wird von MySQL-Version 3.23.02 oder neuer ausgeführt
- \* Kommentar "--" MUSS Leerzeichen danach haben
- \* Nur '...' als String-Quotierung erlaubt, "..." quotiert SQL-Schlüsselworte (sonst quotiert `...` SQL-Schlüsselworte)

## Versionsübersicht:

Eigenschaft	Bemerkung
Version 3.23 (2001, erste brauchbare)	
MyISAM-Engine InnoDB-Engine Fulltext Indexing Statement based Replication Transaktionen	Statt ISAM-Engine Verfügbar (aber nicht im Standard-Paket) Mit MyISAM Killer feature (1 Thread auf Replika)! Eingeschränkt (nur für InnoDB und BDB)
Version 4.0 (2003)	
SSL-Verschlüsselung InnoDB-Engine Statement based Replication Fulltext search Unions Multi-Table DELETE Transaktionen RAW-Partitionen Referenzielle Integrität ROW-level Locking Query-Cache	Client-Server Kommunikation Standardmäßig vorhanden Neu geschrieben mit 2 Threads auf Replika Mit MyISAM  Voll (nur für InnoDB und BDB) Nur für InnoDB Nur für InnoDB (Foreign Keys) Nur für InnoDB
Version 4.1 (2005)	
Unicode Support Character Collation Prepared Statements Geometric Datatype RTREE Index Views Clustering Konstante TRUE/FALSE Binary Protocol INSERT INTO ... ON DUPLICATE KEY UPDATE   Verbessertes REPLACE	Verschiedene Zeichensatz-Collations Zeichensatz + Sortierregeln pro Zeichenwert  GIS=Geometric Information System (nur MyISAM) GIS=Geometric Information System (nur MyISAM) Read-only (Derived Table) NDB-Engine (Network DataBase)
Version 5.0 (2006)	
Stored Procedures Functions (UDF) Views Cursors Trigger Precision Math ISAM-Engine ARCHIVE-Engine FEDERATED-Engine BIT Datentyp INFORMATION_SCHEMA XA Transaktionen	User Defined Functions (extern in C program.) Updateable Read only Rudimentär Kompakte DECIMAL, keine DOUBLE-Rechnung mehr Entfernt (MyISAM ist vollständiger Ersatz)  Fernzugriff auf Tabellen auf externem Server  Metadaten in virt. Tab. (Inhalt von "mysql")
Version 5.1 (2008, erste unter SUN Microsystems)	
Trigger Foreign keys Full outer Join Constraints Event Scheduler XPath-Support INFORMATION_SCHEMA Partitionierung Row-based Replikation Column Level Constraint Online Backup Engine Plugin-API BDB-Engine entfernt Logs in DB ablegen mysqlnd-Bibliothek Upgrade Tool MySQL Workbench MySQL Migration Toolkit MySQL Enterprise Monitor	Voll Ab 3.23 für InnoDB Nein!  Periodisch automatisch Tätigkeit durchführen XML (2 neue Funk.: ExtractValue, UpdateXML) Stark erweitert Tabellen/Indices per RANGE/HASH/KEY Alt: SQL-Kommando ausgeführt, Neu: Satzbasier  Ohne Performanz-Einbußen Engines nachträglich hinzufügen/entfernen  Für General+Slow Query Log (nicht Binary Log) Für PHP (ersetzt libmysql) "mysql_upgrade" Visueller Entwurf von DB-Schemata OK: Tabellen+Inhalt; NEIN: Prozed., Trigger MySQL-Serverstatus verfolgen, Optimierung
Version 5.4 (2009)	
Google Patches Subquery/Join Stored Procedures INFORMATION_SCHEMA	Skalierbarkeit (InnoDB-Backend beschleunigt) Beschleunigung durch Optimizer SIGNAL/RESIGNAL, SQL-Fehlerbehandlung PARAMETERS, ROUTINES

Prepared Statements	OUT Parameter Support
Version 5.5 (2010, erste unter Oracle)	
Semisynchronous Replikation SIGNAL/RESIGNAL Partitionierung	Master block. Tr. bis mind. 1 Slave benötigt Fehler in Stored Proz/Funkt/Handler melden Zerleg. anhand meh. Spalten/String/Datum/Zeit (RANGE COLUMNS, LIST COLUMNS)
XML Funktionalität InnoDB-Plugin PERFORMANCE_SCHEMA Authentifizierung	Erweitert (LOAD XML) Standard-Engine (ab MY!5.5.1, fest eingebaut) 17 interne Tab. zur Performanz-Messung Alternative PAM/LDAP/..., PROXY USER
Version 5.6 (2013) (fehlenden Funktionen in InnoDB nachrücken, Serverleistung verbessern)	
InnoDB	Volltextsuche, portable Table Spaces, DDL-Anweisungen online (ohne Tabellenkopie), Multi-Range-Read+Batched Key Access DISCARD/IMPORT TABLESPACE
Query Optimizer	Subqueries verbessert (nach Jahren das 1.Mal); Anfragen mit wenig sort. Ergebniszeilen bei LIMIT, IN(...) beschleunigt; Statistiken genauer und stabil (dauerhaft); ICP (Index Condition Pushdown)
PERFORMANCE_SCHEMA Views JSON Format Output GTID EXPLAIN TIMESTAMP, TIME, DATETIME Replikation Sonstiges	17 --> 49 interne Tab. zur Performanz-Messung TEMPTABLE-View WHERE-optimiert + Indiziert Ergebnisausgabe in JavaScript Object Notation Global Transaction Identifier (Replikation) Für INSERT, UPDATE, DELETE; Ausgabe verbessert Sekundenbruchteile (.NNNNNN) Semi-synchron, verzögert, Row Image Control mysql_config_editor, ~/.mylogin.cnf Password-Validierungs-Plugin Neue GIS-Tests (ST_Crosses, ST_Intersects)
Version 5.7 (Okt 2015)	
Trigger Generated Columns JSON-Datentyp InnoDB Performance-Schema SYS-Schema Security Replikation	Mehrere pro Event + Reihenfolge (FOLLOWS <Trig>) Spalte per Ausdruck berech. (virtuell/stored) Inkl. Funktionen Optimierungen Erweitert und optimiert Vereinfacht Zugriff auf Performance-Schema Erweiterungen Verbesserungen
Version 6.0 (abgebrochen, Teile davon in 5.4/5.5/5.6 integriert)	
Foreign Keys Query Optimizer FALCON-Engine Maria-Engine INFORMATION_SCHEMA Online Backup+Restore Unicode Support LOCK TABLES Syntax Thread Pooling	Alle Engines einheitlich (sonst nur InnoDB) Subqueries und Joins beschleunigen Transaktionsfähigkeit Transaktionsfähigkeit Erweitert (Parameters, Routines)  Erweitert (utf16, utf32, utf8) Erweitert (IN SHARE/EXCLUSIVE MODE)
Version 8.0 (	

## 2) Installation der MySQL-Software

### 2a) Allgemein

```

Binär-TAR-Archiv Linux:
groupadd mysql
useradd -g mysql -d /usr/local/mysql mysql
passwd mysql
mkdir /usr/local/mysql
tar xzvf TAR-ARCHIV -C /usr/local # --> mysql-SERVER-VERS-pc-linux-i686
ln -s ... mysql
mkdir /usr/local/mysql
scripts/mysql_install_db # --> System-DB "mysql" erzeugen
chown -R root /usr/local/mysql
chown -R mysql /usr/local/mysql/data
chgrp -R mysql /usr/local/mysql

```

```

chmod -R
PATH=$PATH:/usr/local/mysql/bin

Binär-RPM-Paket Linux:
rpm -i MySQL-server-VERS.i386.rpm MySQL-client-VERS.i386.rpm
Verzeichnisse:
  /usr/sbin          # mysqld
  /etc/init.d        # mysql-Dienst-Skript
  /usr/bin           # mysql_install_db, mysql, mysqladmin, mysqlshow, mysqldump,
  /usr/local/bin     # ...
  /var/lib/mysql     # Datenbanken (mysql, test, ...)

Quellcode-TAR-Archiv Linux:
mysql-VERS.tar.gz
MySQL-VERS.src.rpm
groupadd mysql
useradd -g mysql -d /usr/local/mysql mysql
passwd mysql
mkdir /usr/local/mysql
mkdir /usr/local/archiv
tar -xzvf TAR-ARCHIV -C /usr/local/archiv/mysql-VERS
ln -s mysql-VERS mysql
cd /usr/local/mysql
./configure --prefix=/usr/local/mysql --with-mysql-user=mysql \
            --with-charset=german1

./configure --help
make
make install
scripts/mysql_install_db # --> System-DB "mysql" erzeugen
chown -R root /usr/local/mysql
chown -R mysql /usr/local/mysql/data
chgrp -R mysql /usr/local/mysql
PATH=$PATH:/usr/local/mysql/bin
cp support-files/my-medium.cnf /etc/mysql/my.cnf
--> libexec/mysqld
    /usr/local/mysql/var/DATABASE
    /bin/mysql

Quellcode-RPM-Paket Linux
rpm --rebuild /PFAD/ZU/MySQL-VERS.src.rpm:
--> /usr/src/packages/RPMS/i386/*.rpm
rpm -i ...

Windows-Verzeichnisse:
C:\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.6\bin      # MySQL-Programme
... \lib                                           # DLL-Dateien
... \share                                         # Fehler- + Hilfetexte
... \docs                                          # Dokumentation
... \my.ini                                        # Server-Konfig.datei
... \data                                          # Datenbanken + Tabellen

2b) MySQL-Datenbank-Server installieren (SuSE)
-----

0. Benutzer "mysql" und Gruppe "mysql" (oder "daemon") anlegen, falls noch
nicht vorhanden.

1. "mysql" in YaST2-Softwareinstallation suchen und alle Pakete auswählen
die das Wort "mysql" enthalten (mindestens "mysql", "mysql-client" und
"phpmyadmin").

2. Damit der MySQL-Datenbank-Server beim Booten automatisch gestartet wird:

Ab SuSE 8.0: Im YaST2 => System => Runlevel-Editor => (*) Expertenmodus
den Eintrag "mysql" in den Runleveln 2, 3 und 5 aktivieren UND sofort
starten (ALT-K = "Aktivieren"). Alternativ:

    inserv mysql          # ins=insert, serv=server oder
    chkconfig -a mysql    # chk=check, -a=add

Bis SuSE 7.3: In "/etc/rc.config" Variable START_MYSQL auf "yes" setzen:

    START_MYSQL="yes"

3. Den MySQL-Datenbank-Server per Hand starten (oder neu booten), wenn er sofort
benutzt werden soll (rc=run control):

    /etc/init.d/mysql start      # Starten
    /etc/init.d/mysql stop      # Anhalten
    /etc/init.d/mysql restart   # Anhalten + Starten
    /etc/init.d/mysql status    # Läuft er oder steht er?

```

Unter SuSE-Linux gibt es folgende Abkürzungen:

```
rcmysql start           # Starten
rcmysql stop           # Anhalten
rcmysql restart        # Anhalten + Starten
rcmysql status         # Läuft er oder steht er?
```

4. Für den MySQL-Datenbank-Server wird ein eigener LINUX-Benutzer "mysql" angelegt. Seine Dateien und Prozesse sind diesem Benutzer und der Gruppe "mysql/daemon" zugeordnet.

### 3) Serveradministration

-----

#### 3a) Server starten und stoppen

-----

MySQL-Server NICHT mit root-Rechten starten!

Linux:

```
mysql           # Client-Programm
mysqld          # Server-Daemon
mysqld_safe     # Automat. Neustart, Protokollierung
/etc/init.d/mysql # Dienst-Skript (init, start, stop, status, restart)
rcmysqld        # SuSE Dienst-Skript-Link (init)
```

In Boot-Skript einbinden:

```
cp /usr/local/mysql/support-files/mysql.server /etc/init.d/mysql
ln -s ../mysql /etc/init.d/rc3.d/S99mysql
ln -s ../mysql /etc/init.d/rc3.d/K01mysql
ln -s ../mysql /etc/init.d/rc5.d/S99mysql
ln -s ../mysql /etc/init.d/rc5.d/K01mysql
```

Windows:

```
* Konsole
  mysqld-nt.exe OPTIONEN
* Dienst (Stdname: "MySQL")
  "C:\Programme\MySQL\MySQL Server 5.6\bin\mysqladmin" -u root shutdown
  "C:\Programme\MySQL\MySQL Server 5.6\bin\mysqld" --install MySQL56
  "C:\Programme\MySQL\MySQL Server 5.6\bin\mysqld" --install MySQL56 --defaults-file="C:\Program
Data\MySQL\MySQL Server 5.6\my.ini"
  "C:\Programme\MySQL\MySQL Server 5.6\bin\mysqld" --install-manual MySQL56
  "C:\Programme\MySQL\MySQL Server 5.6\bin\mysqld" --remove MySQL56
  net start MySQL56
  net stop MySQL56
* Desktop-Verknüpfung
* Windowsspezifische Optionen
  --console           # Ausgaben auf Konsole
  --standalone        # Als Einzelanwendung starten
  --install           # Dienst einrichten
  --remove            # Dienst entfernen
  --use-symbolic-links # Symbolische Links erlaubt
```

Mehrere MySQL-Server gleichzeitig starten:

```
* Grund
  + Verschiedene MySQL-Server-Versionen gleichzeitig notwendig (Test)
  + Strenge Trennung von Datenbanken/Tabellen
  + Namenskollisionen von Datenbanken/Tabellen in verschiedenen Anwendungen
* Unterschiedliche Konfigurationen
  netstat -an | grep -i mysql
  netstat -an | grep 3306
  ps aux | grep -i mysql
* Port + Socket zuweisen
  --port=3307 --socket=/tmp/mysql.sock
* MÄM-^SEN unterschiedliche Datenverz. verwenden!
  --datadir=PATH
```

MySQL-Server herunterfahren:

```
mysqladmin -uroot -p shutdown
```

Kennwort für Benutzer "root" + Anmeldung vom lokalen Rechner aus festlegen:

```
mysqladmin -uroot password geheim
```

Unsichere Anmeldungen in MySQL entfernen ("anonymer Benutzer" (leerer Name), Benutzer mit Anmeldung von belieb. Host "%" und Benutzer mit leerem Passwort):

```
mysql -uroot "
```



```

USE mysql;
SELECT user, host, password FROM user
  WHERE user = "" OR host = "%" OR password = "";
SET PASSWORD FOR "root"@"localhost" = PASSWORD("geheim");
SET PASSWORD FOR "root"@"127.0.0.1" = PASSWORD("geheim");
SET PASSWORD FOR "root"@"::1"      = PASSWORD("geheim");
DELETE FROM user
  WHERE user = "" OR password = "" OR host = "%";
FLUSH PRIVILEGES;
SELECT user, host, password FROM user;
"

```

### 3b) Konfiguration: Variablen und Optionen

Einige Variablen/Optionen sind nicht dynamisch zur Laufzeit des Servers änderbar (z.B. "basedir", "datadir", ...), zu ihrer Änderung bedarf es eines Neustarts des Servers.

Einige Variablen haben sowohl einen globalen Server-Wert als auch einen sitzungsbezogenen Session-Wert. Beim Start einer Sitzung wird der globale Server-Wert in den sitzungsbezogenen Wert kopiert. Spätere Änderungen am sitzungsbezogenen Wert haben nur Auswirkung auf diese Sitzung, nicht aber auf den globalen Server-Wert oder die Werte anderer Sitzungen. Spätere Änderungen am globalen Server-Wert haben nur Auswirkungen auf DANACH neu gestartete Sitzungen, bereits laufende Sitzungen behalten ihren sitzungsbezogenen Wert.

Variablen anzeigen (einige):

```

SHOW VARIABLES;          # Globale oder sessionbezogenen Server-Variablen
SHOW GLOBAL VARIABLES;   # Globale Server-Variablen
SHOW SESSION VARIABLES;  # Sessionbezogenen Server-Variablen
SHOW LOCAL VARIABLES;    # Sessionbezogenen Server-Variablen

```

Beispiele:

```

basedir      # MySQL-Verz.
datadir      # Datenbank-Verz.
have_innodb  # InnoDB-Tabellentyp möglich
max_connections # Anzahl gleichzeitig max. möglicher Verbindungen
port         # Port

```

Konfiguration:

```

* Generelle Arten (aufsteigender Vorrang!)
  A) Eingebaut in Server/Client
  B) Umgebungsvariablen
  C) Konfigurations-Dateien (mehrere, siehe unten)
  D) Kommandozeile
* Optionen: Kurzform -p und Langform --password
+ In Konfig.dateien immer Langform ohne "--" verwenden
* Auf Kommandozeile Server-Variablen setzen: --VAR=WERT
* Konfigurations-Dateien
+ Format: Abschnitte (Gruppen) mit Einstellungen (allgemein und speziell)
  [server]      # Alle Server allgemein
  [client]     # Alle Clients allgemein
  [mysqld]     # Server "mysqld" speziell
  [mysql]      # Client "mysql" speziell
  [mysqladmin] # Client "mysqladmin" speziell
+ Linux (aufsteigender Vorrang!)
  C1) Global (alle Server)           # /etc/mysql/my.cnf /usr/etc/my.cnf
  C2) Serverspezifisch               # /var/lib/mysql/my.cnf
  C3) Zusätzliche Konfig.datei       # --defaults-extra-file=FILE
  C4) Benutzerspezifisch             # ~/.my.cnf
+ Windows (aufsteigender Vorrang!)
  C1) Windows-Systemverzeichnis     # C:\Windows\system32\my.cnf
  C2) Windows-Wurzelverzeichnis     # C:\my.cnf
  C3) MySQL-Installationsverzeichnis # INSTALLDIR\my.ini
  C4) Zusätzliche Konfig.datei       # --defaults-extra-file=FILE
* Abschalten der Konfigurations-Dateien
  --defaults-file=FILE
  --no-default
* Beispiel für eine Konfigurations-Datei:
  (weitere Beispiele in Verz. "support-files" (Linux))

```

```

+-----+
| [client] |
| password | = geheim
| port     | = 3306
| socket   | = /var/lib/mysql/mysql.sock
| sigint-ignore = 1
+-----+

```

Optionen für  
alle Clients

[mysqld]		Optionen für mysqld-Server
bind-addr	= 127.0.0.1	
port	= 3306	
socket	= /var/lib/mysql/mysql.sock	
basedir	= /usr	
datadir	= /var/lib/mysql	
max_allowed_packet	= 1M	
max_connectios	= 150	
skip-locking	= 1	

Einige wichtige Optionen des Servers "mysqld":

Option	Bedeutung
--help/-?	Hilfe anzeigen
--ansi	ANSI-SQL erzwingen
--datadir=PATH	Verz. für Datenbank-Dateien
--log=FILE/-l FILE	Logdatei
--port=PORT/-P PORT	Portnummer (STD: 3306)
--safe-mode	Einige Optimierungen überspringen (zu Testzwecken)
--safe-show-database	Nur Datenbanken mit Zugriffs-Berechtigung anzeigen
--skip-show-database	Keine Anzeige vorhandener Datenbanken
--skip-grant-tables	Rechteverwaltung ignorieren
--socket=FILE	Socket-Datei
--user=USER/-u USER	Benutzername für Prozess
--version/-V	Versionsnummer

### 3c) Konfigurations- und Datenbankdateien

Für MySQL relevante Konfigurations-Dateien (die Ziffer in Klammern gibt die Reihenfolge an, in der sie beim Aufruf von "mysql" gelesen werden):

Datei	Bedeutung + Reihenfolge
UMGEBUNGSVARIABLEN	0) Werden immer überschrieben
/etc/my.cnf	1a) Zentrale Konfiguration (für alle Datenbanken)
/etc/mysql/my.cnf	1b) Zentrale Konfiguration (für alle Datenbanken)
/etc/mysql/conf.d/*.cnf	1c) Per "includedir /etc/mysql/conf.d" (alle DB)
/var/lib/mysql/my.cnf	2) Zentrale Konfiguration (pro Datenbank)
~/.my.cnf	3) Lokale Konfiguration (pro Benutzer)
KOMMANDOZEILEN-PARAM	4) überschreiben (0) bis (3)
~/.mysql_history	Bisher eingegebene MySQL-Befehle (pro Benutzer)
~/.mysqlgui/*	Diverse Dateien für GUI-Konfiguration
~/.mysqlgui/administrator/*	Konfig. "mysql-navigator"-Oberfläche
~/.mysqlgui/query-browser/*	Konfig. "mysql-query-browser"-Oberfläche

Ablageort der internen Datenbank "mysql" ("privilege/private DB") und der Benutzer-Datenbanken bei "MyISAM" (pro Datenbank ein Verz., pro Tabelle in einer Datenbank im Verz. zu dieser Datenbank mehrere Dateien angelegt). Den Startpunkt <DataDir> legt die Option "--datadir" fest:

Linux: "/var/lib/mysql/data/"  
Windows: "C:\ProgramData\MySQL\MySQL Server 5.6\data\"

Verz.pfad/Datei.Extension	Inhalt
<DataDir>/mysql/	Interne Verwaltungsdatenbank "mysql"
<DataDir>/performance_schema/	Interne DB zur Performance Messung
<DataDir>/test/	Testdatenbank "test" (leer)
<DataDir>/sakila/	Bsp.datenbank "sakila" (Flugbuchungen)
<DataDir>/world/	Bsp.datenbank "world" (Länder, Städte)
<DataDir>/menagerie/	Bsp.datenbank "menagerie" (Zoo)
<DataDir>/<Db>/	Benutzer-Datenbank <Db>
<DataDir>/<Db>/db.opt	Einstellungen für Datenbank <Db>
<DataDir>/<Db>/<Tbl>.frm	MyISAM Tabellen-Definition
.MYD	MyISAM Daten
.MYI	MyISAM Indices
<DataDir>/<Db>/<Tbl>.frm	CSV Tabellen-Definition
.CSV	CSV Daten (im CSV-Format)

.CSM	CSV Metadaten (im CSV-Format)
<DataDir>/<Db>/<Tbl>.frm .ISD .ISM	ISAM Tabellen-Definition ISAM Daten (veraltet) ISAM Metadaten (veraltet)
<DataDir>/<Db>/<Tbl>.frm .ibd	InnoDB Tabellen-Definition InnoDB Daten + Indices (EINE Tab+Ind)
<DataDir>/<Db>/<Tbl>.frm .ARZ .ARM	Archive Tabellen-Definition Archive Daten Archive Metadaten
<DataDir>/<Db>/<Tbl>.frm .MRG	Merge Tabellen-Definition Merge-Index-Dateien (Liste)
<DataDir>/<Db>/<Tbl>.TRG .TRN	Trigger Definition zu Tabelle Triggernamen
<DataDir>/ibdata1 ibdata2 ibdataN	InnoDB 1. Tablespace (VIELE Tab+Ind) InnoDB 2. Tablespace (VIELE Tab+Ind) InnoDB N. Tablespace (VIELE Tab+Ind)
<DataDir>/ib_logfile0 ib_logfile1	InnoDB Transaktionslog (alternierend) (alternierend)
<DataDir>/<Host>-bin.000001 <Host>-bin.000002 <Host>-bin.NNNNNN	Binärer Transaktionslog 1. Datei 2. Datei NNNNNN. Datei
<DataDir>/<Host>.pid .err .log -slow.log	Prozessnummer des MySQL-Servers Logging Fehlermeldungen Logging allgemeine Meldungen Logging langsamer SQL-Anweisungen

Linux --- Ablageort der Programme und sonstiger Dateien:  
(datadir = "/var/lib/mysql/data/")

Verzeichnis	Inhalt
/etc/* /etc/mysql/* /usr/local/mysql/...	MySQL-Konfigurations-Dateien (Variante A) MySQL-Konfigurations-Dateien (Variante B) MySQL-Dateien bei Quellcode-Installation
/var/lib/mysql/mysql.sock /var/run/mysqld/mysqld.sock	Socket für Datenbank-Verbindung (Var A) Socket für Datenbank-Verbindung (Var B)
/usr/bin/* /usr/bin/mysql /usr/sbin/* /usr/sbin/mysqld	MySQL-Client-Programme (Administration) MySQL-Client "mysql" MySQL-Server-Programme MySQL-Datenbank-Server-Dämon "mysqld"
/usr/lib/mysql/* /usr/lib/mysql/plugin/* /usr/share/sql-bench/* /usr/share/mysql/* /usr/include/mysql/*	Programm-Bibliotheken Engine-Plugins Benchmarks (run-all-tests) Konfigurations-Dateien, Skripte, Sprachen C-Include-Dateien (für C-Programmierung)
/usr/share/doc/packages/mysql/	Dokumentation

Windows --- Ablageort der Programme und sonstiger Dateien:  
(datadir = "C:\\ProgramData\\MySQL\\MySQL Server 5.6\\data")

Verzeichnis (Datei)	Inhalt
C:\\Program Files\\MySQL\\MySQL Server 5.6\\bin\\... ...\\mysqld ...\\mysql ...\\lib ...\\share ...\\my-default.ini	MySQL-Programme MySQL-Server MySQL-Client DLL-Dateien Fehler- + Hilfetexte Default-Konfig.-Datei
C:\\Program Files\\MySQL\\Connector C++ 1.1.3 \\Connector ODBC 5.3.4 \\MySQL Connector C 6.1.5	C++ Connector ODBC Connector C Connector
C:\\Program Files (x86)\\MySQL\\Connector J 5.1.31 ...\\Connector NET 6.8.3	Java Connector .NET Connector

...	MySQL Documentation 5.6.20	MySQL Doku
...	MySQL For Excel 1.2.1	Excel Connector
...	MySQL Installer	MySQL Installer
...	MySQL Notifier 1.1.5	MySQL Notifier
...	MySQL Utilities	MySQL Utilities
...	MySQL Workbench CE 6.1.7	MySQL Workbench
...	Samples and Examples 5.6.20	MySQL Beispiele
-----		
C:\ProgramData\MySQL\MySQL Server 5.6\my.ini	...	Server-Konfig.datei
...	data	Datenbanken + Tabellen
-----		
C:\Users\Administrator\Documents\dumps		Workbench Export Verz.

## 3d) Interne Verwaltungsdatenbanken

Der MySQL-Datenbank-Server besitzt 3 interne Verwaltungsdatenbanken:

Datenbank	Bedeutung
mysql	Interne Verwaltungsdaten ("Dictionary", immer MyISAM)
INFORMATION_SCHEMA	Verwaltungsdaten (generiert aus "mysql", read-only!)
PERFORMANCE_SCHEMA	Performancezähler (Messdaten, read-only)

Die interne Datenbank "mysql" enthält die Verwaltungsdaten bzw. das "Dictionary" in Form von Verzeichnissen (Datenbanknamen) und Dateien (Tabellenamen + Tabellenstruktur in "\*.frm"-Dateien)

Tabelle	Bedeutung	Right	Dump
<Db>	Datenbanken (Verz.name unter "--datadir")		D
<Tab>.frm	Tabellen einer Datenbank unter <Db>-Verz.		D
user	Benutzer (Passwort, Basis-Rechte)	( H U )	R D
db	Datenbank-spez. Berechtigungen	( H D U )	R D
tables_priv	Tabellen-spez. Berechtigungen	( H D U T )	R D
columns_priv	Spalten-spez. Berechtigungen	( H D U T C )	R D
procs_priv	Proz./Funk.-spez. Berechtigungen	( H D U R )	R D
proxies_priv	Proxy-spez. Berechtigungen	( H U )	R D
event	Event-Verwaltung	( D SM)	D
func	Prozedur/Funktionen-Liste	( D SM)	D
proc	Prozedur/Funktionen-Definitionen	( D SM)	D
general_log	Allgemeine Logs (als CSV-Datei abgelegt)		
slow_log	Langsame Logs (als CSV-Datei abgelegt)		
plugin	Plugin-Verwaltung		
servers	Server-Verwaltung	( S H D U P )	? D
help_category	Hilfetext zu ...		
help_keyword	Hilfetext zu ...		
help_relation	Hilfetext zu ...		
help_topic	Hilfetext zu ...		
time_zone	Zeitzone		
time_zone_leap_second	Zeitzone		
time_zone_name	Zeitzone		
time_zone_transition	Zeitzone		
time_zone_transition_type	Zeitzone		
innodb_index_stats	InnoDB		
innodb_table_stats	InnoDB		
ndb_binlog_index	NDB-Verwaltung		
slave_master_info	Replikation		
slave_relay_log_info	Replikation		
slave_worker_info	Replikation		

HINWEIS: In Spalte "Right" mit "R" markierte Tabellen enthalten Berechtigungen (GRANTS). In Spalte "Dump" mit "D" markierte Tabellen sollten im Rahmen einer Sicherung der Datenbank gesichert und beim Wiederherstellen der Datenbank zurückgespielt werden. Die restlichen Tabellen besser durch eine Neuinstallation des DB-Systems wiederherstellen. Die restlichen Abkürzungen in obiger Tabelle: "H" = Host, "D" = Database, "U" = User, "T" = Table,

"C" = Column, "R" = Stored Routine, "S" = Server, "P" = Plugin)

Beispiele:

```
USE mysql;           # In Verwaltungsdatenbank wechseln
SHOW TABLES;       # Alle Verwaltungstabellen anzeigen
SHOW COLUMNS FROM columns_priv; # Verwaltungstabellen-Inhalt anzeigen
EXPLAIN db;         # Verwaltungstabellen-Inhalt anzeigen
EXPLAIN views;      # Verwaltungstabellen-Inhalt anzeigen
```

Interne Datenbank "INFORMATION\_SCHEMA" (Views auf "mysql", nicht änderbar) dient zur einfacheren Abfrage von Informationen über die MySQL-Datenbank per SELECT-Statements mit allen SQL-Möglichkeiten (allgemeiner als die SHOW-Befehle auf Verwaltungsdatenbank "mysql"):

Tabellen	Bedeutung
CHARACTER_SETS	Zeichensätze
COLLATIONS	Zeichen-Abbildungen für Sortierung
COLLATION_CHARACTER_SET_APPLICABILITY	Erlaubte Kombinationen
COLUMNS	Spalten-Definitionen
COLUMN_PRIVILEGES	Spalten-Berechtigungen
ENGINES	Storage Engines
EVENTS	Ereignisse
FILES	
GLOBAL_STATUS	Server-Status
GLOBAL_VARIABLES	Server-Variablen
KEY_COLUMN_USAGE	Info für "Referenzielle Integrität"
PARTITIONS	Tabellen-Partitionen
PLUGINS	Plugin-Module
PROCESSLIST	Prozessliste
PROFILING	
REFERENTIAL_CONSTRAINTS	
ROUTINES	Prozedur/Funktions-Definitionen
SCHEMATA	Datenbanken
SCHEMA_PRIVILEGES	Datenbank-Berechtigungen
SESSION_STATUS	Sitzungs-Status
SESSION_VARIABLES	Sitzungs-Variablen
STATISTICS	Statistik-Informationen
TABLES	Tabellen-Definitionen
TABLE_CONSTRAINTS	Tabellen-Spalten-Beschränkungen
TABLE_PRIVILEGES	Tabellen-Berechtigungen
TRIGGERS	Trigger-Definitionen
USER_PRIVILEGES	Benutzer-Berechtigungen
VIEWS	View-Definitionen

HINWEIS: Diese interne Datenbank entspricht dem Standard, den auch andere Datenbanken kennen. GROSS/kleinschreibung der Tabellennamen ist nicht relevant.

Zunächst 28 Tabellen in MySQL 5.0, ab MySQL 5.1 49 Tabellen, usw.

Beispiele:

```
SHOW TABLES FROM INFORMATION_SCHEMA; # Alle Verwaltungstabellen anzeigen
USE INFORMATION_SCHEMA;              # In Verwaltungsdatenbank wechseln
SHOW TABLES;                        # Alle Verwaltungstabellen anzeigen
SHOW COLUMNS FROM TABLES;         # Verwaltungstabellen-Inhalt anzeigen
```

Interne Datenbank "PERFORMANCE\_SCHEMA" dient zur Messung von Performance-Daten, für sie existiert eine gleichnamige spezielle Engine "PERFORMANCE\_SCHEMA".

\_TODO\_

### 3e) SQL-Modus (sql\_mode)

Ursprünglich war die MySQL-Syntax nicht ANSI-kompatibel und die Reaktion von MySQL beim Einfügen fehlerhafter Daten großzügig (d.h. fehlertolerant). Andere Datenbanken verhalten sich hier mehr ANSI-konform und deutlich restriktiver. Durch den "SQL-Modus" kann das Verhalten von MySQL an andere Datenbanken angeglichen werden, falls dies notwendig sein sollte.

Der SQL-Modus legt also fest, welche SQL-Syntax im Detail akzeptiert wird und welche Datenüberprüfungen bei ungültigen/fehlenden Daten stattfinden. Damit kann ein MySQL-Server einfacher in unterschiedlichen Umgebungen und zusammen mit anderen SQL-Datenbanken eingesetzt werden. Definiert wird der SQL-Modus durch eine Optionen-Liste getrennt durch "," (STD: leer = keine Option = MySQL-Verhalten).

HINWEIS: Option "innodb\_strict\_modes" aktiviert weitere Prüfungen beim Einsatz von InnoDB-Tabellen.

Der MySQL-Server kann global oder Client-abhängig in verschiedenen SQL-Modi operieren. Der SQL-Modus wird folgendermaßen festgelegt:

```
--sql_mode="..." # Beim Aufruf von "mysqld (Server-global)
sql_mode = "..." # In Konfig.-Datei "my.cnf" (Server-global)
SET GLOBAL sql_mode = "..."; # Server-global (SUPER-Recht nötig!)
SET SESSION sql_mode = "..."; # Sitzungsbezogen (Client-lokal)
```

Den aktuellen globalen oder sitzungsbezogenen Wert erhält man mit:

```
SELECT @@GLOBAL.sql_mode; # Globaler Wert
SELECT @@SESSION.sql_mode; # Sitzungsbezogener Wert
```

Wird "GLOBAL sql\_mode" verändert, dann gilt die neue Einstellung für alle MySQL-Clients, die sich danach NEU mit dem MySQL-Server verbinden.

Der SQL-Modus ist aus folgenden Einstellungen kombinierbar. Ab MySQL 5.6 sollen diese Werte nicht mehr einzeln verwendet werden, sondern über die vordefinierten Zusammenfassungen (siehe weiter unten):

Option	Bedeutung
ALLOW_INVALID_DATES ANSI_QUOTES ERROR_FOR_DIVISION_BY_ZERO HIGH_NOT_PRECEDENCE IGNORE_SPACE	Alle Komb. von Mon=1..12 + Tag=1..31 erlaubt "..." + `...` zur Schlüsselwort-Quotierung Fehler statt Warnung bei Division durch 0 "NOT" hat gleich hohen Vorrang wie "!" Leerz. in "FUNCTION (" OK (dann res. Wort)
NO_AUTO_CREATE_USER NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO NO_BACKSLASH_ESCAPES NO_DIR_IN_CREATE NO_ENGINE_SUBSTITUTION NO_FIELD_OPTIONS NO_KEY_OPTIONS NO_TABLE_OPTIONS NO_UNSIGNED_SUBTRACTION NO_ZERO_DATE NO_ZERO_IN_DATE	GRANT legt nicht autom. neuen Benutzer an NULL erz. neuen AUTO_INCREMENT-Wert, 0 nicht "\ " ist normales Zeichen in String '...' Tab. erstellen ignoriert INDEX/DATA DIRECTORY Tab.-Engine bei CREATE nicht vorh. --> Fehler MySQL-Spalten-Opt. bei SHOW CREATE TABLE ign. MySQL-Index-Opt. bei SHOW CREATE TABLE ign. MySQL-Tabellen-Opt. bei SHOW CREATE TABLE ig. Subtraktion von UNSIGNED-Wert ergibt SIGNED 00-00-00 verboten (YYYY-01-00/YYYY-00-01 OK) Monat=00 und Tag=00 nicht erlaubt
ONLY_FULL_GROUP_BY PAD_CHAR_TO_FULL_LENGTH PIPES_AS_CONCAT REAL_AS_FLOAT	Alle selekt. Sp. müssen in GROUP BY vorkommen CHAR-Spalten mit Leerzeichen auffüllen Operation "  " verkettet Strings (sonst OR) REAL entspricht FLOAT (statt DOUBLE)
STRICT_ALL_TABLES STRICT_TRANS_TABLE	Ungültige/fehlende Werte bei allen Tab. zur.w. Ungültige/fehlende Werte bei Transakt. zurückw.

Folgende Zusammenfassungen von SQL-Modi sind vordefiniert, die den MySQL-Server auf das spezielle SQL-Verhalten anderer Datenbanken umschalten:

Kombination	Liste der Einzeloptionen
ANSI	REAL_AS_FLOAT, PIPES_AS_CONCAT, ANSI_QUOTES, IGNORE_SPACE
DB2	PIPES_AS_CONCAT, ANSI_QUOTES, IGNORE_SPACE, NO_KEY_OPTIONS, NO_TABLE_OPTIONS, NO_FIELD_OPTIONS
MAXDB	PIPES_AS_CONCAT, ANSI_QUOTES, IGNORE_SPACE, NO_KEY_OPTIONS, NO_TABLE_OPTIONS, NO_FIELD_OPTIONS, NO_AUTO_CREATE_USER
MSSQL	PIPES_AS_CONCAT, ANSI_QUOTES, IGNORE_SPACE, NO_KEY_OPTIONS, NO_TABLE_OPTIONS, NO_FIELD_OPTIONS, NO_AUTO_CREATE_USER
MYSQL323 MYSQL40	NO_FIELD_OPTIONS, HIGH_NOT_PRECEDENCE NO_FIELD_OPTIONS, HIGH_NOT_PRECEDENCE
ORACLE	PIPES_AS_CONCAT, ANSI_QUOTES, IGNORE_SPACE, NO_KEY_OPTIONS, NO_TABLE_OPTIONS, NO_FIELD_OPTIONS, NO_AUTO_CREATE_USER
POSTGRESQL	PIPES_AS_CONCAT, ANSI_QUOTES, IGNORE_SPACE, NO_KEY_OPTIONS, NO_TABLE_OPTIONS, NO_FIELD_OPTIONS
TRADITIONAL	STRICT_TRANS_TABLE, STRICT_ALL_TABLES, NO_ZERO_IN_DATE, NO_ZERO_DATE, ERROR_FOR_DIVISION_BY_ZERO, NO_AUTO_CREATE_USER, NO_ENGINE_SUBSTITUTION

- \* TRADITIONAL = Fehler statt Warnung ausgeben beim Einfügen ungültiger Werte (DATE, DATETIME, ENUM, SET)
- \* Strict Modus = Mind. STRICT\_TRANS\_TABLES oder STRICT\_ALL\_TABLES aktiviert
  - + Ungültiges Datum nicht akzeptiert
  - + Datum mit Tag/Monat "0" nicht akzeptiert,
  - + ENUM mit ungültigem Wert nicht akzeptiert (bzw. NULL)
  - + Zu langer String nicht akzeptiert

#### 4) MySQL Kommandozeilen-Programme

Es gibt eine Reihe von mitgelieferten Verwaltungs- und Dienstprogrammen:

- \* Zur Datenbank-Erstellung und -Bearbeitung
- \* Zur Administration + Überwachung
- \* Zur Datenbank- bzw. Tabellen-Reparatur

Damit ist Fernzugriff auf MySQL betriebssystem-unabhängig möglich:

- \* Netzwerkverbindung muss prinzipiell vorhanden sein
- \* Firewall muss Verbindung von außen auf Port 3306 erlauben
- \* Dienstprogramm muss auf lokalem Rechner installiert sein
- \* Anmeldedaten müssen bekannt sein: -h<Host> -u<User> -p<Pass> -P<Port>

Liste der mitgelieferten Dienstprogramme (meist MySQL-Clients die eine Verbindung zum MySQL-Server aufbauen, manche arbeiten auch direkt auf den Datenbankdateien):

- S = Serverprogramm
- CS = Clientprogramm, das auf Server zugreift
- C = Clientprogramm unabhängig vom Server (Dateizugriff)
- I = Installationsprogramm
- H = Hilfsprogramm
- T = Testprogramm
- P = Programmierung

	Kommando	Bedeutung
CS	mysql	Interaktiver Befehlszeilen-Client (auch Batch, alle Kmdos)
CS	mysqlaccess	Berechtigungen für USER+HOST+DB-Kombinationen überprüfen
CS	mysqladmin	Datenbank-Administration (nur Admin-Befehle)
C	mysqldumpslow	Logdatei mit "langsamen SQL-Anweisungen" zus.fass.+anzeig.
CS	mysqlreport	Bericht über MySQL Status erstellen (SHOW STATUS)
CS	mysqlshow	Struktur von DB-Objekten ansehen (DB, Tabelle, Spalte)
CS	mysqlcheck	Tabellen analysieren/prüfen/optimieren/reparieren (online)
CS	mysqlanalyze	Symb. Link auf "mysqlcheck" (-a = analysieren)
CS	mysqloptimize	Symb. Link auf "mysqlcheck" (-r = optimieren)
CS	mysqlrepair	Symb. Link auf "mysqlcheck" (-o = reparieren)
C	innochecksum	InnoDB-Tabellen prüfen (offline)
C	myisamchk	MyISAM-Tabellen prüfen/optimieren/reparieren (offline)
C	myisampack	MyISAM-Tabellen komprimieren für Read-Only-Zugr. (offline)
C	myisam_ftdump	Info über MyISAM Fulltext-Indices ausgeben
C	myisamlog	MyISAM-Logdateien verarbeiten
C	isamlog	MyISAM-Logdateien verarbeiten
C	mysqlbinlog	Anweisungen aus Binärlog lesen (Rebuild nach Absturz)
C	mysql_explain_log	SQL-Querylog analysieren (per EXPLAIN)
C	mysql_find_rows	SQL-Anw. aus Dateien extrahieren (Updatelog, RegEx)
CS	mysqldump	Backup von Datenbanken/Tabellen in SQL-Befehlsform
CS	mysqlimport	Textdatei in div. Formaten importieren (Name = <Tab>name)
CS	mysqlhotcopy	Backup MyISAM/ARCHIVE-Tab. binär (onl., Filezgr. Serverlok.)
IS	mysql_install_db	Datenverz. + System-Tab. (GRANT) des Servers erstellen
S	mysqlmanager	MySQL Instance Manager ("mysqld_multi"-Ersatz, -MY!5.5)
S	mysqld	Server (zum Start den Wrapper "mysqld_safe" verwenden)
S	mysqld_safe	Server-Startskript (früher "safe_mysqld")
S	mysqld.server	Server-Startskript (SysV-Systeme)
S	mysqld_multi	Server-Startskript (Manager für mehrere Server)
IS	comp_err	MySQL Fehlermeldungen-Datei übersetzen (Installation)
C	pererror	Bedeutung von Fehlercodes ausgeben ("print error")
H	replace	Textersetzung in Dateien durchführen
H	resolveip	Abbildung Hostname -> IP-Adresse auflösen
I	mysqlbug	Interaktiv Fehlerbeschreib. erstellen + an MySQL mailen
I	mysql2mysql	mSQL-C-Funktionsaufrufe --> mysql-C-Funkt. konvertieren
I	my_print_defaults	Konfig.opt. einer Konf.Gruppe ([client], ...) ausgeben

S	mysql_waitpid	Server-Prozess beenden (und darauf warten)
S	mysql_zap	Server-Prozesse beenden (per RegEx-Muster)
CS	mysql_convert_table_format	Tabellen in andere Storage Engine konvertieren
CS	mysql_fix_extensions	MyISAM-Dateiext. konvert. frm/MYI/MYD/ISD/ISM
CS	mysql_secure_installation	Sicherheit einer Installation verbessern
CS	mysql_setpermission	Berechtigungen in GRANT-Tab. interaktiv setzen
CS	mysql_tableinfo	Aus Metadaten erz. (MY!5.0 INFORMATION_SCHEMA)
CS	mysql_tzinfo_to_sql	Zeitzone-Tabelle in Server laden
CS	mysql_upgrade	(Rechte-)Systemtab. upgraden (neue Version)
CS	mysql_upgrade_shell	" " " " " " (generiert)
CS	fix_priv_tables	" " " " " " (generiert)
T	mysqlslap	Server-Lasttest per Simulation vieler Clients
T	mysql-test-run.pl	Server-Test per "mysqltest" steuern (Skript)
T	mysqltest	Server-Test und Vergleich mit anderen Ergeb.
T	mysqltest_embedded	Server-Test und Vergleich mit anderen Ergeb.
T	mysql_client_test	Test der MySQL-Client-API (Skript)
T	mysql_client_test_embedded	Test der MySQL-Client-API (Skript)
P	mysql_config	Compiler-Optionen zum ÄM-^\\bersetzen extrahieren
P	make_binary_distribution	BinÄrpaket aus MySQL-Install. erzeugen (Unix)
P	make_win_bin_dist	BinÄrpaket aus MySQL-Install. erzeugen (Windows)
P	resolve_stack_dump	Numerischen Stack Trace Dump in Symbole auflÄsigen
	mysql-binlog-dump	?
	mysql-mysam-dump	?

Zur ÄM-^\\berwachung der MySQL-Prozesse und -Engines sind folgende Kommandozeilentools verfÄgbar:

Tool	Bedeutung
innotop	MySQL- und InnoDB Transaktions/Threadliste (analog "top")
mtop	MySQL-Threadliste (analog "top")
mytop	MySQL-Threadliste (analog "top")

#### 4a) mysqladmin

Das Client-Programm "mysqladmin" ist eine kommandozeilen-orientierte Administrations-Schnittstelle von MySQL, mit der die wichtigsten Verwaltungsaufgaben erledigt werden kÄnnen. Alle Funktionen kÄnnen auch mit "mysql" + SQL-Befehlen durchgefÄhrt werden, "mysqladmin" bietet aber oft einen einfacheren + schnelleren Weg dafÄr an:

```
mysqladmin [OPTIONS] COMMAND [CMDOPTS] ...
```

Befehl	Bedeutung	SQL-Anweisung
create <Db>	Datenbank anlegen	CREATE DATABASE <Db>
drop <Db>	Datenbank lÄschen	DROP DATABASE <Db>
password <Pass>	Setzt Benutzer-Passwort auf <Pass>	SET PASSWORD=<Pass>
status	Zeigt abgekÄrzten Server-Status	STATUS (Client)
extended-status	Zeigt alle Server-Konfig.-Var.	SHOW STATUS
variables	Listet alle verfÄgbaren Var.	SHOW VARIABLES
version	Gibt MySQL-Version aus	STATUS (Client)
processlist	Zeigt alle aktiven MySQL-Threads	SHOW PROCESSLIST
kill <Pid>[,...]	Beendet MySQL-Thread <Pid>,...	KILL <Pid>, ...
ping	PrÄft ob "mysqld" lÄuft	%
shutdown	FÄhrt "mysqld" herunter	%
debug	Debug-Info in Fehler-Log schreiben	%
flush-hosts	Flusht alle gecachten Hosts	FLUSH HOSTS
flush-logs	Flusht alle Logs	FLUSH LOGS
flush-status	Flusht alle Status-Variablen	FLUSH STATUS
flush-tables	Flusht alle Tabellen	FLUSH TABLE[S]
flush-threads	Flusht den Thread-Cache	%
flush-privileges	LÄdt alle GRANT-Tabellen neu	FLUSH PRIVILEGES
reload	LÄdt alle GRANT-Tabellen neu	FLUSH PRIVILEGES
refresh	Flusht Tab., schliesst+Äffnet Logs	%
start-slave	Startet Replikation auf Slave-Serv.	%



stop-slave	Stoppt Replikation auf Slave-Server	%
------------	-------------------------------------	---

## 4b) mysqlshow

Das Client-Programm "mysqlshow" erlaubt die Anzeige von Datenbank-Elementen von der Kommandozeile aus. Alle Funktionen können auch mit "mysql" + SQL-Befehlen durchgeführt werden, "mysqlshow" bietet aber oft einen einfacheren + schnelleren Weg dafür an.

```
mysqlshow [OPTS] [<Db> [<Tbl> [<Col>]]]
```

Im jeweils letzten Argument sind die Platzhalter \* ? % \_ erlaubt (quotieren um sie vor der Shell zu schützen):

- \* Ohne Datenbank <Db> werden alle Datenbanken angezeigt
- \* Ohne Tabelle <Tbl> werden alle Tabellen angezeigt
- \* Ohne Spalte <Col> werden alle Spalten + ihr Datentyp angezeigt

Einige Optionen sind möglich:

Option	Bedeutung
-i/--status	Zusatzinfo zu Tabellen anzeigen
-k/--keys	Indices zu Tabellen anzeigen
-t/--show-table-type	Spalte mit Tabellentyp anzeigen
--count	Anzahl Zeilen pro Tabelle anzeigen (langsam!)

## 5) Benutzer und Berechtigungen (Privileges)

Zweck:

- \* Authentifizieren von Benutzern
  - + Abhängig von Rechner/IP-Adresse von dem/der aus Benutzer sich verbindet
- \* Zuweisen von Zugriffs-Rechten
- \* Zuweisen von Administrations-Rechten
- \* Standardbenutzer
  - + Anonymer Benutzer: Name+Passwort leer, nur Zugriffsrecht USAGE
  - + Administrator: Passwort leer, alle Berechtigungen
- \* Rollen (Gruppen) = Berechtigungen für Menge von Benutzern NICHT möglich. (MY!)

HINWEIS: MySQL-Benutzer haben NICHTS mit Betriebssystem-Benutzern zu tun (auch wenn der Administrator von Linux und MySQL identisch "root" heißt). D.h. die Benutzer- und Berechtigungs-Verwaltung von MySQL ist völlig unabhängig von der des Betriebssystems.

Ein MySQL-Server läuft in der Regel unter Benutzer "mysql" (und Gruppe "mysql") alle MySQL-Verz. + Dateien werden diesem Benutzer zugeordnet.

Der Benutzer "mysql" kann auf dem Linux-System nicht administrativ tätig werden meist kann er sich sogar nicht darauf anmelden (kein Passwort vergeben oder Login-Shell deaktiviert). Er hat somit keinen Zugriff auf die Daten anderer Benutzer und andere Benutzer (außer "root") haben keine Zugriffsrechte auf die dem MySQL-Server zugeordneten Dateien (Datensicherheit!).

Linux	MySQL	Bemerkung
root	--	Linux-Administrator
--	root	MySQL-Administrator
mysql	--	Linux-Besitzer von mysqld-Prozess/Daten
tsbirn	tsbirn	Benutzer+Passwort verschieden
...	...	

Eigenschaften:

- \* GROSS/kleinschreibung der Benutzernamen relevant!
- \* Passworte werden verschlüsselt abgelegt!
- \* Kombination Benutzer + Host (d.h. Quelle der Verbindung spielt eine Rolle)
  - > Es wird unterschieden, WOHER ein Benutzer sich verbindet (Host)
- \* Standardmäßig kann ein Benutzer nur SELBST ERSTELLTE Datenbanken <Db> und Datenbank-Objekte <Obj> bearbeiten (er ist "Besitzer" dieser Objekte)
- \* In Ebenen gegliedert: Datenbank -- Tabelle -- Spalte -- Routine
- \* Additiv (OR), d.h. gegebenes Recht auf höherer Ebene nicht durch Fehlen des Rechts auf niedriger Ebene wegnehmbar
- \* Berechtigungen mit REVOKE entziehen
  - + Transitiv (d.h. an andere Benutzer weitergegebene Rechte auch entzogen)

- + Recht mehrfach an einen Benutzer weitergegeben
  - > Alle müssen es ihm entziehen, damit er es nicht mehr hat
- \* Auch Rechte für NICHT existierende Objekte sind anlegbar
- \* Rechte zu Datenbank/Tabelle werden beim Löschen dieser NICHT entfernt
- \* Regeln zu Routine werden beim Löschen dieser entfernt
- \* Anonymer Benutzer = leerer Name ("@"localhost")
  - + Jeder Benutzer, der MySQL nicht bekannt ist, wird als dieser angemeldet
  - + Hat nur Recht "USAGE" (Anmeldung)
  - + Anmeldeame USER() dann ungleich angemeldeter User CURRENT\_USER()
- \* Berechtigungen ignorieren (nur beim Server-Start):
  - skip-grant-tables

HINWEIS: GRANT erstellt automatisch einen NEUEN Benutzer, wenn der Username neu ist (z.B. bei Schreibfehler!; nur sofern NO\_AUTO\_CREATE\_USER Modus inaktiv)

#### Beschränkungen:

- \* Ablehnen der Verbindung eines vorhandenen Benutzers ist NICHT möglich (Mindestrecht USAGE)
- \* Anlegen/Löschen von Tabellen in einer Datenbank --> Datenbank selbst auch
- \* Es gibt keine Benutzergruppen ("Rollen")!
  - + Aber Rechte sind von einem Benutzer auf andere kopierbar
- \* Nach Anlegen neuer Benutzer, Ändern von Rechten, Löschen von Benutzern MUSS Berechtigungstabelle neu eingelesen werden --> FLUSH PRIVILEGES
- \* Neuer MySQL-Release --> evtl. Änderungen an Rechte-Tabellen --> Update nötig
- \* REVOKE löscht Benutzer nicht --> DROP USER/DELETE notwendig
- \* REVOKE von Rechten muss nicht vorhergehendem GRANT entsprechen
- \* Einschalten der Rechte für EINEN Benutzer aktiviert Rechteprüfung für ALLE (d.h. Server wird langsamer)
- \* Einschalten der Begrenzungen MAX\_... für Anfragen, Updates, Verbindungen für EINEN Benutzer aktiviert Prüfung für ALLE (d.h. Server wird langsamer)
- \* Rechte-Änderungen während Verbindung wirkt nicht sofort (FLUSH PRIVILEGES)

Neuen Benutzer erzeugen und/oder ihm Rechte ("Privilege Types") zuweisen:

```
GRANT <Priv> [(<Col>, ...)]           # Rechte + best. Spalten
  [, <Priv> [(<Col>, ...)]...]       # Weitere Rechte + Spalten
ON [TABLE | PROCEDURE | FUNCTION] <Obj> # Datenbank-Objekt
TO <User>@<Host>                    # Benutzer (Wer und woher?)
  [IDENTIFIED BY [PASSWORD] <Pass>] # Passwort
  [, TO ... [IDENTIFIED BY ...]...]  # Weitere Benutzer+Passwort
  [REQUIRE <SSLOpt> [AND <SSLOpt> ...]] # Verschlüsselung
  [WITH [GRANT OPTION]              # Weitergabe von Rechten
  [MAX_QUERIES_PER_HOUR <Zahl>]    # Beschränkung
  [MAX_UPDATES_PER_HOUR <Zahl>]    # Beschränkung
  [MAX_CONNECTIONS_PER_HOUR <Zahl>] # Beschränkung
  [MAX_USER_CONNECTIONS <Zahl>]]   # Beschränkung
```

ACHTUNG: Zwei Benutzer mit dem Recht "GRANT OPTION" können sich gegenseitig ihre Rechte weitergeben und sie so kombinieren!

Minimale Anweisungen um einem Benutzer alle Rechte an allen Tabellen zu geben (alle 5 Einträge sind notwendig!):

```
GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO tom@"localhost"; # Lokal per Socket
GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO tom@"127.0.0.1"; # Lokal per IPv4
GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO tom@":::1";     # Lokal per IPv6
GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO tom@"HOSTNAME"; # Echter Rechnername
GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO tom@"localhost.invalid"; # FQHN
```

HINWEIS: Nach erfolgreichem GRANT/REVOKE erscheint die Meldung "Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)", nach schiefgegangenen GRANT/REVOKE erscheint eine Meldung "ERROR ...". Bitte nicht davon verwirren lassen!

Alle Rechte eines Benutzers anzeigen (ACHTUNG: Schreibweise "tom@"localhost" notwendig, Gänsefüßchen ganz aussenrum sind falsch!):

```
SHOW GRANTS;                # Für angemeldeten Benutzer
SHOW GRANTS FOR tom;        # Für Benutzer "tom"
SHOW GRANTS FOR @"localhost"; # Für anonymen Benutzer
SHOW GRANTS FOR "tom@"localhost"; # Für Benutzer "tom" von Host "localhost"
```

Benutzer OHNE Berechtigungen anlegen (ab MY!5.0, nur USAGE-Recht, dann GRANT...):

```
CREATE USER <User>;          # Leeres Passwort
CREATE USER <User> IDENTIFIED BY "geheim"; # Klartext-Passwort
CREATE USER <User> IDENTIFIED BY PASSWORD '*46...F'; # Verschlüsselte Passwort
```

Benutzer-Daten (Name, Passwort, allgemein) ändern:

```
RENAME USER <Name> TO <NewName>, ...; # Benutzer umbenennen
SET PASSWORD [FOR <User>] = PASSWORD("geheim"); # Klartext-Passwort
SET PASSWORD = PASSWORD("geheim");      # Aktueller Benutzer
```

```

SET PASSWORD [FOR <User>] = "*46...F"           # Verschlüss. Passw.
GRANT USAGE ON ... TO ... IDENTIFIED BY "geheim"; # Klartext-Passw.
UPDATE mysql.user SET password = "*46...F"      # Tabelle direkt
  WHERE user = "root";                          # Ändern (Vorsicht!)
FLUSH PRIVILEGES;                              # Nicht vergessen!

```

Benutzer-Rechte wegnehmen (nur wenn vorher per GRANT exakt so gegeben):

```

REVOKE <Priv> [(Col>, ...)]                    # Rechte + best. Spalten
  [ON [TABLE | PROCEDURE | FUNCTION] <Obj>]    # Datenbank-Objekt (ohne=alle)
  FROM <User>@<Host>, ...                     # Wer und woher?

```

ALLE Rechte eines Benutzers wegnehmen (hat danach nur noch USAGE-Recht):

```

REVOKE ALL PRIVILEGES, GRANT OPTION FROM <User>@<Host>, ...; # Ohne ON ...!

```

Benutzer löschen (nach MY!5.0 mit allen seinen Rechten; von ihm erzeugte Datenbank-Objekte bleiben erhalten; aktuell mit ihm bestehende Sitzungen werden nicht beendet):

```

DROP USER <User>;                             # Inkl. Rechte (bis MY!5.0 davor REVOKE nötig!)
DELETE FROM user WHERE user = <User>          # Bestimmten Benutzer löschen
  AND host = <Host>;
DROP USER ""@"localhost";                     # Anonymen Benutzer löschen!
DELETE FROM user WHERE user = "";             # Anonymen Benutzer löschen!

DELETE FROM user WHERE password = "";         # Ben. mit leerem Passwort löschen!
DELETE FROM user WHERE host = "%";           # ... mit Anmeldung von überall löschen

```

Beispiel: Benutzer "user" auf Rechner "localhost" das Einfügen + Lesen + Ändern auf allen Tabellen der Datenbank "first" erlauben (Löschen von Daten ist ihm dann verboten -- REPLACE geht somit auch nicht!):

```

GRANT INSERT, SELECT, UPDATE                  # Nur INSERT, SELECT, UPDATE
  ON first.*                                  # Von Rechner "localhost" aus
  TO "tom"@"localhost";

GRANT SELECT                                  # Nur SELECT
  ON first.*                                  # Von Rechner "arbeitsplatz" aus
  TO "tom"@"arbeitsplatz";

GRANT INSERT, SELECT, UPDATE, DELETE         # Nun auch REPLACE erlaubt
  ON first.*                                  # Egal woher (auch nur "tom" möglich)
  TO "tom"@"%";

GRANT INSERT(id), SELECT(id, name)          # Nur bestimmte Spalten einer
  ON first.pers                               # Tabelle erlaubt
  TO "tom"@"localhost";

```

Beispiel: UPDATE-Recht von Benutzer auf Datenbank "first" wegnehmen:

```

REVOKE UPDATE
  ON first.*
  FROM "tom"@"localhost";                    # FROM statt TO!

```

Anfangs sind 2 Benutzer eingerichtet (der Benutzer "root" der MySQL-Datenbank hat nichts mit dem Benutzer "root" des Linux-Systems zu tun!):

```

* Administrator "root": Uneingeschränkt, leeres Passwort! --> Passwort setzen!
* Anonymer Benutzer "": Nur Verbindung, leeres Passwort! --> User löschen!

```

Als allererstes MUSS das LEERE root-Passwort geändert werden, sonst kann JEDER die Datenbank administrieren (u=user, h=host, beim 2. Mal ist schon das Passwort "geheim" notwendig!):

```

mysqladmin -uroot password "geheim"         # Rechner egal
mysqladmin -uroot -hcharlton.site -pgeheim password "geheim" # Rechner ...

```

Ebenso unbedingt den "anonymen Benutzer" (leerer Benutzername) löschen:

```

DELETE FROM user WHERE user = "";           # Anonymen Benutzer löschen!

```

Danach muss beim Aufruf von "mysql" und "mysqladmin" immer die Option "-p" gesetzt werden, die eine Passwortabfrage durchführt (u=user, p=password):

```

mysqladmin -uroot -p...

```

ACHTUNG: Passworte NIE auf der Kommandozeile eintippen (insbesondere das des Benutzers "root"). Grund: Die für jeden einsehbare Prozesstabelle enthält die vollständige Kommandozeile, das Passwort ist dann also "verbrannt".

ACHTUNG: Die Kommando-Historie wird in "~/.mysql\_history" gespeichert. Falls

diese Datei lesbar ist, können evtl. nach PASSWORD verwendete Klartextpassworte kompromittiert sein.

Beispiel: Auf lokalem Rechner den Benutzer "tom" (TO "tom"@"localhost") mit Passwort "geheim" (IDENTIFIED BY "geheim") einrichten und ihm ALLE Rechte (ALL PRIVILEGES) auf ALLEN Datenbanken und Tabellen (\*.\*) erlauben. Weiterhin darf er seine eigenen Rechte auch an andere Benutzer weitergeben (WITH GRANT OPTION) (ACHTUNG: Maximalbeispiel, User "tom"@"localhost" darf anschließend überall alles analog zum Administrator "root"):

```
GRANT ALL PRIVILEGES          # Was (welche Rechte)
ON *.*                        # Welche Datenbank/Tabelle
TO "tom"@"localhost"         # Wem (User + Host)
IDENTIFIED BY "geheim"       # Passwort (optional, Hochkommas!)
WITH GRANT OPTION;           # Rechteweitergabe (optional)
```

Es können auch Einträge mit den Rechnernamen "localhost.invalid", "localhost" "127.0.0.1" (IPv4) und ":::1" (IPv6) nötig sein, da solche Namen bei der Verbindungsaufnahme mit PHP, Perl oder auf OpenBSD-Systemen verwendet werden (Rechte für ALLE Rechner setzen nicht mit "tom"@"%", sondern mit "tom")!

Anschließend kann man sich folgendermaßen als dieser Benutzer anmelden (-h=host, -u=user, -p=password):

```
mysql -hlocalhost -utom -pgeheim # Variante A (Passwort mitgegeben)
mysql -hlocalhost -utom -p        # Variante B (Passwort abgefragt)
password: geheim
```

Über folgenden Alias "mq" bzw. "mqe" (execute) kann z.B. auch ohne Passwortabfrage eine Verbindung zur Datenbank "prod" aufgenommen bzw. sofort ein Kommando an sie abgesetzt werden:

```
alias mq="mysql -hlocalhost -utom -pgeheim -Dprod" # bzw.
alias mqe="mysql -hlocalhost -utom -pgeheim -Dprod -e" # e=execute
```

Aufrufbeispiel:

```
mq # MySQL-Prompt erscheint
mqe "SHOW DATABASES" # Ergebnis wird ausgegeben
```

Die Rechte ("Y"=erhalten, "N"=nicht erhalten) stehen in folgenden Tabellen der Verwaltungsdatenbank "mysql" und regeln den Zugriff auf Server, Datenbanken, Tabellen, Spalten und Routinen:

Tabelle	Schlüssel	Bedeutung
host	(nicht genutzt seit MY!4.1, nicht	vorhanden seit MY!5.6.7)
user	Host User	Password, globale Rechte, SSL + max + ...
db	Host User Db	DB-spezifische Rechte
tables_priv	Host User Db Table	Table-spez. Rechte
columns_priv	Host User Db Table Column	Spalten-spez. Rechte
procs_priv	Host User Db Routine	Routinen-spez. Rechte
proxies_priv	Host User Proxy-Host Proxy-User	Mapping ext. --> int. User

Auflisten aller prinzipiell möglichen Rechte <Priv> mit:

```
SHOW PRIVILEGES;
```

liefert folgende Tabelle (Spalte "Bezug" siehe unten):

Recht/Privilege	Bezug	Bedeutung
ALL [PRIVILEGES]	ALLE	Alle Rechte außer GRANT OPTION
USAGE	S	Anmelden/Verbindung (minimal notwendiges Recht)
SHOW DATABASES	S	Alle Datenbanken auflisten (SHOW DATABASES)
CREATE USER	S	User erz./löschen/umbenennen + Rechte widerrufen
GRANT OPTION	ALLE	Eigene Rechte anderen User weitergeben/wegnehmen
FILE	S	Export/Import in/aus Datei auf dem Server
PROCESS	S	Prozess-Threads einsehen (ausgeführter SQL-Code)
RELOAD	S	Interne Tabellen/Logs/Rechte auffrischen (FLUSH)
SHUTDOWN	S	Datenbank-Server herunterfahren
SUPER	S	Verwalten (KILL, SET GLOBAL, CHANGE MASTER TO, PURGE BINARY LOGS)
SELECT	TC	Daten aus Tabellen lesen (für REPLACE nötig!)

INSERT	TC	Daten in Tabellen einfügen (für REPLACE nötig!)
UPDATE	TC	Daten in Tabellen ändern
DELETE	T	Daten aus Tabellen löschen (für REPLACE nötig!)
LOCK TABLES	D	Tabellen sperren (SELECT-Recht notwendig!)
ALTER	T	Tabellenstruktur verändern
CREATE	DT	Datenbanken/Tabellen anlegen (Views nicht!)
DROP	DT	Datenbanken/Tabellen/Views löschen
INDEX	T	Indices anlegen/löschen
REFERENCES	DT	Referenz auf Tab. besitzen (nicht implementiert)
CREATE TABLESPACE	S	? (MY!5.5)
CREATE TEMPORARY TABLES	D	Temporäre Tabellen anlegen ("stirbt" am Sitzungsende)
CREATE VIEW	TV	View anlegen
SHOW VIEW	TV	View ansehen (SHOW CREATE VIEW)
TRIGGER	TG	Trigger erstellen/löschen (ab 5.1.6)
EVENT	D E	Events benutzen (ab 5.1.6)
CREATE ROUTINE	R	Prozeduren/Funktionen anlegen
ALTER ROUTINE	R	Prozeduren/Funktionen ändern/löschen
EXECUTE	R	Prozeduren/Funktionen ausführen
REPLICATION CLIENT	S	Statusdaten von Master/Slave-Servern auslesen
REPLICATION SLAVE	S	Binärlog-Events von Master-Server lesen
BACKUP	S	? (MY!5.5)
RESTORE	S	? (MY!5.5)
PROXY	S	? (MY!5.5)

Rechtebezug: "S" = Server (global)      "E" = Event  
 "D" = Datenbank                      "G" = Trigger  
 "T" = Tabelle                         "R" = Routine  
 "C" = Spalte (column)              "V" = View

Schreibweise für Datenbank-Objekte <Obj> in GRANT/REVOKE-Anweisung:

Objekt	Bedeutung
*.*	ALLE Datenbanken + ALLE Tabellen (global)
*	ALLE Tabellen der mit "USE" gewählten Datenbank
<Db>.*	ALLE Tabellen der Datenbank <Db>
<Db>.<Tbl>	Tabelle <Tbl> der Datenbank <Db>
<Tbl>	Tabelle <Tbl> der mit "USE" gewählten Datenbank
<Db>.<Proc>	Routine <Proc> der Datenbank <Db>
<Proc>	Routine <Proc> der mit "USE" gewählten Datenbank

Schreibweise für Benutzer in GRANT/REVOKE-Anweisung (Gänsefüßchen um <User> und <Host> bei Verwendung der SQL-Wildcards "%" und "\_" notwendig). In Spalte "OK" steht "ja", wenn entsprechende Form sicher ist, "--" bezeichnet unsichere Form.

Benutzer	OK	Bedeutung	
"<User>"@<Host>"	ja	Benutzer + Host-Name	X
"<User>"@<IP>"	ja	Benutzer + Host-IP	X
"<User>"@"%.ostc.de"	ja	User von Host aus Domain "ostc.de"	X
"<User>"@"10.32.1.%"	ja	User von Host aus IP-Bereich "10.32.1.*"	X
"%"@"<Host>"	--	Beliebiger User von Rechner mit Host-Name	X
"%"@"<IP>"	--	Beliebiger User von Rechner mit Host-IP	X
"<User>"@"%"	--	User von beliebigem Host	X
"<User>"	--	(identisch)	X
"@"<Host>	--	Anonymer Benutzer	X
@<localhost>	ja	Nur vom Server-Rechner (UNIX Domain-Socket)	X
@<127.0.0.1>	ja	Nur vom Server-Rechner (TCP-Socket, IPv4)	X
@<:::1>	ja	Nur vom Server-Rechner (TCP-Socket, IPv6)	X
@<Host>	ja	Nur vom Server-Rechner (UNIX Domain-Socket)	X
% oder <Leer>	--	Beliebiger User von beliebigem Host	V

ACHTUNG: Bei der Anmeldung eines Users <User> von(!) einem Rechner <Host> wird in der obigen REIHENFOLGE vom exaktesten zum allgemeinsten Muster die aktuelle Anmeldung <User> + Anmelderechner <Host> mit den in der Datenbank eingetragenen vergleichlichen (Sortierreihenfolge: <Host> zuerst, dann <User>, Zeichenketten ohne Platzhalter "\_" und "%" VOR solchen mit, leere Zeichenkette bzw. "%" an letzter Stelle, IP-Adresse nach Host-Namen). Der 1. Treffer bestimmt die GESAMTEN Rechte der Anmeldung, es findet KEINE Zusammenfassung der Rechte ALLER

passenden Muster statt.

Beispiele für eine sinnvolle Kombination von Benutzer-Berechtigungen für die Benutzer "leser", "erfasser", "kontrolleur", "entwickler", "backup", "admin":

```
GRANT ALL PRIVILEGES          # Alle Rechte (AUSSER Rechtevergabe)
  ON first.*                  # auf bestimmte DB
  TO "admin"@"localhost";

GRANT SELECT                  # Nur lesender Zugriff
  ON first.*                  # auf bestimmte DB
  TO "leser"@"localhost",
  "erfasser"@"localhost",
  "kontrolleur"@"localhost",
  "entwickler"@"localhost",
  "backup"@"localhost";

GRANT UPDATE, INSERT, EXECUTE, # + Daten Ändern
  CREATE TEMPORARY TABLES    # (weder LÄschen noch REPLACE)
  ON first.*                  # auf bestimmter DB
  TO "erfasser"@"localhost",
  "kontrolleur"@"localhost",
  "entwickler"@"localhost";

GRANT DELETE                  # + Daten lÄschen (und REPLACE)
  ON first.*                  # auf bestimmter DB
  TO "kontrolleur"@"localhost",
  "entwickler"@"localhost";

GRANT LOCK TABLES          # + Tabellen sperren
  ON first.*                  # in bestimmter DB
  TO "entwickler"@"localhost",
  "backup"@"localhost";

GRANT ALTER, CREATE, DROP, INDEX, # + Tabellen + Indices verwalten
  REFERENCES,                 # + Foreign Keys verwalten
  CREATE VIEW, SHOW VIEW,     # + Views verwalten
  TRIGGER,                    # + Trigger verwalten
  CREATE ROUTINE, ALTER ROUTINE # + Stored Procedures verwalten
  ON first.*                  # in bestimmter DB
  TO "entwickler"@"localhost";
```

Das letzte Statement umfasst folgende zusätzliche Rechte für den "admin":

```
FILE                          # + Dateien laden + speichern
SHOW DATABASES                # + Datenbank auflisten
CREATE USER, GRANT OPTION      # + Benutzer + Rechte verwalten
PROCESS, RELOAD, SHUTDOWN, SUPER # + Datenbank-Server verwalten
```

#### ACHTUNG:

- \* Bei falscher Namensauflösung (gemäß `/etc/hosts` oder DNS) kann es Anmeldeprobleme geben (z.B. `localhost.site` statt `localhost` als erster Name zu `127.0.0.1` oder `:::1` eingetragen).
- \* `-h 127.0.0.1` verbindet sich per TCP/IP-Socket (nur bei lokaler Anmeldung)
- \* `-h :::1` verbindet sich per TCP/IP-Socket (nur bei lokaler Anmeldung)
- \* `-h localhost` verbindet sich per UNIX-Socket (nur bei lokaler Anmeldung)
- + `-h <Host>` weggelassen verhält sich analog
- + `--protocol TCP` erzwingt Verbindung über TCP/IP-Socket

Verschlüsselungsoptionen REQUIRE <SSLOpt>:

Option	Bedeutung
NONE	Unverschlüss. Verbindung erlaubt (STD), verschl. auch
SSL	Nur SSL-verschlüsselte Verbindungen erlaubt
X509	Gültiges Zertifikat notwendig, Issuer + Subject egal
CIPHER <Spec>	Verschlüsselung und Schlüssel müssen best. Bed. genügen (z.B. CIPHER "EDH-RSA-DES-CBC3-SHA")
ISSUER <String>	Zertifikat muss von CA <String> ausgestellt sein
SUBJECT <String>	Zertifikat muss Subject <String> enthalten

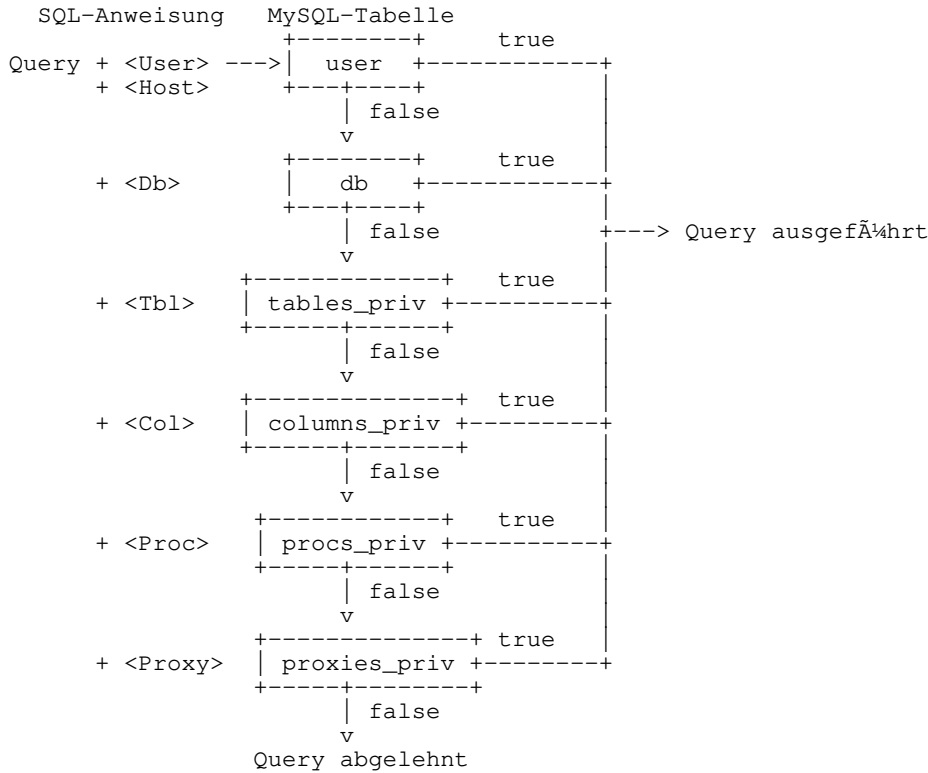
Optionen zu "GRANT" (STD: 0 = Kein Limit):

Option	Bedeutung
GRANT OPTION	Eigene Rechte an andere weitergebbar
MAX_QUERIES_PER_HOUR <N>	Max. Anz. SQL-Anweisungen pro Stunde
MAX_CONNECTIONS_PER_HOUR <N>	Max. Anz. Verbindungen pro Stunde

MAX_UPDATES_PER_HOUR	<N>	Max. Anz. Updates pro Stunde
MAX_USER_CONNECTIONS	<N>	Max. Anz. gleichzeitiger Verbindungen

Reihenfolge in der MySQL-Rechtetabelle überprüft werden, ob ein Benutzer für eine bestimmte Query Berechtigungen hat (absteigender Vorrang):

- 1) Benutzer-spezifische Rechte
- 2) Datenbank-spezifische Rechte
- 3) Tabellen-spezifische Rechte
- 4) Spalten-spezifische Rechte
- 5) Routinen-spezifische Rechte
- 6) Proxy-spezifische Rechte



Direkter Zugriff auf Benutzer- und Berechtigungs-Verwaltungsdaten (besser nicht, Passwort mit Funktion PASSWORD() verschlüsseln!):

```

USE mysql;
SHOW TABLES;      # --> user, db, tables_priv, columns_priv, procs_priv, ...
DESCRIBE user;
SELECT * FROM user;
SELECT user, password, host FROM user;
INSERT INTO user
  SET host      = "sony",
      user      = "tom",
      password  = PASSWORD("geheim");
INSERT INTO user (host, user, password)
  VALUES ("sony", "tom", PASSWORD("geheim"));

```

Datenbankanzeige des MySQL-Servers steuern:

Option	Bedeutung
--safe-show-database	Datenbanken nur mit Zugriffs-Berechtigung anzeigen
--skip-show-database	Keine Anzeige der vorhandenen Datenbanken

6) Datenbank-Engines (Storage Engines/Backends)

Eine Besonderheit von MySQL ist die Möglichkeit, PRO TABELLE die Art der physikalischen Speicherung (Engine) zu wählen. Damit lässt sich die Datenbank genau auf die Anforderungen zuschneiden. Standard ist InnoDB (seit MY!5.5.1, vorher MyISAM, noch früher ISAM). Hier eine Liste der Engines mit ihren wichtigsten Eigenschaften (TA = Transaktionsfähig):

Engine	TA	Beschreibung

MyISAM	--	Hohe Performanz, binär portabel, Volltext-Index
InnoDB	JA	Zeilenbasierte Sperrung, Foreign Keys --> ORACLE!, MVCC, autom. Fehlerkorrektur, konsistentes Lesen ohne Sperren
MEMORY (HEAP)	--	Hash-basiert, RAM, temp. Tabellen, Datenverlust (HEAP)
MERGE	--	Komb. identischer MyISAM-Tabellen (MRG_MyISAM, UNION)
ARCHIVE	--	Große Menge, kein Index, komprimiert, Read-Only
FEDERATED	--	Remote-Datenbank (Umlenkung, ab MY!5.0.3)
CSV	--	Comma Separated Values-Format, kein Index
BLACKHOLE	--	Gespeicherte Daten verschwinden (/dev/null), für Tests
NDB (CLUSTER)	JA	Verteilt auf Rechner-Cluster, HA, High Performance, RAM
EXAMPLE	--	Programmier-Beispiel (speichert nichts, Schnittstellen)

## Fremdentwicklungen anderer Hersteller:

Engine	TA	Beschreibung
FALCON	JA	MVCC (Multi Version Concurrency Control, ab MY!6.0)
Aria	JA	MyISAM-Erweiterung, Crash Save (MY!6.0, früher "Maria")
BrightHouse	JA	Data Warehouse orientiert (keine Indices, Komprimierung)
InfiniDB	JA	Colbased, MVCC, TA, keine Indices, Datamining, Bus.Int.
NitroEDB	??	Very large Databases (VLDB), Echtzeit, Netzwerksicherung
PBXT	??	Foreign Keys, MVCC, Rowlocks (PrimeBase XT Storage)
solidDB	JA	Zeilenbasierte Sperrung, MVCC (IBM)
XtraDB	JA	InnoDB Fork, verbessert, "XtraBackup" für hot backup, mehr Laufzeitinfo, IO-Durchsatz bei mehr Threads besser
memcached	JA	Caching im Speicher
IBM DB2	JA	
FederatedX	JA	
FederatedODBC	JA	
Revision	JA	Automatische Versionierung (DDEngine)

## Nicht mehr eingesetzte Engines:

Engine	TA	Beschreibung
ISAM	--	Vorgänger von MyISAM (veraltet!)
BerkeleyDB (BDB)	JA	Sleepycat, Primärschlüssel notwendig, keine AUTO_INC, zeilenbasierte Sperrung (nur bis MY!5.0) --> ORACLE!

## Grobe Unterschiede der Datenbank-Engines:

Eigenschaft	Engine
Transaktionen	InnoDB, BDB, NDB
Fulltext-Index (FULLTEXT INDEX)	MyISAM (nur CHAR, VARCHAR, TEXT) InnoDB (seit 5.6)
Spatial-Index (SPATIAL INDEX)	MyISAM, InnoDB, NDB, BDB, ARCHIVE MyISAM (Indices)
Fremdschlüssel/Referenzielle Integrität	InnoDB, BDB
Raw-Partitionen verwendbar	InnoDB
ALTER TABLE nur teilweise möglich	InnoDB, BDB
Format betriebssystem-abhängig	ISAM
Max. Größe <= 4 GByte	ISAM

## Feine Aufschlüsselung der Engine-Eigenschaften:

Eigenschaft	MyISAM	InnoDB	BDB	NDB	Archiv	Memory
Max. Tabellengröße		256TB	64TB	??	384EB	-- RAM
Betriebssystem-unabh. (port.)	JA	??	--	??	??	--
AUTO_INCREMENT-Spalten	JA	JA	??	JA	--	JA
ALTER TABLE beliebig möglich	JA	--	--	JA	--	JA
Replikationsfähig	JA	JA	--	JA	JA	JA
Backup/point-in-time recovery	JA	JA	--	JA	JA	JA
Raw-Partitionen statt Files	--	JA	--	--	--	--
Referenzielle Integrität	--	JA	--	--	--	--
Transaktionen	--	JA	JA	JA	--	--

!!! PITR



März 31, 20 1:27

## mysql-admin-HOWTO.txt

Page 25/57

	Table	Satz	Page	Satz	Satz	Table
Locking auf Basis von... MVCC (Snapshot lesen)	--	JA	--	--	JA	--
BTREE Index	JA	JA	--	JA	--	JA
HASH Index	--	--	JA	JA	--	JA
Volltext Index	JA	(JA) *	--	--	--	--
Clustered Index	--	JA	--	--	--	--
Statistikupdates	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Geografische Datentypen	JA	JA	??	JA	JA	--
Geografischer Index (RTREE)	JA	--	??	--	--	--
Daten-Cache (Tabellendaten)	--	JA	JA	JA	--	--
Index-Cache	JA	JA	JA	JA	--	--
Query-Cache (Abfragen)	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Komprimierte Daten	JA	--	--	--	JA	--
Verschlüsselte Daten	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Clusterfähig	--	--	--	JA	--	--

\*) Volltextindex bei "InnoDB" ab MY!5.6

Befehle zum Abfragen/Einstellen der Engine:

```
SHOW [STORAGE] ENGINES;           # Unterstützte Engines auflisten
SET storage_engine = <Engine>;    # Standard-Engine setzen
CREATE TABLE <Tbl> (...) ENGINE = <Engine>; # Engine einer Tabelle setzen
CREATE TABLE <Tbl> (...) TYPE = <Engine>; # Analog (veraltet!)
SHOW CREATE TABLE <Tbl>;         # Definition inkl. Engine ausgeben.
SHOW ENGINE <Engine> STATUS;      # Nur InnoDB, NDB, NDBCLUSTER
SHOW ENGINE <Engine> LOCKS;       # Nur BDB
SHOW MUTEX STATUS;                # Nur InnoDB
```

Die Engine einer Tabelle lässt sich jederzeit ändern, dabei wird die Tabelle umkopiert (doppelte Platzbedarf, Zeitaufwand):

```
ALTER TABLE <Tbl> ENGINE = <Engine>; # Engine einer Tabelle ändern
ALTER TABLE <Tbl> TYPE = <Engine>;   # Analog (veraltet!)
                                        # (automatisch konvertiert!)
```

## 6a) InnoDB Engine

Eigenschaften:

- \* Standard-Engine seit MY!5.5.1
  - \* Immer Index-organisiert (auch wenn kein Index im Schema definiert) (Datensätze nach Primärschlüssel sortiert)
  - \* Multi-Range-Read + Batched Key Access nur hier verfügbar
  - \* Weitere Indices verweisen auf Primärschlüssel --> 2-stufiger Zugriff
  - \* Daten können auf RAW-Partition liegen (kein Dateisystem dazwischen)
  - \* Unterstützt
    - + Referenzielle Integrität (Fremdschlüssel, Foreign Keys)
    - + Row-Level Locking
    - + Konsistentes Lesen ohne Sperren
    - + Autom. Fehlerkorrektur
    - + Spatial-Index
  - \* KEIN Fulltext-Index (erst ab MY!5.6)
  - \* ALTER TABLE eingeschränkt
  - \* Max. Größe: 64 TByte
- \* Ablageort von "InnoDB"-Datenbanken und -Indices:
- A) Ein zentraler Tablespace im Dateisystem:
 

```
ibdata1
ibdata2
...
<Tbl>.frm
```
  - B) Pro Tabelle ein Tablespace im Dateisystem:
 

```
<Tbl>.ibd
<Tbl>.frm
```
  - C) Rohe Partitionen:
 

```
innodb_data_file_path=/dev/hdd1:3Gnewraw;/dev/hdd2:2Gnewraw # Init
innodb_data_file_path=/dev/hdd1:3Graw;/dev/hdd2:2Graw       # Betrieb
```
- \* InnoDB-Einstellungen
- ```
innodb_data_home_dir      = /var/lib/mysql           # Startpunkt Tablespaces
innodb_data_file_path     = <Path>:<MByte>,...,      # ibdata1, ibdata2, ... (fixe Größe)
M-^e)
innodb_data_file_path     = [<Path>:<MByte>:autoextend] # Letztes ibdata bel. Größe
innodb_data_file_path     = ibdata1:10M:autoextend   # ibdata1 ab 10MB
innodb_file_per_table     = 1                         # Daten+Indexdatei "*.ibd" pro Tabelle
```

```
e
innodb_autoextend_increment = 8 # Vergrößerungseinheit
```

## 6b) MyISAM Engine

## Eigenschaften:

- \* Standard-Engine bis MY!5.1 (seitdem InnoDB)
- \* Interne Verwaltungsdatenbank "mysql" nur per MyISAM-Engine möglich
- \* Keine Transaktionen
- \* Locks nur auf kompletter Tabellen-Ebene (paralleler Zugriff)
- \* Sehr effizient bei vorwiegenden Lesezugriffen
- \* Flexibelste Autoincrement-Eigenschaft aller Speicherengines
- \* In komprimierte read-only Tabellen konvertierbar
- \* Feste Zeilenlänge möglich --> schnellere Zeilensuche
- \* Verwendbar für MERGE-Tabellen
- \* Portable da alle Datenformate maschinenunabhängig
  - + ".frm"-Datei (Tabellenstruktur)
  - + ".MYD"-Datei (Daten)
  - + ".MYI"-Datei (Indices)
- \* Mächtige Volltextsuche

## 6c) MEMORY Engine (HEAP)

## Eigenschaften:

- \* Tabellen-Definition liegt in ".frm"-Datei
- \* Tabellen-Daten liegen im RAM
- \* Für temporäre Tabellen
- \* Fixe Satzlänge
- \* Index ist HASH-basiert
- \* Replikation nicht möglich
- \* Nicht alle Datentypen unterstützt
  - + Kann keinen BLOB- oder TEXT-Datentyp enthalten

## 6d) CSV Engine (Comma Separated Values, ab MY!5.1)

## Eigenschaften:

- \* CSV-Tabellen unterstützen keine Indizierung!
- \* Partitionierung von CSV-Tabellen nicht mehr möglich (war mal)
- \* NULL-Spalten nicht mehr erstellbar (aber noch nutzbar falls existent)
  - > ERROR 1178 (42000): The storage engine for the table doesn't support nullable columns
- \* Auf Dateisystemebene fürllbar (vorher FLUSH TABLE <Tbl>;)
- \* Darstellung der NULL durch "\N"
- \* Mit "configure --with-csv-storage" Quellcode übersetzen!

## Format:

- \* Titelzeile mit Spaltennamen NICHT erlaubt
- \* 1. Zeile NICHT ignorierbar
- \* Trennzeichen NICHT wählbar? (z.B. TAB-getrennte Daten wenn ", " in Daten)
- \* Felder müssen gequotet sein "... " (dürfen dafür ", " enthalten)
- \* Spaltentrenner MUSS ", " sein.
- \* Zeilenende MUSS "\n" (UNIX) sein, nicht "\r\n" (WINDOWS)!

## Dateinamen der CSV-Dateien einer Tabelle &lt;Tbl&gt;:

```
<Tbl>.frm # Tabellen-Definition
<Tbl>.CSV # Tabellen-Daten
<Tbl>.CSM # Tabellen-Metadaten (Tabellenzustand, Anzahl Zeilen)
```

## Beispiel:

```
CREATE TABLE csv_test (
  i INT NOT NULL,
  c CHAR(10) NOT NULL
) ENGINE = CSV;
```

```
INSERT INTO csv_test VALUES
(1, "Satz 1"),
(2, "Satz 2"),
(3, "Satz 3");
```

Erzeugt folgende Datei "csv\_test.CSV":

```
+-----+
| "1", "Satz 1" <NL> |
| "2", "Satz 2" <NL> |
| "3", "Satz 3" <NL> |
```

```
+-----+
```

Was passiert wenn Format kaputt?

- \* Die DB kann nichts mehr damit anfangen!
- \* Nachricht über zerstörte Tabelle beim Zugriff

Prüfen und reparieren:

- \* 1. ungültige Zeile führt zu Fehlermeldung (mit Zeilennummer)
- \* Reparatur erfolgt bis 1. ungültige Zeile (Rest weggeworfen)
- \* Richtige Feldseparatoren ",", "
- \* Korrekte Anzahl Felder pro Zeile
- \* Korrekte Quotes "... " um Felder
- \* Metafile vorhanden und passend zu Daten

```
CHECK TABLE csv_test;
REPAIR TABLE csv_test;
```

6e) ARCHIVE Engine TODO

Für Speicherung großer Datenmengen bei geringem Platzbedarf per Kompression. Keine Indizes möglich, d.h. Zugriff per "Table Scan". Nur INSERT und SELECT werden unterstützt. Der schnelle Zugriff auf die Daten steht hier nicht im Vordergrund.

Vor dem Speichern der Daten auf dem Speichermedium werden diese zunächst in einem Kompressionspuffer gesammelt. Wenn eine Serie von Einfüge-Operationen beendet wird, wird der optimale Kompressionsalgorithmus ermittelt und die Daten werden komprimiert ausgegeben.

Falls während einer Sequenz von Einfüge-Operationen von einem anderen Benutzer eine SELECT-Anfrage kommt, wird eine vorzeitige Kompression und Ausgabe der im Kompressionspuffer gespeicherten Daten erzwungen.

6f) BLACKHOLE Engine

Entwickelt, um die Syntax von SQL-Anweisungen zu prüfen und ein Binärlog zu schreiben. Die Daten werden nicht gespeichert ("schwarzes Loch"). Dadurch ist die Syntaxprüfung von SQL-Anweisungen ohne Speicherplatz-Bedarf möglich. Die Ausgabe des Binärlogs kann über einen Parameter aktiviert und deaktiviert werden.

Ideal für:

- \* Syntaxprüfung von Dump-Dateien
- \* Test der Datenreplikation durch Binärlog-Vergleich auf Master- + Slave
- \* Zeitmessungen Aufwand für Schreiben des Binärlogs.
- \* Keine Schreibzugriffe auf Master, nur auf Slaves

6g) MERGE Engine

Eigenschaften:

- \* Zusammenfassung mehrerer physikalischer Tabellen zu einer logischen Tabelle
- \* Müssen absolut identisch sein (Reihenfolge, Spalten, Typen, Längen)
- \* Merge-Tabellen sind eine frühe (einfache) Form von Partitionierung
  - + Untertabellen sichtbar
  - + Pruning manuell durchzuführen
  - > 18) Partitionierung

Zweck:

- \* Z.B. für Log-Dateien (Ändern sich selten, wachsen stetig)
- \* Riesige Tabelle aus Teiltabellen aufbauen
- \* Größenbeschränkung des OS umgehen
- \* Höhere Geschwindigkeit (Daten auf mehrere Platten verteilen)
- \* Effizienterer Zugriff (direkt auf relevante Teiltabelle zugreifen)
- \* Reparatur schneller
- \* Tabelle identifizieren (verschiedene Namen für gleiche Tabelle) --> View
- \* Eine Tabelle umbenennen --> RENAME, View

Beispiel 1:

```
CREATE TABLE t1 (a INT NOT NULL PRIMARY KEY) ENGINE=MyISAM;
CREATE TABLE t2 (a INT NOT NULL PRIMARY KEY) ENGINE=MyISAM;
INSERT INTO t1 VALUES (1), (2), (3);
INSERT INTO t2 VALUES (4), (5), (6);

CREATE TABLE mrg(a INT NOT NULL PRIMARY KEY)
ENGINE=MERGE UNION=(t1, t2) INSERT_METHOD=LAST; # Oder FIRST
```

Beispiel 1:

```
CREATE TABLE log_01 (
  pkey      INT(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  a         INT,
  b         VARCHAR(12),
  timeEnter TIMESTAMP(14),
  PRIMARY KEY (pkey)
) ENGINE = MyISAM;

CREATE TABLE log_02 (
  pkey      INT(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  a         INT,
  b         VARCHAR(12),
  timeEnter TIMESTAMP(14),
  PRIMARY KEY (pkey)
) ENGINE = MyISAM;

CREATE TABLE log_sum (
  pkey      INT(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  a         INT,
  b         VARCHAR(12),
  timeEnter TIMESTAMP(14),
  PRIMARY KEY (pkey)
) ENGINE = MERGE UNION(log_01, log_02) INSERT_METHOD = LAST;
```

#### 6h) FEDERATED Engine

-----

Bietet Zugriff auf Tabellen, die auf einem anderen Server liegen (müssen dort bereits existieren). Der lokale Server verhält sich als Client, der auf den entfernten Server zugreift. Er speichert selbst nicht die Daten, sondern gewährt nur den Zugriff auf den entfernten Server, auf dem ebenfalls direkt auf die Daten zugegriffen werden kann.

**ACHTUNG:** Die Zugangsdaten zum entfernten Datenbank-Server stehen unverschlüsselt in der lokalen "\*.frm"-Datei. Der Zugriff auf das mysql-Datenverzeichnis sollte also auf Betriebssystem-Ebene eingeschränkt werden, um das Auslesen der Zugangsdaten durch Unbefugte zu verhindern.

#### 6i) EXAMPLE Engine

-----

Code-Beispiel für die Entwicklung einer eigenen Speicher-Engine. Kennt Funktionen zum Erstellen einer Tabelle, die Funktionen zum Schreiben und Lesen der Datensätze sind nur angedeutet. Ein SELECT-Statement liefert immer eine leere Ergebnismenge.

#### 6j) Weitere Engines

-----

- \* BDB (Berkley Data Base): Seit MY!5.1 nicht mehr unterstützt
- \* NDB (Network Data Base): MySQL Cluster-Engine

#### 7) Datenbanken erstellen und verwalten

-----

Standard-Datenbanken nach der Installation:

| Datenbank          | Bedeutung                                            |
|--------------------|------------------------------------------------------|
| mysql              | Interne Verwaltungsdaten (immer MyISAM)              |
| test               | Testdatenbank (leer)                                 |
| INFORMATION_SCHEMA | Verwaltungsdaten (generiert aus "mysql", read-only!) |
| PERFORMANCE_SCHEMA | Performancezähler (Messdaten, read-only)             |

Standort:

|                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| /var/lib/mysql/mysql/*        | Interne Datenbank "mysql"           |
| /var/lib/mysql/<Db>/*         | Datenbank <Db>                      |
| /var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.frm | Format von <Tbl> (rekonstruierbar)  |
| /var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.MYD | Daten von <Tbl> (NICHT rek.)        |
| /var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.MYI | Indices von <Tbl> (rekonstruierbar) |
| /var/lib/mysql/<Host>.err     | Logging-Informationen für <Host>    |

## Datenbank-Namen:

- \* GROSS/kleinschreibung zählt bei Linux (bei Windows nicht!)
- \* Max. 64 Zeichen
- \* Alle Zeichen AUSSER "/" und "." erlaubt ("..." bzw. '...' außerdem!)

## Neue Datenbank &lt;Db&gt; erstellen:

```
mysqladmin -uroot -pgeheim CREATE <Db>           # Variante A
mysql      -uroot -pgeheim -e "CREATE DATABASE <Db>" # Variante B
CREATE DATABASE <Db>;                             # Im "mysql"-Client
CREATE SCHEMA <Db>;                                # Im "mysql"-Client
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS <Db>;               # Im "mysql"-Client
CREATE SCHEMA IF NOT EXISTS <Db>;                 # Im "mysql"-Client
```

## Datenbanken anzeigen:

```
SHOW DATABASES;
SHOW SCHEMAS;
```

## Datenbank vollständig kopieren (Struktur + Daten, ohne Benutzer+Rechte):

```
mysqldump <DbOld> > dump.sql                       # Evtl. --no-create-info
mysql -e "CREATE DATABASE <DbNew>"                 # Neue Datenbank anlegen
mysql -e "CREATE SCHEMA <DbNew>"                   # Neue Datenbank anlegen
mysql <DbNew> < dump.sql                            # Evtl. --no-data
```

## Datenbank löschen (VORSICHT: mit allen Tabellen+Indices darin!):

```
mysqladmin -uroot -pgeheim DROP <Db>              # Variante A (mit Rückfrage!)
mysql      -uroot -pgeheim -e "DROP DATABASE <Db>" # Variante B
DROP DATABASE <Db>;                                # Im "mysql"-Client
DROP SCHEMA <Db>;                                  # Im "mysql"-Client
DROP DATABASE IF EXISTS <Db>;                      # Im "mysql"-Client
DROP SCHEMA IF EXISTS <Db>;                        # Im "mysql"-Client
```

## 8) Tabellen erstellen und verwalten

## Tabelle erstellen (permanente oder temporäre):

```
CREATE [TEMPORARY] TABLE <Tbl> (<Col> <Type> [<ColOpt>], ...)
                                     [<TblOpt>] [<Select>];
CREATE [TEMPORARY] TABLE IF NOT EXISTS <Tbl> (<Col> <Type> [<ColOpt>], ...)
                                     [<TblOpt>] [<Select>];
```

```
<TblOpt> = AUTO_INCREMENT = <N>                #
AVG_ROW_LENGTH = <N>                          #
[DEFAULT] CHARACTER SET <CharSet>             # STD-Zeichensatz für alle Sp.
CHECKSUM = 0/1                                #
COLLATE <Collate>                             # STD-Sortierung für alle Sp.
COMMENT <String>                              # Beliebiger Kommentar
CONNECTION <String>                           #
DATA DIRECTORY <DirPath>                      # Ablageverz. Daten
DELAY_KEY_WRITE = 0/1                         #
ENGINE = <Engine>                              # Engine
INDEX DIRECTORY = <DirPath>                   # Ablageverz. Indices
INSERT METHOD = {NO | FIRST | LAST}            #
KEY_BLOCK_SIZE = <N>                          #
MAX_ROWS = <N>                                 # für Partitionierung
MIN_ROWS = <N>                                 # für Partitionierung
PACK_KEYS = 0/1/DEFAULT                       #
PASSWORD = <String>                           #
ROW_FORMAT = {<RowFmt>}                      # Mehrere
UNION = <Tbl>                                  #
<Partition>                                   #
```

```
<RowFmt> = DEFAULT      #
          DYNAMIC       #
          FIXED         #
          COMPRESSED    #
          REDUNDANT     #
          COMPACT       #
```

```
<ColOpt> = [NOT] NULL      #
          COMMENT <String> #
          DEFAULT <Value>  #
          AUTO_INCREMENT   #
          UNIQUE [KEY]     #
          [PRIMARY] KEY    #
          COLUMN FORMAT [DEFAULT | FIXED | DYNAMIC] #
          STORAGE [DISK | MEMORY] #
          <References>    #
```

## Tabellentypen/Engines:

- \* SHOW VARIABLES LIKE "have\_%"; # Unterstützte Tabellentypen anzeigen
- \* Standard: "MyISAM" (Weitere: InnoDB, BDB, MERGE, HEAP, ISAM)

```

/var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.frm # Format von <Tbl> (rekonstruierbar)
/var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.MYD # Daten der Tabelle <Tbl> (NICHT rek.)
/var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.MYI # Indices von <Tbl> (rekonstruierbar)
* SQL: ... ENGINE = <Engine> ... # TYPE veraltet!
* Option: default-table-type=<Engine>
* ALTER TABLE <Tbl> ENGINE = <Engine> # TYPE veraltet!

```

## Tabellen-Namen:

```

* GROSS/kleinschreibung zÄhlt bei Linux (bei Windows nicht)
* Max. 64 Zeichen
* Alle Zeichen AUSSER "/" und "." erlaubt ("..." bzw. '...' auÄM-^_enrum!)

```

## Spaltendefinition umfasst:

```

* Spaltenname
* Datentyp
* LÄnge
* Attribute (zum Datentyp)
* [NOT] NULL
* DEFAULT ...
* AUTO_INCREMENT (nur ein Feld, Index notwendig)
* PrimÄrschlÄssel, Index, Unique, Volltext

```

## Datentypen von MySQL:

```
--> mysql-user-HOWTO.txt --> 4) MySQL-Datentypen
```

## PrimÄrschlÄssel (letzten Endes durch einen Index realisiert!):

```

* NUR EINER erlaubt
* Kein NULL-Wert erlaubt
PRIMARY KEY (...)

```

## Tabellen und ihren Status auflisten (Engines, Partitionen, ...):

```

USE <Db>;
SHOW TABLES; # Aktuelle Datenbank
SHOW TABLES FROM <Db>; # Datenbank <Db>
SHOW TABLES FROM <Db> LIKE <Muster>; # Passende Datenbanken
SHOW TABLE STATUS; # Aktuelle Datenbank
SHOW TABLE STATUS FROM <Db>; # Datenbank <Db>
SHOW TABLE STATUS FROM <Db> LIKE <Muster>; # Passende Datenbanken

```

## Tabellenstruktur/definition anzeigen:

```

USE <Db>; #
SHOW COLUMNS FROM <Tbl>; #
DESCRIBE <Tbl>; #
DESCRIBE <Tbl> <Col>; # ... LIKE "%_priv"
EXPLAIN <Tbl>; #
EXPLAIN <Tbl> <Col>; #
SHOW CREATE TABLE <Tbl>; # Inkl. Engine

```

## Tabelle Ändern:

```

* MÄglichkeiten
+ Tabellenengine Ändern
+ Tabellen + Spalten umbenennen
+ Spalten hinzufÄgen + lÄschen (inkl. Position!)
+ Spaltendefinition (Typ) Ändern
+ SchlÄssel + Indices hinzufÄgen + lÄschen (Tuning)
* Grundsyntax (ADD, CHANGE/MODIFY, DROP)
ALTER TABLE <Tbl> <ÄM-Änderung>, ...;
* Beispiele
ALTER TABLE <Name> RENAME [TO] <NewName>;
ALTER TABLE <Tbl> ENGINE = <Engine>;
ALTER TABLE <Tbl> TYPE = <Engine>; # Veraltet!
* GroÄes Beispiel (<Definition> analog CREATE TABLE)
ALTER TABLE <Tbl>
ADD <Col> <Definition> [FIRST | AFTER <Col>],
ADD INDEX <Idx> (<Col>, ...),
ADD PRIMARY KEY (<Col>),
CHANGE <Col> <Definition>,
DROP <Col>,
DROP INDEX <Idx>,
DROP PRIMARY KEY;

```

## Tabelleninhalt anzeigen (DISTINCT vermeidet Ausgabe doppelter DatensÄtze!)

```

USE <Db>;
SELECT [DISTINCT] <Auswahl> FROM <Tbl> [<Parameter>];
* Beispiele (1. Beispiel vermeiden --> belastet MySQL-Server stark!)
SELECT * FROM user;
SELECT user, host, password FROM user;
SELECT DISTINCT user FROM user;
* Optionale Parameter (in dieser Reihenfolge!)
WHERE # Auswahl-EinschrÄnkung (Vergl, log Op, Fkt, Klammer, BETWEEN, LIKE)
GROUP BY # Gleichartige DatensÄtze zusammenfassen (SUM, COUNT, MIN, MAX, AVG)
HAVING # Weitere EinschrÄnkung gruppierter Ergebnisse (analog WHERE)

```

```
ORDER BY # Reihenfolge der ausgewählten Datensätze festlegen (ASC, DESC)
LIMIT # Position und Anzahl zurückgelieferter Datensätze begrenzen
```

Tabelleninhalt löschen (Simulation von DROP + CREATE!):

```
USE <Db>;
TRUNCATE TABLE <Tbl>;
* Schneller als DELETE FROM ... (da Tab. gelöscht + neu angelegt)
* In einer Transaktion NICHT möglich
* Bei Fremdschlüsselbezug von <Tbl> doch einzelsatzweise
```

Tabelle entfernen (inklusive Inhalt!):

```
DROP TABLE <Tbl>; # Fehler falls nicht existent
DROP TABLE IF EXISTS <Tbl>; # Kein Fehler falls nicht existent
```

Tabelle kopieren (Struktur, -=ohne Daten/Indices, +=mit Daten/Indices):

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS copy LIKE pers; # -Daten, +Indices (MY!5.0)
CREATE TABLE copy SELECT * FROM pers; # +Daten, -Indices
CREATE TABLE copy SELECT * FROM pers WHERE 1=2; # -Daten, -Indices (Trick!)
INSERT INTO copy SELECT * FROM pers; # Daten kopieren
```

### 8a) Temporäre Tabellen

Es gibt zwei Varianten von Temporären Tabellen:

- \* IMPLIZIT von MySQL angelegte für Zwischenergebnisse von Joins, Sortierung, Gruppierung, DISTINCT, ...
- \* EXPLIZIT angelegte im Rahmen einer Sitzung

Temporäre Tabelle EXPLIZIT anlegen + löschen:

```
CREATE TEMPORARY TABLE pers ( # Temp. Tabelle (stirbt bei Sitzungsende)
  nr INT DEFAULT 0 # (VERDECKT evtl. gleichnamige echte Tab.!)
  vorname VARCHAR(30), #
  name VARCHAR(30) #
) CHARACTER SET latin1; # Standard-Zeichensatz für Textspalten
DROP TEMPORARY TABLE pers; # Temporäre Tabelle löschen (nicht echte!)
```

Eigenschaften:

- \* Kein "\*.frm"-Datei dafür erzeugt (da nicht permanent)
  - \* Pro Sitzung vorhanden (d.h. gleichnamige in mehreren Sitzungen erlaubt)
  - \* Automatisch gelöscht am Sitzungsende (Trennung Client vom Server)
  - \* dürfen genauso heißen wie eine echte Tabelle
    - > VERDECKEN gleichnamige echte Tabelle bis temp. Tabelle wieder gelöscht
  - \* Liegen im Verz. "/tmp" (bzw. def. "--tmpdir=PATH;..." oder "-t=PATH;...")
  - \* Nur mit Engine "MEMORY", "MyISAM", "MERGE" oder "InnoDB" möglich
  - \* Kann keinen BLOB- oder TEXT-Datentyp enthalten (MY?)
  - \* Von SHOW TABLES nicht angezeigt
- \* Bei statement-based Replikation nicht verwendbar:
- + Absturz der Kopie --> Temp. Tabellen verschwinden
  - + Neustart der Kopie --> Temp. Tabellen fehlen
- \* Ersatz "Pseudotemporäre Tabellen":
- + CONNECTION\_ID() als Teil des Tabellennamens verwenden
  - + Langsamer da "\*.frm" auf Platte muss (evtl. --sync\_frm-Option deaktivieren)
  - + Percona Toolkit "pt\_find" löscht autom. pseudotemp. Tabellen auf Basis von:
    - connection-id
    - server-id
- \* Konfigurations-Variablen:
- ```
--tmp_table_size # Max. für temp. Tab. zur Verfügung gestellter Speicher
--tmpdir # Verz. für temp. Tab. ab bestimmter Größe
--max_tmp_tables # Max. Anzahl an temp. Tab. gleichzeitig
```
- \* Tabelle als gleichnamige temp. Tab. in Speicher holen --- bringt das etwas?
- + für Tests Original-Tabelle verkleinert in gleichnamige temp. Tab. ablegen
  - + Im Speicher ist wenig Platz
  - + Kein Zugriff per Index möglich
  - + Caching normaler Tabellen holt diese auch schon in den Speicher

### 9) Tabellen und Indices prüfen und warten

Regelmäßige Prüfung von Tabellen ist wichtig:

```
* Nur für "MyISAM" und "InnoDB" möglich
USE <Db>;
CHECK TABLE <Tbl> <Optionen>; # Eine
```

```

CHECK TABLE <Tbl>, ... <Optionen>, ...;      # Mehrere
* Optionen:
  QUICK      # Oberflächliche Prüfung (Verknüpfungen nicht)
  FAST       # Nur nicht ordnungsgemäß geschlossene Tabellen prüfen
  CHANGED    # Nur seit letzter Prüfung geänderte Tabellen prüfen + FAST
  MEDIUM    # Alle Datensätze prüfen, Index nur per Prüfsumme (STD)
  EXTENDED  # Alle Datensätze prüfen, Index/Schlüssel komplett
* Fehlerhafte Tabellen anschließend "gesperrt", vor Verwendung zu reparieren

MyISAM-Tabellen prüfen + Info sammeln + optimieren + reparieren:
* Vorher Tabelle sichern!
* Empfehlung: Server runterfahren!
  myisamchk [<Optionen>] /var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.MYI  # Nicht .MYD!
  myisamchk [<Optionen>] /var/lib/mysql/*/*MYI        # Alle!
* Optionen
  -c/--check           # Standardprüfung (STD)
  -C/--check-only-changed # Analog "CHANGED"
  -e/--extended-check  # Analog "EXTENDED"
  -F/--fast            # Analog "FAST"
  -m/--medium-check    # Analog "MEDIUM"
  -U/--update-state    # Prüfungs-Datum + Ergebnis in Tab. speichern
  -T/--read-only       # Tabelle nicht kennzeichnen
  -s/--silent          # Nur Ergebnis ausgeben

MyISAM und InnoDB-Tabellen prüfen:
* Datenbankname angebar, schneller, bei laufendem Server möglich
  mysqlcheck [<Optionen>] <Db> [<Tbl>...]
* Optionen identisch zu "myisamchk" bis auf:
  -T/--read-only      # Nicht verwendbar
  -U/--update-state   # Nicht verwendbar
  -A/--all-databases  # ALLE Datenbanken prüfen (STD)
  -B/--databases ...  # Auswahl von Datenbanken prüfen
  -q/--quick           # Analog "QUICK"
  --tables ...        # Auswahl von Tabellen prüfen

Tabelle reparieren:
* Hinweise
  + Nach Prüfung mit Ergebnis "fehlerhaft" notwendig!
  + Nicht reparierbare Tabellen müssen aus Backup rekonstruiert werden!
  + Vorher Tabelle sichern!
  + Server runterfahren!
  + Es muss genügend Platz auf der Festplatte vorhanden sein!
* Möglichkeiten
A) myisamchk [<Optionen>] /var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.MYI  # Nicht .MYD!
  + Optionen (zuerst -r, dann -o probieren)
  -r/--recover           # Alles außerdem nicht eindeutige Schlüssel (STD)
  -e/--extended-check    # Jede Zeile wiederherstellen
  -o/--safe-recover      # -r aber Index neu + langsamer + weniger Platz
  -q/--quick             # Nur Indices neu aufbauen
  -s/--silent            # Nur Ergebnis ausgeben
  -v/--verbose           # Viele Meldungen ausgeben
B) mysqlcheck [<Optionen>] <Db> [<Tbl>...]
  + Optionen
  --auto-repair          # Alles außerdem nicht eindeutige Schlüssel (STD)
  -e/--extended-check    # Analog "--extended-check" von "myisamchk"
  -q/--quick             # Analog "--quick" von "myisamchk"
  -r/--repair            # Analog "--recover" von "myisamchk"
C) USE <Db>;
  REPAIR TABLE <Tbl> [QUICK|EXTENDED];      # Analog "myisamchk -r"

Tabelle optimieren:
* Durch Löschen/Ändern kommt es mit der Zeit zu "Fragmentierung" (Zersplitterung)
  + Kleine freie Stücke Plattenplatz, die nicht mehr verwendbar sind
  + Zugriff verlangsamt, Dateigröße entspricht nicht mehr abgelegten Daten
* Optimierung = Tabellen-Neuaufbau inklusive aller Indices (Defragmentierung)
  + Gelöschte Zeilen entfernen
  + Aufgeteilte Zeilen zusammenfügen
  + Indices sortieren
  + Statistiken für MySQL-Optimierer erneuern
  + Tabelle ist in dieser Zeit "gesperrt"
* Möglichkeiten (nur "MyISAM" und "InnoDB"!):
A) myisamchk --quick --check-only-changed --sort-index --analyze \
  /var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.MYI  # Nicht .MYD!
B) mysqlcheck --optimize <Db> [<Tbl>...]
C) USE <Db>;
  OPTIMIZE TABLE <Tbl>, ...;      # MyISAM, BDB, InnoDB

Tabellen komprimieren (nur "MyISAM"): auch bei InnoDB
* Falls Tabelle nur gelesen wird!
* Platzbedarf reduziert
* Zugriffsgeschwindigkeit gesteigert
  myisampack [<Optionen>] /var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.MYI  # Nicht .MYD!

```



## \* Optionen

Option	Bedeutung
-b/--backup	Erst Sicherung <Tbl>.old erstellen!
-f/--force	Erzwingen
-j/--join <Newname>	Zu großem neuer Tabelle zusammenfassen
-t/--test	Nur simulieren, nicht durchführen
-s/--silent	Nur Ergebnis ausgeben
-v/--verbose	Viele Meldungen ausgeben
-w/--wait	Warten bis Tabelle nicht mehr benutzt

\* Danach MUSS der Index neu erzeugt werden!

```
myisamchk -rq /var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.MYI # Nicht .MYD!
```

\* Danach sind die Dateien automatisch Schreibgeschützt

\* Soll wieder INSERT, UPDATE, DELETE möglich sein, die Tabellen entpacken

```
myisamchk --unpack /var/lib/mysql/<Db>/<Tbl>.MYI # Nicht .MYD!
```

Tabelle für MySQL-Optimierung analysieren (Statistik über Schlüsselverteilung)

A) mysqlcheck -a ...

B) myisamchk -a ...

C) USE <Db>;

```
ANALYZE TABLE <Tbl>, ...;
```

## 10) Datenimport und -export

Einzelne Datensätze per SQL-Anweisung einfügen (per MySQL-Erweiterung auch mehrere, alle Werte außerdem numerischen in Hochkommas gesetzt sein!):

```
INSERT INTO <Tbl> # Einzelsatz (alle Spalten, Werte in
VALUES (<Wert>, ...) # Spaltenreihenfolge)
INSERT INTO <Tbl> (<Col>, ...) # Einzelsatz (ausgewählte Spalten)
VALUES (<Wert>, ...) #
INSERT INTO <Tbl> (<Col>, ...) # Mehrere Datensätze (MY!)
VALUES (<Wert>, ...) # 1. Satz
(...) # 2. Satz
...; # usw.
INSERT INTO <Tbl> (<Col>, ...) # Datensätze aus anderer Tabelle kopieren
SELECT <Col>, ... FROM <Tbl>;
```

Viele Datensätze einfügen:

A) Datei mit entsprechend vielen SQL-INSERT-Anweisungen + Umlenkung "<"  
mysql -uroot -p < insert-statements.sql

B) Delimited ASCII-Datei per SQL-Anweisung "LOAD DATA..."

+ Komplement zu SELECT ... INTO OUTFILE

+ Schneller als INSERT-Anweisungen

+ Wert "\N" in Datenfile --> NULL in Datenbankspalte (Codierung)

+ Pro Datensatz eine Zeile (Zeilenvorschub NL, CR+NL)

+ Trennung der Werte durch ",", " oder ";"

+ Texte in "..." oder '...' einschließen

+ Reihenfolge der Werte = Reihenfolge der Spalten

+ CSV-Datei (Comma Separated Values)

```
LOAD DATA [LOCAL] INFILE <FilePath> # Quelldatei
[REPLACE | IGNORE] # Wie doppelte Schlüssel beh.
INTO TABLE <Tbl> # Zieltabelle
[<LoadOpt>...]; # Optionen
```

+ Daten liegen auf Client ("LOCAL") oder Server (kein "LOCAL")

+ Behandlung doppelter Schlüssel:

- Standard: Import abbrechen

- IGNORE: Neue Zeile ignoriert --> erste gilt!

- REPLACE: Neue Zeile ersetzt vorhandene --> letzte gilt!

+ Optionen <LoadOpt> (in dieser Reihenfolge, "FIELDS/LINES" nur 1x!)  
(einzelne oder alle können auch fehlen, ebenso die Spalten)

```
FIELDS TERMINATED BY <Char> # STD: "\t" = Tabulator
[OPTIONALLY] ENCLOSED BY <Char> # STD: "" = keines
ESCAPED BY <Char> # STD: "\\" = \
LINES STARTING BY <String> # STD: "" = leer
TERMINATED BY <String> # STD: "\n" = \n
IGNORE <Nnn> LINES # Erste NNN Zeilen ignorieren
(<Col>, ...) # Best. Sp. in Reihenfolge laden (sonst alle)
SET <Col> = <Expr>, ... # Best. Sp. fix füllen
```

+ Zeilenenden sind abhängig vom Betriebssystem (STD: "\n"):

- Linux: LINES TERMINATED BY "\n"

- Windows: LINES TERMINATED BY "\r\n"

- MacOS X: LINES TERMINATED BY "\r"

+ ACHTUNG: Ohne LOCAL wird die Datei auf dem Server gesucht unter:

```
./FILE --> /var/lib/mysql/FILE
FILE --> /var/lib/mysql/<Db>/FILE
/PFAD/ZU/FILE --> Absoluter Pfad funktioniert NICHT!
```

```

C) Dienstprogramm "mysqlimport"
mysqlimport <Optionen> <Db> <FilePath>...;
+ Dateiname ohne Extension MUSS Tabellennamen entsprechen!
+ CSV-Datei (Comma Separated Values)
+ Ohne -i/-r wird bei doppeltem Schlüssel abgebrochen!
+ Optionen
  -d/--delete                # Tabelle erst leeren
  -c=<Col>/--columns=<Col>   # Auf bestimmte Felder beschränken
  --fields-terminated-by=<Char> # STD: "\t" = Tabulator
  --fields-enclosed-by=<Char>  # STD: "\"" = keines
  --fields-escaped-by=<Char>   # STD: "\\" = \
  --lines-terminated-by=<Char> # STD: "\n" = \n
  -L/--local                 # Datei steht auf Client (STD: Server)
  -i/--ignore                 # Ident. Zeile ignoriert (erste enthält!)
  -r/--replace                # Ident. Zeile ersetzt vorhandene (letzte enthält!)

```

Datensätze per SQL-Anweisung ausgeben:

```

A) SELECT <Col>, ... FROM <Tbl>, ...;
+ Ausgabe auf Standard-Ausgabe (Client)
+ Umlenken auf Datei

B) SELECT INTO OUTFILE...
+ Als delimited ASCII-Datei
+ Nur auf Server möglich
+ <Col> = "*" um alle Daten zu sichern
  SELECT <Col> INTO OUTFILE <FilePath> [<SaveOpt>]
  FROM <Tbl> [<Parameter>];
+ Optionen <SaveOpt> (in dieser Reihenfolge anzugeben!, "FIELDS" nur 1x!)
(einzelne oder alle können auch fehlen, ebenso die Spalten):
  FIELDS TERMINATED BY <Char>          # STD: "\t" = Tabulator
  [OPTIONALLY] ENCLOSED BY <Char>     # STD: "\"" = keines
  ESCAPED BY <Char>                   # STD: "\\" = \
  LINES STARTING BY <String>          # STD: "" = leer
  TERMINATED BY <String>              # STD: "\n" = \n

```

## 11) Datensicherung und -wiederherstellung

---

Datensicherung ist notwendig:

- \* Große Anzahl von Datensätzen
- \* Großer finanzieller/zeitlicher Aufwand zur Wiederherstellung
- \* Datenstände bestimmter Zeitpunkte wiederherstellbar (z.B. nach Bedienungs- oder Programmierfehler)
- \* 2 Möglichkeiten
  - + Online im laufenden Betrieb (inkrementell)
  - + Offline bei heruntergefahrenem Server (vollständig)
    - Herunterfahren des Servers oft nicht möglich (7x24h-Betrieb!)
    - Schreiboperationen während Sicherung verhindern
- \* Fehlen von Fremdschlüsseln bei best. Engines (z.B. MyISAM) erlaubt tabellenweises Sichern + Wiedereinspielen (unabhängig voneinander)
- \* Tabellenstruktur (\*.frm) + Berechtigungen (DB "mysql") mitsichern!
- \* Indices (\*.MYI) müssen nicht gesichert werden --> wiederherstellbar
- \* Transaktionslog auch permanent sicherbar --> wieder "abspulen"

MySQL-Datensicherung:

- \* Einzelne Tabellen oder ganze Datenbanken
- \* Tabellen gegen Schreiben sperren während Sicherung
- \* Interne Caches leeren vor Sicherung (FLUSH ...)
- \* Nach Datensicherung wieder entsperren!

Tabellen gegen Zugriffe durch andere Threads sperren

(alle benötigten Tabellen gleichzeitig!):

- \* Wartet, bis alle anderen Zugriffe auf die Tabellen beendet sind
- ```

LOCK TABLES <Tbl> <Type>, ...;
* <Type>
  READ                # Schreibschutz (Lesen für alle erlaubt)
  READ LOCAL          # INSERT zugelassen, solange kein Konflikt
  WRITE               # Lese- und Schreibschutz für alle außer dem Beantrager
  LOW_PRIORITY WRITE # Nur wenn kein READ-Lock vorhanden
  IN SHARE MODE       #
  IN SHARE MODE NOWAIT #
  IN EXCLUSIVE MODE   #
  IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT #
* WRITE hat höhere Priorität als READ

```

Alle von einem Benutzer gesperrten Tabellen wieder entsperren:  
(oder erneutes "LOCK TABLES" bzw. Verbindungs-Ende)

```

UNLOCK TABLES;

```

## Interne Tabellen-Caches leeren:

```
* Schließen alle bzw. angegebene Tabellen und schreibt ihre Daten auf Datei
FLUSH TABLE;
FLUSH TABLES;
FLUSH TABLE <Tbl>, ...;
FLUSH TABLES <Tbl>, ...;
```

## Datensicherung:

- A) Datenbank-Dateien auf Betriebssystemebene kopieren  
 + Unbedingt gegen Schreiben sperren und Caches leeren  
 + Datenbank + Tabellendefinition kopieren  
 + Berechtigungen sichern (Datenbank "mysql")
- B) BACKUP TABLE (nur "MyISAM")  
 + Kopiert Definitions- (\*.frm) und Datendatei (\*.MYD) in Zielverz.  
 + Nur auf Server möglich  
 USE <Dbtable>;  
 BACKUP TABLE <Tbl>, ... TO <DirPath>;
- C) SELECT INTO OUTFILE...
- D) Dienstprogramm "mysqldump"  
 + Liefert komplette Definition einer Datenbank oder Tabelle als SQL-Code  
 mysqldump <Optionen> <Db> [<Tbl> ...] # Eine Datenbank  
 mysqldump <Optionen> --databases [<Db> ...] # Mehrere Datenbanken  
 mysqldump <Optionen> --all-databases # Alle Datenbanken
- + Optionen

| Option (*=On)                                                                                                                                                                                                                                | Bedeutung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -A/--all-databases<br>-B/--databases DB...<br>--tables TAB...                                                                                                                                                                                | ALLE Datenbanken ausgeben<br>Auswahl von Datenbanken ausgeben<br>Auswahl von Tabellen angeben                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| -d/--no-data<br>-t/--no-create-info<br>--triggers<br>--skip-triggers<br>-R/--routines<br>-E/--events                                                                                                                                         | Nur Tabellen-CREATE, keine Daten<br>Nur Daten, kein Tabellen-CREATE<br>* Trigger ausgeben<br>(abschalten)<br>Routines (Stored Procedures+Functions) ausg.<br>Events ausgeben                                                                                                                                                                                                 |
| -l/--lock-tables<br>--skip-lock-tables<br>-x/--lock-all-tables<br><br>--single-transaction                                                                                                                                                   | * Alle Tabelle einer DB gegen Schreiben sperr.<br>(abschalten)<br>Alle Tab. aller DB locken (global read lock)<br>(--single-transaction + --lock-tables ausg.)<br>Konsistenten Snapshot aller Tabellen durch<br>dumpen in einer Transaktion (nur InnoDB)<br>(schaltet --lock-tables ab, währenddessen<br>ALTER/DROP/RENAME/TRUNCATE TABLE verboten)                          |
| --add-drop-database<br>--add-drop-table<br>--skip-add-drop-table<br>--add-drop-trigger<br>--add-locks<br>--skip-add-locks<br>-a, --create-options<br>--skip-create-options<br>--flush-privileges<br>-K/--disable-keys<br>--skip-disable-keys | * DROP DATABASE IF EXISTS am Anfang<br>* DROP TABLE IF EXISTS vor CREATE TABLE<br>(abschalten)<br>DROP TRIGGER IF EXISTS vor CREATE TRIGGER<br>* LOCK + UNLOCK TABLE um INSERT Daten<br>(abschalten)<br>* All MySQL-spez. TABLE CREATE-Opt. ausg.<br>(abschalten)<br>FLUSH PRIVILEGES als Abschluss erzeugen<br>* DISABLE KEYS vor + ENABLE KEYS nach INSERT<br>(abschalten) |
| -n/--no-create-db<br>-t/--no-create-info<br>-c/--complete-insert<br>-e/--extended-insert<br>--skip-extended-insert                                                                                                                           | CREATE DATABASE IF NOT EXISTS weglassen<br>CREATE TABLE IF NOT EXISTS weglassen<br>Komplette INSERT-Anw. (inkl. Spaltennamen)<br>* Erweiterte INSERT-Form (schnell, kompakt)<br>(abschalten)                                                                                                                                                                                 |
| --hex-blob<br>--dump-date<br>--skip-dump-date<br>--comments<br>--skip-comments<br>--order-by-primary                                                                                                                                         | * Binärdaten ((VAR)BINARY, BLOB) hexadez. dump<br>* Dumpdatum am Dateiende ausgeben<br>(abschalten)<br>* Pgm+Server.version + Host als Kommentar aus.<br>(abschalten)<br>Tabellen-Daten nach PK sortieren (langsam)                                                                                                                                                          |
| -C/--compress<br>-F/--flush-logs<br>-f/--force<br>--max-allowed-packet=N                                                                                                                                                                     | Daten bei Remoteübertragung komprimieren<br>Logdaten vor Dump rausschreiben<br>SQL-Fehler ignorieren<br>Max. SQL-Anweisungs-Länge                                                                                                                                                                                                                                            |
| --opt<br>--skip-opt                                                                                                                                                                                                                          | * Optionen zur Beschleunigung an/aus:<br>--add-drop-table<br>--add-locks<br>--create-options                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                                                                                                                      |                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                      | <pre>--disable-keys --extended-insert --lock-tables --quick --set-charset</pre>                                                              |
| <pre>--compact</pre>                                                                                                                                 | <pre>Optionen zur Platzreduktion an/aus: --skip-add-drop-table --skip-add-locks --skip-comments --skip-disable-keys --skip-set-charset</pre> |
| <pre>-q/--quick -r/--result-file=&lt;File&gt;</pre>                                                                                                  | <pre>Datensätze einzeln holen statt auf 1x Dateiname angeben (Windows: \r\n --&gt; \n)</pre>                                                 |
| <pre>--fields-terminated-by=&lt;Char&gt; --fields-enclosed-by=&lt;Char&gt; --fields-escaped-by=&lt;Char&gt; --lines-terminated-by=&lt;Char&gt;</pre> |                                                                                                                                              |

- + Komprimiert sichern

```
mysqldump ... | gzip > SICHERUNG.mysql.gz
```
- + Komprimierte Sicherung zÄckspielen

```
gunzip -c SICHERUNG.mysql.gz | mysql ...
zcat SICHERUNG.mysql.gz | mysql ...
```
- + Daten zwischen Datenbanken kopieren (Trick!, -c = compress)

```
mysqldump ... | mysql ... -h 10.1.5.123 <Db>"
mysqldump ... | ssh -e "mysql ... <Db>" root@10.1.5.123
```

- E) DESCRIBE ... und SELECT ... mit Umlenkung auf Datei
- F) Eigenes Backup-Programm in C, PHP, Perl, C#/.NET, ... schreiben

#### Daten wiederherstellen:

- \* Tabellen sollten leer oder nicht vorhanden sein
- \* Danach die importierten Daten ÄberprÄfen (Äberschreiben, doppelt)
  - + Zumindest Anzahl der Datensätze ÄberprÄfen
  - + Einige Datensätze manuell ansehen
- A) Datenbank-Dateien auf Betriebssystemebene kopieren
  - + ZurÄckkopieren + Besitzer + Gruppe + Zugriffsrechte korrekt setzen

```
(mkdir, chown -R mysql.mysql, chmod -R o-rwx)
```
- B) BACKUP TABLE (nur "MyISAM")

```
+ RESTORE TABLE <Tbl>, ... FROM <DirPath>;
```
- C) SELECT INTO outfile

```
+ LOAD DATA infile
+ mysqlimport
```
- D) Dienstprogramm "mysqldump"

```
+ mysql ... <Db> <<Dumpfile>
```
- E) CREATE ... und INSERT ... mit Umlenkung von Datei
- F) Eigenes Restore-Programm in C, PHP, Perl, C#/.NET, ... schreiben

#### Gutes Backup-Verfahren:

- \* FLUSH TABLES
- \* FLUSH TABLES WITH READ LOCK
  - SchlieÄen alle offenen Tabellen und sperrt sie mit einem READ-Lock
- \* Backup der DB-Dateien mit LVM-Snapshot oder anderen Methode
- \* UNLOCK TABLES

#### \* Sonstige Verfahren

- + mysqlhotcopy
- + mylvmbackup
- + mydumper + myloader
- + mysqldbimport + mysqldbexport
- + mysql-mysam-dump
- + mysql-binlog-dump
- + mysqlbinlog

#### 12) Äberwachung und Protokolldateien

#### Typische StÄrungen eines MySQL-Servers sind:

- \* Äberlastung (viele/groÄe Abfragen ohne Index)
- \* Defekte Datenbank/Tabelle
- \* Berechtigungssystem "Äberlistet"
- \* Absturz

#### ÄberwachungsmÄglichkeiten:

- \* Statusinformationen
- \* Prozessliste (laufende Threads)
- \* Protokolldateien

## Statusinformationen:

```

A) STATUS; # Server-Status + einige Server-Infos
B) SHOW STATUS; # Liste der Variablen/Optionen + Wert
   SHOW STATUS LIKE "CONNECTIONS"; # Teilmenge davon
   SHOW STATUS LIKE "ABORTED%"; # Teilmenge davon
C) mysqladmin status # Das Wichtigste zum Server-Status
   Uptime: 285286 Threads: 1 Questions: 138 Slow queries: 0 Opens: 103
   Flush tables: 1 Open tables: 24 Queries per second avg: 0.0
D) mysqladmin extended-status # Entspricht SHOW STATUS
   + Beispiele
     ABORTED_CLIENTS #
     ABORTED_CONNECTS #
     CONNECTIONS #
     FLUSH_COMMANDS #
     MAX_USED_CONNECTIONS #
     OPEN_TABLES #
     OPEN_FILES #
     QUESTIONS #
     THREADS_CONNECTED #
     UPTIME #

```

## Prozessliste (laufende Threads):

```

* PROCESS-Berechtigung notwendig (sonst nur eigene Prozesse angezeigt)!
A) SHOW PROCESSLIST; # Nur die ersten 100 Zeichen jeder Anfrage
   SHOW FULL PROCESSLIST; # Komplette Anfrage (beliebiger Länge)
B) mysqladmin processlist

```

## Laufende Prozesse/Threads beenden:

```

* PROCESS-Berechtigung notwendig (sonst nur eigene Prozesse/Threads beendbar)!
* Es wird nur ein Kill-Flag gesetzt, das periodisch überprüft wird
  (d.h. der Prozess/Threads wird nicht unbedingt sofort beendet!)
A) KILL <Pid>, ...;
B) mysqladmin kill <Pid>, ...

```

## Protokolldateien (Meldungen bzw. Datenbank-Änderungen):

```

* Stehen in "/var/log/mysql" oder "/var/lib/mysql"
* Größe von Zeit zu Zeit überprüfen (und evtl. komprimieren + wegsichern)
  oder mit "logrotate" verwalten
* Protokolldateien schließen und erneut öffnen (Cache leeren)
  FLUSH LOGS
  mysqladmin flush-logs
A) Fehler-Log # Fehlerprotokoll # <Host>.err oder mysqld.log
   + Start, Kritische Fehler, fehlerhafte Tabellen, Herunterfahren
   + "safe_mysqld" fängt mysqld-Fehlermeldung auf stderr ab und schreibt
     sie auf Datei
B) Anfrage-Log # Allgemeine Anfragen # <Host>.log
   + Option -l/--log=<Logfile>
   + Variable log=<Logfile>
   + Verbindungen, Anfragen (Zuordnung über ID-Nummern)
   + Größe wächst sehr schnell (--> nur bei Bedarf aktivieren, komprimieren)
C) Slow-Log # Langsame Anfragen # <Host>.slow.log
   + Benötigen mehr als die in Variable "long_query_time" definierte Zeit
     (Hinweise auf zu optimierende Anfragen/Tabellen --> Indices)
   + Option --log-slow-queries=<Logfile> #
     --log-slow-admin-statements=<Logfile> #
     --log-queries-not-using-indices=<Logfile> #
     --long-query-time=<N> # STD: 10s (1,2,...)
   + Variable log-slow-queries=<Logfile>
   + mysqladmin extended-status | grep -i "slow queries"
D) Update-Log # Änderungs- # <Host>.NR
   Transaktions-Log # Protokoll # <Host>-bin.NR + <Host>-bin.index
   + Zeichnet alle INSERT, UPDATE, ALTER und DELETE-Anweisungen auf
   + ASCII- oder Binärform möglich
     - Binär schneller + kompakter
     - ASCII evtl. nicht mehr unterstützt
     - Binär-Log notwendig für Replikation
   + Bei bestimmten Aktionen mit neuer Nummer erstellt
     - Neustart MySQL-Server
     - mysqladmin refresh
     - mysqladmin flush-logs
     - FLUSH LOGS
   + Option --log-update=<Logfile>
     --log-bin=<Logfile>
     --log-bin-index=<Logfile>
   + Variable log-update=<Logfile>
     log-bin=<Logfile>
     log-bin-index=<Logfile>
   + Auslesen: mysqlbinlog <Optionen> <Logfile>
     SHOW BINLOG EVENTS [FROM <M>] [LIMIT <N>];

* Thread-Implementierung
+ User Threads (ein Prozess) # FreeBSD, SCO Unix

```

```
+ User Threads (viele Prozesse) # Linux
+ Kernel Thread (ein Prozess) # Solaris, HP-UX, AIX, OSF/1, Windows
* SHOW OPEN TABLES [FROM <Db>] [LIKE "Muster"];
* SHOW [FULL] PROCESSLIST;
* Statement-Profiling (Nutzung von Ressourcen durch Statements)
+ Pro Sitzung aufgezeichnet
+ Geht mit Sitzungsende verloren
+ SET profiling = 1
+ SET profiling_history_size = 50 (STD: 15, Max: 100, Aus: 0)
+ SHOW PROFILES
+ SHOW PROFILE [<Type>, ...] [FOR QUERY <n>]; # Letztes oder Statement n
+ Standard: Status + Duration
+ <Type> = ALL # Alle Spalten
      BLOCK IO # Datenblock Lese/Schreiboperationen
      CONTEXT SWITCHES # Kontextwechsel
      CPU # CPU-Nutzungsdauer User + System
      IPC # Erhaltenen/Empfangene Nachrichten
      MEMORY # Speicherverbrauch (nicht implementiert)
      PAGE FAULTS # Seitenfehler (Swap, Auslagerungsdatei)
      SOURCE # MySQL-Quellcode: Funktionsname, Dateiname, Zeilnummer
      SWAPS # Anzahl Swaps
```

\* Prozessinformationen:

| Spalte  | Bedeutung                                      |
|---------|------------------------------------------------|
| Id      | Verbindungs-ID des Clients                     |
| Host    | Client                                         |
| User    | Client                                         |
| db      | Default-Datenbank (NULL wenn keine ausgewählt) |
| Command | Ausgeführtes Kommando (sehr kurz!)             |
| State   | Thread-Zustand (sehr kurz!)                    |
| Time    | Dauer des aktuellen Zustands                   |
| Info    | Ausgeführte Anweisung                          |

```
* KILL [CONNECTION|QUERY] <Pid>;
mysqladmin -utom -pgeheim -h127.0.0.1 ping
mysqladmin -utom -pgeheim -h127.0.0.1 status
mysqladmin -utom -pgeheim -h127.0.0.1 processlist
mysqladmin -utom -pgeheim -h127.0.0.1 kill 1234
```

\* Diverse Caches leeren und Tabellen schließen (evtl. mit Lock)  
(STD: in Binlog geschrieben und damit auf Slave repliziert):

```
FLUSH [NO_WRITE_TO_BINLOG | LOCAL] <Opt>, ...;
```

```
+ Signal SIGHUP (1) an MySQL-Server löst einige FLUSH-Operationen aus
+ Erzeugt automatisch COMMIT der aktuellen Transaktion
+ FLUSH TABLES (Plural) hat Synonym FLUSH TABLE (Singular)
+ NO_WRITE_TO_BINLOG oder LOCAL zeichnet Operation nicht in Binlog auf
```

| Option <Opt>      | Beschreibung                                                                 | Binlog |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------|
| DES_KEY_FILE      | DES-Schlüssel des Servers neu laden                                          | ja     |
| HOSTS             | Bei IP-Änderung oder Blockade                                                | ja     |
| [<LogType>] LOGS  | Log-Dateien schließen + wieder öffnen:                                       | --     |
| <LogType>         | BINARY = Binlog Dateien + Inkrement                                          | --     |
|                   | ENGINE = Alle Engine-Logs (InnoDB)                                           | --     |
|                   | ERROR = Errorlog Datei                                                       | --     |
|                   | GENERAL = General Querylog Datei                                             | --     |
|                   | RELAY = Relaylog Datei                                                       | --     |
|                   | SLOW = Slowlog Datei                                                         | --     |
| PRIVILEGES        | Berechtigungen neu einlesen (nach Dnd.)                                      | ja     |
| QUERY CACHE       | Querycache defragment. (nicht löschen!)                                      | ja     |
| STATUS            | Session Status und Keycache-Zähler                                           | ja     |
| TABLES <Tbl>, ... | Tabellendaten auf Platte schreiben + Query-Cache löschen (RESET QUERY CACHE) | --     |
| FOR EXPORT        | globaler Lock für Export (InnoDB)                                            | --     |
| WITH READ LOCK    | globaler Lock für Backup/Snapshot                                            | --     |
| USER_RESOURCES    | Benutzer-Zähler pro Stunde zurücksetzen                                      | ja     |

\* Stärkere Version von FLUSH für einige Operationen:  
+ Erzeugt automatisch COMMIT der aktuellen Transaktion

```
RESET <Opt>, ...;
```

|        |                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------|
| MASTER | Binlog in Index-Datei löschen<br>+ Binlog-Index-Datei leeren |
|--------|--------------------------------------------------------------|

|             |                                                                                                                                  |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SLAVE       | + neue Binlog-Datei beginnen<br>Master-Binlog-Position vergessen<br>+ Relaylog-Dateien löschen<br>+ neue Relaylog-Datei beginnen |
| QUERY CACHE | Query-Cache löschen                                                                                                              |

13) Replikation von Datenbanken (Master-Slave, Master-Master)

Synchronisation von Datenbeständen zwischen verschiedenen MySQL-Servern:

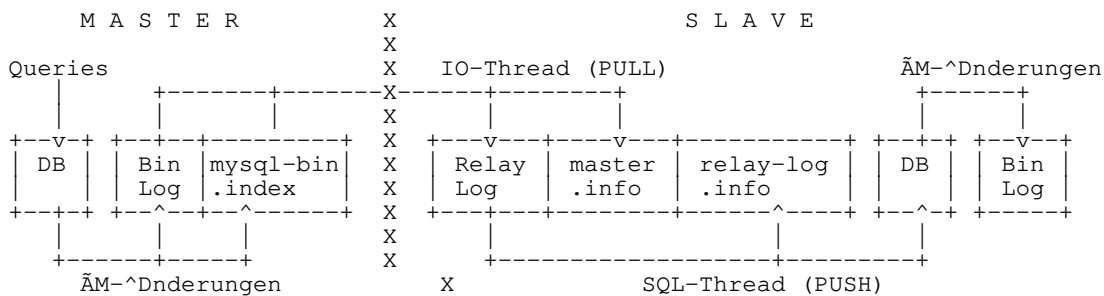
- \* EIN Master kann auf VIELE Slaves replizieren
- \* Abschalten/Ausfall von Slave-Server hat keinen Einfluss auf Master
- \* Einweg-Replikation (Master --> Slave)

Zweck:

- \* Ausfallsicherheit erhöhen (NUR eine Stelle ist schreibbar!)
- \* Datenverlustrisiko verringern
- \* Stabilität steigern
- \* Lastverteilung bei lesenden Anfragen --> Zugriffsgeschwindigkeit erhöht
- \* Master = Änderung/Abfrage, Slave = Aggregation/Analyse/Backup
- \* Slave oft nur lesbar (auf "read-only" gesetzt, --read-only)

Ablauf:

- \* Slave enthält eine 1:1-Kopie des Datenbestandes vom Master (zu einem Zeitpunkt, während dort keine Änderungen stattfinden!).
- \* Master speichert Queries bzw. resultierende Änderungen in Binlog-Logdatei --> Position des Binlog steht in Datei "mysql-bin.index"
- \* Slave liest per IO-Thread die vom Master im Binlog gespeicherten Queries/Änderungen und speichert sie in Relay-Log bei sich zwischen (PULL) --> Position der Relay-Replikation steht in Datei "relay-log.info".
- \* Slave liest per SQL-Thread den zwischengespeicherten Relay-Log und wendet die Änderungen auf seine Datenbank-Kopie an (PUSH). --> Position der DB-Replikation steht in Datei "master.info".
- \* Slave erzeugt evtl. für seine DB-Änderungen eigenen Binlog, wenn er als Master für weiteren Slave fungiert ("log-slave-updates").



Voraussetzung:

- \* Absolut identische Kopie der Master-Datenbank auf Slave zum Zeitpunkt ab dem Binlog vom Master zum Slave geholt wird
- \* Gleiche MySQL-Version (darf bei Slave auch höher sein)
- \* Gleicher Zeichensatz
- \* Eindeutige "server\_id" auf Master und Slave vorhanden (da alle Aktionen mit ID des auslösenden Servers gekennzeichnet sind) --> auto.conf + UUID muss ebenfalls verschieden sein (--server-uuid = ... bzw. --replicate-same-server-id = 1)

Hinweise:

- \* Zu replizierende Datenbanken/Tabellen sind auswählbar:
  - replicate-do-db = <Db> # Zu replizierende Datenbank (Nx)
  - replicate-ignore-db = <Db> # NICHT zu replizierende Datenbank (Nx)
  - replicate-do-table = <Tbl> # Zu replizierende Tabelle (Nx)
  - replicate-ignore-table = <Tbl> # NICHT zu replizierende Tabelle (Nx)
- \* MyISAM und InnoDB möglich
- \* FLUSH-Befehle werden nicht repliziert --> Nach Änderungen auf Master auf Slave manuell ausführen
- \* LOAD DATA INFILE --> repliziert
- \* LOAD LOCAL DATA INFILE --> NICHT repliziert
- \* RAND-Funktion wird nicht korrekt repliziert --> TIMESTAMP als Argument für RAND-Funktion verwenden
- \* Format der Binlogs (--binlog-format):
  - + STATEMENT-basiert (schnell)
  - + ROW-basiert (langsam)
  - + MIXED-Based Replication (MBR)
    - Normalerweise STATEMENT-basiert
    - Nur in bestimmten Ausnahmen ROW-basiert
  - . RAND()

```

. NOW()
. NOW()
* Table-Engines von Master und Slave müssen nicht identisch sein
* Multi-Master --> Slave-Replikation wird nicht unterstützt.

Einrichten (Konfiguration in "my.cnf/ini" eintragen)
(Bsp: Datenbank "kopie" von Rechner 10.1.5.111 --> 10.1.5.113 replizieren)
0. Auf Slave Datenbank vollständig löschen (falls bereits vorhanden)
   rm -r /var/lib/mysql/... # Oder alternativ umbenennen
   mv /var/lib/mysql/kopie /var/lib/mysql/weg1
   mv /var/lib/mysql/ibdata1 /var/lib/mysql/weg2
1. Auf Master neuen Benutzer "repl" mit folgenden Rechten einrichten
   (auf Slave nicht notwendig!)
   GRANT FILE, REPLICATION CLIENT, REPLICATION SLAVE
   ON kopie.*
   TO 'repl'@'%'
   IDENTIFIED BY "geheim";
1b. Für LOAD DATA ... noch folgende Rechte nötig: SELECT, RELOAD, SUPER
2a. Master eindeutige Server-ID geben (verschieden von Slave!)
   server-id = 111
2b. Auf Master Binär-Logdatei aktivieren
   log-bin = /var/log/mysql/mysql-bin.log
2c. Auf Master Fehlermeldungen auf Datei schreiben (Fehlersuche erleichtern)
   log_error = /var/log/mysql/mysql.err
2d. Master neu starten, damit Änderungen an "my.cnf" gelesen werden
3a. Master gegen Änderungen sperren und seine Daten auf Platte schreiben
   (Slave runterfahren ist nicht notwendig und auch nicht erwünscht!)
   FLUSH TABLES WITH READ LOCK; # Verb. A: sperrt Master gegen Schreiben
   SHOW MASTER STATUS; # Verb. B: Binärlog-Position ermitteln
   # z.B. --> 'raum05pc03-bin.000001' + 290
3b. DB-Verz. von Master rekursiv kopieren
   cd /var/lib/mysql # Linux
   tar dbkopie.tgz czvf . # Linux
   cd "C:\ProgramData\MySQL\MySQL Server 5.6\data" # Windows
   zip a dbkopie.zip . # Windows
3c. Änderungen auf Master wieder erlauben
   UNLOCK TABLES; # Verb. A: erlaubt Schreiben auf Master
4a. Datenbank-Kopie des Masters auf Slave kopieren und auspacken
   scp -rp dbkopie.tgz 10.1.5.113: # Linux
   ssh 10.1.5.113 # Linux
   cd /var/lib/mysql # Linux
   tar xzvf ~/dbkopie.tgz # Linux
   cd "C:\ProgramData\MySQL\MySQL Server 5.6\data" # Windows
   zip x dbkopie.zip # Windows
4b. Auf Slave die Besitzverhältnisse der kopierten Dateien auf Benutzer
   "mysql" und Gruppe "mysql" ändern und die Zugriffs-Rechte anpassen
   chown -R mysql:mysql /var/lib/mysql # Linux
   find /var/lib/mysql -type d -print0 | xargs -0 chmod 770 # Linux
   find /var/lib/mysql -type f -print0 | xargs -0 chmod 660 # Linux
5a. Slave eindeutige Server-ID geben (nicht slave_id = ... ;-))
   server-id = 113 # != MasterNr
5b. Auf Slave folgende Konfigurations-Einträge machen
   read_only = 1 # Nicht mehr schreibbar
   master-host = 10.1.5.111 # (oder Host-Name)
   master-user = repl #
   master-password = geheim #
   master-port = 3306 # Auf Standard lassen
   replicate-do-db = kopie # Welche DB kopieren (auch mehrfach!)
   skip-slave-start # Slave manuell per "SLAVE START" starten
5c. Auf Slave Fehlermeldungen auf Datei schreiben (Fehlersuche erleichtern)
   log_error = /var/log/mysql/mysql.err
5d. Slave neu starten, damit Änderungen an "my.cnf" gelesen werden
6a. Verbindung zum Master dem Slave mitteilen (wird gespeichert):
   SLAVE STOP;
   CHANGE MASTER TO
     MASTER_HOST = '10.1.5.111', # ab MY!5.6
     MASTER_USER = 'repl', # ab MY!5.6
     MASTER_PASSWORD = 'geheim', # ab MY!5.6
     MASTER_LOG_FILE = 'raum05pc03-bin.000001', # aus "SHOW MASTER STATUS"
     MASTER_LOG_POS = 290; # aus "SHOW MASTER STATUS"
   SLAVE START;
6b. Auf Slave allen Benutzern (außer "repl") für Datenbank "kopie" die
   Rechte UPDATE, DELETE, INSERT, DROP entziehen
   REVOKE INSERT, DELETE, UPDATE, DROP
   ON kopie.*
   FROM "root"@"%";
   ... FROM "kurs"@"%";
   ... FROM debian-sys-maint@"localhost";
7. Änderungen werden nun automatisch vom Master zu den Slaves repliziert
8. Der Slave darf jederzeit angehalten werden (um z.B. einen Backup zu machen)
   nach Neustart der Replikation werden alle Änderungen seit Stop nachgezogen)
   SLAVE STOP;

```



```
# Backup durchführen
SLAVE START;
```

## Konfigurations-Parameter

```
* Master
log-bin          = <File>      # Binäre Logdatei
log-bin-index    = <File>      # Indexdatei für binären Dump
binlog-do-db     = <Db>        # Zu replizierende Datenbank (Nx)
binlog-ignore-db = <Db>        # NICHT zu replizierende Datenbank (Nx)

* Slave
log-slave-updates = 1          # Slave-Binlog für Sub-Slaves
master-info-file  = <File>    # STD: master.info
replicate-do-db   = <Db>      # Zu replizierende Datenbank (Nx)
replicate-ignore-db = <Db>    # NICHT zu replizierende Datenbank (Nx)
replicate-do-table = <Tbl>    # Zu replizierende Tabelle (Nx)
replicate-ignore-table = <Tbl> # NICHT zu replizierende Tabelle (Nx)
skip-slave-start  = 1          # Slave manuell per "SLAVE START" starten
```

## SQL-Anweisungen

```
* Master
PURGE MASTER/BINARY LOGS; #
RESET MASTER;             # Binär-Logs + Index löschen + leeres neu erzeugen
SET SQL_LOG_BIN = 0;      # Binär-Log-Aufz. stoppen (PROCESS-Recht!)
SET SQL_LOG_BIN = 1;      # Binär-Log-Aufz. fortfahren (PROCESS-Recht!)
SHOW MASTER/BINARY LOGS; # Bin-Log-Dateien des Masters auflisten
SHOW BINLOG EVENTS;      #
SHOW MASTER LOGS         #
SHOW MASTER STATUS;      # Master-Status anzeigen
SHOW SLAVE HOSTS;        # Alle bekannten Slaves anzeigen

* Slave
RESET SLAVE;              # Replikationsposition im Master-Binär-Log vergessen +
                          # Relay-Log löschen und neues leeres beginnen
LOAD DATA FROM MASTER;   # Initialisierung (nur bei MyISAM!)
LOAD TABLE <Tbl> FROM MASTER; # Initialisierung (nur bei MyISAM!)
SHOW SLAVE HOSTS;        # Slave-Rechner auflisten
SHOW SLAVE STATUS;       # Slave-Status anzeigen
START SLAVE;              # Replikation fortsetzen
START SLAVE IO_THREAD;    # Repl. Master-Bin-Log --> Slave-Relay starten
START SLAVE SQL_THREAD;   # Repl. Slave-Relay --> Slave-DB starten
STOP SLAVE;               # Repl. anhalten (später nachholbar)
STOP SLAVE IO_THREAD;     # Repl. Master-Bin-Log --> Slave-Relay starten
STOP SLAVE SQL_THREAD;    # Repl. Slave-Relay --> Slave-DB stoppen
```

Slave-Einstellungen ändern (und Konfigurations-Datei "master.info" sowie "relay-log.info" updaten):

```
CHANGE MASTER TO
MASTER_HOST      = <Host>
MASTER_USER      = <User>
MASTER_PASSWORD  = <Password>
MASTER_PORT      = <Port>
MASTER_LOG_FILE  = <FilePath>
MASTER_LOG_POS   = <Position>
MASTER_CONNECT_RETRY = <N>          # Anz. Wiederholungs-Versuche
RELAY_LOG_FILE   = <FilePath>
RELAY_LOG_POS    = <Position>
MASTER_SSL       = {0|1}
MASTER_SSL_CA    = <FilePath>
MASTER_SSL_CAPATH = <Path>
MASTER_SSL_CERT  = <FilePath>
MASTER_SSL_KEY   = <FilePath>
MASTER_SSL_CIPHER = <String>       # Algorithmus
MASTER_SSL_VERIFY_SERVER_CERT = {0|1}
```

Damit Master-Master-Replikation möglich ist (2 gegenseitige Master oder ein Ring aus mehreren Masters), müssen die AUTO\_INCREMENT-Spalten auf jedem Master garantiert unterschiedliche Werte erzeugen. Dazu gibt es pro Datenbank-Server folgende Optionen:

```
auto_increment_offset = <N>
auto_increment_increment = <N>
```

Ist die Anzahl der sich gegenseitig replizierenden Master z.B. 5, so muss jeder der Master einen der Auto-Increment-Offsets 1, 2, 3, 4, 5 erhalten und bei jedem Master der Auto-Increment-Increment auf 5 gesetzt werden.

```
auto_increment_offset = 1 # 2, 3, 4, 5
auto_increment_increment = 5
```

Die Server erzeugen dann folgende Auto-Increment-Werte:

```
Master 1: 1, 6, 11, 16, ...
Master 2: 2, 7, 12, 17, ...
```

```
Master 3: 3, 8, 13, 18, ...
Master 4: 4, 9, 14, 19, ...
Master 5: 5, 10, 15, 20, ...
```

ACHTUNG: Sollte an einem Master eine Tabellenzeile geändert werden, und sie wird vor ihrer Replikation dorthin auf einem anderen Master ebenfalls geändert, kann die Replikation auf den verschiedenen Mastern Abweichungen bezüglich dieser Tabellenzeile ergeben.

```
SELECT MASTER_POS_WAIT("master_log_file", master_log_pos);
  Stellt sicher, dass Slave Aktionen bis zu einer bestimmten Position im
  Masterlogfile gelesen und ausgeführt hat.
SET GLOBAL SQL_SLAVE_SKIP_COUNTER = <N>;
  M-^berspringt die nächsten N Aktionen des Masters
  (z.B. weil ein Statement die Replikation abgebrochen hat).
  Nur erlaubt, wenn Slave-Thread nicht läuft.
```

Fehlermöglichkeiten:

- \* master\_id von Master und Slave gleich  
(oder --server-uid von Master und Slave gleich bzw.  
--replicate-same-server-id = 0)
- \* Auf Slave slave\_id = ... statt master\_id = ... verwendet
- \* Grants für Replikations-Benutzer nicht ausreichend (REPLICATE)
- \* Anmeldung von Slave an Master scheitert (User+Host oder Passwort falsch)
- \* Gemeinsamer Startpunkt verpasst
- \* rm /var/lib/mysql/master.info vergessen
- \* Unbedingt beide Server vor dem Kopieren der Ausgangsdatenbank runterfahren  
(bei Master gemäß Flushen + Schreib-LOCK)
- \* Unbedingt "log\_error = FILE" aktivieren, damit man Fehler besser erkennt
- \* GROSS/kleinschreibung der Dateinamen von Binär-Log ist relevant
- \* Tippfehler Dateiname

#### 14) Gesicherte und verschlüsselte Verbindungen

Eine Netzwerk-Verbindung kann abgehört und analysiert werden (Internet):

- \* Benutzername + Passwort verschlüsselt übertragen
- \* SQL-Anweisungen und Ergebnisdaten verschlüsselt übertragen (SSL)

Sicherheits-Maßnahmen:

- \* Kennwort für "root" sofort nach Installation vergeben/ändern
- \* Anonymer Benutzer (leerer Name) sofort nach Installation entfernen
- \* Benutzer nur von expliziten Rechnern aus Verbindung aufnehmen lassen  
--> KEIN Hostname "%"
- \* MySQL-Server nicht als "root", sondern als Benutzer "mysql" starten
- \* Nur Benutzer "mysql" hat Lese- und Schreibzugriffe auf DB-Dateien
- \* Folgende Rechte NICHT vergeben:

| Recht             | Bedeutung                                        |
|-------------------|--------------------------------------------------|
| PROCESS           | Kennwortabfragen einsehen                        |
| FILE              | Systemfile mit "mysql"-Rechten in Tab. laden     |
| GRANT OPTION      | Eigene Rechte an andere weitergebbar             |
| SUPER             | Verw.op. erlaubt (KILL, SET GLOBAL)              |
| CREATE USER       | User erz./löschen/umbenennen + Rechte widerrufen |
| SHOW DATABASES    | Alle Datenbanken auflisten (SHOW DATABASES)      |
| RELOAD            | Interne Tabellen/Logs/Rechte auffrischen (FLUSH) |
| SHUTDOWN          | Datenbank-Server herunterfahren (mysqladmin)     |
| DROP              | Datenbanken/Tabellen/Views löschen               |
| CREATE TABLESPACE | InnoDB-Tablespace anlegen                        |
| LOCK TABLES       | Tabellen sperren (SELECT-Recht notwendig!)       |
| CREATE VIEW       | View anlegen                                     |
| SHOW VIEW         | View ansehen (SHOW CREATE VIEW)                  |
| TRIGGER           | Trigger erstellen/löschen (ab MY!5.1.6)          |
| CREATE ROUTINE    | Anlegen von Prozeduren/Funktionen                |
| ALTER ROUTINE     | Ändern/Löschen von Prozeduren/Funktionen         |

- \* Anzahl Verbindungen auf sinnvollen Wert beschränken ("max\_connections")
- \* Einige MySQL-Optionen setzen (in "my.cnf")
  - skip-show-database # Keine Anzeige der vorhandenen Datenbanken
  - safe-show-database # Nur Datenbanken mit Zugriffsberechtigung anzeigen
  - safe-user-create # Benutzer per GRANT anlegen nur mit INSERT-Recht  
# auf "user" möglich
  - skip-name-resolve # HOST-Namensauflösung aus (nur IPs verwendet)
  - skip-symlink # Keine symbolischen Links auf Tabellen erlaubt
- \* Keine Netzwerk-Verbindung erlauben --> Nur lokale Verb. per Socket erlaubt  
--skip-networking
- \* Nur Netzwerk-Verbindungen aus bestimmten Netzwerk erlauben  
--bind-addr = IP/MASK
- \* Alte Passwort-Verschlüsselung abschalten (unsicher):  
--secure\_auth = 1 --> 16 Z. nicht mehr erlaubt (ab MY!5.7 fix)

```
--old_passwords = 0/1/2 --> Verhalten von PASSWORD()-Fkt. steuern
* Verbindung zwischen MySQL-Server und Client über einen "SSH-Tunnel"
ssh -l <User> <Host>
ssh <User>@<Host>
/home/<User>/.ssh/known_hosts # Beim ersten Mal
* Verschlüsselung des Protokolls zwischen MySQL-Server und Client per SSL
--with-openssl #
--with-vio #
Variable:
SHOW VARIABLES LIKE "have_openssl";
```

## 15) Troubleshooting

---

MySQL ist eine sehr gut getestete Software, Abstürze sind selten, aber möglich:

- \* Falsche Zugriffsrechte oder Besitzverhältnisse
- \* Fehlende Verz. oder Dateien
- \* Hardware-Ausfall (Festplatten!, RAID)
- \* Angriffe
- \* Beschädigte Daten- oder Indexdateien (Reparieren)
- \* Fehlerhafte SQL-Befehle
- \* Fehlerhaft programmierte Client-Anwendungen
- \* Netzwerk-Störung/Unterbrechung
- \* Stromausfall

Ursachenforschung nach Absturz eines MySQL-Servers:

- \* Hardware überprüfen
- \* Fehler-Logdatei überprüfen
- \* Anfrage-Logdatei überprüfen
- \* Laufende Prozesse ausgeben
- \* Betriebssystem-Logdateien überprüfen
- \* Debug-Version des MySQL-Servers starten
  - Muss dazu mit "./configure" vorbereitet und übersetzt werden mit:
    - with-debug
    - with-debug=full

Performance-Optimierung:

- \* Loggen von langsamen Abfragen aktivieren
- \* Langsame/Blockierende SQL-Abfragen mit EXPLAIN ... überprüfen
- \* Indices löschen, anlegen, ändern
- \* SQL-Anweisungen ändern

Passworte zurücksetzen (z.B. falls vergessen):

- \* Benutzerkennwort (MySQL root-Passwort muss bekannt sein)
 

```
mysql -uroot -p
USE mysql;
UPDATE user SET password = PASSWORD("geheim")
WHERE user = <User> AND host = <Host>;
FLUSH PRIVILEGES;
quit
```
- \* Root-Passwort (UNIX root-Passwort muss bekannt sein)
 

```
/etc/init.d/mysql stop # Oder rcmysql stop
/usr/bin/mysqld_safe --skip-grant-tables &
mysql
USE mysql;
UPDATE user SET password = PASSWORD("geheim")
WHERE user = "root" AND host = "localhost";
FLUSH PRIVILEGES;
quit
killall mysqld_safe
/etc/init.d/mysql start # Oder rcmysql start
```
- + Alternativ:
  - Datenbank-Dateien kopieren (bis auf "mysql!")
  - Datenbank neu aufsetzen
  - Datenbank-Dateien zurückkopieren (Zugriffsrechte + Besitzer setzen!)

Zugriffsverweigerung (ACCESS DENIED FOR USER: <User@Host> TO <Db>...):

- \* Benutzername nicht vorhanden
- \* Hostrechner nicht erlaubt
  - + Hostname nicht auflösbar
- \* Passwort vergessen, aber benötigt
- \* Passwort falsch
- \* Berechtigung zum Verbinden nicht vorhanden
- \* Datenbank-Zugriff nicht erlaubt
- \* UNIX\_Rechte falsch/fehlend
- \* Berechtigungs-Verwaltung ignorieren: --skip-grant-tables

Häufige Fehlermeldungen:

```
CAN'T CONNECT TO MySQL SERVER
DATABASE EXISTS
```

```
FOUND WRONG PASSWORD FOR USER: ...
FOUND OLD STLYE PASSWORD FOR USER: ...
HOST <Host> IS BLOCKED BECAUSE OF TOO MANY CONNECTION ERRORS
PACKET TOO LARGE
TABLE <Tbl> DOESN'T EXIST
TOO MANY CONNECTIONS
UNKNOWN MySQL SERVER HOST <Host>
```

#### 16) Query Optimizer (EXPLAIN)

Der Query Optimizer erstellt zu jeder SQL-Anweisung auf der Basis von statistischen Informationen über die Tabellen-Inhalte, die vorhandenen Indices, den Verknüpfungen zw. den Tabellen im der SQL-Anweisung sowie sonstigen Informationen einen Ablaufplan für dieses Statement (Query Execution Plan):

- \* Welche Tabellen werden benutzt?
- \* Welche Join Reihenfolge der Tabellen?
- \* Welche Indices werden benutzt (und welche nicht)?
- \* Wieviele Datensätze werden gelesen?

Zugriffsplan/Ablaufplan des Query Optimizers zu <Stmt> anzeigen (vor MY!5.6.3 nur SELECT, ab dann auch INSERT, UPDATE, DELETE, REPLACE und sogar PARTITION-bezogen):

```
EXPLAIN <Stmt>;           # Einfache Form
EXPLAIN EXTENDED <Stmt>;  # Erweiterte Form, weitere Meldungen...
SHOW WARNINGS;           # ...in Warnings
EXPLAIN PARTITIONS <Stmt>; # Bei part. Tabelle inkl. Partitions-Nutzung
EXPLAIN <Tbl>;           # Tabellendefinition anzeigen
EXPLAIN <Stmt> FORMAT = JSON; # JSON-Format (inkl. EXTENDED + PARTITIONS)
                          # (STD. FORMAT = TRADITIONAL)
```

#### Eigenschaften:

- \* MySQL-Optimizer macht immer LEFT JOIN von links nach rechts
  - > Sortiert letzten Endes die Tabellen für den Zugriff!
- \* Pro Tabellenzugriff wird max. ein Index benutzt
- \* Zeilen-Reihenfolge im Ablaufplan = Reihenfolge der Tabellenabfragen
  - + Die im SELECT verwendeten Tabellen werden aufgrund der Bewertung linear angeordnet und von links nach rechts paarweise verknüpft. Die entstehende Zwischentabelle wird mit der nächsten Tabelle verknüpft usw. bis die Gesamtergebnismenge vorliegt:
    - UNION --> Zwei solche Ergebnismengen werden erstellt + addiert
    - Subquery --> Innere Ergebnismenge erstellt + mit äußerer verknüpft
  - + Für JEDE Datensatzkombination (KREUZPRODUKT!) der vorherigen Tabellen werden Datensätze aus der nachfolgenden Tabelle gemäß "type" gelesen
- \* Laufzeit des "Query Optimizer" hängt von Anzahl verknüpfter Tabellen ab
  - + Steigt EXPONENTIELL mit Anzahl Tabellen
  - + Bis 7-10 Tabellen kein Problem, kann ab 30 Tabellen extrem lange dauern (sogar länger als die eigentliche Abfrage mit Full Table Scan)

Steuern des Optimizers generell (lange Laufzeit <-> suboptimaler Plan):

```
optimizer_prune_level = 1   # 1=Zu komplexe Pläne ignorieren (schneller)
optimizer_search_depth = 0 # 0=Automatisch (je kleiner, desto schneller)
optimizer_switch = "..."  # Welche Operation im Ablaufplan nutzbar
max_join_size = N         # Anz. in JOIN benutzter Datensätze begrenzen
```

Steuern des Optimierers pro Statement ("Hint"):

```
SELECT ... STRAIGHT_JOIN ... # Optim. ignor., in JOIN-Reihenfolge arbeiten
                              # (linke Tab. immer vor rechter gelesen)
                              # (zwischen Tabellen anstelle des Kommas)
<Tbl> USE INDEX (<Liste>)    # Nur diese Ind. für <Tbl> nutzen
                              # (z.B. PRIMARY, auch leer!)
<Tbl> FORCE INDEX (<Liste>)   # Nur diese Ind. für <Tbl> nutzen
                              # (Table Scan vermeiden!)
<Tbl> IGNORE INDEX (<Liste>) # Diese Indices NICHT für <Tbl> nutzen
```

Evtl. sinnvoll Tabellenstatistik neu aufzubauen, wenn Index ignoriert wird:

```
ANALYZE TABLE <Tbl>;
myisamchk --analyze <Tbl>;
```

Ausgabe von EXPLAIN [EXTENDED] ist eine Zeile pro in der SQL-Anweisung verwendeter Tabelle sortiert nach der Zugriffsreihenfolge bei der Query-Bearbeitung ("single-sweep-multi-join") mit folg. Info:

```
+-----+-----+
| Spalte | Bedeutung |
+-----+-----+
```

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| id              | ID der Abfrage (1 + #UNION + #Subqueries)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| select_type     | Art der Abfrage<br>SIMPLE Einfach (kein UNION oder Subquery)<br>PRIMARY Äußerstes SELECT<br>UNION Zweites/späteres SELECT in UNION<br>DEPENDENT UNION Analog (abhängig von Äußerer Query)<br>UNION RESULT Ergebnis einer UNION<br>SUBQUERY Erstes Select einer Subquery<br>DEPENDENT SUBQUERY Zweites/späteres SELECT in SUBQUERY<br>DERIVED Abgeleitetes SELECT (in FROM)<br>UNCACHABLE SUBQUERY Für jede Zl. der Äußerer Query neu zu generieren<br>UNCACHABLE UNION Für jede Zl. der Äußerer Query neu zu generieren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| table           | Name der gelesenen Tabelle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| type            | Verknüpfung der Tabelle (Join, optimal --> schlecht)<br>: system (GOOD) Systemtabelle mit 1 Satz (Spezialfall von const)<br>: const Tabelle mit max. 1 pass. Satz (z.B. PRIMARY KEY)<br>: eq_ref 1 Satz pro Komb. vorh. Tab. (PRIMARY KEY, UNIQUE)<br>: ref Alle Sätze mit pass. Index (nicht eindeut. = <=>)<br>: fulltext FULLTEXT Index<br>: ref_or_null Analog "ref" + zusätzliche Suche nach NULL (IS NULL)<br>: index_merge Index Merge Optimierung benutzt (ab MY!5.0)<br>: unique_subquery Bei "... IN (Subquery)" (Unique Index)<br>: index_subquery Bei "... IN (Subquery)" (Non-Unique Index)<br>: range Alle Sätze im Bereich mit pass. Index (nicht eind.)<br>: (= <=> <> > >= < <= IS NULL <=> BETWEEN IN)<br>: index Analog "all", aber nur Index lesen (etwas besser!)<br>v all (BAD) Full Table Scan (komplette Tab. gelesen, schlecht!) |
| possible_keys   | Prinzipiell benutzbare Indices (NULL = keine!)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| key             | Verwendeter Index (NULL = keiner!)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| key_len         | Breite des verwendeten Index (welche Teile verwendet)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ref             | Im verwendeten Index benutzte Spalten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| rows            | Anzahl vermutlich zu lesender Zeilen<br>(Produkt aller "rows" = Anzahl zu bearbeitender Zeilen!)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| filtered        | Prozentsatz vermutl. gefilt. Zeilen (EXPLAIN EXTENDED)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Extra           | Zusatzinfo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Distinct        | 1. passende Zeile gewählt, restl. ign. (DISTINCT)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ...             | ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Using filesort  | 2 Durchläufe notwendig (schlecht!)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Using temporary | Temporäre Tab. notwendig (GROUP BY + ORDER BY)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Using index     | IndexSCAN!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Weitere Optimizer-Einstellungen (seit MySQL!5.6):

| Server-Konf.-Variable        | Bedeutung/Werte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| optimizer_switch             | "index_merge=on,<br>index_merge_union=on,<br>index_merge_sort_union=on,<br>index_merge_intersection=on,<br>engine_condition_pushdown=on,<br>index_condition_pushdown=on,<br>mrr=on,<br>mrr_cost_based=on,<br>block_nested_loop=on,<br>batched_key_access=off,<br>materialization=on,<br>semijoin=on,<br>loosescan=on,<br>firstmatch=on,<br>subquery_materialization_cost_based=on,<br>use_index_extensions=on" |
| optimizer_trace              | "enabled=off,<br>one_line=off"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| optimizer_trace_features     | "greedy_search=on,<br>range_optimizer=on,<br>dynamic_range=on,<br>repeated_subselect=on"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| optimizer_trace_limit        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| optimizer_trace_max_mem_size | 16384                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| optimizer_trace_offset       | -1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

```

-----
Cache für geöffnete Dateien (OS-abhängige Obergrenze pro Prozess/Session):
table_open_cache      = <N>      # Verb. Max. Anzahl Tab. pro Join (STD: 64)
table_definition_cache = <N>      # Anz. gecachter Tabellendefinitionen
max_connections       #
max_tmp_tables        #
--open-files-limit    #
FLUSH TABLES;        # --> Offene Tabellen werden geschlossen
open_tables           #
opened_tables         #
flush_commands        #

```

#### Indexstatistik:

- \* Basiert auf "Valuegroups" = Anz. Datensätze mit gleichem Index
- \* Durchschnittliche Größe der Valuegroups
- \* Je kleiner desto besser
- \* Tabellenkardinalität = Anzahl Valuegroups
- N/S (N=Anzahl Datensätze, S=Durchschnittliche Valuegroup-Größe)
- SHOW INDEX FROM <Tbl>;
- SHOW KEYS FROM <Tbl>;
- SHOW INDEX FROM <Tbl> FROM <Db>;
- SHOW INDEX FROM <Db>.<Tbl>;
- mysqlshow --keys <Db> <Tbl>

#### \* Ausgabespalten:

| Spalte       | Bedeutung                                                                                                   |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Table        | Tabellenname                                                                                                |
| Non_unique   | 0=eindeutig, 1=Duplikate möglich                                                                            |
| Key_name     | Indexname                                                                                                   |
| Seq_in_index | Position der Spalte im (zusammengesetzten) Index                                                            |
| Column_name  | Spaltenname                                                                                                 |
| Collation    | Sortierregel/(reihen)folge (A=ascending, NULL=nein)                                                         |
| Cardinality  | Schätzung der Anzahl eindeutiger Werte im Index<br>(je höher desto besser für JOIN geeignet, ANALYZE TABLE) |
| Sub_part     | Länge des indizierten Präfixes (NULL=vollständig)                                                           |
| Packed       | Key gepackt (NULL=Nein)                                                                                     |
| Null         | Spalte kann NULL-Werte enthalten: YES/NO                                                                    |
| Index_type   | Indexmethode: BTREE, FULLTEXT, HASH, RTREE                                                                  |
| Comment      | Kommentar                                                                                                   |

```

* MyISAM-Indexstatistik
  myisam_stats_method = "nulls_equal"   (alle NULL-Werte gleich)      --> Valuegroup-Größe
  myisam_stats_method = "nulls_unequal" (alle NULL-Werte verschieden) --> Valuegroup-Größe
  myisamchk --stats_method=... --analyze
ANALYZE TABLE <Tbl>;      # Key-Verteilung ermitteln (Statistik)
CHECK TABLE <Tbl>;        # Fehler erkennen
CHECKSUM TABLE <Tbl>;     # Prüfsumme bilden
OPTIMIZE TABLE <Tbl>;     # Defragmentierung + Leerraum freigeben
                             # (CHECK + ANALYZE + REPAIR)
REPAIR TABLE <Tbl>        # Fehler beheben

```

#### Keycache (MyISAM):

- \* Systemvariable "key\_buffer\_size" (0=kein) --> Default Keycache (nicht lösbar)
- \* Mehrere möglich + Zuordnung von Indices zu best. Keycache möglich  
(bei jedem Serverneustart verloren):
- CACHE INDEX <Tbl1>, ... IN <Cache>;
- SET GLOBAL <Cache>.key\_buffer\_size = 128 \* 1024; # Anlegen
- SET GLOBAL <Cache>.key\_buffer\_size = 0; # Löschen
- SET GLOBAL key\_buffer\_size = 0; # Default Cache Löschen geht nicht!
- SHOW VARIABLES LIKE "key\_buffer\_size"; # Anzeigen
- \* Die häufigsten Indexblöcke werden gecacht (+ OS)
- + Nonleaf Nodes
- + Leaf Nodes
- \* Datenblöcke werden nicht gecacht (--> OS)
- \* Vorschlag: 3 Keycaches für hohe Last (blockieren sich nicht gegenseitig!)
- + "Hot": 20% --> Häufig durchsuchte Tabellen ohne Updates
- + "Cold": 20% --> Mittelmäßig häufig modifizierte Tabellen (z.B. temporäre)
- + "Warm": 60% --> Default für alle anderen Tabellen
- \* Initialisierung der 3 Keycaches gleich beim Serverneustart:
- key\_buffer\_size = 4G
- hot.key\_buffer\_size = 2G
- cold.key\_buffer\_size = 2G
- init\_file = /path/to/data-directory/mysqld\_init.sql
- CACHE INDEX db1.t1, db1.t2, db2.t3 IN hot;
- CACHE INDEX db1.t4, db2.t5, db2.t6 IN cold;
- \* STD: LRU-Strategie (Last Recently Used)
- \* Midpoint Insertion Strategy
- key\_cache\_division\_limit = 100 # Ausgeschaltet (nur LRU)

```

key_cache_division_limit < 100 # Eingeschaltet
+ Warm Subchain + Hot Subchain
* Index Preloading (manuell in Key-Buffer laden)
+ In sequentieller Reihenfolge vorausladen, wenn genug Platz
  LOAD INDEX INTO CACHE
    {<Tbl1> [INDEX (<Idx>, ...), ...]
    [IGNORE LEAVES]
    [IN <Cache>]; #
* Keycache Blockgröße (key_cache_block_size)
  key_cache_block_size (automatisch gesetzt)
* Keycache restrukturieren (durch Zuweisen einer neuen Größe)
  SET GLOBAL cold_key_buffer_size = 4 * 1024 * 1024;
* Key-Hit-Ration ermitteln (möglichst nahe bei 100%):
  SHOW GLOBAL STATUS LIKE "key_read%";
  100 * (key_read_requests - key_reads) / key_read_requests

```

#### Query-Cache (Abfrage-Speicher):

```

* NUR SELECT-Anweisung + Ergebnis-Menge darin gespeichert
+ Muss deterministisch sein (NEW(), UUID(), RAND(), CONNECTION_ID() --> NEIN)
+ Falls exakt identisches SELECT (inkl. GROSS/kleinschreibung, Leerzeichen)
  erneut auftritt, sofort Ergebnis zurückgegeben (Parsen vermieden!)
+ Partitionierte Tabellen --> NICHT verwendet (MY!5.6.5)
+ Cursor --> NICHT verwendet
+ Prepared Statements --> verwendet (seit MY!5.1)
* Sinnvoll bei Tabellen mit vielen gleichen Abfragen und wenig Änderungen
+ INSERT/UPDATE/DELETE/REPLACE-Änderung auf Tabellen
  --> Davon abhängige Query-Cache Einträge sofort gelöscht
+ Bis zu 250% schneller, falls gleiche Anfrage oft kommt
+ Etwa 10% Overhead, falls nie gleiche Anfrage kommt
* Wird von allen Sitzungen geteilt (pro Server)
+ Findet vor dem Parsen statt
+ Benutzer-Rechte werden überpruft
* Sinnvolle Größe:
+ 32-128 MByte
+ Fragmentiert im Laufe der Zeit stark (zersplittert)
+ Lohnt sich nur, wenn sich wirklich viele Anweisungen wiederholen
* Systemvariable:
  maximum_query_cache_size = 0 # STD: Max. einstellbare Größe
  query_cache_size = 0 # STD: Overhead vollständig weg
  query_cache_type = 0/1/2 # 0/OFF = Aus
  # 1/ON = Bei SELECT SQL_NO_CACHE... (STD)
  # 2/DEMAND = Bei SELECT SQL_CACHE...
  query_cache_limit = 1MB # Max. Größe eines Cache-Eintrags
  query_cache_min_res_unit = 4KB # Min. Größe eines Cache-Eintrags
  have_query_cache = NO/YES #
  SET GLOBAL query_cache_size = 32000000 # Byte
* SELECT-Ergebnis im Query-Cache aufheben/nicht speichern (falls möglich):
  SELECT SQL_CACHE * FROM <Tbl> ...; # In Query-Cache
  SELECT SQL_NO_CACHE * FROM <Tbl> ...; # Nicht in Query-Cache
* Query-Cache defragmentieren (nicht leeren):
  FLUSH QUERY CACHE;
* Query-Cache leeren:
  RESET QUERY CACHE;
  FLUSH TABLES;
* Query-Cache Status + Auslastung beobachten:
  SHOW STATUS LIKE "qcache_%"; # Bzw. "qc%"
* Query-Einstellungen ansehen:
  SHOW VARIABLES LIKE "query_cache_%";

```

TIP: Performance Tuning Key for MySQL (Schritt-für-Schritt-Anleitung)  
 --> <http://www.fromdual.com/mysql-performance-tuning-key>

#### 18) Partitionierung

```

-----
Teilt Tabellen + Indices PHYSIKALISCH gemäß definierbarer Regel in Stücke auf
* EINE logische Tabelle besteht aus MEHREREN physikalischen Untertabellen
+ In Wirklichkeit nur "Wrapper"
+ Indices pro Subtabelle, kein Gesamtindex
* Annahmen:
+ Partitionierung ist "billig"
+ Pruning beim Zugriff ist möglich (z.B. aufgrund WHERE-Filter)
* Einsatzgebiete:
+ Riesige Tabellen "splitten"
+ Historische Daten "rollieren"
+ Tabelle physikalisch auf mehrere Platten verteilen
+ Backup/Restore "stückweise" ermöglichen
+ Aufwand für folgende Operationen geringer:
  - Alte Daten verwerfen
  - Index neu aufbauen
  - Zugriff auf Tabellenteile

```

- \* Horizontale Zerlegung der Daten (Datensätze)
  - + Vertikale Zerlegung (Datenspalten) NICHT möglich (manuell selber machen)
    - NoSQL-Datenbanken haben diese Struktur!
    - Pro Spalte eine physikalische Tabelle
    - Stark komprimierbar (wg. gleicher Werte)
    - Zugriff erfordert viele Joins
  - + Anderer Name: Berechneter Tablespace (InnoDB)
  - + Für Anwender/Anwendung transparent, d.h. merkt nichts davon
  - + Insbesondere DATE/TIME/DATETIME-Spalten als Zerlegungskriterium sinnvoll (bzw. Funktionen davon: TO\_DAYS, YEAR, WEEKDAY, DAYOFYEAR, MONTH)
- \* Arbeitsweise
  - + Partitionen IMMER von 0..N nummeriert
  - + Pro Datensatz Nummer ermittelt und für Speicherung in Partition benutzt
  - + Partitionierungs-Funktion REGEL(BASIS) MUSS ganzzahligen Wert 0..N ergeben
    - REGEL: Wertebereiche: RANGE [COLUMNS]  
Wertelisten: LIST [COLUMNS]  
Hash-Funktion: [LINEAR] HASH/KEY  
Kombiniert: COMPOSITE (erst RANGE/LIST, dann HASH/KEY)
    - BASIS: Eine/mehrere Integer-Spalten (auch DATE/TIME/DATETIME!)  
Funktion auf Spalte(n) mit Integer-Ergebnis (NULL oder positiv!)
- \* Für viele Storage Engines erlaubt
  - + Partitionen einer Tabelle haben gleiche Engine
  - + Nicht möglich: MERGE, CSV, FEDERATED
  - + Teilweise: NDB(CLUSTER) # Nur [LINEAR] KEY
- \* Pro Partition Daten + Indices auf versch. Verz. verteilbar (nicht InnoDB)
 

```
CREATE TABLE ...
PARTITION BY ... DATA DIRECTORY <DirPath>
INDEX DIRECTORY <DirPath>
```
- \* Partition-Pruning: WHERE-Bedingung schließt Partitionen sofort von Abfrage aus und minimiert somit zu verarbeitende Daten bei:
 

```
WHERE <PartCol> = <Const> # Auch < <= > >= <
WHERE <PartCol> IN (<Const>, ...)
WHERE <PartCol> BETWEEN <LeftVal> AND <RightVal>
```
- \* Sonstiges
  - + Bei Partitionsnamen wird GROSS/kleinschreibung ignoriert
  - + Partitionen jederzeit reorganisierbar (Datensätze umverteilen)
  - + Partitionierungs-Änderungen setzen WRITE LOCK auf gesamte Tabelle
  - + Konfigurationsvariable "--open\_files\_limit" evtl. hochsetzen

## Syntax:

```
CREATE TABLE ... [<Part>];

<Part> = PARTITION BY {
    [LINEAR] HASH (<Expr>) |
    [LINEAR] KEY (<ColList>) |
    RANGE (<Expr>) |
    RANGE COLUMNS (<ColList>) |
    LIST (<Expr>) |
    LIST COLUMNS (<ColList>) |
}
[PARTITIONS <N>]
[SUBPARTITION BY {
    [LINEAR] HASH (<Expr>) |
    [LINEAR] KEY (<ColList>)
}
[SUBPARTITIONS <N>]
]
[(<PartDef> [, <PartDef>] ...)]

<PartDef> = PARTITION <Part>
[VALUES {
    LESS THAN {( <Expr> | <ValList> ) | MAXVALUE } |
    IN (<ValList>
}]
{<PartOpt>, ...}
[(<SubPartDef> [, <SubPartDef>] ...)]

<SubPartDef> = SUBPARTITION <SubPart>
{<PartOpt>, ...}
```

## Zweck:

- \* Grobe Indizierung mit wenig Overhead und Datenzusammenfassung
  - + Weglassen großer Tabellenteile
  - + Zusammengehörenden Daten nahe beinander speichern
- \* Plattenplatz/Dateisystem-Beschränkungen umgehen (riesige Tabellen)
- \* Abfragen stark beschleunigen (WHERE-Bedingung schließt Partitionen aus)
  - + Datum/Zeitreihen
  - + Geografische Unterteilung
  - + Standorte, Abteilungen, PLZ, Telefon-Vorwahl, ...
- \* Nur Locking ausgewählter Partitionen, nicht gesamte Tabelle



- ("Partition Lock Pruning", noch nicht in MY!5.5, erst seit MY!5.6.6)
- \* (Un)Interessant gewordene Daten leicht entfernbar/hinzufügbare (Datum!)
- \* Abfragen über mehrere Threads verteilbar (kann MySQL nicht!)
- \* Abfragen mit Aggregatfunkt. COUNT(), ... parallelisierbar (kann MySQL nicht!)
- \* Verteilung auf mehrere Platten möglich --> kann Zugriff beschleunigen
- \* Plattenschaden betrifft nur eine Partition, Restl. Partitionen noch OK
- \* Zugriff direkt auf Partitionen statt Tabelle möglich (ab MY!5.6)
- \* Vermeiden von "dynamischem SQL" für Zerlegen von Tabellen

## Einschränkungen:

- \* Max. 1024 Partitionen (inkl. Subpartitionen) pro Tabelle (ab MY!5.6.7 max. 8192 Partitionen pro Tabelle)
- \* Partitionen nicht einzeln ansprechbar (Partition-Selection) (ab MY!5.6 einzeln oder zusammengefasst statt Gesamttabelle ansprechbar)
- \* Alle Partitionen einer Tabelle haben gleiche Engine
- \* Keine "Foreign Keys" (weder bei sich noch in anderen Tabellen)
- \* Kein Fulltext Index
- \* Keine Spatial Datentypen (POINT, GEOMETRY, ...)
- \* Temporäre Tabelle nicht partitionierbar
- \* Logtabelle nicht partitionierbar
- \* ALTER TABLE ... ORDER BY sortiert Sätze nur pro Partition
- \* Partitioning Key: Alle Spalten im Partitioning-Ausdruck müssen Teil JEDES UNIQUE-Index + Primary-Key sein. Jeder UNIQUE-Index + Primary-Key muss alle Spalten des Partitionierungs-Ausdrucks enthalten, AUSSER eine Tabelle enthält keine UNIQUE-Keys, dann ist jede Spalte erlaubt.
- \* Partitioning-Ausdruck:
  - + Muss deterministisch sein
  - + Muss Ganzzahl ergeben (MY!5.1)
  - + Kann auf Spalten basieren (MY!5.5)

## Zerlegungsregeln:

| Regel         | Bedeutung                                                                                                                                                                                                |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RANGE         | Basis: Integer-Bereich (z.B. 1980-1989, 1990-1999, ...) (ohne Lücken, nicht überlappend, aufsteigend)                                                                                                    |
| RANGE COLUMNS | ELSE-Zweig: PARTITION <Part> VALUES LESS THAN MAXVALUE<br>Erweiterung von RANGE, mehrere Spalten erlaubt, aber keine Funktion auf den Spalten erlaubt (MY!5.5)                                           |
| LIST          | Basis: Integer-Liste (z.B. 2006, 2007, 2008, 2009, ...) (ohne Lücken, nicht überlappend, aufsteigend unnötig)                                                                                            |
| LIST COLUMNS  | ALLE Werte abdecken nötig, ELSE-Zweig nicht möglich<br>Erweiterung von LIST, mehrere Spalten erlaubt, aber keine Funktion auf den Spalten erlaubt (MY!5.5)                                               |
| HASH          | Basis: Ben.def. Spalten-Ausdruck --> Integer + Anz. Part.<br>Verwendet Divisionsrest MODULO Anz. Partitionen, Berechnung kostet Zeit                                                                     |
| KEY           | Ausdruck sollte "linear" sein (sonst ungleich verteilt)<br>Analog HASH, aber Primary Key/UNIQUE-Index + Hash MD5()<br>(Gleichverteilung durch DB, auch CHAR statt INT erlaubt)                           |
| LINEAR HASH   | Power-of-2 Algorithmus statt Modulo --> schneller                                                                                                                                                        |
| LINEAR KEY    | Power-of-2 Algorithmus statt Modulo --> schneller                                                                                                                                                        |
| COMPOSITE     | Unterzerlegung (Subpartitioning) in weitere Partitionen<br>RANGE/LIST weiter zerlegt durch HASH/KEY<br>Jede Partition muss gleiche Anzahl Unterpartitionen haben<br>Max. ist 2-stufige Zerlegung möglich |

## Wann welche Partitionierung?

- \* RANGE: Alte Daten sollen ab und zu gelöscht werden  
Abfrage basieren häufig auf Partitionierungs-Spalte
- \* LIST: (analog RANGE)
- \* HASH: Gleichverteilung der Daten auf Partitionen
- \* KEY: (analog HASH)
- \* COMPOSITE: Sehr große Datenmengen (2-fach unterteilen)

## Wie wird "NULL" behandelt?

- \* RANGE: In erster Partition (kleiner als alle Integer, analog ORDER BY)
- \* LIST: Muss in einer Werteliste enthalten sein (sonst verboten)
- \* HASH: Analog Wert "0"
- \* KEY: Analog Wert "0"

## Wird Partitionierung vom MySQL-Server unterstützt?

- \* Beim Compilieren einschalten: `--DDWITH_PARTITION_STORAGE_ENGINE`
- \* Beim Server-Start ausschalten: `--skip-partition`
- \* Abfragen:

```
SHOW PLUGINS; # --> partition ACTIVE STORAGE ENGINE NULL GPL
SHOW VARIABLES LIKE "%partition%" # --> have_partitioning YES (bis MY!5.6.1)
```

Beispiele:

```
# Nachträgliche Zerlegung nach DATE-Spalte "seit" in Jahresbereiche NNNN-MMMM
DROP TABLE IF EXISTS members;
CREATE TABLE members (
  vorname VARCHAR(25) NOT NULL,
  nachname VARCHAR(25) NOT NULL,
  account VARCHAR(16) NOT NULL,
  email VARCHAR(35) ,
  seit DATE NOT NULL # Partitionierungskriterium
);

ALTER TABLE members
PARTITION BY RANGE(YEAR(seit)) ( # 7 Partitionen:
  PARTITION p0 VALUES LESS THAN (1960), # 0..1959
  PARTITION p1 VALUES LESS THAN (1970), # 1960..1969
  PARTITION p2 VALUES LESS THAN (1980), # 1970..1969
  PARTITION p3 VALUES LESS THAN (1990), # 1980..1989
  PARTITION p4 VALUES LESS THAN (2000), # 1990..1999
  PARTITION p5 VALUES LESS THAN (2050), # 2001..2049
  PARTITION p6 VALUES LESS THAN MAXVALUE # 2050.. (Rest = ELSE-Zweig)
);

# Zerlegung nach 3 Spalten gleichzeitig in mehrere Bereiche
CREATE TABLE t1 (
  a INT,
  b INT,
  c CHAR(3),
  d INT
)
PARTITION BY RANGE COLUMNS(a,d,c) ( # 4 Partitionen:
  PARTITION p0 VALUES LESS THAN ( 5, 10, 'g'), # 0,0,' ' .. 4, 9, 'f'
  PARTITION p1 VALUES LESS THAN (10, 20, 'm'), # .. 9, 19, 'l'
  PARTITION p2 VALUES LESS THAN (15, 30, 's'), # .. 14, 29, 'r'
  PARTITION p3 VALUES LESS THAN (MAXVALUE, MAXVALUE, MAXVALUE) # Rest = ELSE
);

# Zerlegung nach INT-Wert "val" in als Liste aufgezählte Bereiche (mit NULL)
CREATE TABLE t2 (
  val INT
)
PARTITION BY LIST(val) ( # 3 Part., ALLE mögl. Werte auflisten!
  PARTITION p0 VALUES IN (1,3,5), #
  PARTITION p1 VALUES IN (2,4,6), #
  PARTITION p2 VALUES IN (NULL), # Notwendig (oder NOT NULL bei val)
);

# Zerlegung nach INT-Wert "store" in als Liste aufgezählte Bereiche (ohne NULL)
CREATE TABLE employees (
  id INT NOT NULL,
  fname VARCHAR(30),
  lname VARCHAR(30),
  hired DATE NOT NULL DEFAULT "1970-01-01",
  separated DATE NOT NULL DEFAULT "9999-12-31",
  job_code INT,
  store_id INT NOT NULL
)
PARTITION BY LIST(store_id) (
  PARTITION pNord VALUES IN (3,5,6,9,17),
  PARTITION pWest VALUES IN (1,2,10,11,19,20),
  PARTITION pOst VALUES IN (4,12,13,14,18),
  PARTITION pSued VALUES IN (7,8,15,16)
);

# Zerlegung nach 2 Spalten gleichzeitig in als Liste aufgezählte Bereiche (ohne NULL)
CREATE TABLE kunden (
  first_name VARCHAR(25),
  last_name VARCHAR(25),
  street_1 VARCHAR(30),
  street_2 VARCHAR(30),
  city VARCHAR(15),
  renewal DATE
)
PARTITION BY LIST COLUMNS(first_name, last_name) (
  PARTITION pRegion_1 VALUES IN('C', 'C'),
  PARTITION pRegion_2 VALUES IN('F', 'F'),
  PARTITION pRegion_3 VALUES IN('M', 'M'),
  PARTITION pRegion_4 VALUES IN('Z', 'Z'),
);
```

```
# Zerlegung nach DATE-Spalte "tr_date" in 6 Bereiche per HASH auf Monat (DATE)
CREATE TABLE ti (
  id      INT,
  amount  DECIMAL(7,2),
  tr_date DATE
) ENGINE = INNODB
PARTITION BY HASH (MONTH(tr_date))
PARTITIONS 6;                                # Anz. Partitionen (Default: 1)
```

```
# Zerlegung nach DATE-Spalte "tr_date" in 10 Bereiche per HASH auf DATE
CREATE TABLE members (
  firstname VARCHAR(25) NOT NULL,
  lastname  VARCHAR(25) NOT NULL,
  username  VARCHAR(16) NOT NULL,
  email     VARCHAR(35) ,
  joined    DATE        NOT NULL
)
PARTITION BY KEY(joined)
PARTITIONS 10;                                # Anz. Partitionen (Default: 1)
```

```
# Zerlegung nach YEAR-Spalte in mehrere Jahresbereiche NNNN-MMMM,
# Unterzerlegung jedes Jahresbereichs in 2 Unterpartitionen nach Tag
CREATE TABLE tr (
  id          INT,
  purchased   DATE
)
PARTITION BY RANGE (YEAR(purchased))
SUBPARTITION BY HASH (TO_DAYS(purchased))
SUBPARTITIONS 2
(
  PARTITION p0 VALUES LESS THAN (1990),
  PARTITION p1 VALUES LESS THAN (2000),
  PARTITION p2 VALUES LESS THAN MAXVALUE
);
```

```
CREATE TABLE ts (
  id          INT,
  purchased   DATE
)
PARTITION BY RANGE (YEAR(purchased))
SUBPARTITION BY HASH (TO_DAYS(purchased))
(
  PARTITION p0 VALUES LESS THAN (1990) (
    SUBPARTITION s0,
    SUBPARTITION s1
  ),
  PARTITION p1 VALUES LESS THAN (2000) (
    SUBPARTITION s2,
    SUBPARTITION s3
  ),
  PARTITION p2 VALUES LESS THAN MAXVALUE (
    SUBPARTITION s4,
    SUBPARTITION s5
  )
);
```

Zugriff auf Partitionen ist für folgende SQL-Anweisungen möglich (ab MY!5.6):

```
SELECT * FROM t1 PARTITION (p0);
DELETE FROM t2 PARTITION (p1, p2, p3) WHERE name LIKE "T%";
INSERT INTO t3 PARTITION (p2) (name, vorname, alter)
VALUES ("Tom", "Cat", 43);
REPLACE INTO t4 PARTITION (p1) (nr, vorname, name)
VALUES (1, "Thomas", "Birnthaler"),
(2, "Hans", "Dampf");
UPDATE
UPDATE user PARTITION (p3, p8) SET alter = alter+1 WHERE name LIKE "T%";
LOAD DATA INFILE "/tmp/test.csv" REPLACE
INTO TABLE t5 PARTITION (p8);
LOAD XML ...
```

Daten in Partitionen löschen:

```
TRUNCATE TABLE t;                                # Struktur+Partitionen bleiben, Daten löschen
ALTER TABLE t DROP PARTITION p0;                # Part. löschen (inkl. Daten, effizient)
ALTER TABLE t TRUNCATE PARTITION p2;           # Partition löschen (MY!5.5)
ALTER TABLE t TRUNCATE PARTITION ALL;         # Alle Partitionen löschen (MY!5.5)
```

Partitionen auflösen/hinzufügen (LIST + RANGE, Daten bleiben erhalten!):

```
ALTER TABLE t REMOVE PARTITIONING;            # Partit. entf., Daten beibehalten
```

```
ALTER TABLE t ADD PARTITION (PARTITION p3 VALUES LESS THAN (2000), ...);
# RANGE: Nur hinten anhängen
ALTER TABLE t ADD PARTITION (PARTITION p3 VALUES IN (7, 14, 21), ...);
# LIST: Nur NEUE Werte erlaubt
```

LIST + RANGE Partitionen mergen/splitten (REORGANIZE):

```
# Zerlegen (split), Daten beibehalten
ALTER TABLE t REORGANIZE PARTITION p0 INTO (
  PARTITION s0 VALUES LESS THAN (1960),
  PARTITION s1 VALUES LESS THAN (1970)
);
# Zusammenfügen (merge), Daten beibehalten
ALTER TABLE t REORGANIZE PARTITION s0,s1 INTO (
  PARTITION p0 VALUES LESS THAN (1970)
);
# Zusammenfügen (merge) und zerlegen (split) gleichzeitig, Daten beibehalten
ALTER TABLE members REORGANIZE PARTITION p0,p1,p2,p3 INTO (
  PARTITION m0 VALUES LESS THAN (1980),
  PARTITION m1 VALUES LESS THAN (2000)
);
```

HASH + KEY Partitionen mergen/splitten:

```
ALTER TABLE t COALESCE PARTITION 4; # 4=Anz. zu entfernender Part.
ALTER TABLE t ADD PARTITION PARTITIONS 6; # 6=Anz. hinzuzufügender Part.
```

Partitionstyp von RANGE auf KEY ändern (geht nicht per REORGANIZE):

```
ALTER TABLE t PARTITION BY KEY (id) PARTITIONS 2;
```

Partitionen optimieren und pflegen (ab MY!5.6):

```
ALTER TABLE t ANALYZE PARTITION p2; # Key-Verteilung ermitteln (Statistik)
ALTER TABLE t CHECK PARTITION p3; # Fehler erkennen
ALTER TABLE t OPTIMIZE PARTITION p1; # Defragmentierung + Leerraum freigeb.
# (CHECK + ANALYZE + REPAIR)
ALTER TABLE t REPAIR PARTITION p3; # Fehler beheben
```

Partitionen einer Tabelle auflisten:

```
SHOW CREATE TABLE t1;
SHOW TABLE STATUS t1; #
```

Nutzung von Partitionen in einer SQL-Anweisung erklären lassen:

```
SELECT TABLE_NAME, PARTITION_NAME, TABLE_ROWS, AVG_ROW_LENGTH, DATA_LENGTH
FROM INFORMATION_SCHEMA.PARTITIONS
WHERE TABLE_SCHEMA = "p" AND TABLE_NAME = "th"; #
EXPLAIN PARTITIONS
SELECT COUNT(*) FROM employees
WHERE separated BETWEEN "2000-01-01" AND "2000-12-31"
GROUP BY store_id;
```

Partitions-Optionen <PartOpt> (das "=" ist immer optional):

```
[STORAGE] ENGINE [=] <Engine> # Part. einer Tab. müssen gleiche E. haben!
COMMENT [=] <Text> # Kommentar zu Partition
DATA DIRECTORY [=] <DirPath> # Abs. Pfad für Datenablage der Partition
INDEX DIRECTORY [=] <DirPath> # Abs. Pfad für Indexablage der Partition
MAX_ROWS [=] <N> # Max. Anzahl Datensätze (nur Hinweis!)
MIN_ROWS [=] <N> # Min. Anzahl Datensätze (nur Hinweis!)
TABLESPACE [=] (<TblSp>) #
NODEGROUP [=] <N> #
```

## 19) MySQL Hilfsprogramme

### 19a) MySQL Utilities

MySQL bietet ab MY!5.5 die sogenannten "MySQL Utilities" an, die in Python programmiert sind und eine Reihe von MySQL-Zusatzfunktionalitäten auf der Kommandozeile nachrüsten (Kmdo-Präfix "mysql..." wird jeweils weggelassen):

| Kommando   | Bedeutung                                     |
|------------|-----------------------------------------------|
| uc         | Utilities Commandline (Kommandozeilen-Client) |
| serverinfo | Informationen zu Server anzeigen              |

|                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| diskusage<br>frm                                                             | Plattenplatzverbrauch von Datenbanken ermitteln<br>CREATE TABLE Anweisung aus "*.frm"-Datei generieren                                                                                                                                                                                  |
| dbcompare<br>diff                                                            | Zwei Datenbanken vergleichen auf Konsistenz<br>Zwei Datenbank-Objekte db1.o1 und db2.o2 vergleichen                                                                                                                                                                                     |
| serverclone<br>dbcopy<br>dbexport<br>dbimport<br>userclone                   | Weitere Instanz eines laufenden Servers starten<br>Datenbank kopieren (Server A --> Server B)<br>Datenbank exportieren (Daten + Metadaten)<br>Datenbank importieren (Daten + Metadaten)<br>Benutzer inkl. Rechte mit neuem Passwort kopieren                                            |
| indexcheck                                                                   | Auf doppelte/redundante Indices prüfen                                                                                                                                                                                                                                                  |
| metagrep<br>procgrep                                                         | Nach Metadaten suchen<br>Nach Prozessinformationen suchen                                                                                                                                                                                                                               |
| failover<br>replicate<br>rpladmin<br>rplcheck<br>rplms<br>rplshow<br>rplsync | Replikation ständig monitoren + Failover<br>Replikation mit einem Master einrichten<br>Replikation Administrationstool<br>Replikation überprüfen<br>Multi-Source Replikation einrichten<br>An einen Master angebotenen Slaves anzeigen<br>Replikation Synchronisationsstatus überprüfen |
| auditadmin<br>auditgrep                                                      | Audit Log verwalten (nur kommerzielle Version)<br>Audit Log durchsuchen (nur kommerzielle Version)                                                                                                                                                                                      |

Die Anmeldung der MySQL Utilities an Datenbanken erfolgt über folgende Syntax:

```
USER[:PASSWORD]@HOST[:PORT][:SOCKET]
```

Mit den Utilities ist es möglich, zwei verschiedene Datenbanken eines MySQL Servers oder je eine Datenbank zweier verschiedener MySQL-Server anzusprechen.

Im Kommandozeilen-Client "mysqluc" kann der Präfix "mysql" der Utilities weggelassen werden, auf der Kommandozeile ist es anzugeben. Eine allgemeine Hilfe bzw. eine Liste der Utilities bzw. Hilfe zu einem Utility erhält man so:

```
mysqluc> help          # Allgemeine Hilfe
mysqluc> help utilities # Liste aller Utilities
mysqluc> help userclone # Utility zum Benutzer inkl. Rechte kopieren
```

Beispiel für das Kopieren eines Benutzer mit neuem Passwort:

```
# Direkt auf der Kommandozeile
mysqluserclone --source=root:geheim@localhost \ # Quell-Server + Anmeldung
               --source=root:geheim@localhost \ # Ziel-Server + Anmeldung
               --force \                          # Neuen Ben. überschreiben
               root@127.0.0.1 \                    # Zu kopierender Benutzer
               new:secret@%                        # Neuer Ben. mit Passwort
# Im Kommandozeilen-Client "mysqluc"
mysqluc> userclone --source=root:geheim@localhost ... # Parameter analog
```

#### 19b) Percona Toolkit

Die Firma "Percona" bietet das sogenannte "Percona Toolkit" (früher "Maatkit") an, das in Perl programmiert ist und MySQL-Zusatzfunktionalitäten auf der Kommandozeile nachrüstet (Kmdo-Präfix "pt-..." wird jeweils weggelassen):

| Tool "pt-..."         | Bedeutung                                                     |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------|
| align                 | Align output from other tools to columns                      |
| archiver              | Archive table rows into another table or a file               |
| config-diff           | Diff config files and server variables                        |
| deadlock-logger       | Extract and log deadlock information                          |
| diskstats             | Interactive I/O monitoring tool for GNU/Linux                 |
| duplicate-key-checker | Find dup. indexes and foreign keys on tables                  |
| fifo-split            | Split files and pipe lines to a fifo without really splitting |
| find                  | Find tables and execute actions, like GNU find                |
| fingerprint           | Convert queries into fingerprints                             |
| fk-error-logger       | Extract and log foreign key errors                            |
| heartbeat             | Monitor replication delay                                     |
| index-usage           | Read queries from log and analyze index usage                 |
| ioprofile             | Watch process IO and print file and I/O activity              |
| kill                  | Kill queries that match certain criteria                      |
| log-player            | Replay query logs                                             |

|                      |                                                                                                                                           |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| mext                 | Compare "SHOW GLOBAL STATUS" lists side-by-side                                                                                           |
| mysql-summary        | Summarize MySQL information nicely                                                                                                        |
| online-schema-change | ALTER tables without locking them                                                                                                         |
| pmp                  | Aggregate GDB stack traces for a selected program                                                                                         |
| query-advisor        | Analyze queries and advise on possible problems                                                                                           |
| query-digest         | Analyze query execution logs and generate a query report, filter, replay, or transform queries for MySQL, PostgreSQL, memcached, and more |
| show-grants          | Canonicalize + print grants to effectively replicate, compare and version-control them                                                    |
| sift                 | Browses files created by pt-collect                                                                                                       |
| slave-delay          | Make a slave server lag behind its master                                                                                                 |
| slave-find           | Find+print replication hierarchy tree of slaves                                                                                           |
| slave-restart        | Watch and restart replication after errors                                                                                                |
| stalk                | Gather forensic data about when a problem occurs                                                                                          |
| summary              | Summarize system information nicely                                                                                                       |
| table-checksum       | Verify replication integrity                                                                                                              |
| table-sync           | Synchronize table data efficiently                                                                                                        |
| table-usage          | Analyze how queries use tables                                                                                                            |
| tcp-model            | Transform tcpdump into metrics that permit performance and scalability modeling                                                           |
| trend                | Compute statistics on time-series data points set                                                                                         |
| upgrade              | Execute queries on multiple servers and check for differences                                                                             |
| variable-advisor     | Analyze variables and advise on possible problems                                                                                         |
| visual-explain       | Format EXPLAIN output as a tree                                                                                                           |

Konfigurations-Dateien des Percona Toolkit:

1. /etc/percona-toolkit/percona-toolkit.conf
2. /etc/percona-toolkit/TOOL.conf
3. \$HOME/.percona-toolkit.conf.
4. \$HOME/.TOOL.conf

Die Percona DSN (Data Source Name) Spezifikation zum Erstellen einer Datenbank-Verbindung ist ein kommagetrennte Liste von "key=value" Paaren, z.B.:

```
h=host1,P=3306,u=bob # Server, Port, User
```

Einige der Tools unterstützen auch die Standard MySQL-Optionen wie "--host", "--user" und "--password". Sie erzeugen im Hintergrund automatisch eine DSN.

Einige der Tools unterstützen sowohl DSN als auch die Standard MySQL-Optionen. Die DSN wird automatisch um die Einstellungen der MySQL-Optionen erweitert, wenn der entsprechende Teil in der DSN fehlt.

## 20) MySQL Cluster

MySQL Cluster beruht auf der NDB (Network Database) von Ericsson, die ursprünglich für Anwendungen im Bereich der Telekommunikation entwickelt wurde (Verbindungsdaten = viele Schreiboperationen, geringe Datenmenge die vollständig in den Hauptspeicher passt, Daten sind kurzlebig). Für einen sinnvollen Einsatz von MySQL Cluster sollten daher folgende Punkte gegeben sein:

- \* Daten + Indices müssen vollständig in den Hauptspeicher (RAM) passen (geteilt durch Anzahl Knotengruppen)
- \* Viele Schreiboperationen sind OK
- \* Wenig Bereichsabfragen BETWEEN ... AND ..., sondern Abfrage auf Einzelwerte per "==" oder "IN" (da Index-Hash-Verfahren genutzt)
- \* Wenig Sortieroperationen auf großen Datenmengen (Grund: analog)
- \* Alle Daten müssen einen Primärschlüssel PK (Primary Key) haben
- \* Referenzielle Integrität ("Foreign Keys") irrelevant
- \* Daten sind in Zeilen fester Länge gespeichert (VARCHAR --> CHAR)
- \* Die maximale Datensatzlänge beträgt 8052 Byte
- \* Anzahl Datenobjekte <= 20320 (Anzahl Datenbanken + Tabellen + Spalten + Indices + Views + Triggers + Stored Procedures + ...)
- \* Längsten von Datensätzen gibt Speicher nur pro Tabelle zurückschauen, tabellenübergreifende Neunutzung erfordert "Rolling Restart"
- \* Wenig grosse Transaktionen (viele kleine TA sind OK)
- \* Schreiben auf Platte erfolgt per REDO LOG und Checkpoints
- \* Backups sind online und nicht-blockierend
- \* Partitionierung nur per HASH/KEY (RANGE/LIST nicht sinnvoll)

MySQL selbst benutzt NDB als Engine ("NDB" oder "NDBCLUSTER"), das Clustering wird automatisch durch die NDB-Daemonen ("ndb\_mgmd" + "ndbd") realisiert.

Eigenschaften:

- \* Bietet 99.999% ("Five Nines") Verfügbarkeit --> Ausfall 5 Minuten pro Jahr



- jeder Knoten sendet an seinen Nachfolger "Heartbeats" (Ping)
- \* Erhält ein Knoten 3x nicht den Heartbeat seines Vorgängers, dann:
  - + Leitet er ein Network-Partitioning-Protokoll ein
  - + Wird die Arbeit des Clusters komplett gestoppt und jeder Knoten entscheidet für sich, ob er weitermachen kann oder nicht
  - + Der nicht antwortende Knoten wird aus dem Ring ausgeschlossen
  - + Die restlichen Knoten bauen einen neuen Ring auf
  - + Der Partner des verschwundenen Knotens enthält nun 2 "Primary Replica" (seine "Secondary Replica" wird zur "Primary Replica") --> doppelte Last

#### "Split-Brain" vermeiden:

- \* Problem: Netzwerkfehler NICHT unterscheidbar von Knotenfehler
  - + Netzwerkfehler = Funktionsfähige Knoten-Teilmengen erreichen sich nicht
  - + Knotenfehler = Funktionsunfähige Knoten-Teilmenge nicht erreichbar
- \* Netzwerkfehler vorhanden --> Ring zerfällt in 2 Teilmengen (oder mehr)
- \* Jede Knoten-Teilmenge trifft nach folgenden Regeln eine Entscheidung, so dass garantiert nur EIN laufender Cluster übrigbleiben kann
  - + Mind. ein Knoten jeder Gruppe in Teilmenge vorhanden --> Shutdown wenn nicht
  - + Alle Knoten jeder Gruppe vorhanden (kurzeitiges Problem) --> Wir machen als (vollständiger) Cluster weiter
  - + Jede prinzipiell funktionsfähige Teilmenge fragt "Schiedsrichter" an --> Shutdown wenn nicht erreichbar
  - + Der "Schiedsrichter" entscheidet, welche Teilmenge als Cluster arbeitet
    - Einfache Regel: Die erste anfragende Teilmenge --> JA
    - Alle anderen Teilmengen --> NEIN

#### Dauerhaftigkeit der Daten sichern ("Durability"):

- \* In-memory Datenbank --> Cluster-Shutdown soll trotzdem möglich sein
- \* REDO LOG in jedem Knoten: Transaktionen im REDO Log Buffer (periodisch Flush auf Platte) --> würde beliebig wachsen
- \* Local Checkpoint (LCP) in jedem Knoten:
  - > Daten-Snapshot auf Platte speichern
  - > REDO LOG bis dahin verwerfen
- \* Auf jedem Knoten befinden sich immer zwei LCPs
  - > Notwendig ist daher ein REDO LOG vom Start des ersten LPC bis zum Start des dritten LPC
- \* Die LPCs werden im Kreis verwendet: 1 + 2, 3 --> 1, 2 --> 3 --> 2, 3 --> 1, ...
- \* Global Checkpoints (GCP) aller Knoten
  - > Rebuild aller Knoten ganz alleine bis dorthin möglich
  - Rest von anderen Knoten holen (--> Netzwerktraffic)
- \* Shutdown --> GCP für jeden Knoten --> Rebuild vollständig alleine möglich

#### Transaktionen (TA) werden per Two-Phase Commit (2PC) durchgeführt:

- \* SYNCHRONE Replikation zw. Datenknoten (aus Clientsicht)
- \* 2PC-Protokoll --> TA = A) Prepare + B) Commit (2 Phasen)
- \* Jeder Datenknoten enthält einen "Transaction Coordinator" (TC)
  - + Client schickt TA --> TC
  - A) Prepare-Phase (erst Primary, dann Secondary)
    - TC sucht DN mit Primary Partition für Datensatz
    - Dieser DN merkt vor --> Auf DN mit Secondary Partition gl. Op. auslösen
    - Antwort Secondary DN --> Primary DN wenn OK
    - Antwort Primary DN --> TC wenn OK
  - B) Commit-Phase (umgekehrt, erst Secondary, dann Primary)
    - TC sucht DN mit Secondary Partition für Datensatz
    - Dieser DN merkt vor --> Auf DN mit Primary Partition gl. Op. auslösen
    - Antwort Primary DN --> Secondary DN wenn OK
    - Antwort Secondary DN --> TC wenn OK
  - + TC schickt Bestätigung --> Client
  - + Gesamt: 6 Nachrichten zw. Daten-Knoten DN und 2 Nachrichten zw. Client und TC

#### Programme und Tools:

| Programm           | Bedeutung                                          |
|--------------------|----------------------------------------------------|
| ndb_mgm            | Management-Client                                  |
| ndb_mgmd           | Management-Daemon                                  |
| ndbd               | Datenknoten-Daemon                                 |
| ndbmt              | Datenknoten-Daemon (multithreaded Version)         |
| ndb_waiter         | Wartet auf bestimmten Zustand eines NDB-Cluster    |
| ndb_size.pl        | NDB-Speicherplatz einer MySQL-Datenbank schätzen   |
| ndb_config         | Cluster-Konfiguration ausgeben                     |
| ndb_cpctest        | Automatischer Test eines NDB-Clusters              |
| ndb_delete_all     | Daten einer NDB-Tabelle löschen                    |
| ndb_desc           | NDB-Tabellen + -Datensätze ausgeben                |
| ndb_drop_index     | Index einer NDB-Tabelle löschen                    |
| ndb_drop_table     | NDB-Tabelle löschen                                |
| ndb_error_reporter | NDB-Logdateien in Archiv für Fehlerbericht sammeln |



|                       |                                                  |
|-----------------------|--------------------------------------------------|
| ndb_index_stat        | Indexstatus einer NDB-Tabelle ausgeben           |
| ndb_print_backup_file | NDB-Backupdatei ausgeben (auf "ndbd")            |
| ndb_print_file        |                                                  |
| ndb_print_schema_file | NDB-Schema ausgeben (auf "ndbd")                 |
| ndb_print_sys_file    | NDB-Systemdaten ausgeben (auf "ndbd")            |
| ndb_redo_log_reader   |                                                  |
| ndb_restore           | Backup eines NDB-Clusters zurückspielen          |
| ndb_select_all        | Daten einer NDB-Tabelle ausgeben                 |
| ndb_select_count      | Anzahl der Datensätze einer NDB-Tabelle ausgeben |
| ndb_show_tables       | Liste der Tabellen eines NDB-Clusters ausgeben   |
| ndbinfo_select_all    |                                                  |

## Konfigurations-Dateien:

```
/etc/my.cnf
/var/lib/mysql/config.ini
```

## MySQL-Cluster 7.3:

- \* Fremdschlüssel-Beziehungen definierbar
  - + Vorgaben CASCADE, RESTRICT, NO ACTION und SET NULL
  - + Zur Laufzeit ohne Betriebsunterbrechung
- \* Freier JavaScript-Server "node.js" integriert (experimentell)
- \* JSON-Datentyp

## 21) MySQL Proxy

## Zweck:

- \* Profiling
- \* Monitoring Execution Time/Progress
- \* Connection Pooling (Round-Robin)
- \* Load Balancing
- \* Failover
- \* Query Analysis
- \* Query Filtering (Authentifizierung/Zugriffsschutz)
- \* Query Manipulation/Modification/Transformation
- \* Umfrage: <http://dev.mysql.com/tech-resources/quickpolls/mysql-proxy.html>
- \* Continuity during migration: Transform queries to support legacy application, migrate applications and database asynchronously without service disruption
- \* Security: Block queries conditionally based on user and query syntax
- \* Monitor Query Performance: Log and identify bottleneck queries
- \* Cross technology processing: Query Duplication to another database, storage engine or application. Send data to transactional storage engine such as InnoDB as well as to NoSQL database

## Eigenschaften:

- \* Klassische "Middleware"-Komponente
- \* Kann MySQL-Netzwerkprotokoll (Client und Server merken nichts vom Proxy)
- \* Ermöglicht Kommunikation zwischen mehreren Clients und mehreren Server
- \* Eingebaute Scriptsprache "Lua" (8-)
  - + Fertige Skripte für obige Zwecke erhältlich