SQL / MySQL: Daten-Einpflege

- **Einfügen von Datensätzen**
  - für jede Tabelle werden die vorgegebenen Datensätze eingefügt

```
INSERT INTO Student (MatrNr, Name) VALUES
               (26120, 'Fichte'),
               (25403, 'Jonas' ),
               (27103, 'Fauler');

INSERT INTO Professor (PersNr, Name) VALUES
               (12, 'Wirth'),
               (15, 'Tesla'),
               (20, 'Urlauber');

INSERT INTO Vorlesung (VorlNr, Titel, PersNr) VALUES
               (5001, 'ET', 15),
               (5022, 'IT', 12),
               (5045, 'DB', 12);

INSERT INTO hört (MatrNr, VorlNr) VALUES
               (25403, 5001),
               (26120, 5001),
               (26120, 5045);
```

SQL / MySQL: Daten-Einpflege

- **Hinzufügen von (partiellen) Datensätzen**
  - Einen Studenten mit Namen „Neumann“ einfügen.

```
INSERT INTO Student (Name) VALUES
               ('Neumann');
```

- Es wurde kein Wert für MatrNr angegeben, obwohl es Primärschlüssel ist.

```
SELECT * FROM Student;
+--------+---------+
| MatrNr | Name    |
+--------+---------+
|  25403 | Jonas   |
|  26120 | Fichte  |
|  27103 | Fauler  |
|  27104 | Neumann |
+--------+---------+
```

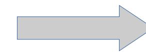
- Erklärung: MatrNr hatte ja Eigenschaft „AUTO_INCREMENT“

```
CREATE TABLE Student (
    MatrNr   INT(10) UNSIGNED ... AUTO_INCREMENT, ...
```

SQL / MySQL: Daten-Einpflege

- **Hinzufügen von (partiellen) Datensätzen**
  - Einen weiteren neuen Studenten mit Namen „Fauler“ einfügen.

```
INSERT INTO Student (Name) VALUES
                  ('Fauler');
```



```
SELECT * FROM Student;
+--------+---------+
| MatrNr | Name    |
+--------+---------+
|  25403 | Jonas   |
|  26120 | Fichte  |
|  27103 | Fauler  |
|  27104 | Neumann |
|  27105 | Fauler  |
+--------+---------+
```

- Wie finde ich den Primärschlüssel heraus? Der Name genügt ja hier nicht.
- Die Funktion LAST_INSERT_ID() liefert diese Information:

```
SELECT LAST_INSERT_ID();
+------------------+
| LAST_INSERT_ID() |
+------------------+
|            27105 |
+------------------+
```

Warum nicht stattdessen `max(MatrNr)`?

Tipp: Wir arbeiten vielleicht nicht allein auf der DB ...

SQL / MySQL: Daten-Einpflege

- **Löschen von Datensätzen**
  - Alle Professoren mit dem Namen „Urlauber“ werden gelöscht

```sql
DELETE FROM Professor
              WHERE Name = 'Urlauber';
```

  - Achtung: Name ist in Professor nicht UNIQUE (und kein Primärschlüssel)
    - Es könnten mehrere Datensätze gelöscht werden

- **Ändern von Datensätzen**
  - Dem Professor mit PersNr = 20 einen neuen Namen geben

```sql
UPDATE Professor
              SET   Name = 'Schaffer'
              WHERE PersNr = 20;
```

  - PersNr ist Primärschlüssel, d.h. kann hier nur ein Datensatz betroffen sein
    - Vorsicht: Ohne WHERE-Klausel Würden alle Datensätze modifiziert werden!
  - Siehe https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/sql-data-manipulation-statements.html

SQL / MySQL: Daten-Einpflege

- **Ändern von Tabellen (Datenbank-Schema Modifikation)**
  - Den Studenten ein Attribut „Vorname“ hinzufügen

```
ALTER TABLE Student
              ADD COLUMN Vorname CHAR(64) NULL;
```

    - Tipp: Da hier kein Default-Wert angegeben ist, wird das Attribut beim Anlegen der Spalte erst mal in allen Datensätzen auf NULL gesetzt. Deshalb muss das auch (zunächst) erlaubt sein (kann ggf. später wieder entfernt werden).

      Alternative: **Transaktionen** (s.u.).

  - Den Studenten das Attribut „Vorname“ wieder entfernen

```
ALTER TABLE Student
              DROP COLUMN Vorname;
```

  - Praktisch alle Aspekte der Tabellendefinition können nachträglich geändert werden
    - z.B. Typ, Primärschlüssel, NULL / NOT NULL, UNIQUE …
    - Siehe **Syntax**: https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/alter-table.html
      Siehe **Beispiele**: https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/alter-table-examples.html

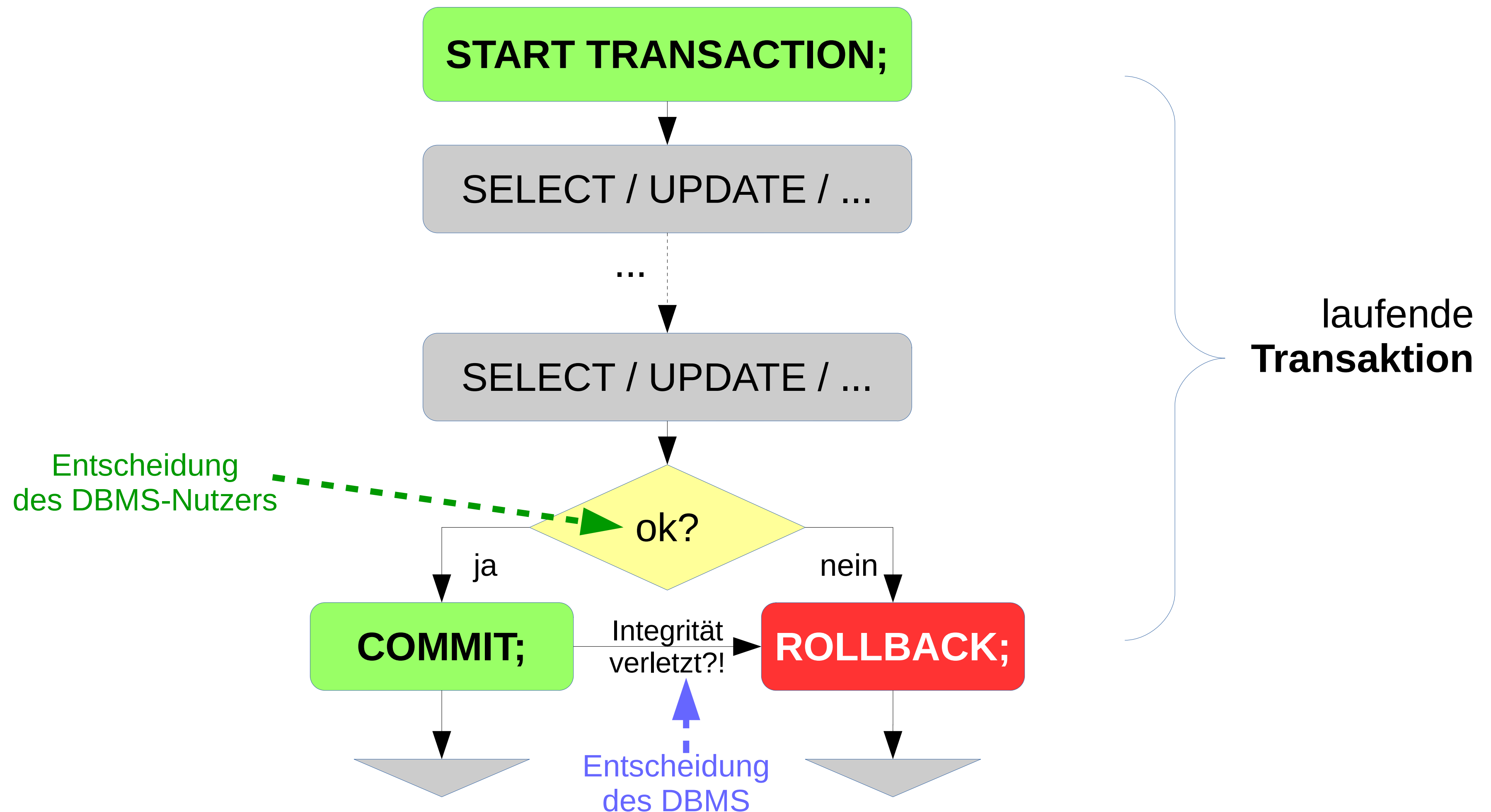
SQL / MySQL: Integrität

- **Datenbankintegrität: Komplexe Operationen**
  - Datenbanken garantieren Integritätsbedingungen
    - Verletzt eine Operation die Integrität, wird ihre Ausführung verweigert
  - Um komplexere Operationen durchführen zu können, müssen Integritätsbedingungen kurzfristig auch einmal verletzt werden.
    - Am Ende der (komplexen) Operation müssen sie aber wieder gelten!
    - Beispiel: **Bank-Überweisung** Summe X von Konto A nach Konto B
      - Summe X von Konto A abbuchen
      - Summe X auf Konto B hinzubuchen
      - Logbuch der durchgeführten Überweisungen ergänzen

      Danach muss z.B. die Summe aller Kontostände wieder gleich sein.
  - Das DBMS muss dazu wissen, …
    - welche Operationen logisch zusammen gehören
    - wann die Integritätsbedingungen dann wieder gelten sollen
    - was es tun soll, wenn sie dann immer noch verletzt ist
  - Dazu brauchen wir eine „**semantische Klammer**“ für Operationen

SQL / MySQL: Integrität

- **Datenbank-Transaktionen**
  - Eine solche „semantische Klammer“ für Operationen nennt man **Transaktion**



SQL / MySQL: Integrität

- **Explizite Datenbank-Transaktionen**
  - Transaktion beginnen: **START TRANSACTION** oder **BEGIN**
    - Startet neue Transaktion
  - Transaktion erfolgreich beenden: **COMMIT**
    - Die Konsistenz wird geprüft.
    - Bei Erfolg werden die Änderungen seit Transaktionsbeginn abgespeichert.
    - Bei verletzten Konsistenzbedingungen wird ROLLBACK ausgeführt.
  - Transaktion abbrechen: **ROLLBACK**
    - Alle Änderungen seit Transaktionsbeginn werden rückgängig gemacht.
- **Automatische Transaktionen: Autocommit**
  - Autocommit bedeutet, dass jede Aktion sofort Committed wird.
  - Steuerbar mit „SET autocommit = {0 | 1}“
    - Außerhalb von Transaktionen normalerweise auf 1
    - Innerhalb von Transaktionen auf 0

SQL / MySQL: Integrität

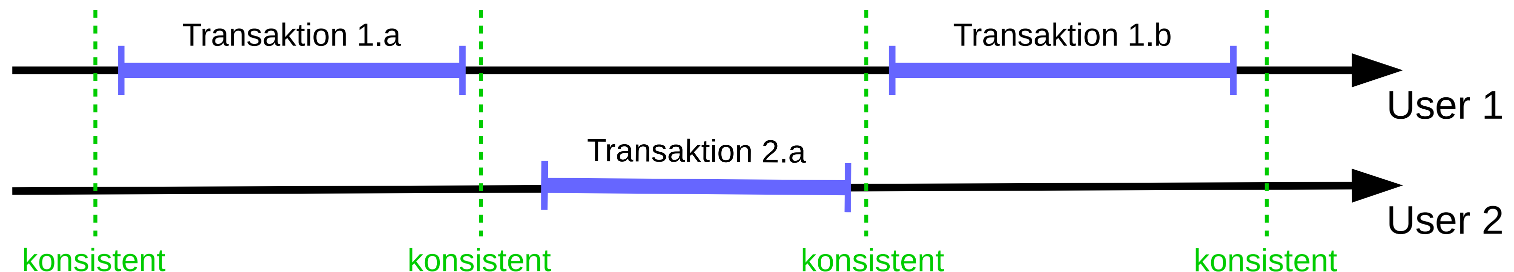
- **Konzept hinter Transaktionen und Integrität: „ACID“**

  Siehe auch http://de.wikipedia.org/wiki/ACID

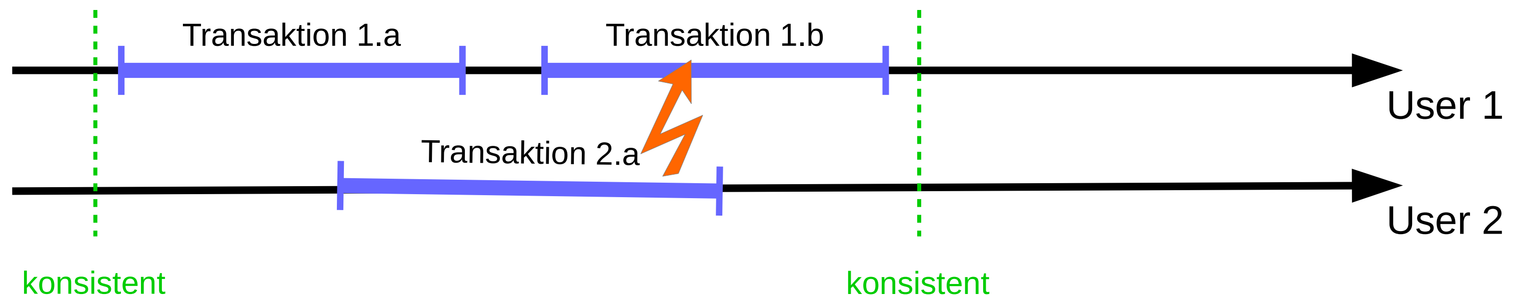
  - „A“ = **Atomarität** (engl. „Atomicity“, Abgeschlossenheit)
    - Jede Transaktion wird **ganz oder gar nicht** ausgeführt
      - z.B. die Bank-Überweisung von oben darf nicht halb ausgeführt werden, sonst geht im Saldo Geld verloren oder entsteht
  - „C“ = **Konsistenzerhaltung** (engl. „Consistency“)
    - Nach jeder Transaktion müssen **alle Konsistenzbedingungen erfüllt** sein
      - z.B. durch Fremdschlüssel referenzierte Objekte müssen existieren
  - „I“ = **Isolation** (engl. „Isolation“, **logischer Einbenutzerbetrieb**)
    - Nebenläufig ausgeführte Transaktionen führen nicht zu Ergebnissen, die nicht auch durch eine sequentielle Ausführung erklärbar ist.
      - Hier gibt es aus Performancegründen auch Abschwächungen der Isolation (s.u.)
  - „D“ = **Dauerhaftigkeit** (engl. „Durability“)
    - Nach einem erfolgreichen Commit gehen keine der Änderungen mehr verloren
      - Auch nicht durch einen **Systemabsturz** oder **(tolerierbaren) Hardwarefehler**

SQL / MySQL: Integrität

- **Probleme der semantischen „Isolation“**
  - Nur perfekt, wenn alle Transaktionen strikt serialisiert werden
    - Strikte Serialisation (reduziert Performance)



  - Man kann versuchen, Transaktionen parallel auszuführen
    - Höhere Performance, aber auch **Gefährdung der Isolation**



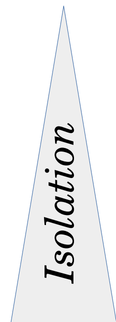
    - **Wunsch**: Es gibt eine strikt sequentielle Ausführung, die äquivalent ist

SQL / MySQL: Integrität

- **Probleme der semantischen „Isolation“**
  - Oft ist perfekte Isolation aber gar nicht erforderlich
  - Eingeschränkte Isolation verursacht „**Read Phenomena**“
    - **Dirty Read**
      - Daten einer noch nicht abgeschlossenen fremden Transaktion werden gelesen
    - **Lost Updates** (eigentlich kein „Read Phenomenon“)
      - Zwei Transaktionen modifizieren parallel denselben Wert / Datensatz.
        Ein Wert setzt sich am Ende durch, der andere geht verloren.
    - **Non-Repeatable Read**
      - Wiederholte Lesevorgänge liefern bei den selben Datensätzen unterschiedliche Attributwerte.
    - **Phantom Read**
      - Wiederholte Lesevorgänge liefern eine andere Menge von Datensätzen.
  - Siehe auch
    - http://en.wikipedia.org/wiki/Isolation_(database_systems)
    - http://de.wikipedia.org/wiki/Isolation_(Datenbank)

SQL / MySQL: Integrität

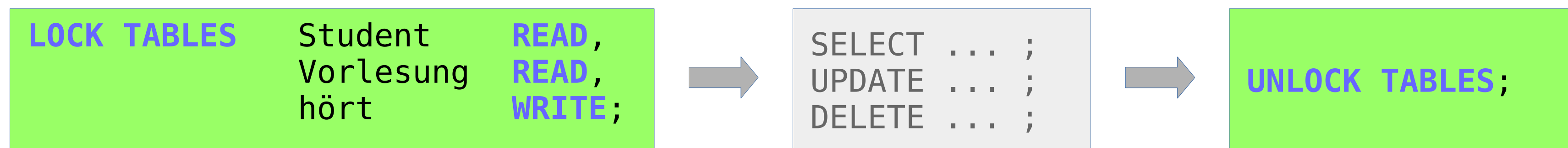
- **Probleme der semantischen „Isolation“**
  - Isolations-Niveau Steuerbar in SQL:
    - **SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL** level
  - Werte für **level**:
    - READ UNCOMMITTED
    - READ COMMITTED (keine Dirty Reads)
    - REPEATABLE READ (keine Dirty + Non-Repeatable Reads)
    - SERIALIZABLE (keine Read-Phenomena mehr)



  - Das DBMS versucht aber oft, Zugriffe stärker zu parallelisieren.
    - Bei dadurch verursachten Verletzungen der Isolations-Semantik muss das DBMS die betroffene **Transaktion abbrechen**.
    - Diskussion: Was bedeutet das für die betroffenen User?
  - Es gibt hier noch weitere SQL-Mechanismen (z.B. Table-Locking)
    - Siehe auch https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/sql-syntax-transactions.html

SQL / MySQL: Integrität

- **Problem bei spekulativer Parallelausführung**
  - Das DBMS soll möglichst viele Aktivitäten parallel ausführen
    - Es „weiß“ zu Beginn einer Nutzer-Transaktion aber nicht, auf was alles zugegriffen wird
  - Kollisionen werden erst spät (während der Transaktion) festgestellt
- **Idee: Vorher sagen, was man vor hat: Table Locking**



  - Das „`LOCK TABLES`“ *blockiert* (wartet), falls eine Tabelle gerade anderweitig gelockt ist.
    - Lesendes Locking kann parallel erfolgen, schreibendes Locking nicht.
  - Alle Table-Locks müssen auf einmal angefordert werden.
    - *Verständnisfrage: Was könnte sonst passieren?*

SQL / MySQL: Aktive Datenbankoperationen

Wir betrachten zuletzt noch einige **fortgeschrittene Konzepte** von SQL und DBMS

- **SQL ermöglicht es, mit Daten aktiv umzugehen:**
  - Mehr als nur einfaches INSERT, DELETE und UPDATE
    - ON UPDATE und ON DELETE ermöglicht kaskadierte Reaktionen auf Änderungen bei Fremdschlüsseln (s.o.)
    - **Trigger** ermöglichen kaskadierte Reaktionen auf *beliebige* Änderungen
    - **Stored Procedures** ermöglichen komplexe Abläufe im DBMS zu realisieren
  - Mehr als nur statische Daten in Tabellen:
    - **Views** bilden dynamisch berechnete Tabellen
    - **Stored Functions** berechnen dynamisch Daten
  - Dies verlagert einen Teil der Applikationslogik in das DBMS
    - **Vorteile**: Erweiterte Konsistenz-Garantien, Zugriffsschutz, Abstraktion
    - **Nachteile**: Abhängigkeit vom konkreten DBMS steigt, Komplexität im DBMS

SQL / MySQL: Aktive Datenbankoperationen

- **Views**
  - **Views** ermöglichen es, das Ergebnis eines SELECTs in der Datenbank wie eine reale Tabelle darzustellen
    - Beispiel: Professoren als Teilmenge aller Personen **(fiktives Schema)**

```
CREATE VIEW Professor AS
    SELECT * FROM Person WHERE Statusgruppe = 'PROF';
```

  - Auf die View kann z.B. mit SELECT zugegriffen werden

```
SELECT * FROM Professor
    WHERE Name = 'Urlauber';
```

```
SELECT * FROM Person
    WHERE Name = 'Urlauber'
    AND    Statusgruppe = 'PROF';
```

  - Views können (fast) beliebige SELECTS beinhalten
    - Z.B. Auch komplexe Queries mit Joins, berechneten Attributen, etc.

  - Siehe auch: https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/create-view.html

SQL / MySQL: Aktive Datenbankoperationen

- **Views**
  - Views sind nützlich, um ein **vereinfachtes Datenschema** bereit zu stellen
    - z.B. als **langlebige API** für Fremdprogramme
    - um frühere Tabellenstrukturen (für Legacy-Programme) zu simulieren
  - Es gibt auch Updatable Views und Insertable Views
    - Diese können per „UPDATE“ oder „INSERT“ beschrieben werden
    - Änderungen müssen auf die zugrundeliegenden Tabellen abgebildet werden
    - Dies hat oft eine hohe Komplexität
      - Beispiel: Insert in eine View, die nur einen Teil der Attribute bereithält
      - Beispiel: Insert in eine View, die einen Join darstellt
    - Dazu muss ggf. **benutzerdefinierter Code** im DBMS ausgeführt werden

SQL / MySQL: Aktive Datenbankoperationen

- **Stored Procedures / Functions (Stored Programs)**
  - Im DBMS kann benutzerdefinierter Code abgelegt werden
    - Beispiel (*Skizze*): Eine komplette Überweisung durchführen

```
CREATE PROCEDURE ueberweisung(kto_from INT, kto_to INT, sum FLOAT)
    BEGIN
    START TRANSACTION;
        UPDATE Konto SET saldo = saldo - sum WHERE nummer = kto_from;
        UPDATE Konto SET saldo = saldo + sum WHERE nummer = kto_to;
    COMMIT;
    END
```

  - Der Code wird vom DBMS ausgeführt
    - Durch **expliziten Aufruf** z.B. per CALL (Prozeduren)

```
CALL ueberweisung(123456, 738521, 100.00);
```

    - … oder z.B. durch SELECT (liefert Ergebnis von Funktionen)

```
SELECT passwort_test('mueller', 'geheim2345');
```

Bsp. dazu: s.u.

    - Aufruf auch durch **Trigger-Ereignisse**
  - Siehe auch: https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/create-procedure.html

SQL / MySQL: Aktive Datenbankoperationen

- **Stored Procedures / Functions (Stored Programs)**
  - Die Berechtigung zum Aufruf kann über das Rechtesystem gesteuert werden
  - Man brauch zum Aufruf aber nicht die unmittelbaren Zugriffsrechte auf die benutzten Tabellen
    - Dadurch kann man Teile der DB vor direktem Zugriff schützen
  - Beispiel: Überweisung
    - Ein Benutzer darf eine Überweisung tätigen (CALL ueberweisung())
    - Er darf aber nicht direkt das Attribut Konto.saldo ändern.

      → **Erweiterte Konsistenz** *(„Geld kann nicht verloren gehen oder entstehen“)*
  - Beispiel: Passwort-Test anhand Benutzer-Datenbank
    - Ein Benutzer (z.B. PHP-Script) darf ein konkretes Passwort auf Korrektheit testen (Vergleich mit Passwort (-Hash) in der DB)
    - Er darf aber nicht die (ggf. gehashten) Passwörter aus der DB lesen

      → **Sicherheit** *(das PHP-Script kennt nur das gerade zu testende Passwort)*

SQL / MySQL: Aktive Datenbankoperationen

- **Trigger**
  - Das DBMS kann aktiv auf Daten-Änderungen reagieren
    - Beispiel: Einen neuen Benutzer-Datensatz vor dem Einfügen vervollständigen (Zeitstempel anlegen, Passwort verschlüsseln)

```
CREATE TRIGGER creating_new_user
     BEFORE INSERT ON Accounts
     FOR EACH ROW
          BEGIN
               SET NEW.TimeStampCreated    = NOW(),
                    NEW.Password           = MD5(NEW.Password);
          END
```

  - Der Trigger-Body (BEGIN … END) wird ausgeführt ...
    - … vor („BEFORE“) oder nach („AFTER“) einem ...
    - … „INSERT“, „DELETE“ oder „UPDATE“ auf der angegeben Tabelle.
    - Mit „NEW“ und „OLD“ kann auf den neuen bzw. früheren Datensatz Bezug genommen werden
  - Siehe auch: https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/create-trigger.html

SQL / MySQL: Variablen

- **Variablen**
  - Zwischenergebnisse können in User-**Variablen** abgelegt werden
    - Variablen-Namen: @... , z.B. @age
    - Zuweisung: **SET** @var_name = expr , @var_name = expr , ...
    - Beispiel: **SET** @age = 22
  - Variablen können in allen Expressions verwendet werden
    - Beispiel: Ausgabe mit SELECT

```
SET @age = 22;
SELECT @age, @age+1;
+------+--------+
| @age | @age+1 |
+------+--------+
|   22 |     23 |
+------+--------+
```

SQL / MySQL: Variablen

- **Variablen**
  - Die Ergebnisse eines SELECTs können mit SELECT … INTO Variablen zugewiesen werden
    - Beispiel:

```
SELECT UserId, FirstName
     FROM Accounts WHERE LastName = 'Mayer'   LIMIT 1
          INTO @uid, @fn;
```

    - Select-Ergebnis darf nur ein einzelner Record sein (ggf. „LIMIT 1“)

- **Systemvariablen**
  - Systemvariablen steuern Eigenschaften der DB oder Session
    - Zuweisung: **SET** [GLOBAL | SESSION] system_var_name = expr
    - **Beispiel**: **SET** GLOBAL **sql_mode** = 'STRICT_ALL_TABLES';
      - Dies aktiviert eine **strikte Prüfung** von Parametern z.B. bei INSERT
      - Ist ein z.B. Wert zu lang für einen Attribut-Typ, so bewirkt dies einen Fehler)
      - Der Default bei MySQL ist, nur eine Warnung auszugeben (sql_mode = “)
      - Siehe auch https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/sql-mode.html

SQL / MySQL: Import, Export

- **CSV-Daten-Export**
  - CSV = *Comma Separated Values*, z.B. aus Tabellenkalkulation
  - Beispiel:

```
SELECT * FROM test
    INTO OUTFILE '/tmp/test.csv'
    FIELDS TERMINATED BY '\t' ENCLOSED BY '' ESCAPED BY '\\'
    LINES  TERMINATED BY '\n' STARTING BY '' ;
```

  - Siehe https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/select.html

- **CSV-Daten-Import**
  - Beispiel:

```
LOAD DATA INFILE '/tmp/test.csv'
INTO TABLE test
FIELDS TERMINATED BY '\t' ENCLOSED BY '' ESCAPED BY '\\'
LINES  TERMINATED BY '\n' STARTING BY '' ;
```

  - Siehe https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/load-data.html

SQL / MySQL: Import, Export

- **SQL-Datenbank-Export** (Backup)
  - Tool „mysqldump“ (auf Unix-Shell)

    ```
    # mysqldump db_name > backup-file.sql
    ```
  - Sichert komplettes Schema und Daten
    - Da das resultierende SQL-File die Datenbank später komplett neu aufbaut, ist es eine interessante Quelle um SQL zu lernen.
    - Mit Option „`--single-transaction`“ transaktionsgeschütztes Backup

- **CSV-Datenbank-Import** (Restore)
  - Tool „mysql“ (auf Unix-Shell)

    ```
    # mysql db_name < backup-file.sql
    ```