TEIL II: Dies und Das

Teil I: Grundlagen

- ER-Modell und relationales Datenmodell
- Umsetzung in ein Datenbankschema: `CREATE TABLE`
- Anfragen: `SELECT -- FROM -- WHERE`
- Arbeiten mit der Datenbank: `DELETE, UPDATE`

Teil II: Weiteres zum “normalen” SQL

- Änderungen des Datenbankschemas
- Referentielle Integrität
- View Updates
- Zugriffsrechte
- Optimierung

Teil III: Prozedurale Konzepte, OO, Einbettung

- PL/SQL: Prozeduren, Funktionen, Trigger
- Objektorientierung
- Embedded SQL, JDBC

Ändern von Schemaobjekten

- `CREATE`-Anweisung
- `ALTER`-Anweisung
- `DROP`-Anweisung

- `TABLE`
- `VIEW`
- `TYPE`
- `INDEX`
- `ROLE`
- `PROCEDURE`
- `TRIGGER`

⋮

Ändern von Tabellen

- ALTER TABLE
- Spalten und Bedingungen hinzufügen,
- bestehende Spaltendeklarationen verändern
- Bedingungen löschen, zeitweise außer Kraft setzen und wieder aktivieren.

```
ALTER TABLE <table>
  ADD (<add-clause>)
  MODIFY (<modify-clause>)
  DROP <drop-clause>
  ⋮
  DROP <drop-clause>
  DISABLE <disable-clause>
  ⋮
  DISABLE <disable-clause>
  ENABLE <enable-clause>
  ⋮
  ENABLE <enable-clause>;
```


Hinzufügen von Spalten zu einer Tabelle

```
ALTER TABLE <table>
  ADD (<col> <datatype> [DEFAULT <value>]
            [<colConstraint> ... <colConstraint>],
       ⋮
       <col> <datatype> [DEFAULT <value>]
            [<colConstraint> ... <colConstraint>],
       <add table constraints>...)
  MODIFY (<modify-clause>)
  DROP <drop-clause>
  ... ;
```

Neue Spalten werden mit NULL-Werten aufgefüllt.

Beispiel: Die Relation *economy* wird um eine Spalte *unemployment* erweitert:

```
ALTER TABLE Economy
  ADD (Unemployment NUMBER CHECK (Unemployment > 0));
```

Hinzufügen von Tabellenbedingungen

```
ALTER TABLE <table>
  ADD (<... add some columns ... >,
       <tableConstraint>,
       ⋮
       <tableConstraint>)
  MODIFY (<modify-clause>)
  DROP <drop-clause>
  ... ;
```

Hinzufügen einer Zusicherung, dass die Summe der Anteile von Industrie, Dienstleistung und Landwirtschaft am Bruttosozialprodukt maximal 100% ist:

```
ALTER TABLE Economy
  ADD (Unemployment NUMBER CHECK (Unemployment > 0),
       CHECK (Industry + Service + Agriculture <= 100));
```

- Soll eine Bedingung hinzugefügt werden, die im momentanen Zustand verletzt ist, erhält man eine Fehlermeldung.

```
ALTER TABLE City
  ADD (CONSTRAINT citypop CHECK (Population > 100000));
```


Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Spaltendefinitionen einer Tabelle ändern

- Spaltenbedingungen lassen sich nicht durch `ALTER TABLE ... ADD` hinzufügen.

```
ALTER TABLE <table>
  ADD (<add-clause>)
  MODIFY (<col> [<datatype>] [DEFAULT <value>]
          [<colConstraint> ... <colConstraint>],
          ⋮
          <col> [<datatype>] [DEFAULT <value>]
          [<colConstraint> ... <colConstraint>])
  DROP <drop-clause>
  ... ;
```

- als `<colConstraint>` sind nur `NULL` und `NOT NULL` erlaubt. Alle anderen Bedingungen müssen mit `ALTER TABLE ... ADD (<tableConstraint>)` hinzugefügt werden.

```
ALTER TABLE Country MODIFY (Capital NOT NULL);
ALTER TABLE encompasses
  ADD (PRIMARY KEY (Country,Continent));
ALTER TABLE Desert
  ADD (CONSTRAINT DesertArea CHECK (Area > 10));
```

- Fehlermeldung, falls eine Bedingung formuliert wird, die der aktuelle Datenbankzustand nicht erfüllt.

`ALTER TABLE ... DROP/DISABLE/ENABLE`

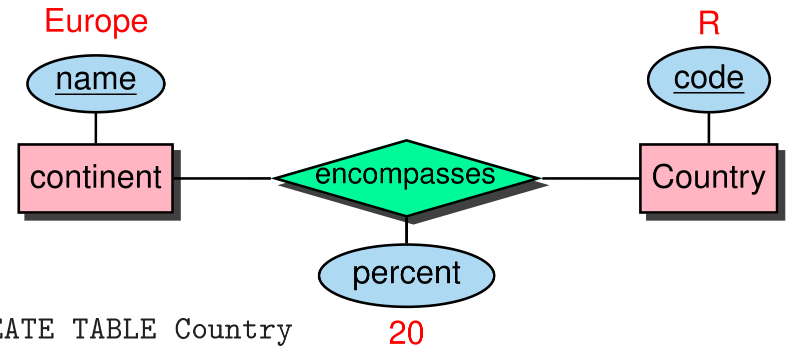
- (Integritäts)bedingungen an eine Tabelle
  - entfernen,
  - zeitweise außer Kraft setzen,
  - wieder aktivieren.

```
ALTER TABLE <table>
  ADD (<add-clause>)
  MODIFY (<modify-clause>)
  DROP    PRIMARY KEY [CASCADE] |
          UNIQUE (<column-list>) |
          CONSTRAINT <constraint>
  DISABLE PRIMARY KEY [CASCADE] |
          UNIQUE (<column-list>) |
          CONSTRAINT <constraint> | ALL TRIGGERS
  ENABLE  PRIMARY KEY |
          UNIQUE (<column-list>) |
          CONSTRAINT <constraint> | ALL TRIGGERS;
```

- `PRIMARY KEY` darf nicht gelöscht/disabled werden solange `REFERENCES`-Deklaration besteht.
- `DROP PRIMARY KEY CASCADE` löscht/disabled eventuelle `REFERENCES`-Deklarationen ebenfalls.
- `ENABLE`: kaskadierend disable'te Constraints müssen manuell reaktiviert werden.

Referentielle Integrität

Referentielle Integritätsbedingungen treten dort auf, wo bei der Umsetzung vom ER-Modell zum relationalen Modell Schlüsselattribute der beteiligten Entities in Beziehungstypen eingehen (Zusammenhang von Primär- und Fremdschlüsseln):




```
CREATE TABLE Country
 (Name     VARCHAR2(32),
  Code     VARCHAR2(4) PRIMARY KEY,
  ...);

CREATE TABLE Continent
 (Name     VARCHAR2(10) PRIMARY KEY,
  Area     NUMBER(2));

CREATE TABLE encompasses
 (Continent  VARCHAR2(10) REFERENCES Continent(Name),
  Country    VARCHAR2(4) REFERENCES Country(Code),
  Percentage NUMBER);
```

Referentielle Integrität

Country			
Name	Code	Capital	Province
Germany	D	Berlin	Berlin
United States	USA	Washington	Distr. Columbia
...	...	...	...

City		
Name	Country	Province
Berlin	D	Berlin
Washington	USA	Distr. Columbia
...	...	...

```
FOREIGN KEY (<attr-list>)
REFERENCES <table'> (<attr-list'>)
```

- (<attr-list'>) muss Candidate Key der referenzierten Tabelle sein.
- in ORACLE: Primary Key gefordert.

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Referentielle Integrität

- als Spaltenbedingung:

```
<attr> [CONSTRAINT <name>]
      REFERENCES <table'>(<attr'>)
```

```
CREATE TABLE City
(...
Country VARCHAR2(4)
       CONSTRAINT CityRefsCountry
       REFERENCES Country(Code) );
```

- als Tabellenbedingung:

```
[CONSTRAINT <name>]
  FOREIGN KEY (<attr-list>)
  REFERENCES <table'>(<attr-list'>)
```

```
CREATE TABLE Country
(...
CONSTRAINT CapitalRefsCity
  FOREIGN KEY (Capital,Code,Province)
  REFERENCES City(Name,Country,Province) );
```

Referentielle Aktionen

- bei Veränderungen am Inhalt einer Tabelle Aktionen ausführen, um die referentielle Integrität der Datenbasis zu erhalten
- Ist dies nicht möglich, so werden die gewünschten Operationen nicht ausgeführt, bzw. zurückgesetzt.

1. `INSERT` in die referenzierte Tabelle oder `DELETE` aus der referenzierenden Tabelle ist immer unkritisch:

```
INSERT INTO Country
  VALUES ('Lummerland,'LU',...);
DELETE FROM is_member ('D','EU');
```

2. Ein `INSERT` oder `UPDATE` in der referenzierenden Tabelle, darf keinen Fremdschlüsselwert erzeugen, der nicht in der referenzierten Tabelle existiert:

```
INSERT INTO City
  VALUES ('Karl-Marx-Stadt','DDR',...);
```

   Anderenfalls ist es unkritisch:

```
UPDATE City SET Country='A' WHERE Name='Munich';
```

3. `DELETE` und `UPDATE` bzgl. der referenzierten Tabelle: Anpassung der referenzierenden Tabelle durch *Referentielle Aktionen* sinnvoll:
   `UPDATE Country SET Code='UK' WHERE Code='GB';` oder
   `DELETE FROM Country WHERE Code='I';`

Referentielle Aktionen im SQL-2-Standard

`NO ACTION`:

Die Operation wird zunächst ausgeführt; Nach der Operation wird überprüft, ob "dangling references" entstanden sind und ggf. die Aktion zurückgenommen:

`DELETE FROM River;`

Untscheidung zwischen Referenz *River* - *River* und *located* - *River*!

`RESTRICT`:

Die Operation wird nur dann ausgeführt, wenn keine "dangling references" entstehen können:

`DELETE FROM Organization WHERE ...;`

Fehlermeldung, wenn eine Organisation gelöscht werden müsste, die Mitglieder besitzt.

`CASCADE`:

Die Operation wird ausgeführt. Die referenzierenden Tupel werden ebenfalls gelöscht bzw. geändert.

`UPDATE Country SET Code='UK' WHERE Code='GB';`

ändert überall:

Country: (United Kingdom,GB,...) $\leadsto$ (United Kingdom,UK,...)
Province:(Yorkshire,GB,...) $\leadsto$ (Yorkshire,UK,...)
City: (London,GB,Greater London,...) $\leadsto$ (London,UK,Greater London,...)

Referentielle Aktionen im SQL-2-Standard

SET DEFAULT:
: Die Operation wird ausgeführt und bei den referenzierenden Tupeln wird der entsprechende Fremdschlüsselwert auf die für die entsprechende Spalten festgelegten DEFAULT-Werte gesetzt (dafür muss dann wiederum ein entsprechendes Tupel in der referenzierten Relation existieren).

SET NULL:
: Die Operation wird ausgeführt und bei den referenzierenden Tupeln wird der entsprechende Fremdschlüsselwert durch NULL ersetzt (dazu müssen NULLs zulässig sein).

located: Stadt liegt an Fluss/See/Meer

located(Bremerhaven,Nds.,D,Weser,NULL,North Sea)

```
DELETE * FROM River WHERE Name='Weser';
```

located(Bremerhaven,Nds.,D,NULL,NULL,North Sea)

Referentielle Aktionen im SQL-2-Standard

Referentielle Integritätsbedingungen und Aktionen werden bei CREATE TABLE und ALTER TABLE als

<columnConstraint> (für einzelne Spalten)

```
<col> <datatype>
  CONSTRAINT <name>
  REFERENCES <table'> (<attr'>)
  [ ON DELETE {NO ACTION | RESTRICT | CASCADE |
              SET DEFAULT | SET NULL } ]
  [ ON UPDATE {NO ACTION | RESTRICT | CASCADE |
              SET DEFAULT | SET NULL } ]
```

oder <tableConstraint> (für mehrere Spalten)

```
CONSTRAINT <name>
  FOREIGN KEY (<attr-list>)
  REFERENCES <table'> (<attr-list'>)
  [ ON DELETE ...]
  [ ON UPDATE ...]
```

angegeben.

Referentielle Aktionen

Country			
Name	Code	Capital	Province
Germany	D	Berlin	Berlin
United States	USA	Washington	Distr. Columbia
...	...	...	...

CASCADE

NO ACTION

City		
Name	Country	Province
Berlin	D	Berlin
Washington	USA	Distr. Columbia
...	...	...

```
1.   DELETE FROM City WHERE Name='Berlin';

2.   DELETE FROM Country WHERE Name='Germany';
```


Referentielle Aktionen in ORACLE:

- ORACLE 9: nur `ON DELETE/UPDATE NO ACTION`, `ON DELETE CASCADE` und `ON DELETE SET NULL` implementiert.
- Wird `ON ...` nicht angegeben, wird `NO ACTION` als Default verwendet.
- `ON UPDATE CASCADE` fehlt, was beim Durchführen von Updates ziemlich lästig ist.
- Hat aber so seine Gründe ...

Syntax als `<columnConstraint>`:

```
CONSTRAINT <name>
  REFERENCES <table'> (<attr'>)
  [ON DELETE CASCADE|ON DELETE SET NULL]
```

Syntax als `<tableConstraint>`:

```
CONSTRAINT <name>
  FOREIGN KEY [ (<attr-list>)]
  REFERENCES <table'> (<attr-list'>)
  [ON DELETE CASCADE|ON DELETE SET NULL]
```

Referentielle Aktionen: `UPDATE` ohne `CASCADE`

Beispiel: Umbenennung eines Landes:

```
CREATE TABLE Country
  ( Name  VARCHAR2(32) NOT NULL UNIQUE,
    Code  VARCHAR2(4) PRIMARY KEY);
```

```
('United Kingdom','GB')
```

```
CREATE TABLE Province
  ( Name    VARCHAR2(32)
    Country VARCHAR2(4) CONSTRAINT ProvRefsCountry
                REFERENCES Country(Code));
```

```
('Yorkshire','GB')
```

Nun soll das Landeskürzel von 'GB' nach 'UK' geändert werden.

- `UPDATE Country SET Code='UK' WHERE Code='GB';`
  $\leadsto$ "dangling reference" des alten Tupels ('Yorkshire','GB').
- `UPDATE Province SET Code='UK' WHERE Code='GB';`
  $\leadsto$ "dangling reference" des neuen Tupels ('Yorkshire','UK').

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Referentielle Aktionen: `UPDATE` ohne `CASCADE`

- referentielle Integritätsbedingung außer Kraft setzen,
- die Updates vornehmen
- referentielle Integritätsbedingung reaktivieren

```
ALTER TABLE Province
  DISABLE CONSTRAINT ProvRefsCountry;

UPDATE Country
  SET Code='UK' WHERE Code='GB';

UPDATE Province
  SET Country='UK' WHERE Country='GB';

ALTER TABLE Province
  ENABLE CONSTRAINT ProvRefsCountry;
```

Referentielle Integritätsbedingungen

Man kann ein Constraint auch bei der Tabellendefinition mitdefinieren, und sofort disablen:

```
CREATE TABLE <table>
   ( <col> <datatype> [DEFAULT <value>]
          [<colConstraint> ... <colConstraint>],
     :
     <col> <datatype> [DEFAULT <value>]
          [<colConstraint> ... <colConstraint>],
     [<tableConstraint>],
     :
     [<tableConstraint>])
     DISABLE ...
     :
     DISABLE ...
     ENABLE ...
     :
     ENABLE ...;
```


Referentielle Aktionen: Zyklische Referenzen

Country

Name	Code	Capital	Province
Germany	D	Berlin	Berlin
United States	US	Washington	Distr.Col.
...	...	...	...

Province

Name	Country	Capital
Berlin	D	Berlin
Distr.Col.	US	Washington
...	...	...

City

Name	Country	Province
Berlin	D	B
Washington	USA	Distr.Col.
...	...	...

Referentielle Aktionen: Problematik `ON UPDATE`

Country			
Name	Code	Capital	Province
Germany	D	Berlin	Berlin
United States	US	Washington	Distr.Col.
...	...	...	...

CASCADE

SET NULL

Province		
Name	Country	Capital
Berlin	D	Berlin
Distr.Col.	US	Washington
...	...	...

CASCADE

City		
Name	Country	Province
Berlin	D	B
Washington	USA	Distr.Col.
...	...	...

```
DELETE FROM Country
  WHERE Code='D'
```


Referentielle Aktionen

Im allgemeinen Fall:

- Schon ein einzelnes Update bringt in Verbindung mit `ON DELETE/UPDATE SET NULL/SET DEFAULT` und `ON UPDATE CASCADE` Mehrdeutigkeiten, Widersprüche etc.
- Aufgrund von SQL-Triggern induziert ein User-Update häufig mehrere Datenbank-Updates,
- nichttriviale Entscheidung, welche Updates getriggert werden sollen,
- im Fall von Inkonsistenzen Analyse der Ursache sowie maximal zulässiger Teilmengen der User-Requests,
- Stabile Modelle, exponentieller Aufwand.

... siehe dbis-Webseiten

Views

- Kombination mit der Vergabe von Zugriffsrechten (später)
- Darstellung des realen Datenbestand für Benutzer in einer veränderten Form.

View Updates

- müssen auf Updates der Basisrelation(en) abgebildet werden,
- nicht immer möglich.
- Tabelle `USER_UPDATABLE_COLUMNS` im Data Dictionary:

```
CREATE VIEW <name> AS ...
```

```
SELECT * FROM USER_UPDATABLE_COLUMNS
WHERE Table_Name = '<NAME>';
```


View Updates

- abgeleitete Werte können nicht verändert werden:

Beispiel:

```
CREATE OR REPLACE VIEW temp AS
SELECT Name, Code, Area, Population,
       Population/Area AS Density
FROM Country;
```

```
SELECT * FROM USER_UPDATABLE_COLUMNS
WHERE Table_Name = 'TEMP';
```

Table_Name	Column_Name	UPD	INS	DEL
temp	Name	yes	yes	yes
temp	Code	yes	yes	yes
temp	Area	yes	yes	yes
temp	Population	yes	yes	yes
temp	Density	no	no	no

```
INSERT INTO temp (Name, Code, Area, Population)
    VALUES ('Lummerland','LU',1,4)
SELECT * FROM temp where Code = 'LU';
```

- analog für Werte die als Ergebnis von Aggregatfunktionen berechnet werden (`COUNT`, `AVG`, `MAX`, ...)

View Updates

Beispiel:

```
CREATE VIEW CityCountry (City, Country) AS
   SELECT City.Name, Country.Name
   FROM City, Country
   WHERE City.Country = Country.Code;
```

```
SELECT * FROM USER_UPDATABLE_COLUMNS
WHERE Table_Name = 'CITYCOUNTRY';
```

Table_Name	Column_Name	UPD	INS	DEL
CityCountry	City	yes	yes	yes
CityCountry	Country	no	no	no

- Städte(namen) können verändert werden:
  direkte Abbildung auf *City*:

```
UPDATE CityCountry
SET City = 'Wien'
WHERE City = 'Vienna';
```

```
SELECT * FROM City WHERE Country = 'A';
```

Name	Country	Province	...
Wien	A	Vienna	...
⋮	⋮	⋮	⋮

View Updates

Beispiel:

- *Country* darf nicht verändert werden:

City	Country
Berlin	Germany
Freiburg	Germany

Umsetzung auf Basistabelle wäre nicht eindeutig:

```
UPDATE CityCountry
SET Country = 'Poland'
WHERE City = 'Berlin';
```

```
UPDATE CityCountry
SET Country = 'Deutschland'
WHERE Country = 'Germany';
```

```
DELETE FROM CityCountry
WHERE City = 'Berlin';
```

```
DELETE FROM CityCountry
WHERE Country = 'Germany';
```

View Updates

- ORACLE: Zulässigkeitsentscheidung durch Heuristiken
- basieren nur auf Schemainformation,
- nicht auf *aktuellem* Datenbankzustand !
- Schlüsseleigenschaften wichtig.
- Schlüssel einer Basistabelle = Schlüssel des Views: Abbildung möglich.
- Schlüssel einer Basistabelle $\supseteq$ ein Schlüssel des Views: Umsetzung möglich.
  (Eventuell mehrere Tupel der Basistabelle betroffen).
- Schlüssel einer Basistabelle überdeckt keinen Schlüssel des Views: i.a. keine Umsetzung möglich (siehe Aufgaben).

View Updates

Beispiel:

```
CREATE OR REPLACE VIEW temp AS
SELECT country, population
FROM Province A
WHERE population = (SELECT MAX(population)
                    FROM Province B
                    WHERE A.Country = B.Country);

SELECT * FROM temp WHERE Country = 'D';
```

Country	Name	Population
D	Nordrhein-Westfalen	17816079

```
UPDATE temp
SET population = 0 where Country = 'D';
SELECT * FROM Province WHERE Name = 'D';
```

Ergebnis: die Bevölkerung der bevölkerungsreichsten Provinz Deutschlands wird auf 0 gesetzt. Damit ändert sich auch das View !

```
SELECT * FROM temp WHERE Country = 'D';
```

Country	Name	Population
D	Bayern	11921944

View Updates

- Tupel können durch Update aus dem Wertebereich des Views hinausfallen.
- Views häufig verwendet, um den “Aktionsradius” eines Benutzers einzuschränken.
- Verlassen des Wertebereichs kann durch `WITH CHECK OPTION` verhindert werden:

Beispiel

```
CREATE OR REPLACE VIEW UScities AS
SELECT *
FROM City
WHERE Country = 'USA'
WITH CHECK OPTION;

UPDATE UScities
SET Country = 'D' WHERE Name = 'Miami';
```

```
FEHLER in Zeile 1:
ORA-01402: Verletzung der WHERE-Klausel
           einer View WITH CHECK OPTION
```

Es ist übrigens erlaubt, Tupel aus dem View zu *löschen*.

Materialized Views

- Views werden bei jeder Anfrage neu berechnet.

\+ repräsentieren immer den aktuellen Datenbankzustand.

\- zeitaufwendig, ineffizient bei wenig veränderlichen Daten

⇒ *Materialized Views*

- werden bei der Definition berechnet und
- bei jeder Datenänderung automatisch aktualisiert (u.a. durch *Trigger*).
- ⇒ Problem der *View Maintenance*.