Syntactic Sugar: Join

- bisher: SELECT ... FROM ... WHERE <(join-)conditions>
- abkürzend:
  SELECT ... FROM <joined-tables-spec>
  WHERE <conditions>

mit <joined-tables-spec>:

- kartesisches Produkt:

```
SELECT ...
FROM <table_1> CROSS JOIN <table_2>
WHERE ...
```

- natürliches Join (über alle gemeinsamen Spaltennamen):

```
SELECT ...
FROM <table_1> NATURAL JOIN <table_2>
WHERE ...
```

  Beispiel: Alle Paare (Fluss, See), die in derselben Provinz liegen:

```
SELECT country, province, river, lake
FROM geo_river NATURAL JOIN geo_lake;
```

  geht auch mit mehr als zwei Relationen:

```
SELECT country, province, river, lake, sea
FROM geo_river NATURAL JOIN geo_lake
               NATURAL JOIN geo_sea;
```


Syntactic Sugar: Join (Cont'd)

- inneres Join mit Angabe der Join-Bedingungen:
  SELECT ...
  FROM <table_1> [INNER] JOIN <table_2>
  ON <conditions>
  WHERE <more conditions>

```
SELECT code, y.name
FROM country x JOIN city y
  ON x.capital=y.name AND x.code=y.country AND
     y.province = y.province AND
     x.population < 4 * y.population;
```

  kein wesentlicher Vorteil gegenüber SFW.
  Mehr als zwei Relationen sind hier nicht erlaubt, z.B.
  ... FROM country x JOIN city y JOIN organization z ...

- äußeres Join:
  SELECT ...
  FROM <table_1>
  [LEFT | RIGHT | FULL] OUTER JOIN <table_2>
  ON <conditions>
  WHERE <more conditions>

```
SELECT r.name, l.name
FROM  river r FULL OUTER JOIN lake l
  ON r.lake = l.name;
```

  deutlich kürzer und klarer als SFW mit UNION um das Outer Join zu umschreiben.

REKURSIVE ANFRAGEN: CONNECT BY

- Rekursion/Iteration in der relationalen Algebra nicht möglich
- für transitive Hülle und Durchlaufen von Eltern-Kind-Relationen benötigt

SQL: CONNECT BY

- mehrfaches Join einer Relation mit sich selbst: $R \bowtie [\textit{Bedingung}]R \ldots \bowtie [\textit{Bedingung}]R \bowtie [\textit{Bedingung}]R$
- z.B. für R = borders oder R = river[name,river]

```
SELECT ...
FROM <relation>
START WITH <initial-condition>
CONNECT BY [ NOCYCLE ] <recurse-condition>
```

- <relation> kann eine Tabelle, ein View, oder eine Subquery sein,
- <initial-condition> ist eine Bedingung, die das oder die Anfangstupel auswählt,
- <recurse-condition> spezifiziert die Join-Bedingung zwischen Eltern- und Kindtupel, PRIOR, um Bezug zum "Elterntupel" zu nehmen,
- LEVEL: Pseudospalte, die für jedes Tupel die Rekursionsebene angibt

CONNECT BY: BEISPIEL

Transitive Hülle von River mit der Vorschrift:

River $R_1 \bowtie [R_1.\text{name} = R_2.\text{river}]$ River R_2

- Alle Flüsse, die in den Zaire fliessen:

```
SELECT level, name AS Flussname, length
FROM river
START WITH name = 'Zaire'
CONNECT BY   PRIOR name = river;
```

Level	Name	Länge
1	Zaire	4374
:	:	:
2	Kwa	100
3	Cuango	1100
:	:	:
3	Fimi	200
4	Lukenie	900
:	:	:

Das Ergebnis ist eine Relation, die man natürlich auch wieder als Subquery irgendwo einsetzen kann.

Hinweis: hier fehlen Flüsse, die über einen See in den Zaire fliessen (Aufgabe).

Kapitel 4
Schema-Definition

- das Datenbankschema umfasst alle Informationen über die Struktur der Datenbank,
- Tabellen, Views, Constraints, Indexe, Cluster, Trigger ...
- objektrelationale DB: Datentypen, ggf. Methoden
- wird mit Hilfe der DDL (Data Definition Language) manipuliert,
- `CREATE`, `ALTER` und `DROP` von Schemaobjekten,
- Vergabe von Zugriffsrechten: `GRANT`.

ERZEUGEN VON TABELLEN

```
CREATE TABLE <table>
  (<col> <datatype>,
    ⋮
   <col> <datatype>)
```

`CHAR`(n): Zeichenkette fester Länge n.

`VARCHAR2`(n): Zeichenkette variabler Länge $\leq n$.
  ||: Konkatenation von Strings.

`NUMBER`: Zahlen. Auf `NUMBER` sind die üblichen Operatoren $+$, $-$, $*$ und $/$ sowie die Vergleiche $=$, $>$, $>=$, $<=$ und $<$ erlaubt. Außerdem gibt es `BETWEEN x AND y`. Ungleichheit: $!=$, $\wedge=$, $\neg=$ oder $<>$.

`DATE`: Datum und Zeiten: Jahrhundert – Jahr – Monat – Tag – Stunde – Minute – Sekunde. U.a. wird auch Arithmetik für solche Daten angeboten.

weitere Datentypen findet man im Manual.

Andere DBMS verwenden in der Regel andere Namen für dieselben oder ähnliche Datentypen!

TABELLENDEFINITION

Das folgende SQL-Statement erzeugt z.B. die Relation *City* (noch ohne Integritätsbedingungen):

```
CREATE TABLE City
      ( Name          VARCHAR2(35),
        Country       VARCHAR2(4),
        Province      VARCHAR2(35),
        Population    NUMBER,
        Longitude     NUMBER,
        Latitude      NUMBER );
```

Die so erzeugten Tabellen- und Spaltennamen sind case-insensitive.

Randbemerkung: case-sensitive Spaltennamen

Falls man case-sensitive Spaltennamen benötigt, kann man dies mit doppelten Anführungszeichen erreichen:

```
CREATE TABLE "Bla"
 ("a" NUMBER,
  "A" NUMBER);
desc "Bla";
insert into "Bla" values(1,2);
select "a" from "Bla";    ->  1
select "A" from "Bla";    ->  2
select a from "Bla";      ->  2(!)
```


TABELLENDEFINITION: CONSTRAINTS

Mit den Tabellendefinitionen können Eigenschaften und Bedingungen an die jeweiligen Attributwerte formuliert werden.

- Bedingungen an ein einzelnes oder mehrere Attribute:
- Wertebereichseinschränkungen,
- Angabe von Default-Werten,
- Forderung, dass ein Wert angegeben werden muss,
- Angabe von Schlüsselbedingungen,
- Prädikate an Tupel.

```
CREATE TABLE <table>
  (<col> <datatype> [DEFAULT <value>]
        [<colConstraint> ... <colConstraint>],
  ⋮
  <col> <datatype> [DEFAULT <value>]
        [<colConstraint> ... <colConstraint>],
  [<tableConstraint>,]
  ⋮
  [<tableConstraint>])
```

- <colConstraint> betrifft nur *eine* Spalte,
- <tableConstraint> kann mehrere Spalten betreffen.

Tabellendefinition: Default-Werte

DEFAULT <value>

Ein Mitgliedsland einer Organisation wird als volles Mitglied angenommen, wenn nichts anderes bekannt ist:

```
CREATE TABLE isMember
      ( Country       VARCHAR2(4),
        Organization  VARCHAR2(12),
        Type          VARCHAR2(35)
                      DEFAULT 'member')

INSERT INTO isMember VALUES
    ('CH', 'EU', 'membership applicant');
INSERT INTO isMember (Land, Organization)
    VALUES ('R', 'EU');
```

Country	Organization	Type
CH	EU	membership applicant
R	EU	member
⋮	⋮	⋮

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Tabellendefinition: Constraints

Zwei Arten von Bedingungen:

- Eine Spaltenbedingung <colConstraint> ist eine Bedingung, die nur *eine* Spalte betrifft (zu der sie definiert wird)
- Eine Tabellenbedingung <tableConstraint> kann mehrere Spalten betreffen.

Jedes <colConstraint> bzw. <tableConstraint> ist von der Form

```
[CONSTRAINT <name>] <bedingung>
```

TABELLENDEFINITION: BEDINGUNGEN (ÜBERBLICK)

Syntax:

```
[CONSTRAINT <name>] <bedingung>
```

Schlüsselwörter in `<bedingung>`:

1. `CHECK (<condition>)`: Keine Zeile darf `<condition>` verletzen. `NULL`-Werte ergeben dabei ggf. ein *unknown*, also *keine Bedingungsverletzung*.
2. `[NOT] NULL`: Gibt an, ob die entsprechende Spalte Nullwerte enthalten darf (nur als `<colConstraint>`).
3. `UNIQUE (<column-list>)`: Fordert, dass jeder Wert nur einmal auftreten darf.
4. `PRIMARY KEY (<column-list>)`: Deklariert die angegebenen Spalten als Primärschlüssel der Tabelle.
5. `FOREIGN KEY (<column-list>) REFERENCES <table>(<column-list2>) [ON DELETE CASCADE|ON DELETE SET NULL]`:
   gibt an, dass eine Menge von Attributen Fremdschlüssel ist.

TABELLENDEFINITION: SYNTAX

```
[CONSTRAINT <name>] <bedingung>
```

Dabei ist `CONSTRAINT <name>` optional (ggf. Zuordnung eines systeminternen Namens).

- `<name>` wird bei `NULL`-, `UNIQUE`-, `CHECK`- und `REFERENCES`-Constraints benötigt, wenn das Constraint irgendwann einmal geändert oder gelöscht werden soll,
- `PRIMARY KEY` kann man ohne Namensnennung löschen und ändern.

Da bei einem `<colConstraint>` die Spalte implizit bekannt ist, fällt der `(<column-list>)` Teil weg.

TABELLENDEFINITION: CHECK CONSTRAINTS

- als Spaltenconstraints: Wertebereichseinschränkung

```
CREATE TABLE City
 ( Name VARCHAR2(35),
   Population NUMBER CONSTRAINT CityPop
     CHECK (Population >= 0),
   ...);
```

- Als Tabellenconstraints: beliebig komplizierte Integritätsbedingungen an ein Tupel.

TABELLENDEFINITION: PRIMARY KEY, UNIQUE UND NULL

- `PRIMARY KEY (<column-list>)`: Deklariert diese Spalten als Primärschlüssel der Tabelle.
- Damit entspricht `PRIMARY KEY` der Kombination aus `UNIQUE` und `NOT NULL`.
- `UNIQUE` wird von `NULL`-Werten *nicht* unbedingt verletzt, während `PRIMARY KEY` `NULL`-Werte *verbietet*.

Eins	Zwei
a	b
a	NULL
NULL	b
NULL	NULL

erfüllt `UNIQUE (Eins,Zwei)`.

- Da auf jeder Tabelle nur ein `PRIMARY KEY` definiert werden darf, wird `NOT NULL` und `UNIQUE` für Candidate Keys eingesetzt.

Relation *Country*: Code ist `PRIMARY KEY`, Name ist Candidate Key:

```
CREATE TABLE Country
 ( Name        VARCHAR2(35) NOT NULL UNIQUE,
   Code        VARCHAR2(4) PRIMARY KEY);
```

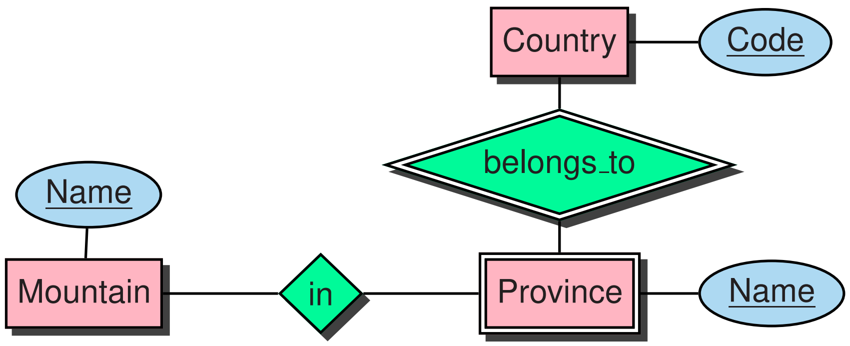
TABELLENDEFINITION: FOREIGN KEY ...REFERENCES

- FOREIGN KEY (<column-list>) REFERENCES <table>(<column-list2>) [ON DELETE CASCADE|ON DELETE SET NULL]: gibt an, dass das Attributtupel <column-list> der Tabelle ein Fremdschlüssel ist und das Attributtupel <column-list2> der Tabelle <table> referenziert.
- Das referenzierte Attributtupel <table>(<column-list2>) muss ein *Candidate Key* von <table> sein.
- Eine REFERENCES-Bedingung wird durch NULL-Werte nicht verletzt.
- ON DELETE CASCADE|ON DELETE SET NULL: Referentielle Aktion (später).

```
CREATE TABLE isMember
  (Country        VARCHAR2(4)
        REFERENCES Country(Code),
   Organization   VARCHAR2(12)
        REFERENCES Organization(Abbreviation),
   Type           VARCHAR2(35) DEFAULT 'member');
```


TABELLENDEFINITION: FREMDSCHLÜSSEL

Ein Berg liegt in einer Provinz eines Landes:




```
CREATE TABLE geo_Mountain
  ( Mountain VARCHAR2(35)
                 REFERENCES Mountain(Name),
    Country VARCHAR2(4) ,
    Province VARCHAR2(35) ,
    CONSTRAINT GMountRefsProv
                 FOREIGN KEY (Country,Province)
                 REFERENCES Province (Country,Name));
```

TABELLENDEFINITION

Vollständige Definition der Relation *City* mit Bedingungen und Schlüsseldeklaration:

```
CREATE TABLE City
 ( Name VARCHAR2(35),
   Country VARCHAR2(4)
     REFERENCES Country(Code),
   Province VARCHAR2(35),     -- + <tableConstraint>
   Population NUMBER CONSTRAINT CityPop
     CHECK (Population >= 0),
   Longitude NUMBER CONSTRAINT CityLong
     CHECK ((Longitude > -180) AND (Longitude <= 180)),
   Latitude NUMBER CONSTRAINT CityLat
     CHECK ((Latitude >= -90) AND (Latitude <= 90)),
   CONSTRAINT CityKey
     PRIMARY KEY (Name, Country, Province),
   FOREIGN KEY (Country,Province)
     REFERENCES Province (Country,Name));
```

- Wenn eine Tabelle mit einer Spalte, die eine `REFERENCES` `<table>(<column-list>)`-Klausel enthält, erstellt wird, muss `<table>` bereits definiert und `<column-list>` dort als `PRIMARY KEY` deklariert sein.

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

VIEWS (=SICHTEN)

- Virtuelle Tabellen
- nicht zum Zeitpunkt ihrer Definition berechnet, sondern
- jedesmal berechnet, wenn auf sie zugegriffen wird.
- spiegeln also stets den aktuellen Zustand der ihnen zugrundeliegenden Relationen wieder.
- Änderungsoperationen nur in eingeschränktem Umfang möglich.

```
CREATE [OR REPLACE] VIEW <name> (<column-list>) AS
<select-clause>;
```

Beispiel: Ein Benutzer benötigt häufig die Information, welche Stadt in welchem Land liegt, ist jedoch weder an Landeskürzeln noch Einwohnerzahlen interessiert.

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

Wenn der Benutzer nun nach allen Städten in Kamerun sucht, so kann er die folgende Anfrage stellen:

```
SELECT *
FROM CityCountry
WHERE Country = 'Cameroon';
```

Löschen von Tabellen und Views

- Tabellen bzw. Views werden mit `DROP TABLE` bzw. `DROP VIEW` gelöscht:

```
DROP TABLE <table-name> [CASCADE CONSTRAINTS];
DROP VIEW <view-name>;
```

- Tabellen müssen nicht leer sein, wenn sie gelöscht werden sollen.
- Eine Tabelle, auf die noch eine `REFERENCES`-Deklaration zeigt, kann mit dem einfachen `DROP TABLE`-Befehl nicht gelöscht werden.
- Mit `DROP TABLE <table> CASCADE CONSTRAINTS` wird eine Tabelle mit allen auf sie zeigenden referentiellen Integritätsbedingungen gelöscht und die referenzierenden Tupel werden entfernt.

Ändern von Tabellen und Views

später.

Kapitel 5
Einfügen und Ändern von Daten

- Einfügen (in existierende Tabellen):
  - Tupel (als Konstanten)
  - Mengen (Ergebnisse von Anfragen)
- Ändern: Einfache Erweiterung des SELECT-FROM-WHERE-Statements.

5.1 Einfügen von Daten

- `INSERT`-Statement.
- Daten einzeln von Hand einfügen,

```
INSERT INTO <table>[(<column-list>)]
VALUES (<value-list>);
```

- Ergebnis einer Anfrage einfügen:

```
INSERT INTO <table>[(<column-list>)]
<subquery>;
```

- Rest wird ggf. mit Nullwerten aufgefüllt.

So kann man z.B. das folgende Tupel einfügen:

```
INSERT INTO Country (Name, Code, Population)
VALUES ('Lummerland', 'LU', 4);
```

Eine Tabelle *Metropolis (Name, Country, Population)* kann man z.B. mit dem folgenden Statement füllen:

```
INSERT INTO Metropolis
SELECT Name, Country, Population
FROM City
WHERE Population > 1000000;
```

Es geht auch noch kompakter (implizite Tabellendefinition):

```
CREATE TABLE Metropolis AS
SELECT Name, Country, Population
FROM City WHERE Population > 1000000;
```


5.2 Löschen von Daten

Tupel können mit Hilfe der `DELETE`-Klausel aus Relationen gelöscht werden:

```
DELETE FROM <table>
WHERE <predicate>;
```

Dabei gilt für die `WHERE`-Klausel das für `SELECT` gesagte.

Mit einer leeren `WHERE`-Bedingung kann man z.B. eine ganze Tabelle abräumen (die Tabelle bleibt bestehen, sie kann mit `DROP TABLE` entfernt werden):

```
DELETE FROM City;
```

Der folgende Befehl löscht sämtliche Städte, deren Einwohnerzahl kleiner als 50.000 ist.

```
DELETE FROM City
WHERE Population < 50000;
```

5.3 Ändern von Tupeln

```
UPDATE <table>
SET <attribute> = <value> | (<subquery>),
                      :
    <attribute> = <value> | (<subquery>),
    (<attribute-list>) = (<subquery>),
                      :
    (<attribute-list>) = (<subquery>)
WHERE <predicate>;
```

Beispiel:

```
UPDATE City
SET Name = 'Leningrad',
    Population = Population + 1000,
    Longitude = NULL
WHERE Name = 'Sankt Peterburg';
```

Beispiel: Die Einwohnerzahl jedes Landes wird als die Summe der Einwohnerzahlen aller Provinzen gesetzt:

```
UPDATE Country
SET Population = (SELECT SUM(Population)
                  FROM Province
                  WHERE Province.Country=Country.Code);
```


5.4 Referentielle Integrität – A First Look

- Wenn eine Tabelle mit einer Spalte, die eine `REFERENCES <table>(<column-list>)`-Klausel enthält, erstellt wird, muss `<table>` bereits definiert und `<column-list>` dort ein *Candidate Key* sein.
- Beim Einfügen von Daten müssen die jeweiligen referenzierten Tupel bereits vorhanden sein.
- Beim Löschen oder Verändern eines referenzierten Tupels muss die referentielle Integrität erhalten bleiben.
- Eine Tabelle, auf die noch eine `REFERENCES`-Deklaration zeigt, wird mit `DROP TABLE <table> CASCADE CONSTRAINTS` gelöscht.

5.5 Transaktionen in ORACLE

Beginn einer Transaktion

```
SET TRANSACTION READ [ONLY | WRITE];
```

Sicherungspunkte setzen

Für eine längere Transaktion können zwischendurch Sicherungspunkte gesetzt werden:

```
SAVEPOINT <savepoint>;
```

Ende einer Transaktion

- `COMMIT`-Anweisung, macht alle Änderungen persistent,
- `ROLLBACK [TO <savepoint>]` nimmt alle Änderungen [bis zu `<savepoint>`] zurück,
- DDL-Anweisung (z.B. `CREATE`, `DROP`, `RENAME`, `ALTER`),
- Benutzer meldet sich von ORACLE ab,
- Abbruch eines Benutzerprozesses.

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Kapitel 6
Spezialisierte Datentypen

- (einfache) Built-In-Typen: Zeitangaben
- Möglichkeit, zusammengesetzte Datentypen selber zu definieren
  (z.B. Geo-Koordinaten aus Länge, Breite) [seit Oracle 8i/1997]
- Verlassen der 1. Normalform: Mengenwertige Einträge – Geschachtelte Tabellen [seit Oracle 8i/8.1.5/1997]
- selbstdefinierte Objekttypen (Siehe Folie 219)
  - Objekte an Stelle von Tupeln und Attributwerten
  - mit Objektmethoden
  - basierend auf PL-SQL [seit Oracle 8.0/1997/1998]
  - mit Java-Methoden [seit Oracle 8i/8.1.5/1999]
  - Objekttypen basierend auf Java-Klassen, Vererbung [seit Oracle 9i/2001]
- Built-In-Typen mit festem Verhalten
  - XMLType (siehe Folie 353) [seit Oracle 9i-2/2002]
  - Ergänzungen durch “DataBlades”, “Extensions” (Spatial Data (seit Oracle 8i/8.1.5) etc.)

6.1 Datums- und Zeitangaben

Der Datentyp `DATE` speichert Jahrhundert, Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute und Sekunde.

- Eingabe-Format mit `NLS_DATE_FORMAT` setzen,
- Default: `'DD-MON-YY'` eingestellt, d.h. z.B. `'20-Oct-97'`.

```
CREATE TABLE Politics
  ( Country VARCHAR2(4),
    Independence DATE,
    Government VARCHAR2(120));

ALTER SESSION SET NLS_DATE_FORMAT = 'DD MM YYYY';

INSERT INTO politics VALUES
  ('B','04 10 1830','constitutional monarchy');
```

Alle Länder, die zwischen 1200 und 1600 gegründet wurden:

```
SELECT Country, Independence
FROM Politics
WHERE Independence BETWEEN
'01 01 1200' AND '31 12 1599';
```

Country	Independence
MC	01 01 1419
NL	01 01 1579
E	01 01 1492
THA	01 01 1238

Verwendung von Zeitangaben

- `SYSDATE` liefert das aktuelle Datum.

```
ALTER SESSION SET NLS_DATE_FORMAT = "hh:mi:ss";
SELECT SYSDATE FROM DUAL;
```

SYSDATE
10:50:43

- Funktion

```
EXTRACT (
     { YEAR | MONTH | DAY | HOUR | MINUTE | SECOND }
   | { TIMEZONE_HOUR | TIMEZONE_MINUTE }
   | { TIMEZONE_REGION | TIMEZONE_ABBR }
FROM { datevalue | intervalvalue } )
```

Beispiel: Alle Länder, die zwischen 1988 und 1992 gegründet wurden:

```
SELECT Country, EXTRACT(MONTH FROM Independence),
       EXTRACT(YEAR FROM Independence)
FROM Politics
WHERE EXTRACT(YEAR FROM Independence)
      BETWEEN 1988 AND 1992;
```

Country	EXTR...	EXTR...
MK	9	1991
SLO	6	1991
:	:	:

Rechnen mit Datumswerten

ORACLE bietet einige Funktionen um mit dem Datentyp `DATE` zu arbeiten:

- Addition und Subtraktion von Absolutwerten auf `DATE` ist erlaubt, Zahlen werden als Tage interpretiert: `SYSDATE` $+ 1$ ist morgen, `SYSDATE` $+ (10/1440)$ ist "in zehn Minuten".
- `ADD_MONTHS`(d, n) addiert n Monate zu einem Datum d.
- `LAST_DAY`(d) ergibt den letzten Tag des in d angegebenen Monats.
- `MONTHS_BETWEEN`(d_1,d_2) gibt an, wieviele Monate zwischen zwei Daten liegen.

```
SELECT MONTHS_BETWEEN(LAST_DAY(D1), LAST_DAY(D2))
FROM (SELECT independence as D1 FROM politics
       WHERE country='R'),
     (SELECT independence as D2 FROM politics
       WHERE country='UA');
```

MONTHS_BETWEEN(...)
-4

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Formattoleranz

- NLS_date_format ist verbindlich für das Ausgabeformat
- für das Eingabeformat wendet Oracle zusaetzlich Heuristiken an:

```
ALTER SESSION SET NLS_DATE_FORMAT = 'DD MM YYYY';
-- die folgenden beiden werden erkannt:
SELECT to_char(to_date('24.12.2002')) FROM dual;
SELECT to_char(to_date('24 JUN 2002')) FROM dual;
-- das wird nicht erkannt:
SELECT to_char(to_date('JUN 24 2002')) FROM dual;
-- ORA-01858: a non-numeric character was found
-- where a numeric was expected

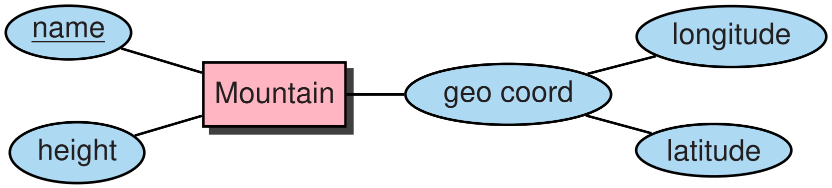
ALTER SESSION SET NLS_DATE_FORMAT = 'MON DD YYYY';
SELECT to_char(to_date('JUN 24 2002')) FROM dual;
```

Explizite Formatvorgabe im Einzelfall

```
ALTER SESSION SET NLS_DATE_FORMAT = 'DD MM YYYY';
SELECT to_char(to_date('JUN 24 2002','MON DD YYYY'))
FROM dual;
-- 24 06 2002
SELECT to_char(to_date('JUN 24 2002','MON DD YYYY'),
               'MM/DD-YYYY')
FROM dual;
-- 06/24-2002
```

6.2 Zusammengesetzte Datentypen

- "First Normal Form": nur atomare Werte
- Erweiterung I: Strukturierte Werte



Neue Klasse von Schemaobjekten: `CREATE TYPE`

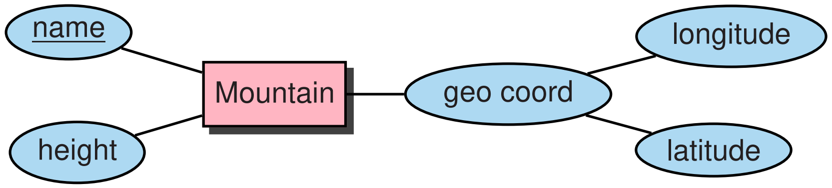
```
• CREATE [OR REPLACE] TYPE <name> AS OBJECT
    (<attr> <datatype>,
      ⋮
     <attr> <datatype>);
```

- Bei "echten" Objekten kommt noch ein `CREATE TYPE BODY ...` dazu, in dem die Methoden in PL/SQL definiert werden ... später.

  Ohne Body bekommt man einfache komplexe Datentypen (ähnlich wie *Records*).

Zusammengesetzte Datentypen

Geographische Koordinaten:




```
CREATE TYPE GeoCoord AS OBJECT
  ( Longitude NUMBER,
    Latitude  NUMBER);
/

CREATE TABLE Mountain
      ( Name          VARCHAR2(35),
        Height        NUMBER,
        Coordinates   GeoCoord);
```

`CREATE TYPE <type> AS OBJECT (...)`
definiert automatisch eine *Konstruktormethode* `<type>`:

```
INSERT INTO Mountain
  VALUES ('Feldberg', 1493, GeoCoord(7.5,47.5));
```

```
SELECT * FROM Mountain;
```

Name	**Height**	**Coordinates(Longitude, Latitude)**
Feldberg	1493	GeoCoord(7.5,47.5)

Zusammengesetzte Datentypen

Zugriff auf einzelne Komponenten von komplexen Attributen in der bei Records üblichen *dot*-Notation.
Hierbei muss der Pfad mit dem Alias einer Relation beginnen (Eindeutigkeit!):

```
SELECT Name, B.Coordinates.Longitude,
       B.Coordinates.Latitude
FROM Mountain B;
```

Name	Coordinates.Longitude	Coordinates.Latitude
Feldberg	7.5	47.5

Constraints in zusammengesetzten Datentypen:

```
CREATE TABLE Mountain
  (Name          VARCHAR2(35),
   Height        NUMBER,
   Coordinates   GeoCoord,
CHECK ((Coordinates.Longitude > -180) AND
  (Coordinates.Longitude <= 180)),
CHECK ((Coordinates.Latitude >= -90) AND
  (Coordinates.Latitude <= 90)));
```


6.3 Collections

- “First Normal Form”: nur atomare Werte
- Erweiterung II: Collections:
  Wert eines Attributs ist eine Menge

NestedPolitics			
Country	**Independence**	**Dep.**	**Memberships**
D	18-JAN-1871	NULL	EU, NATO, OECD, ...
GBJ	NULL	GB	∅
⋮	⋮	⋮	⋮

- Collection kann durch Aggregation aus einem GROUP-BY gebildet werden:

```
SELECT country, collect(organization)
FROM isMember
GROUP BY country;
```

- Ergebnis z.B. `SYSTPkEqWcRtkgT/gQEyGzFEpmA==('EU', 'NATO', 'OECD', ...)`
- erzeugt ad-hoc einen systemeigenen Typ “`SYSTP...`”, der die Collection aufnimmt.

Tabellen mit Collections erzeugen

Verwendet eine einfache Form des etwas komplexeren Konzeptes “Nested Tables” (siehe Folie 110 ff.)

```
CREATE [OR REPLACE] TYPE <collection_type> AS
  TABLE OF <basic_type>;
/
CREATE TABLE <table_name>
  (... ,
   <collection-attr> <collection_type> ,
   ... )
NESTED TABLE <collection-attr> STORE AS <name >;
```

TABLE-Typ `MON_ORGLIST` definieren:

```
CREATE OR REPLACE
   TYPE MON_ORGLIST AS TABLE OF VARCHAR2(12);
/
CREATE TABLE NestedPolitics
( country VARCHAR2(4) PRIMARY KEY,
  independence DATE,
  dependent VARCHAR2(4), -- REFERENCES Country(Code)
  memberships MON_ORGLIST)
NESTED TABLE memberships STORE AS o_list;
```


Tabellen mit Collections füllen (1)

- explizit unter Verwendung der entsprechenden Konstruktormethode:

```
INSERT INTO NestedPolitics
VALUES('BAV', '01-APR-2010',
       NULL, MON_ORGLIST('EU','OECD'));
INSERT INTO NestedPolitics
VALUES('SYLT', NULL, 'D', MON_ORGLIST());
```

- eine leere Tabelle ist etwas anderes als NULL.
- ⇒ damit wird es schwieriger, herauszufinden welche Länder nirgends Mitglied sind!
- man kann keine Bedingungen für die in einer Collection erlaubten Werte formulieren (insb. keine REFERENCES).

Tabellen mit Collections füllen (2)

- collect(...) erzeugt eine Instanz eines ad-hoc-Typs, der Zeichenketten (oder Zahlen oder DATE) enthält,
- man muss (leider) explizit mitteilen, dass diese in den Zieltyp (hier `MON_ORGLIST`) gecastet werden muss:

  CAST(<instanz-eines-typs> AS <kompatibler typ>)

```
INSERT INTO NestedPolitics
( SELECT p.country, p.independence, p.dependent,
         CAST(collect(i.organization) AS MON_ORGLIST)
  FROM Politics p LEFT OUTER JOIN isMember i
    ON p.country = i.country
  GROUP BY p.country, p.independence, p.dependent);
```

```
SELECT country, memberships
FROM NestedPolitics
WHERE country = 'D';
```

Island	Seas
Cuba	MON_ORGLIST('EU', 'NATO', 'OECD', . . .)

- Solche Instanzen können mit "=" verglichen werden

```
SELECT a.country, b.country, a.memberships
FROM NestedPolitics a, NestedPolitics b
WHERE a.country < b.country
  AND a.memberships = b.memberships;
```

- ... und sie sind eigentlich kleine, sehr einfache Tabellen ...

Tabellen mit Collections anfragen

Mit [THE|TABLE] (<collection-wertiger Wert>) kann man die Collection wie eine Tabelle verwenden.
(THE ist die schon länger gebräuchliche Syntax)

```
SELECT * FROM TABLE(SELECT memberships
                    FROM NestedPolitics
                    WHERE country = 'D');
```

COLUMN_VALUE
EU
NATO
OECD

- Test: mit Konstanten ist nur TABLE, nicht THE erlaubt:

  `SELECT * FROM TABLE(MON_ORGLIST('EU','NATO'));`

- eine Spalte, die nur den Namen COLUMN_VALUE hat,
- oft als `SELECT column_value as <alias>`.
- Hinweis:

```
SELECT * FROM TABLE(SELECT memberships
                    FROM NestedPolitics);
```

  ist nicht zulässig, da es ja mehrere Tabellen wären:
  ⇒ `single-row subquery returns more than one row`

Tabellen mit Collections anfragen

Mit TABLE(<attrname>) kann auch innerhalb eines Tupels ein collection-wertiges Attribut als Tabelle zugreifbar gemacht werden:
(hier ist THE nicht erlaubt)

- in Subqueries:

```
SELECT country
FROM NestedPolitics
WHERE EXISTS (SELECT *
              FROM TABLE(memberships)
              WHERE column_value = 'NATO');
```

- oder auch als *korreliertes Join* in der FROM-Zeile: jede umgebende Zeile mit *ihrer* geschachtelten Tabelle joinen und ausmultiplizieren:

```
SELECT country, m.*
       -- oder  m.column_value as membership
FROM NestedPolitics, TABLE(memberships) m;
```

Country	**COLUMN_VALUE** (bzw. **membership**)
D	EU
D	NATO
D	OECD
:	:

Vergleich mit 1:n- bzw. m:n-Beziehungen als separate Tabelle

- Man sieht relativ einfach, dass die nested table o_list ähnlich der bestehenden "flachen" Tabelle isMember gespeichert ist, und dass

```
SELECT p.country, p.independence, im.organization
  FROM Politics p, isMember im
  WHERE p.country = im.country;

SELECT p.country, p.independence, im.organization
  FROM Politics p,
    -- korreliertes Join, waere z.B. in OQL zulaessig
    (SELECT * FROM isMember where country = p.country)
```

  äquivalent ist.

- Anmerkung:
  korreliertes Join: i-te Relation in Abhängigkeit von $i-1$ter berechnen
  - in SQL nicht erlaubt
  - in Sprachen zu Datenmodellen, die Referenzen/Objektwertige Attribute, mengen-/mehrwertige Attribute oder baumartige Hierarchien besitzen, üblicherweise erlaubt (OQL, XML/XQuery; Forschungs-Sprachen aus 1995-2000: OEM, F-Logic)
  - daher auch für SQL mit Collections naheliegend.

Collection im Ganzen kopieren

```
UPDATE NestedPolitics
SET memberships = (SELECT memberships
                   FROM NestedPolitics
                   WHERE country = 'D')
WHERE country='BAV';
  -- optional THE (SELECT ...)
```

Einfügen, Ändern und Löschen mit THE

- Man kann immer nur eine Collection gleichzeitig anfassen, und muss diese mit einer SELECT-Anfrage auswählen (also nicht 'XXX' in alle Mitgliedschaftslisten einfügen, oder überall 'EU' durch 'EWG' ersetzen)

```
INSERT INTO THE (SELECT memberships
                   FROM NestedPolitics
                   WHERE country = 'D')
  VALUES('XXX');
DELETE FROM THE (SELECT memberships
                 FROM NestedPolitics
                 WHERE country = 'D')
  WHERE column_value = 'XXX';
UPDATE THE (SELECT memberships
            FROM NestedPolitics
            WHERE country = 'D')
  SET column_value = 'XXX'
  WHERE column_value = 'EU';
```


6.4 Geschachtelte Tabellen

Nested_Languages

Country	**Languages**	
	Name	**Percent**
D	German	100
CH	German	65
	French	18
	Italian	12
	Romansch	1
FL	NULL	
F	French	100
⋮	⋮	

- Tabellenwertige Attribute
- Generischer Typ TABLE OF <inner_type>

⇒ Generische Syntax

GESCHACHTELTE TABELLEN

```
CREATE [OR REPLACE] TYPE <inner_type>
  AS OBJECT (...);
/
CREATE [OR REPLACE] TYPE <inner_table_type> AS
  TABLE OF <inner_type>;
/
CREATE TABLE <table_name>
  (... ,
   <table-attr> <inner_table_type> ,
   ... )
NESTED TABLE <table-attr> STORE AS <name >;
```

Beispiel

```
CREATE TYPE Language_T AS OBJECT
  ( Name VARCHAR2(50),
    Percentage NUMBER );
/
CREATE TYPE Languages_list AS
  TABLE OF Language_T;
/
CREATE TABLE NLanguage
  ( Country VARCHAR2(4),
    Languages Languages_list)
  NESTED TABLE Languages STORE AS Lang_nested;
```


GESCHACHTELTE TABELLEN

```
CREATE TYPE Language_T AS OBJECT
  ( Name VARCHAR2(50),
    Percentage NUMBER );
/
CREATE TYPE Languages_list AS
  TABLE OF Language_T;
/
CREATE TABLE NLanguage
  ( Country VARCHAR2(4),
    Languages Languages_list)
  NESTED TABLE Languages STORE AS Lang_nested;
```

Wieder: Konstruktormethoden

```
INSERT INTO NLanguage
VALUES( 'SK',
        Languages_list
          (  Language_T('Slovak',95),
             Language_T('Hungarian',5)));
```

Geschachtelte Tabellen

```
SELECT *
FROM NLanguage
WHERE Country='CH';
```

Country	Languages(Name, Percentage)
CH	Languages_List(Language_T('French', 18), Language_T('German', 65), Language_T('Italian', 12), Language_T('Romansch', 1))

```
SELECT Languages
FROM NLanguage
WHERE Country='CH';
```

Languages(Name, Percentage)
Languages_List(Language_T('French', 18), Language_T('German', 65), Language_T('Italian', 12), Language_T('Romansch', 1))

Anfragen an geschachtelte Tabellen

Inhalt von inneren Tabellen:

```
THE (SELECT <table-attr> FROM ...)
```

```
SELECT ...
FROM THE (<select-statement>)
WHERE ... ;

INSERT INTO THE (<select-statement>)
VALUES ... / SELECT ... ;

DELETE FROM THE (<select-statement>)
WHERE ... ;
```

```
SELECT Name, Percentage
FROM THE (SELECT Languages
          FROM NLanguage
          WHERE Country='CH');
```

Name	Percentage
German	65
French	18
Italian	12
Romansch	1

Füllen von Geschachtelten Tabellen

Geschachtelte Tabelle "am Stück" einfügen: Menge von Tupeln wird als Kollektion strukturiert:

collect() über mehrspaltige Tupel nicht erlaubt

```
-- nicht erlaubt:
INSERT INTO NLanguage
 (SELECT country, collect(name,percentage)
  FROM language
  GROUP BY country)
-- PLS-306: wrong number or types of arguments in
--  call to 'SYS_NT_COLLECT'
```

... also anders: Tupelmenge als Tabelle casten

```
CAST(MULTISET(SELECT ...) AS <nested-table-type>)
```

```
INSERT INTO NLanguage -- zulässig, aber falsch !!!!
 (SELECT Country,
        CAST(MULTISET(SELECT Name, Percentage
                      FROM Language
                      WHERE Country = A.Country)
             AS Languages_List)
 FROM Language A);
```

jedes Tupel (Land, Sprachenliste) n-mal
(n = Anzahl Sprachen in diesem Land) !!

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Füllen von Geschachtelten Tabellen

... also erst Tupel erzeugen und dann die geschachtelten Tabellen hinzufügen:

```
INSERT INTO NLanguage (Country)
   ( SELECT DISTINCT Country
     FROM Language);

UPDATE NLanguage B
SET Languages =
    CAST(MULTISET(SELECT Name, Percentage
                  FROM Language A
                  WHERE B.Country = A.Country)
         AS Languages_List);
```

ARBEITEN MIT GESCHACHTELTE TABELLEN

Mit THE und TABLE wie für Collections beschrieben:

- Kopieren ganzer eingebetteter Tabellen mit

```
INSERT INTO ... VALUES(..., THE(SELECT ...),...);
INSERT INTO ... (SELECT ..., THE (SELECT ...)...);
INSERT INTO THE (...) ...;
DELETE FROM THE (   ) ...;
UPDATE THE (...) ...;
```

- TABLE(<attr>) in Unterabfrage:

```
SELECT Country
FROM NLanguage
WHERE 'German' IN (SELECT name
                   FROM TABLE (Languages));
```

- TABLE(<attr>) als korreliertes Join:

```
SELECT Country, nll.*
FROM NLanguage nl, TABLE(nl.Languages) nll;
```


Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

KOMPLEXE DATENTYPEN

```
SELECT * FROM USER_TYPES
```

Type_name	Type_oid	Typecode	Attrs	Meths
GeoCoord	_	Object	2	0
Language_T	_	Object	2	0
Mon_Orglist	_	Collection	0	0
Languages_List	_	Collection	0	0

Löschen: `DROP TYPE [FORCE]`

Mit `FORCE` kann ein Typ gelöscht werden, dessen Definition von anderen Typen noch gebraucht wird.

Szenario von oben:

`DROP TYPE Language_T`

"Typ mit abhängigen Typen oder Tabellen kann nicht gelöscht oder ersetzt werden"

`DROP TYPE Language_T FORCE` löscht `Language_T`, allerdings

```
SQL> desc Languages_List;
FEHLER: ORA-24372: Ungültiges Objekt für Beschreibung
```

Kapitel 7
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: Erweiterungen
Prozedurale Konzepte, OO, Einbettung

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

7.1 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,
- Spalten löschen,
- Bedingungen löschen, zeitweise außer Kraft setzen und wieder aktivieren.

```
ALTER TABLE <table>
  ADD <add-clause>
  MODIFY <modify-clause>
  DROP <drop-clause>
  DISABLE <disable-clause>
  ENABLE <enable-clause>
  RENAME TO <new-table-name>
```

- jede der obigen Zeilen kann beliebig oft vorkommen (keine Kommas oder sonstwas zwischen diesen Statements!),
- eine solche Zeile enthält eine oder mehrere Änderungs-Spezifikationen, z.B.

```
  MODIFY <modify-item>
  MODIFY (<modify-item>, ..., <modify-item>)
```

- Syntaxvielfalt nützlich wenn die Statements automatisch generiert werden.

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>...);
```

Neue Spalten werden mit NULL-Werten aufgefüllt.

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

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

Entfernen von Spalten

```
ALTER TABLE <table>
  DROP (<column-name-list>);
ALTER TABLE <table>
  DROP COLUMN <column-name>;
```

HINZUFÜGEN VON TABELLENBEDINGUNGEN

```
ALTER TABLE <table>
  ADD (<... add some columns ... >,
       <tableConstraint>,
       ⋮
       <tableConstraint>);
```

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 <= 102));
```

- 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

```
ALTER TABLE <table>
  MODIFY (<col> [<datatype>] [DEFAULT <value>]
          [<colConstraint> ... <colConstraint>],
          ⋮
          <col> [<datatype>] [DEFAULT <value>]
          [<colConstraint> ... <colConstraint>]);
```

```
ALTER TABLE Country MODIFY (Capital NOT NULL);
ALTER TABLE encompasses
  ADD (PRIMARY KEY (Country,Continent));
ALTER TABLE Desert
  MODIFY (Area CONSTRAINT DesertArea CHECK (Area > 10));
ALTER TABLE isMember
  MODIFY (type VARCHAR2(10))   -- change maximal length;
```

- Hinzufügen von Spaltenbedingungen – Fehlermeldung, falls eine Bedingung formuliert wird, die der aktuelle Datenbankzustand nicht erfüllt.
- Datentypänderungen (z.B. NUMBER zu VARCHAR2(n)) sind nur erlaubt wenn die Spalte leer ist,
- Änderung der Länge von VARCHAR-Spalten ist jederzeit möglich: VARCHAR2(n) $\to$ VARCHAR2(k).

INTEGRITÄTSBEDINGUNGEN (DE)AKTIVIEREN

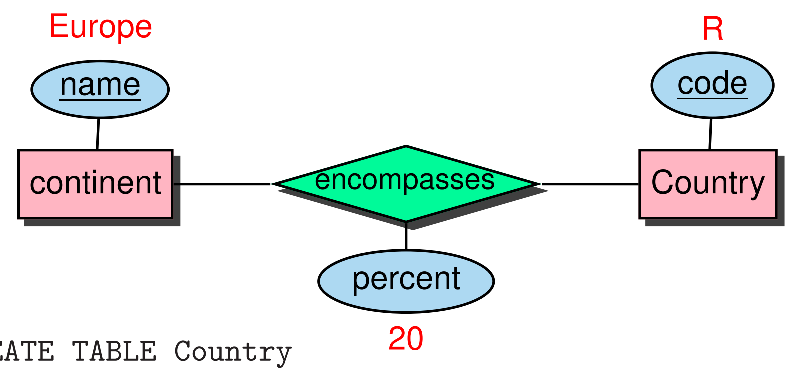
- (Integritäts)bedingungen an eine Tabelle
  - entfernen,
  - zeitweise außer Kraft setzen,
  - wieder aktivieren.

```
ALTER TABLE <table>
  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.

7.2 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(35),
  Code     VARCHAR2(4) PRIMARY KEY,
  ...);

CREATE TABLE Continent
 (Name     VARCHAR2(20) PRIMARY KEY,
  Area     NUMBER(2));

CREATE TABLE encompasses
 (Continent  VARCHAR2(20) 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 (NOT NULL UNIQUE).

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 sollen automatisch Aktionen ausgeführt werden, 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 isMember ('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';`

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

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). Falls kein `DEFAULT`-Wert definiert wurde, entspricht das Verhalten `SET NULL` (s.u.).

`SET NULL`:
: Die Operation wird ausgeführt und bei den referenzierenden Tupeln wird der entsprechende Fremdschlüsselwert durch `NULL` ersetzt (dazu müssen `NULL`s 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 9-11: nur `ON DELETE/UPDATE NO ACTION`, `ON DELETE CASCADE` und (seit Oracle 8.1.5) `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(35) NOT NULL UNIQUE,
    Code   VARCHAR2(4) PRIMARY KEY);
```

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

```
CREATE TABLE Province
  ( Name    VARCHAR2(35)
    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 ... ;
```


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

Country

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

SET NULL

CASCADE

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 eine einzelne Operation 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

7.3 View Updates

Views

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

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';
```

Nur in *City* werden die Tupel gelöscht:

```
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 müssen im View erhalten bleiben.
- Schlüssel einer Basistabelle = Schlüssel des Views: Abbildung möglich.
- Schlüssel einer Basistabelle $\supseteq$ ein Schlüssel des Views: Umsetzung möglich.
  (bei $\subsetneq$ sind eventuell mehrere Tupel der Basistabelle betroffen).
- Schlüssel einer Basistabelle überdeckt keinen Schlüssel des Views: i.a. keine Umsetzung möglich (siehe Aufgaben).
- die Heuristik ist nicht immer so ganz korrekt (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*.

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

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*.

7.4 Zugriffsrechte

BENUTZERIDENTIFIKATION

- Benutzername
- Password
- `sqlplus /`: Identifizierung durch UNIX-Account

ZUGRIFFSRECHTE INNERHALB ORACLE

- Zugriffsrechte an ORACLE-Account gekoppelt
- initial vom DBA vergeben

SCHEMAKONZEPT

- Jedem Benutzer ist sein *Database Schema* zugeordnet, in dem "seine" Objekte liegen.
- Bezeichnung der Tabellen *global* durch `<username>.<table>` (z.B. `dbis.City`),
- im eigenen Schema nur durch `<table>`.

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

SYSTEMPRIVILEGIEN

- berechtigen zu Schemaoperationen
- `CREATE [ANY] TABLE/VIEW/TYPE/INDEX/CLUSTER/TRIGGER/PROCEDURE`: Benutzer darf die entsprechenden Schema-Objekte erzeugen,
- `ALTER [ANY] TABLE/TYPE/TRIGGER/PROCEDURE`: Benutzer darf die entsprechenden Schema-Objekte verändern,
- `DROP [ANY] TABLE/VIEW/TYPE/INDEX/CLUSTER/TRIGGER/PROCEDURE`: Benutzer darf die entsprechenden Schema-Objekte löschen.
- `SELECT/INSERT/UPDATE/DELETE [ANY] TABLE`: Benutzer darf in Tabellen Tupel lesen/erzeugen/verändern/ entfernen.

- `ANY`: Operation in *jedem* Schema erlaubt,
- ohne `ANY`: Operation nur im eigenen Schema erlaubt

Praktikum:

- `CREATE SESSION`, `ALTER SESSION`, `CREATE TABLE`, `CREATE VIEW`, `CREATE SYNONYM`, `CREATE PROCEDURE`...
- Zugriffe und Veränderungen an den eigenen Tabellen nicht explizit aufgeführt (`SELECT TABLE`).

SYSTEMPRIVILEGIEN

```
GRANT <privilege-list>
TO <user-list> | PUBLIC [ WITH ADMIN OPTION ];
```

- `PUBLIC`: jeder erhält das Recht.
- `ADMIN OPTION`: Empfänger darf dieses Recht weiter vergeben.

Rechte entziehen:

```
REVOKE <privilege-list> | ALL
FROM <user-list> | PUBLIC;
```

nur wenn man dieses Recht selbst vergeben hat (im Fall von `ADMIN OPTION` kaskadierend).

Beispiele:

- `GRANT CREATE ANY INDEX, DROP ANY INDEX`
  `TO opti-person WITH ADMIN OPTION;`

  erlaubt `opti-person`, überall Indexe zu erzeugen und zu löschen,
- `GRANT DROP ANY TABLE TO destroyer;`
  `GRANT SELECT ANY TABLE TO supervisor;`
- `REVOKE CREATE TABLE FROM mueller;`

Informationen über Zugriffsrechte im Data Dictionary:

```
SELECT * FROM SESSION_PRIVS;
```


OBJEKTPRIVILEGIEN

berechtigen dazu, Operationen auf existierenden Objekten auszuführen.

- Eigentümer eines Datenbankobjektes
- Niemand sonst darf mit einem solchen Objekt arbeiten, außer
- Eigentümer (oder DBA) erteilt explizit entsprechende Rechte:

  ```
  GRANT <privilege-list> | ALL [(<column-list>)]
  ON <object>
  TO <user-list> | PUBLIC
  [ WITH GRANT OPTION ];
  ```
- `<object>`: `TABLE`, `VIEW`, `PROCEDURE/FUNCTION`, `TYPE`,
- Tabellen und Views: Genauere Einschränkung für `INSERT`, `REFERENCES` und `UPDATE` durch `<column-list>`,
- `<privilege-list>`: `DELETE`, `INSERT`, `SELECT`, `UPDATE` für Tabellen und Views,
  `INDEX`, `ALTER` und `REFERENCES` für Tabellen,
  `EXECUTE` für Prozeduren, Funktionen und `TYPE`n.
- `ALL`: alle Privilegien die man an dem beschriebenen Objekt (ggf. auf der beschriebenen Spalte) hat.
- `GRANT OPTION`: Der Empfänger darf das Recht weitergeben.

OBJEKTPRIVILEGIEN

Rechte entziehen:

```
REVOKE <privilege-list> | ALL
ON <object>
FROM <user-list> | PUBLIC
[CASCADE CONSTRAINTS];
```

- `CASCADE CONSTRAINTS` (bei `REFERENCES`): alle referentiellen Integritätsbedingungen, die auf einem entzogenen `REFERENCES`-Privileg beruhen, fallen weg.
- Berechtigung von mehreren Benutzern erhalten: Fällt mit dem letzten `REVOKE` weg.
- im Fall von `GRANT OPTION` kaskadierend.

Überblick über vergebene/erhaltene Rechte:

```
SELECT * FROM USER_TAB_PRIVS;
```

- Rechte, die man für eigene Tabellen vergeben hat,
- Rechte, die man für fremde Tabellen bekommen hat

```
SELECT * FROM USER_COL_PRIVS;
SELECT * FROM USER_TAB/COL_PRIVS_MADE/RECD;
```

Stichwort: Rollenkonzept

SYNONYME

Schemaobjekt unter einem anderen Namen als ursprünglich abgespeichert ansprechen:

```
CREATE [PUBLIC] SYNONYM <synonym>
  FOR <schema>.<object>;
```

- Ohne `PUBLIC`: Synonym ist nur für den Benutzer definiert.
- `PUBLIC` ist das Synonym systemweit verwendbar. Geht nur mit `CREATE ANY SYNONYM`-Privileg.

Beispiel: Benutzer will oft die Relation “City”, aus dem Schema “dbis” verwenden.

- `SELECT * FROM dbis.City;`
- ```
  CREATE SYNONYM DCity
    FOR dbis.City;
  ```

  `SELECT * FROM DCity;`

Synonyme löschen: `DROP SYNONYM <synonym>;`
  ```

ZUGRIFFSEINSCHRÄNKUNG ÜBER VIEWS

- `GRANT SELECT` kann nicht auf Spalten eingeschränkt werden.
- Stattdessen: Views verwenden.

```
GRANT SELECT [<column-list>]   -- nicht erlaubt
ON <table>
TO <user-list> | PUBLIC
[ WITH GRANT OPTION ];
```

kann ersetzt werden durch

```
CREATE VIEW <view> AS
  SELECT <column-list>
  FROM <table>;
```

```
GRANT SELECT
ON <view>
TO <user-list> | PUBLIC
[ WITH GRANT OPTION ];
```


ZUGRIFFSEINSCHRÄNKUNG ÜBER VIEWS: BEISPIEL

pol ist Besitzer der Relation *Country*, will *Country* ohne Hauptstadt und deren Lage für *geo* les- und schreibbar machen.

View mit Lese- und Schreibrecht für *geo*:

```
CREATE VIEW pubCountry AS
SELECT Name, Code, Population, Area
FROM Country;
```

```
GRANT SELECT, INSERT, DELETE, UPDATE
      ON pubCountry TO geo;
```

- Referenzen auf Views müssen separat erlaubt werden:

```
<pol>: GRANT REFERENCES (Code) ON Country TO geo;
<geo>: ... REFERENCES pol.Country(Code);
```

7.5 Anpassung der Datenbank an Sprache, Zeichensatz etc.

- Alle Benutzer arbeiten ("session") auf demselben Datenbestand ("system", "database", "instance"),
- Lokale Anpassungen: Sprache für Fehlermeldungen, Darstellung von Datum, Dezimalkomma/punkt, Zeichensatz, ...
- Oracle NLS: Natural Language Support
  - NLS_DATABASE_PARAMETERS: bei Erzeugung der Datenbank gesetzt
  - NLS_SESSION_PARAMETERS: bei Beginn der Session gesetzt

Anpassungs-Parameter

```
SELECT * FROM NLS_{SESSION|DATABASE}_PARAMETERS;
```

Parameter	Value
NLS_LANGUAGE	{AMERICAN|...}
NLS_NUMERIC_CHARACTERS	{.,|,.}
NLS_CALENDAR	{GREGORIAN|...}
NLS_DATE_FORMAT	{DD-MON-YYYY|...}
NLS_DATE_LANGUAGE	{AMERICAN|...}
NLS_CHARACTERSET	{AL32UTF8|...}
NLS_SORT	{BINARY|GERMAN}
NLS_LENGTH_SEMANTICS	{BYTE|CHAR}
NLS_RDBMS_VERSION	{11.2.0.1.0|...}

```
ALTER {SESSION|SYSTEM} SET <parameter> = <value>;
```

- NLS_NUMERIC_CHARACTERS: Dezimalpunkt/komma, z.B. 50.000,00
- NLS_SORT: Behandlung von Umlauten
- NLS_LENGTH_SEMANTICS: Umlaute etc. haben mehrere Bytes
  ('Göttingen' hat unter UTF8 10 Zeichen)

7.6 Optimierung der Datenbank

- möglichst wenige Hintergrundspeicherzugriffe
- Daten soweit wie möglich im Hauptspeicher halten

Datenspeicherung:

- Hintergrundspeicherzugriff effizient steuern
  $\longrightarrow$ Zugriffspfade: Indexe, Hashing
- möglichst viele semantisch zusammengehörende Daten mit *einem* Hintergrundspeicherzugriff holen
  $\longrightarrow$ Clustering

Anfrageoptimierung:

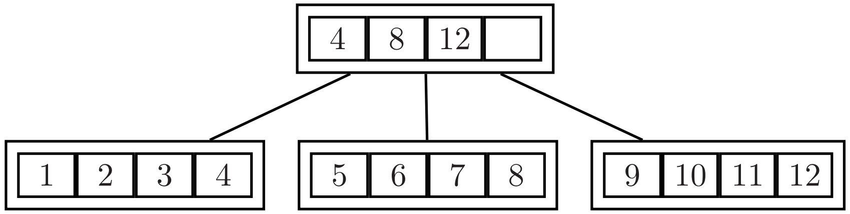
- Datenmengen klein halten
- frühzeitig selektieren
- Systeminterne Optimierung

Algorithmische Optimierung !

Zugriffspfade: Indexe

Zugriff über indizierte Spalte(n) erheblich effizienter.

- Baumstruktur; ORACLE: B^*-Mehrweg-Baum,
- B^*-Baum: Knoten enthalten *nur* Weg-Information, Verzweigungsgrad hoch, Höhe des Baumes klein.



- Suche durch Schlüsselvergleich: logarithmischer Aufwand.
- Schneller Zugriff (logarithmisch) versus hoher Reorganisationsaufwand ($\rightarrow$ Algorithmentechnik),
- bei sehr vielen Indexen auf einer Tabelle kann es beim Einfügen, Ändern und Löschen von Sätzen zu Performance-Verlusten kommen,
- logisch und physikalisch unabhängig von den Daten der zugrundeliegenden Tabelle,
- keine Auswirkung auf die *Formulierung* einer SQL-Anweisung, nur auf die *interne* Auswertung,
- mehrere Indexe für eine Tabelle möglich.

Zugriffspfade: Indexe

Zugriff über indizierte Spalte(n) erheblich effizienter:

- benötigte Indexknoten aus Hintergrundspeicher holen,
- dann nur ein Zugriff um ein Tupel zu bekommen.

```
SELECT Name, Code FROM Country WHERE Code > 'M';
```

- Ausgabe alphabetisch nach Code geordnet:
  Auf Schlüsselattribut ist automatisch ein Index angelegt und wird verwendet.

```
SELECT Name, Population
FROM Country
WHERE Population > 50000000;
```

- Ausgabe nicht sinnvoll geordnet:
  kein Index vorhanden, linearer Durchlauf ("Scan").

```
CREATE INDEX CountryPopIndex ON Country (Population);
SELECT Name, Population
FROM Country
WHERE Population > 50000000;
```

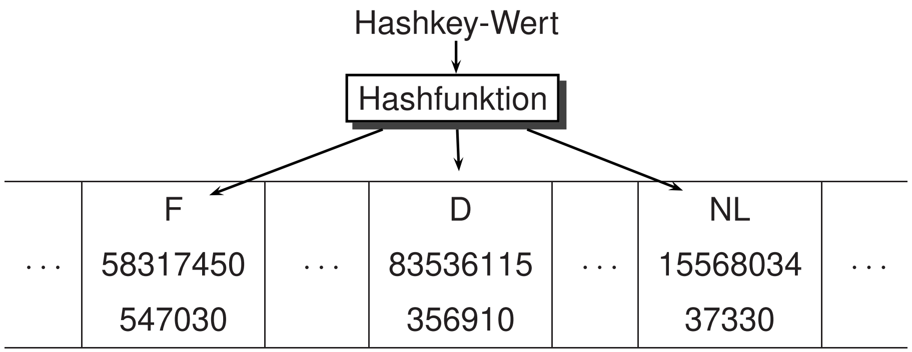
- Ausgabe jetzt nach Population geordnet.
  (Zugriff auf 50000000 über Baum, Rest linear ausgeben)

```
DROP INDEX CountryPopIndex;
```


Hashing

Aufgrund der Werte einer/mehrerer Spalten (*Hashkey*) wird durch eine *Hashfunktion* berechnet, wo das/die entsprechende(n) Tupel zu finden sind.

- Zugriff in *konstanter* Zeit,
- keine Ordnung.
- gezielter Zugriff auf die Daten über ein bestimmtes Land
  Hashkey: Country.Code



In ORACLE ist Hashing nur für *Cluster* implementiert.

CLUSTER

- Zusammenfassung einer Gruppe von Tabellen, die alle eine oder mehrere gemeinsame Spalten (Clusterschlüssel) besitzen, oder
- Gruppierung einer Tabelle nach dem Wert einer bestimmten Spalte (Clusterschlüssel);
- bei einem Hintergrundspeicherzugriff werden semantisch zusammengehörende Daten in den Hauptspeicher geladen.

Vorteile eines Clusters:

- geringere Anzahl an Plattenzugriffen und schnellere Zugriffsgeschwindigkeit
- geringerer Speicherbedarf, da jeder Clusterschlüsselwert nur einmal abgespeichert wird

Nachteile:

- ineffizient bei häufigen Updates der Clusterschlüsselwerte, da dies eine physikalische Reorganisation bewirkt
- schlechtere Performance beim Einfügen in Cluster-Tabellen

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

CLUSTERING

Sea und geo_Sea mit Clusterschlüssel `Sea.Name`:

Cl_Sea		
Mediterranean Sea	Depth	
	5121	
	Province	Country
	Catalonia	E
	Valencia	E
	Murcia	E
	Andalusia	E
	Languedoc-R.	F
	Provence	F
	⋮	⋮
Baltic Sea	Depth	
	459	
	Province	Country
	Schleswig-H.	D
	Mecklenb.-Vorp.	D
	Szczecin	PL
	⋮	⋮

CLUSTERING

City nach (*Province,Country*):

Country	Province			
D	Nordrh.-Westf.	City	Population	...
		Düsseldorf	572638	...
		Solingen	165973	...
USA	Washington	City	Population	...
		Seattle	524704	...
		Tacoma	179114	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮