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(50),
        Country       VARCHAR2(4),
        Province      VARCHAR2(50),
        Population    NUMBER,
        Latitude      NUMBER,
        Longitude     NUMBER );
```

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

TABELLENDEFINITION

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(!)  Default ist CAPITALS (siehe auch alle Ausgaben
                                     von Anfragen an das Data Dictionary)
```

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.

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

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


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(50)
                      DEFAULT 'member')
```

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

Country	Org.	Type
CH	EU	membership applicant
R	EU	member
⋮	⋮	⋮

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>)`: Detailliertere Domain-Einschränkung für eine Spalte. 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.

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

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.
- Angabe von `DEFERRABLE`: siehe Folie 156 ff.

TABELLENDEFINITION: CHECK CONSTRAINTS

- als Spaltenconstraints: Wertebereichseinschränkung

```
CREATE TABLE City
 ( Name VARCHAR2(50),
   Population NUMBER CONSTRAINT CityPop CHECK (Population >= 0),
   ...);
```

- Als Tabellenconstraints: beliebig komplizierte Integritätsbedingungen an ein Tupel.
  Bug: Der Parser akzeptiert die Verwendung mehrerer Spalten nur, wenn das Constraint einen Namen bekommt (April 2023)
  - Economy(Country, GDP, Agriculture, Service, Industry, ...):

```
CREATE TABLE Economy ( ...
  CONSTRAINT gdpcheck CHECK (industry + service + agriculture <= 102));
```

  - zusammengesetzte Fremdschlüssel: Zusammenhang erzwingen
    (einzelne NULL-Werte würden die Bedingung nicht verletzen):
    Organization(Abbrev., Name, City, Country, Province, ...)

```
CREATE TABLE Organization ( ...
  CONSTRAINT hq
  CHECK (    (City IS NULL AND Country IS NULL AND Province IS NULL)
          OR (City IS NOT NULL AND Country IS NOT NULL AND Province IS NOT NULL)))
```

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(50) NOT NULL UNIQUE,
    Code          VARCHAR2(4) PRIMARY KEY);
```

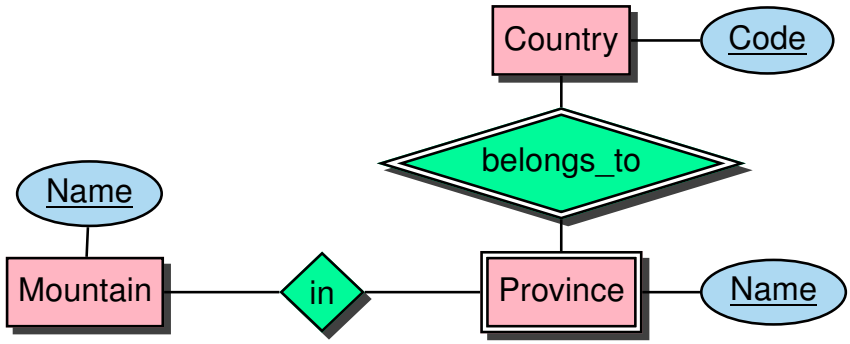

TABELLENDEFINITION: FOREIGN KEY ...REFERENCES

- `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 Aktionen, siehe Folie 146 ff.

```
CREATE TABLE isMember
  (Country       VARCHAR2(4)  REFERENCES Country(Code),
   Organization  VARCHAR2(12) REFERENCES Organization(Abbreviation),
   Type          VARCHAR2(60) DEFAULT 'member');
```

Tabellendefinition: Fremdschlüssel

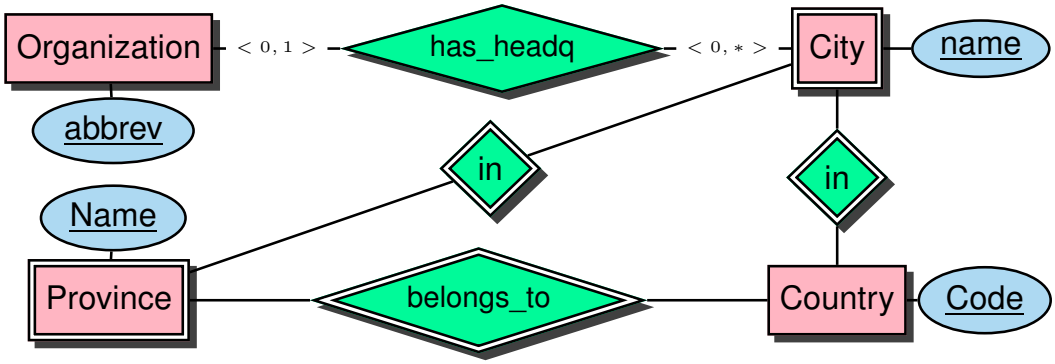
Ein Berg liegt in einer Provinz eines Landes:




```
CREATE TABLE geo_Mountain
  ( Mountain VARCHAR2(50)
                REFERENCES Mountain(Name),
    Country VARCHAR2(4) ,
    Province VARCHAR2(50) ,
    CONSTRAINT GMountRefsProv
                FOREIGN KEY (Country,Province)
                REFERENCES Province (Country,Name));
```


Tabellendefinition

- Die meisten Organisationen haben ihren Sitz in einer Stadt:



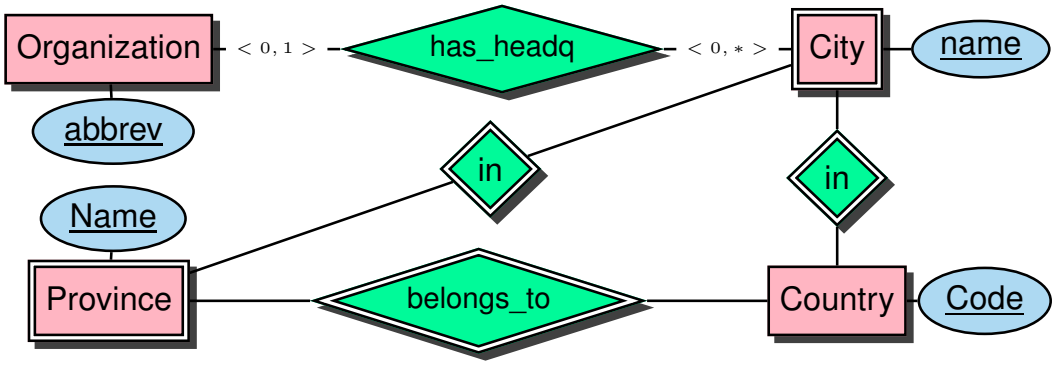
- Organization(Abbrev., Name, City, Country, Province, ...)

```
CREATE TABLE Organization ( ... ,
  CONSTRAINT orgrefshq
      FOREIGN KEY (City, Country, Province)
      REFERENCES City (Name, Country, Province) )
```

- Einzelne Nullwerte würden die FK-Bedingung nicht verletzen:
- `INSERT INTO Organization`
  `VALUES ('XX','xx','Clausthal','ZZ',NULL,NULL)`

Tabellendefinition

- Die meisten Organisationen haben ihren Sitz in einer Stadt:



- Organization(Abbrev., Name, City, Country, Province, ...)
- Zusammenhang des Fremdschlüssels erzwingen:

```
CREATE TABLE Organization ( ... ,
  CONSTRAINT orgrefshq
      FOREIGN KEY (City, Country, Province)
      REFERENCES City (Name, Country, Province),
  CONSTRAINT hq
  CHECK (    (City IS NULL AND Country IS NULL AND Province IS NULL)
          OR (City IS NOT NULL AND Country IS NOT NULL AND Province IS NOT NULL)))
```


TABELLENDEFINITION

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

```
CREATE TABLE City
 ( Name VARCHAR2(50),
   Country VARCHAR2(4) REFERENCES Country(Code),
   Province VARCHAR2(50),      -- + <tableConstraint>
   Population NUMBER CONSTRAINT CityPop
     CHECK (Population >= 0),
   Latitude NUMBER CONSTRAINT CityLat
     CHECK ((Latitude >= -90) AND (Latitude <= 90)),
   Longitude NUMBER CONSTRAINT CityLong
     CHECK ((Longitude > -180) AND (Longitude <= 180)),
   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.

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;
```

```
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

Siehe Folie 138 ff.

PAPIERKORB/RECYCLEBIN

Seit Version 11 besitzt Oracle einen *Recyclebin*, wo alles reinfällt, was gedroppt wurde:

- Vorteil: man kann es wiederholen
- Nachteil: es braucht weiterhin Platz im Tablespace.
- Inhalt anschauen (vgl. Data Dictionary: all_objects)

```
SELECT type, object_name, original_name
FROM RECYCLEBIN;
```

- (Etwas aus) Recyclebin löschen:

```
PURGE RECYCLEBIN;
PURGE TABLE <tablename>;
```

- Tabelle droppen und nicht im Recyclebin sichern:

```
DROP <tablename> PURGE;
```

- Tabelle wieder holen:

```
FLASHBACK TABLE <tablename>
  TO {BEFORE DROP | TIMESTAMP <timestamp>}
  [ RENAME TO <name>] ;
```


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);
```


Einfügen von Daten: komplette Tabelle

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;
```

- Im Gegensatz zu einem View wird diese Tabelle beim Aufruf gefüllt, und ändert sich bei Änderungen an der Tabelle City nicht automatisch mit.

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,
    Latitude = NULL,
    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 Insert/Update: Merge (Upsert)

Ziel: Wert einer oder mehrerer Spalten setzen, wenn nicht bekannt ist, ob das Tupel (d.h. der Schlüsselwert) bereits existiert.

- falls es existiert: Spalteninhalt setzen,
- falls es nicht existiert: neues Tupel anlegen.

⇒ kann nicht mit einfachen SQL Updates ausgedrückt werden,

⇒ kombiniertes Statement “MERGE” (auch als “UPSERT” bezeichnet) seit SQL 2003.

```
MERGE INTO <target_table>
  USING <source_relation>   - Tabellenname, Subquery, oder DUAL
  ON (<condition>)          - über <source_relation> und <target_table>
  WHEN MATCHED THEN UPDATE
       SET <col_1> = <expr_1>, ..., <col_n> = <expr_n>
  WHEN NOT MATCHED THEN
       INSERT (<col'_1>,...,<col'_m>)
       VALUES (<expr'_1>,...,<expr'_m>);
```

- <expr$_i$>, <expr'$_i$> sind Konstanten oder Ausdrücke über den Spaltennamen von <source_relation>.

Merge: mit konstanten Werten

```
MERGE INTO country
  USING DUAL
  ON (code = 'WAN')
  WHEN MATCHED THEN UPDATE
       SET population = 152217341
  WHEN NOT MATCHED THEN
       INSERT (name, code, population)
       VALUES ('Nigeria', 'WAN', 152217341);
```

Merge: aus anderer Tabelle

- Tabelle NewCountryPops mit neuen Werten für Einwohnerzahlen (evtl. auch neue Länder)

```
CREATE TABLE NewCountryPops (name VARCHAR2(50), code VARCHAR2(4), pop NUMBER);
INSERT INTO NewCountryPops VALUES('Nigeria', 'WAN', 152217341);
INSERT INTO NewCountryPops VALUES('Lummerland', 'LU', 4);

MERGE INTO country c
  USING newCountryPops n
  ON (c.code = n.code)
  WHEN MATCHED THEN UPDATE
       SET population = n.pop
  WHEN NOT MATCHED THEN
       INSERT (name, code, population)
       VALUES (n.name, n.code, n.pop);
SELECT * FROM country WHERE code IN ('LU','WAN');
```

- ‹source relation› kann eine Tabelle oder eine Subquery sein.
- Die in der ON-Klausel angegebenen Attribute müssen eindeutig ein Tupel der Quell- (logisch, sonst wäre nicht klar welcher Wert eingesetzt werden muss) und Zieltabelle (wäre nicht notwendig) spezifizieren, sonst:

  `ORA-30926: unable to get a stable set of rows in the source tables`

5.5 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.
- Eine Tabelle, auf die noch eine `REFERENCES`-Deklaration zeigt, wird mit `DROP TABLE <table> CASCADE CONSTRAINTS` gelöscht.
- Beim Einfügen, Löschen oder Verändern eines referenzierten Tupels muss die referentielle Integrität gewährleistet sein.
  (Weiteres dazu später, siehe Folie 156).

5.6 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,
  `COMMIT` scheitert, wenn Integritätsbedingungen verletzt sind (dann wird automatisch ein `ROLLBACK` ausgeführt).
- `ROLLBACK [TO <savepoint>]` nimmt alle Änderungen [bis zu `<savepoint>`] zurück,
- Auto-COMMIT in folgenden Situationen:
  - DDL-Anweisung (z.B. `CREATE, DROP, RENAME, ALTER`),
  - Benutzer meldet sich von ORACLE ab.
- Auto-ROLLBACK bei Abbruch eines Benutzerprozesses.

Kapitel 6
Spezialisierte Datentypen

- (einfache) Built-In-Typen: Zeitangaben
- zusammengesetzte benutzerdefinierte Datentypen
  (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 256)
  - 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 413) [seit Oracle 9i-2/2002]
  - Ergänzungen “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.

- Oracle: 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');
```

Beispiel: 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	08 01 1297
E	20 01 1479
NL	26 07 1581
THA	01 01 1238

Verwendung von Zeitangaben

- `SYSDATE` liefert das aktuelle Datum (in Oracle-SQL).

```
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

Formattoleranz

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

```
ALTER SESSION SET NLS_DATE_FORMAT = 'DD MM YYYY';
SELECT to_char(to_date('24.12.2002')) FROM dual;     -- wird erkannt
SELECT to_char(to_date('24 JUN 2002')) FROM dual;    -- wird erkannt
SELECT to_char(to_date('JUN 24 2002')) FROM dual;    -- wird nicht erkannt
-- 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
```

Constraints und Sonstiges mit Zeitangaben

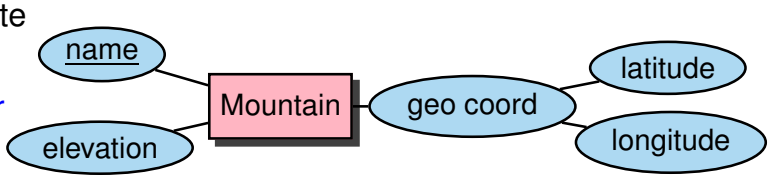
- Wenn man ein Datum in einem CREATE TABLE constraint verwenden muss, muss es zu dem zu diesem Zeitpunkt aktiven Format passen.
- produktabhängig: SYSDATE (in Oracle), CURRENT_DATE (in Postgres) ...
- In Oracle darf SYSDATE in constraints nicht verwendet werden, “da es veränderlich ist und somit das Constraint zur Laufzeit ohne ein Update verletzt werden könnte”.
- in Postgres ist es erlaubt:

```
create table test(a date check(a <= current_date),
                  b date check(b >= current_date));
insert into text values(current_date,current_date);
```

  Das Constraint wird nur zum Eingabe/Updatezeitpunkt geprüft.
  Das Tupel ist am nächsten Tag auch noch da und selektierbar.

6.2 Zusammengesetzte Datentypen

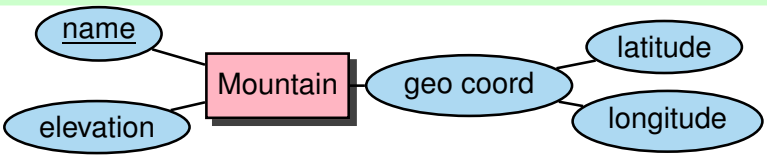
- “First Normal Form”: nur atomare Werte
- Erweiterung I: Strukturierte Werte
- Syntaktisch elegant in SQL umsetzbar



Neue Klasse von Schemaobjekten: `CREATE TYPE`

- `CREATE [OR REPLACE] TYPE <name> AS OBJECT`
  `( <attr`$_1$`> <datatype`$_1$`>,`
  `⋮`
  `<attr`$_n$`> <datatype`$_n$`>);`
  `/` ← *dieser Slash ist unbedingt notwendig!*
- 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*).
- definiert automatisch eine *Konstruktormethode* `<type>( arg`$_1$`, ..., arg`$_n$`)`.

Zusammengesetzte Datentypen: Geographische Koordinaten




```
CREATE TYPE GeoCoord AS OBJECT
  ( Latitude  NUMBER,
    Longitude NUMBER);
/          ← dieser Slash ist unbedingt notwendig!

CREATE TABLE Mountain
      ( Name          VARCHAR2(50),
        Elevation     NUMBER,
        Coordinates   GeoCoord);

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

SELECT * FROM Mountain;
```

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

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

Name	Coordinates.Latitude	Coordinates.Longitude
Feldberg	47.5	7.5

Constraints in zusammengesetzten Datentypen können *nicht* gleich bei dem Datentypen definiert werden, sondern erst bei *(jeder!)* Tabelle, in der man ihn benutzt:

```
CREATE TABLE Mountain
  (Name           VARCHAR2(50),
  Elevation       NUMBER,
  Coordinates     GeoCoord,
CHECK ((Coordinates.Latitude >= -90) AND (Coordinates.Latitude <= 90)),
CHECK ((Coordinates.Longitude > -180) AND (Coordinates.Longitude <= 180)));
```

6.3 Collections

- "First Normal Form": nur atomare Werte
- Erweiterung II: Collections: Wert eines Attributs ist eine Menge
- ... es geht, aber die Syntax dafür wird umständlich und durchbricht die elegante Einfachheit von SQL und fällt in eine häßliche Programmiersprachenebene.

NestedPolitics			
Country	**Independence**	**Dep.**	**Memberships**
D	18-JAN-1871	NULL	EU, NATO, OECD, ...
GBJ	NULL	GB	$\emptyset$
:	:	:	:

- 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 komplexeren Konzeptes "Nested Tables" (siehe Folie 128 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.

$\Rightarrow$ 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';
```

Country	Organizations
'D'	MON_ORGLIST('EU', 'NATO', 'OECD', ...)

Tabellen mit Collections anfragen

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

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

  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.

Tabellen mit Collections vergleichen

- Instanzen von Collections 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;
```

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 nur 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

... zeigen endgültig, wie häßlich die Syntax einer eigentlich schönen Sprache wird, wenn man unbedingt etwas machen will, was im zugrundeliegenden Datenmodell (1. Normalform) nicht möglich ist.

Nested_Spoken		
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

Generische Syntax:

```
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 Spoken_T AS OBJECT
  ( Name VARCHAR2(50),
    Percentage NUMBER );
/
CREATE TYPE Spoken_list
  AS TABLE OF Spoken_T;
/
CREATE TABLE Nested_Spoken
  ( Country VARCHAR2(4),
    Languages Spoken_list)
  NESTED TABLE Languages
    STORE AS Lang_nested;
```

Einfügen mit Konstruktormethoden

```
INSERT INTO Nested_Spoken
VALUES ('CH', Spoken_list (Spoken_T('German',65), Spoken_T('French',18),
                           Spoken_T('Italian',12), Spoken_T('Romansch',1)));
```

[Filename (alles): nestedspoken.sql]

Geschachtelte Tabellen

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

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

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

Languages(Name, Percentage)
Spoken_List(Spoken_T('French', 18), Spoken_T('German', 65), Spoken_T('Italian', 12), Spoken_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 Nested_Spoken
            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 Nested_Spoken
 (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 Nested_Spoken -- syntaktisch zulässig, macht aber etwas falsches !!!!
 (SELECT Country,
         CAST(MULTISET(SELECT Name, Percentage
                       FROM Language
                       WHERE Country = A.Country)
              AS Spoken_List)
 FROM Language A); jedes Tupel (Land, dessen Sprachenliste) n-mal
  (n = Anzahl Sprachen in diesem Land), weil jedes Land n Tupel in 'Language' hat)
```

Füllen von Geschachtelten Tabellen

... also erst Tupel erzeugen und dann die geschachtelten Tabellen mit einer korrelierten SET-Subquery hinzufügen:

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

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


ARBEITEN MIT GESCHACHTELTEN 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 Nested_Spoken
WHERE 'German' IN (SELECT name
                   FROM TABLE (Languages));
```

- TABLE(‹attr›) als korreliertes Join:

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

KOMPLEXE DATENTYPEN

```
SELECT * FROM USER_TYPES
```

Type_name	Type_oid	Typecode	Attrs	Meths
GeoCoord	_	Object	2	0
Spoken_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 Spoken_T`
“Typ mit abhängigen Typen oder Tabellen kann nicht gelöscht oder ersetzt werden”

`DROP TYPE Spoken_T FORCE` löscht `Spoken_T`, allerdings

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