Vorlesung Multimedia-Datenbanken

Wiederholung: Relationale und Objekt-relationale Datenbanksysteme

(Folien nach Kemper, Eickler)

Relationale DBMS auf einer Folie

- Relationenschema:
  Telefonbuch:
  {[Name: string, Adresse: string, Telefonnr:integer]}
- Operationen:
  - Kartesisches Produkt
  - Selektion
  - Projektion
  - Differenz, Vereinigung, Schnittmenge
- SQL
  - Select Projektion
    from kartesischesProdukt
    where Selektion

Konzepte objekt-relationaler Datenbanken

- Große Objekte (Large OBjects, LOBs)]
  - Hierbei handelt es sich um Datentypen, die es erlauben, auch sehr große Attributwerte für z.B.~Multimedia-Daten zu speichern. Die Größe kann bis zu einigen Giga-Byte betragen. Vielfach werden die Large Objects den objekt-relationalen Konzepten eines relationalen Datenbanksystems hinzugerechnet, obwohl es sich dabei eigentlich um "`reine"' Werte handelt.
- Mengenwertige Attribute
  - Einem Tupel (Objekt) wird in einem Attribut eine Menge von Werten zugeordnet
  - Damit ist es beispielsweise möglich, den Studenten ein mengenwertiges Attribut ProgrSprachenKenntnisse zuzuordnen.
  - Schachtelung / Entschachtelung in der Anfragesprache

Konzepte objekt-relationaler Datenbanken

- Geschachtelte Relationen
  - Bei geschachtelten Relationen geht man noch einen Schritt weiter als bei mengenwertigen Attributen und erlaubt Attribute, die selbst wiederum Relationen sind.
  - z.B. in einer Relation Studenten ein Attribut absolviertePrüfungen, unter dem die Menge von Prüfungen-Tupeln gespeichert ist.
  - Jedes Tupel dieser geschachtelten Relation besteht selbst wieder aus Attributen, wie z.B. Note und Prüfer.
- Typdeklarationen
  - Objekt-relationale Datenbanksysteme unterstützen die Definition von anwendungsspezifischen Typen – oft user-defined types (UDTs) genannt.
  - Oft unterscheidet man zwischen wert-basierten (Attribut-) und Objekt-Typen (Row-Typ).

Konzepte objekt-relationaler Datenbanken

- Referenzen
  - Attribute können direkte Referenzen auf Tupel/Objekte (derselben oder anderer Relationen) als Wert haben.
  - Dadurch ist man nicht mehr nur auf die Nutzung von Fremdschlüsseln zur Realisierung von Beziehungen beschränkt.
  - Insbesondere kann ein Attribut auch eine Menge von Referenzen als Wert haben, so dass man auch N:M-Beziehungen ohne separate Beziehungsrelation repräsentieren kann
  - Beispiel: Studenten.hört ist eine Menge von Referenzen auf Vorlesungen
- Objektidentität
  - Referenzen setzen natürlich voraus, dass man Objekte (Tupel) anhand einer unveränderlichen Objektidentität eindeutig identifizieren kann
- Pfadausdrücke
  - Referenzattribute führen unweigerlich zur Notwendigkeit, Pfadausdrücke in der Anfragesprache zu unterstützen.

Konzepte objekt-relationaler Datenbanken

- Vererbung
  - Die komplex strukturierten Typen können von einem Obertyp erben.
  - Weiterhin kann man Relationen als Unterrelation einer Oberrelation definieren.
  - Alle Tupel der Unter-Relation sind dann implizit auch in der Ober-Relation enthalten.
  - Damit wird das Konzept der Generalisierung/Spezialisierung realisiert.
- Operationen
  - Den Objekttypen zugeordnet (oder auch nicht)
  - Einfache Operationen können direkt in SQL implementiert werden
  - Komplexere werden in einer Wirtssprache „extern“ realisiert
    - Java, C, PLSQL (Oracle-spezifisch), C++, etc.

Standardisierung in SQL:1999

- SQL2 bzw. SQL:1992
  - Derzeit realisierter Standard der kommerziellen relationalen Datenbanksysteme
  - Vorsicht: verschiedene Stufen der Einhaltung
    - Entry level ist die schwächste Stufe
- SQL:1999
  - Objekt-relationale Erweiterungen
  - Trigger
  - Stored Procedures
  - Erweiterte Anfragesprache

Große Objekte: Large Objects

- CLOB
  - In einem Character Large OBject werden lange Texte gespeichert.
  - Der Vorteil gegenüber entsprechend langen varchar(...)} Datentypen liegt in der verbesserten Leistungsfähigkeit, da die Datenbanksysteme für den Zugriff vom Anwendungsprogramm auf die Datenbanksystem-LOBs spezielle Verfahren (sogenannte Locator) anbieten.
- BLOB
  - In den Binary Large Objects speichert man solche Anwendungsdaten, die vom Datenbanksystem gar nicht interpretiert sondern nur gespeichert bzw.~archiviert werden sollen.
- NCLOB
  - CLOBs sind auf Texte mit 1-Byte Character-Daten beschränkt. Für die Speicherung von Texten mit Sonderzeichen, z.B.~Unicode-Texten müssen deshalb sogenannte National Character Large Objects (NCLOBs) verwendet werden
  - In DB2 heißt dieser Datentyp (anders als im SSQL:1999 Standard) DBCLOB -- als Abkürzung für Double Byte Character Large OBject

Beispiel-Anwendung von LOBs

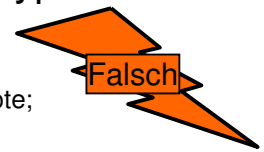
```
Create Table Professoren
    ( PersNr integer primary key,
    Name varchar(30) not null,
    Rang character(2) check (Rang in ('C2', 'C3', 'C4')),
    Raum integer unique,
    Passfoto BLOB(2M),
    Lebenslauf CLOB(75K) );

LOB (Lebenslauf) store as
    ( tablespace Lebensläufe
    storage (initial 50M next 50M) );
```


Einfache Benutzer-definierte Typen: Distinct Types

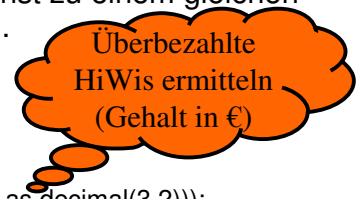
```
CREATE DISTINCT TYPE NotenTyp AS DECIMAL (3,2) WITH COMPARISONS;

CREATE FUNCTION NotenDurchschnitt(NotenTyp) RETURNS NotenTyp
    Source avg(Decimal());

Create Table Pruefen (
    MatrNr INT,
    VorlNr INT,
    PersNr INT,
    Note NotenTyp);

Insert into Pruefen Values (28106,5001,2126,NotenTyp(1.00));
Insert into Pruefen Values (25403,5041,2125,NotenTyp(2.00));
Insert into Pruefen Values (27550,4630,2137,NotenTyp(2.00));

select NotenDurchschnitt(Note) as UniSchnitt
from Pruefen;
```


Einfache Benutzer-definierte Typen: Distinct Types

```
select  *
from Studenten s
where s.Stundenlohn > s.VordiplomNote;
```



- Geht nicht: Scheitert an dem unzulässigen Vergleich zweier unterschiedlicher Datentypen NotenTyp vs. decimal
- Um unterschiedliche Datentypen miteinander zu vergleichen, muss man sie zunächst zu einem gleichen Datentyp transformieren (casting).




```
select  *
from Studenten s
where s.Stundenlohn >
            (9.99 - cast(s.VordiplomNote as decimal(3,2)));
```


Konvertierungen zwischen NotenTyp-en

```
CREATE DISTINCT TYPE US_NotenTyp AS DECIMAL (3,2) WITH
    COMPARISONS;

CREATE FUNCTION UsnachD_SQL(us US_NotenTyp) RETURNS
    NotenTyp
      Return (case when Decimal(us) < 1.0 then NotenTyp(5.0)
                   when Decimal(us) < 1.5 then NotenTyp(4.0)
                   when Decimal(us) < 2.5 then NotenTyp(3.0)
                   when Decimal(us) < 3.5 then NotenTyp(2.0)
                   else NotenTyp(1.0) end);

Create Table TransferVonAmerika (
    MatrNr INT,
    VorlNr INT,
    Universitaet Varchar(30),
    Note US_NotenTyp);
```

Anwendung der Konvertierung in einer Anfrage

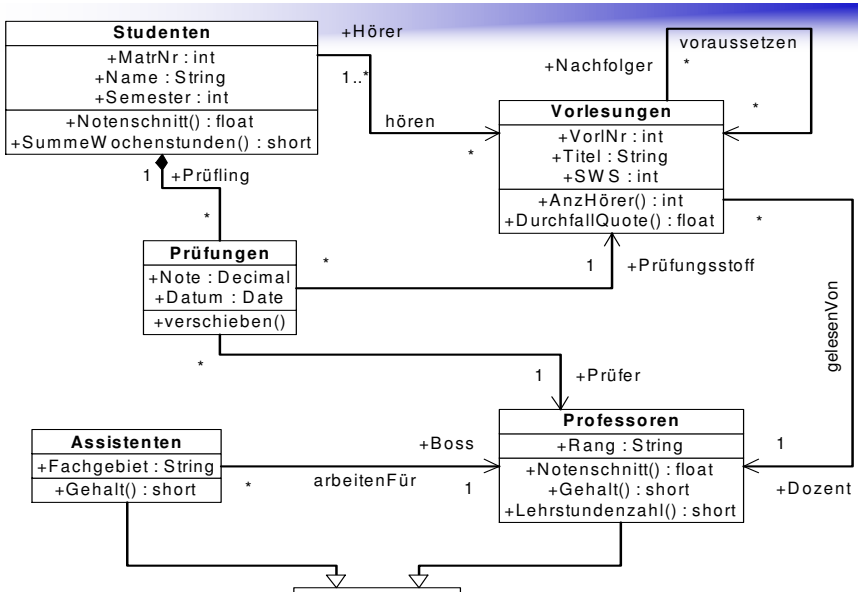
```
Insert into TransferVonAmerika Values (28106,5041,
                'Univ. Southern California', US_NotenTyp(4.00));

select MatrNr, NotenDurchschnitt(Note)
from
    (
        (select Note, MatrNr from Pruefen) union
        (select USnachD_SQL(Note) as Note, MatrNr
         from TransferVonAmerika)
    ) as AllePruefungen
group by MatrNr
```


Konvertierung als externe Funktion

```
CREATE FUNCTION USnachD(DOUBLE) RETURNS Double
    EXTERNAL NAME 'Konverter_USnachD'
    LANGUAGE C
    PARAMETER STYLE DB2SQL
    NO SQL
    DETERMINISTIC
    NO EXTERNAL ACTION
    FENCED;

CREATE FUNCTION UsnachD_Decimal (DECIMAL(3,2)) RETURNS
   DECIMAL(3,2)
    SOURCE USnachD (DOUBLE);

CREATE FUNCTION NotenTyp(US_NotenTyp) RETURNS NotenTyp
    SOURCE USnachD_Decimal (DECIMAL());
```


Benutzerdefinierte strukturierte Objekttypen

- Zunächst in UML



Typ-Deklarationen in Oracle

```
CREATE OR REPLACE TYPE ProfessorenTyp AS OBJECT (
  PersNr NUMBER,
  Name VARCHAR(20),
  Rang CHAR(2),
  Raum Number,
  MEMBER FUNCTION Notenschnitt RETURN NUMBER,
  MEMBER FUNCTION Gehalt RETURN NUMBER
)

CREATE OR REPLACE TYPE AssistentenTyp AS OBJECT (
  PersNr NUMBER,
  Name VARCHAR(20),
  Fachgebiet VARCHAR(20),
  Boss REF ProfessorenTyp,
  MEMBER FUNCTION Gehalt RETURN NUMBER
)
```


Implementierung von Operationen

```
CREATE OR REPLACE TYPE BODY ProfessorenTyp AS
MEMBER FUNCTION Notenschnitt RETURN NUMBER is
  BEGIN
    /* Finde alle Prüfungen des/r Profs und
       ermittle den Durchschnitt */
  END;

MEMBER FUNCTION Gehalt RETURN NUMBER is
  BEGIN
    RETURN 1000.0;  /* Einheitsgehalt für alle */
  END;
END;
```

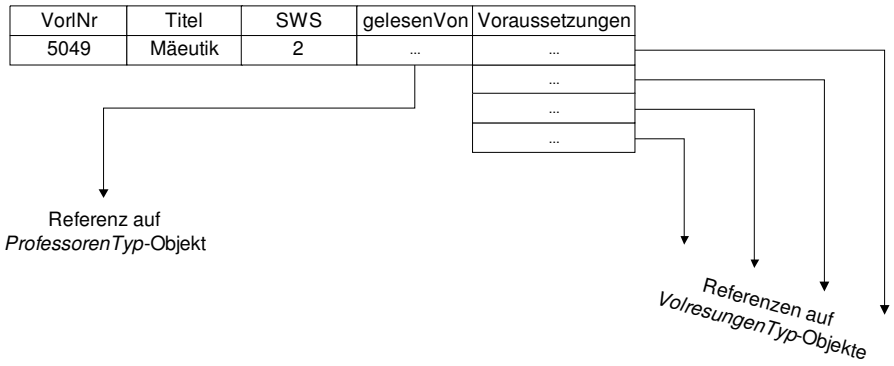

Anlegen der Relationen / Tabellen

```
CREATE TABLE ProfessorenTab OF ProfessorenTyp (
    PersNr PRIMARY KEY) ;

CREATE TABLE AssistentenTab of AssistentenTyp;

INSERT INTO ProfessorenTab  VALUES (2125, 'Sokrates', 'C4', 226);
INSERT INTO ProfessorenTab  VALUES (2126, 'Russel', 'C4', 232);
INSERT INTO ProfessorenTab  VALUES (2127, 'Kopernikus', 'C3', 310);
INSERT INTO ProfessorenTab  VALUES (2133, 'Popper', 'C3', 52);
INSERT INTO ProfessorenTab  VALUES (2134, 'Augustinus', 'C3', 309);
INSERT INTO ProfessorenTab  VALUES (2136, 'Curie', 'C4', 36);
INSERT INTO ProfessorenTab  VALUES (2137, 'Kant', 'C4', 7);
```


Typ-Deklarationen in Oracle

```
CREATE OR REPLACE TYPE VorlesungenTyp;

CREATE OR REPLACE TYPE VorlRefListenTyp AS TABLE OF REF
    VorlesungenTyp
/
CREATE OR REPLACE TYPE VorlesungenTyp AS OBJECT (
  VorlNr NUMBER,
  TITEL VARCHAR(20),
  SWS NUMBER,
  gelesenVon REF ProfessorenTyp,
  Voraussetzungen VorlRefListenTyp,
  MEMBER FUNCTION DurchfallQuote RETURN NUMBER,
  MEMBER FUNCTION AnzHoerer RETURN NUMBER
)
```

Illustration eines VorlesungenTyp-Objekts



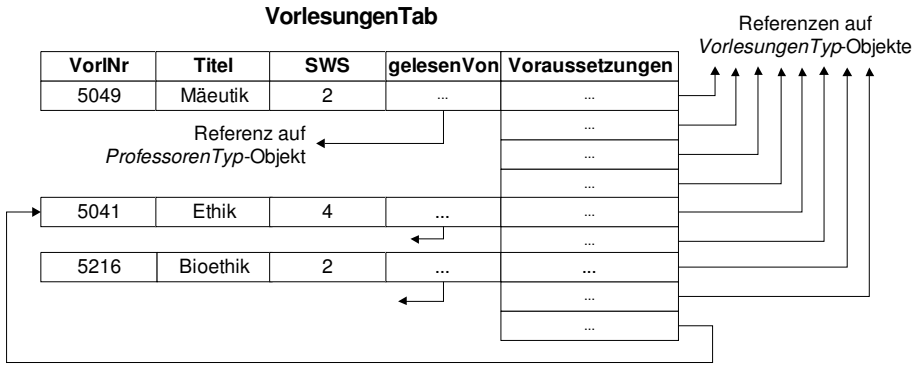
Anlegen der Relationen / Tabellen

```
CREATE TABLE VorlesungenTab OF VorlesungenTyp
   NESTED TABLE Voraussetzungen STORE AS VorgaengerTab;
```


Einfügen von Referenzen

```
INSERT INTO VorlesungenTab
   SELECT 5041, 'Ethik', 4, REF(p), VorlRefListenTyp()
   FROM ProfessorenTab p
   WHERE Name = 'Sokrates';

insert into VorlesungenTab
    select 5216, 'Bioethik', 2, ref(p), VorlRefListenTyp()
    from ProfessorenTab p
    where Name = 'Russel';

insert into table
          (select nachf.Voraussetzungen
          from VorlesungenTab nachf
          where nachf.Titel = 'Bioethik')
    select ref(vorg)
    from VorlesungenTab vorg
    where vorg.Titel = 'Ethik';
```


Darstellung der VorlesungenTab



Vererbung von Objekttypen

```
CREATE TYPE Angestellte_t AS
    (PersNr INT,
     Name VARCHAR(20))
    INSTANTIABLE
    REF USING VARCHAR(13) FOR BIT DATA
    MODE DB2SQL;

CREATE TYPE Professoren_t UNDER Angestellte_t AS
    (Rang CHAR(2),
     Raum INT)
    MODE DB2SQL;

CREATE TYPE Assistenten_t UNDER Angestellte_t AS
    (Fachgebiet VARCHAR(20),
     Boss REF(Professoren_t))
    MODE DB2SQL;
```


Vererbung von Objekttypen

```
ALTER TYPE Professoren_t
    ADD METHOD anzMitarb()
    RETURNS INT
    LANGUAGE SQL
    CONTAINS SQL
    READS SQL DATA;

CREATE TABLE Angestellte OF Angestellte_t
    (REF IS Oid USER GENERATED);

CREATE TABLE Professoren OF Professoren_t UNDER Angestellte
    INHERIT SELECT PRIVILEGES;

CREATE TABLE Assistenten OF Assistenten_t UNDER Angestellte
    INHERIT SELECT PRIVILEGES
    (Boss WITH OPTIONS SCOPE Professoren);
```


Generalisierung/Spezialisierung

```
CREATE METHOD anzMitarb()
    FOR Professoren_t
    RETURN (SELECT COUNT (*)
            From Assistenten
            WHERE Boss->PersNr = SELF..PersNr);

INSERT INTO Professoren (Oid, PersNr, Name, Rang, Raum)
    VALUES(Professoren_t('s'), 2125, 'Sokrates', 'C4', 226);

INSERT INTO Professoren (Oid, PersNr, Name, Rang, Raum)
    VALUES(Professoren_t('r'), 2126, 'Russel', 'C4', 232);

INSERT INTO Professoren (Oid, PersNr, Name, Rang, Raum)
    VALUES(Professoren_t('c'), 2137, 'Curie', 'C4', 7);

INSERT INTO Assistenten (Oid, PersNr, Name, Fachgebiet, Boss)
    VALUES(Assistenten_t('p'), 3002, 'Platon', 'Ideenlehre', Professoren_t('s'));
```


Generalisierung/Spezialisierung

```
INSERT INTO Assistenten (Oid, PersNr, Name, Fachgebiet, Boss)
    VALUES(Assistenten_t('a'), 3003, 'Aristoteles', 'Syllogistik',
    Professoren_t('s'));

INSERT INTO Assistenten (Oid, PersNr, Name, Fachgebiet, Boss)
    VALUES(Assistenten_t('w'), 3004, 'Wittgenstein', 'Sprachtheorie',
           Professoren_t('r'));

select a.name, a.PersNr
from Angestellte a;

select * from Assistenten;

select a.Name, a.Boss->Name, a.Boss->wieHart() as Güte
from Assistenten a;
```