
Kapitel 2

SQL und PL/SQL

Folien zum Datenbankpraktikum
Wintersemester 2010/11 LMU München

© 2008 Thomas Bernecker, Tobias Emrich © 2010 Tobias Emrich, Erich Schubert
unter Verwendung der Folien des Datenbankpraktikums aus dem Wintersemester 2007/08 von Dr. Matthias Schubert

Übersicht

- 2.1 Anfragen
- 2.2 Views
- 2.3 Prozedurales SQL
- 2.4 Das Cursor-Konzept
- 2.5 Stored Procedures
- 2.6 Packages
- 2.7 Standardisierungen

Syntax einer SQL-Anfrage

logische Abarbeitungsreihenfolge

| | |
|--|---|
| <code>select [distinct] <Attributliste, (arithm.) Ausdrücke, ...></code> | 5 |
| <code>from <Relationenliste, Tupelvariablen></code> | 1 |
| <code>[where <Bedingung>]</code> | 2 |
| <code>[group by <Attributliste></code> | 3 |
| <code> [having <Gruppen-Bedingung>]</code> | 4 |
| <code>[union [all] / intersect / minus select ...]</code> | 6 |
| <code>[order by <Liste von Spaltennamen>]</code> | 7 |

Bedeutung (Semantik) einer SQL-Anfrage

1. Kreuzprodukt aller Relationen, die in der **from**-Klausel vorkommen
2. Selektion aller Tupel, die die **where**-Klausel erfüllen
3. Partitionierung der Tupel in Gruppen, so dass die Tupel einer Gruppe in den Gruppierungsattributen übereinstimmen
4. Selektion aller Gruppen, die die **having**-Klausel erfüllen
5. Auswertung der **select**-Klausel: Auswahl der angegebenen Attribute (Projektion) und Elimination von Duplikaten, falls **select distinct** angegeben ist
 - ohne group by: für jedes in Schritt 2 verbliebene Tupel wird ein Ergebnistupel erzeugt
 - mit group by: für jede in Schritt 4 verbliebene Gruppe wird ein Ergebnistupel erzeugt
6. Auswertung des zweiten **select**-Statements und Durchführung der Mengenoperation
7. Sortierung entsprechend der **order by**-Klausel

Bemerkung: Die tatsächliche Auswertung einer Anfrage läuft in der Regel nicht in der Reihenfolge dieser Schritte ab (Performanz), sie muss nur das gleiche Ergebnis liefern.

Einfache Anfragen

- o einzelne Attribute einer Relation R, die eine bestimmte Bedingung erfüllen:

```
select * from R where a1 > a7
```

- o Join:

```
select R1.a1, R1.a2 from R1, R2 where R1.a1 = R2.a2
```

- o Bedingungen (Prädikate):

- einfache Vergleiche: < > = ... , verknüpft durch **and**, **or**, **not**
- Pattern matching: **like** 'literals' mit Platzhaltern:
_ für beliebiges Zeichen, % für beliebigen String
- Duplikate sind möglich, Abhilfe: **select distinct**
- Attributeindeutigkeit durch Voranstellung des Relationennamens
(hilfreich z.B. bei: where R1.a1 = R2.a1)

- o Tupelvariable (zur Abkürzung oder zur Eindeutigkeit bei Self-Joins):

```
select r1.a1 from R r1, R r2 where r1.a1 > r2.a2
```

- o Outer Join: Liefert alle Tupel des einfachen Joins *und* alle Zeilen der einen Relation, die mit keiner Zeile der anderen Relation 'matchen' (mit null-Werten in den Join-Attributen).

Beispiel: Teilnahme (PersNr, Projekt)

Angestellter (PersNr, Name)

“Ermittle die Namen aller Angestellten zusammen mit der Bezeichnung des Projekts, an dem sie arbeiten.”

```
select Name, Projekt from Angestellter, Teilnahme  
where Angestellter.PersNr = Teilnahme.PersNr
```

liefert nur Angestellte, die an Projekten mitarbeiten.

```
select Name, Projekt from Angestellter, Teilnahme  
where Angestellter.PersNr = Teilnahme.PersNr(+)
```

liefert alle Angestellten.

Neuere Syntax:

```
select Name, Projekt  
from Angestellter left outer join Teilnahme using (PersNr)
```

Select-Klausel

Mit den Attributen (Spalten) kann auch gerechnet werden:

- arithmetische Ausdrücke: +, -, /, *
 - mit Konstanten
 - mit Attributen
- Aggregatsfunktionen: **min**, **max**, **sum**, **avg**, **count**, ...

Beispiel: `Angestellter(PersNr, Gehalt, ...)`

“Durchschnittsgehalt aller Angestellten.”

```
select avg(Gehalt) from Angestellter
```

Subqueries

- In der **where**- oder **having**-Klausel können weitere **select**-Statements auftreten, sog. Subqueries (nested queries, geschachtelte Anfragen).
- **Einfache Subqueries** werden **einmal** ausgewertet, mit dem Ergebnis wird weitergerechnet.

Beispiel: `Student (MatrNr, Name, Vorname)`

`Teilnahme (MatrNr, Veranstaltung)`

“Namen aller Studierenden, die an mindestens einer Vorlesung teilnehmen.”

```
select distinct Name
from Student
where MatrNr in (select MatrNr from Teilnahme)
```

Könnte auch mit Join gelöst werden:

```
select distinct Name
from Student s, Teilnahme t
where s.MatrNr = t.MatrNr
```

○ Korrelierte Subqueries:

- sind abhängig von der äußeren Query
- werden für jedes Tupel ausgewertet, das in der äußeren Query bearbeitet wird

Das obige Beispiel kann auch mit korrelierter Subquery gelöst werden:

```
select Name
from Student s
where exists (select * from Teilnahme t where s.MatrNr =
             t.MatrNr)
```

ein anderes Beispiel: Angestellter(PersNr, Gehalt, Abteilung)

“Alle Angestellten, die mehr verdienen als das Durchschnittsgehalt ihrer Abteilung.”

```
select *
from Angestellter a
where a.Gehalt > (select avg(b.Gehalt) from Angestellter b
                 where a.Abtteilung = b.Abtteilung)
```

○ Subqueries in der from-Klausel:

Beispiel:

```
select Name
from ( select Name, MatrNr from Student s, Teilnahme t
      where s.MatrNr = t.MatrNr)
```

→ möglich, aber meist redundantes Statement

→ kann aber in Sonderfällen Performanz oder Lesbarkeit erhöhen

→ lässt sich ein besseres Beispiel finden?

Group by-Klausel

- Syntax: `group by <Gruppierungsattribute>`
- Wirkung: Mengen von Tupeln mit gleichen Werten in den angegebenen Attributen werden zu Gruppen zusammengefasst. Die Ergebnisrelation enthält ein Tupel für jede Gruppe.
- Die Attribute in der **select**-Klausel müssen Gruppierungsattribute sein. Andere Attribute dürfen nur in Aggregatsfunktionen vorkommen.
- Beispiel: *“Minimales und maximales Gehalt der Angestellten in jeder Abteilung.”*

```
select Abteilung, min(Gehalt), max(Gehalt)
from Angestellter
group by Abteilung
```

Having-Klausel

- Syntax: `having <Bedingung>`
- Wirkung: Für jede Gruppe aus `group by` (oder ganze Ergebnismenge, falls kein `group by` angegeben) wird `<Bedingung>` geprüft und nur bei `true` in das Ergebnis aufgenommen.
- Beispiel: *“Minimales und maximales Gehalt der Angestellten von jeder Abteilung, in der das Durchschnittsgehalt unter EUR 1500 liegt.”*

```
select Abteilung, min(Gehalt), max(Gehalt)
from Angestellter
group by Abteilung
having avg(Gehalt) < 1500
```

Order by-Klausel

- Syntax: `order by <Sortierungsattribute> [ASC | DESC]`
(pro Sortierungsattribut)

wobei ASC = ascending (aufsteigend), DESC = descending (absteigend)

- Wirkung: Ergebnistupel werden sortiert
- Beispiel:

```
select Name, Vorname
from Student
order by Name, Vorname
```

Bemerkung: Statt Attributnamen kann auch die Position in der **select**-Liste angegeben werden (nützlich bei langen Ausdrücken):

```
select Name, Vorname
from Student
order by 1, 2
```

Mengenoperationen

- Syntax: `select ...`
`{ union [all] | intersect | minus }`
`select ...`
- Wirkung: Mengenoperation \cup (bei Verwendung von `all` keine Duplikatelimination), \cap , \setminus auf den Ergebnistupeln
- Beispiel:

```
select Name, Vorname
from Student
union
select Name, Vorname
from Professor
```

Null-Werte

- Kein definierter Attributwert → verschiedene Interpretationsmöglichkeiten:
 - Wert existiert nicht (nie für das Tupel)
 - Wert ist derzeit nicht bekannt
 - Wert ist bekannt, aber nicht verfügbar (z.B. aus Datenschutzgründen)

- Wie wird `null` behandelt?
 - Wenn `null`-Werte an arithmetischen Operationen (`+`, `-`, `/`, `*`) beteiligt sind, wird das Ergebnis auch zu `null`.
 - Wenn `null`-Werte an Vergleichsoperationen (`<`, `>`, `=`, ...) beteiligt sind, wird das Ergebnis `unknown`. Wenn das Gesamtergebnis `unknown` ist, dann ist dies äquivalent zu `false`.
 - Für Test auf `null` die Operatoren `is null`, `is not null` verwenden!
 - Bei Aggregation werden `null`-Werte nicht gezählt!
 - Bei Gruppierung, Duplikatelimination bilden `null`-Werte eine Gruppe.
 - Bei Sortierung ist `null` größter Wert.

- Bei logischen Operatoren `and`, `or`, `not` → dreiwertige Logik
z.B. für `and`:

| <code>and</code> | <code>true</code> | <code>false</code> | <code>unknown</code> |
|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| <code>true</code> | <code>true</code> | <code>false</code> | <code>unknown</code> |
| <code>false</code> | <code>false</code> | <code>false</code> | <code>false</code> |
| <code>unknown</code> | <code>unknown</code> | <code>false</code> | <code>unknown</code> |

Beispiel: `select Name, Vorname
from Student
where Vorname > 'S' and Vorname < 'T'`
liefert keine `null`-Werte als Vornamen.

Übersicht

2.1 Anfragen

2.2 Views

2.3 Prozedurales SQL

2.4 Das Cursor-Konzept

2.5 Stored Procedures

2.6 Packages

2.7 Standardisierungen

Was sind Views?

- Views sind virtuelle, abgeleitete Relationen.
- Inhalt wird definiert durch **select**-Anweisung.
- Views werden in der Regel nicht materialisiert abgespeichert, sondern nur ihre Definition.
- Verwendungszweck:
 - Datenschutz: der Zugriff auf bestimmte Zeilen oder Spalten einer Tabelle kann unterbunden werden.
 - Ausblenden unnötiger Informationen
- Syntax:

```
create view <name> (<attr1>, ..., <attrn>) as
select <arg1>, ..., <argn> from ...
```
- Viewdefinitionen in Textdateien (*.sql) editieren und mit `start` bzw. `@` in `SQL*PLUS` laden.

Übersicht

2.1 Anfragen

2.2 Views

2.3 Prozedurales SQL

2.4 Das Cursor-Konzept

2.5 Stored Procedures

2.6 Packages

2.7 Standardisierungen

Motivation

- SQL bietet keine Rekursion (Iteration) → keine Berechnungsvollständigkeit!
- Beispiel: (Transitive Hülle)

gegeben: Relation `Strasse(von, nach)`

gesucht: ist "E" von "A" erreichbar ?

Annahme: Hilfsrelation `erreichbar(ort)` ist verfügbar (anfangs leer)

```
insert into erreichbar values (A);  
while (E ∉ erreichbar ∧ erreichbar wächst an) {  
  insert into erreichbar  
    select nach from strasse  
    where von in (select * from erreichbar);  
}
```

Ist mit reinem SQL nicht ausdrückbar : keine Schleifen!

- Abhilfe:
 - Einbettung von SQL in eine Hostsprache (z.B. C, Java) → Embedded SQL, JDBC
 - Hersteller-spezifische SQL-Erweiterungen, z.B. PL/SQL in Oracle, PL/pgSQL

'PL/SQL' (Oracle): Erweiterung von SQL um prozedurale Elemente

Eigenschaften:

- Tupelweise Verarbeitung
- Befehls-Blöcke
- Variablen-Deklarationen
- Konstanten-Deklarationen
- Cursor-Definitionen
- Prozedur- und Funktionsdefinitionen
- Kontroll-Befehle
- Zuweisungen
- Exception- und Fehlerbehandlung
- keine statischen DDL-Befehle

```

PL/SQL-Block:
declare | function | procedure
    Vereinbarungen
begin
    Befehle
exception
    Fehlerbehandlung
end;
    
```

falls noch eine Deklaration folgt

Variablendeklaration

| Deklaration | Beispiel |
|---|--|
| <code>varname type;</code> | <code>birthdate DATE;</code> <code>name VARCHAR(20) NOT NULL := 'Huber';</code> |
| <code>constname CONSTANT type := wert;</code> | <code>pi CONSTANT REAL := 3.14159;</code> |
| Datentypen • alle SQL-Datentypen • Subtypen | CHAR, NUMBER, ... z.B. bei NUMBER: FLOAT, DECIMAL, ... |
| BOOLEAN | <code>switch BOOLEAN NOT NULL := TRUE;</code> |
| %TYPE | <code>balance NUMBER(7,2);</code> <code>min_balance balance%TYPE;</code> <code>varname table.attr%TYPE;</code> |
| %ROWTYPE | <code>/* employee(name VARCHAR(20),</code> <code> salary NUMBER(7,2),</code> <code> dept NUMBER(3)); */</code> <code>emp_rec employee%ROWTYPE;</code> |

Befehle

- SQL-Befehle (keine DDL-Befehle, nur mit dyn. SQL möglich, s. Kap. 4)
 - `insert, delete, update, select ... into ... from ...`
- Cursor-Befehle (siehe Abschnitt 2.4)
- Kontroll-Befehle
 - `if ... then .. else/elsif ... end if,`
 - `loop ... end loop, while ... loop ... end loop,`
 - `for i in lb..ub loop ... end loop,`
 - `exit, goto label`
- Zuweisungen
 - `varname := wert;`
- Funktionen
 - alle in SQL zulässigen Funktionen (`'+', '||', TODATE(...), ...`)

Ausnahmebehandlung (exception handling)

- Mechanismus zum Abfangen und Behandeln von Fehlersituationen
- Interne Fehlersituationen (in ORACLE):
 - Treten auf, wenn das PL/SQL-Programm eine ORACLE-Regel verletzt oder ein systemabhängiges Limit überschreitet
 - z.B. Division durch Null, Speicherfehler, etc.
 - Oracle-Fehler werden intern über eine Nummer (Fehlercode) identifiziert
 - Exceptions benötigen einen Namen → Zuordnung von Namen zu Fehlercodes notwendig
 - Namen für die häufigsten Fehler sind bereits vordefiniert, z.B.:
`ZERO_DIVIDE, STORAGE_ERROR, ...`

- Externe Fehlersituationen:
 - werden vom Benutzer definiert
 - müssen deklariert werden
 - müssen explizit aktiviert werden

- Syntax:

```
DECLARE
exc_name EXCEPTION;           -- Deklaration
...
BEGIN
...
IF ... THEN
    RAISE exc_name;           -- Aktivierung
END IF;
...
EXCEPTION
WHEN exc_name THEN ...       -- Behandlung
WHEN zero_divide THEN ...
WHEN OTHERS THEN ...
END;
```

- Einige Möglichkeiten der Ausnahmebehandlung:

- Behebung des aufgetretenen Fehlers (wenn möglich)
- Transaktion zurücksetzen (rollback)
- Ggf. erneuter Versuch (z.B. bei Überlastung des Servers)
- Fehlermeldung an den Anwender und Abbruch, z.B.:

```
raise_application_error(-20000,'Exception exc_name occurred');
```

Beispiel (unter \$DBPRAKT_HOME/Beispiele/PLSQL/Division_pl.sql)

```

SET SERVEROUTPUT ON                                -- SQLPLUS-Kommando

DECLARE                                            -- Anonymer PL/SQL-Block (ohne Namen)

  res NUMBER;

  FUNCTION teilen (samp_num NUMBER) RETURN NUMBER IS -- (AS)
    numerator NUMBER;
    denominator NUMBER;
    the_ratio NUMBER;
    lower_limit CONSTANT NUMBER := 0.72;
  BEGIN
    SELECT x, y INTO numerator, denominator
      FROM result_table
      WHERE sample id = samp num;
    the_ratio := numerator/denominator;
    IF the_ratio > lower_limit THEN
      RETURN the_ratio;
    ELSE
      RETURN -1;
    END IF;
  END IF;

```

| Schema | result_table: |
|--------|------------------------------|
| Name | Null? Type |
| | ----- |
| | SAMPLE_ID NOT NULL NUMBER(3) |
| X | NUMBER |
| Y | NUMBER |

```

EXCEPTION                                        -- gehört zur Funktion
  WHEN ZERO_DIVIDE THEN                          -- vordefinierte Ausnahme
    dbms_output.put('In EXCEPTION "ZERO_DIVIDE"');
    RETURN NULL;
  WHEN OTHERS THEN
    dbms_output.put('In EXCEPTION "OTHERS"');
    RETURN NULL;
END teilen;

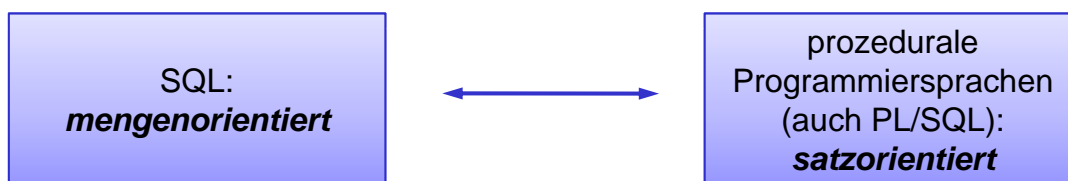
BEGIN                                            -- Hauptblock
  FOR i IN 130..133 LOOP                          -- Inhalt der Relation result_table:
    res := teilen(i);                             -- SAMPLE_ID    X    Y
    dbms_output.put(i);                          -- -----
    dbms_output.put(' ');                        -- 130          70   87
    dbms_output.put(res);                        -- 131          77   194
    dbms_output.new_line;                        -- 132          73    0
    dbms_output.put(' ');                        -- 133          81   98
  END LOOP;
END;
/
SET SERVEROUTPUT OFF                            -- Welche Ausgabe liefert das Programm?

```

Übersicht

- 2.1 Anfragen
- 2.2 Views
- 2.3 Prozedurales SQL
- 2.4 Das Cursor-Konzept**
- 2.5 Stored Procedures
- 2.6 Packages
- 2.7 Standardisierungen

Problemstellung



- SQL-Anfrage liefert (in der Regel) **Tupelmenge** als Ergebnis. Wie kann man damit in PL/SQL umgehen?
 - 2 Möglichkeiten:
 - 1-Tupel-Befehle für Anfragen, die max. 1 Tupel zurückliefern (z.B. `select ... into ...`)
 - Cursor: Elementweises Durchlaufen der Ergebnismenge und Einlesen jeweils eines Tupels in eine Variable ("Iterator")

Cursor-Befehle

DECLARE

```
CURSOR c1 IS                                -- Deklaration (Verbinden des Cursors
                                           mit einer Anfrage)

  SELECT n1 FROM data_table

  WHERE exper_num = 1;

num1 data_table.n1%TYPE;                    -- Attribut TYPE
```

BEGIN

```
OPEN c1;                                    -- Cursor öffnen (Auswerten der Anfrage
                                           Zeiger auf erstes Tupel setzen)

LOOP                                        -- Durchlaufen der Ergebnismenge

  FETCH c1 INTO num1;                       -- aktuelles Tupel in Variable einlesen,
                                           Zeiger auf nächstes Tupel setzen

  EXIT WHEN c1%NOTFOUND;                   -- Cursor-Attribut NOTFOUND

  ...

END LOOP;

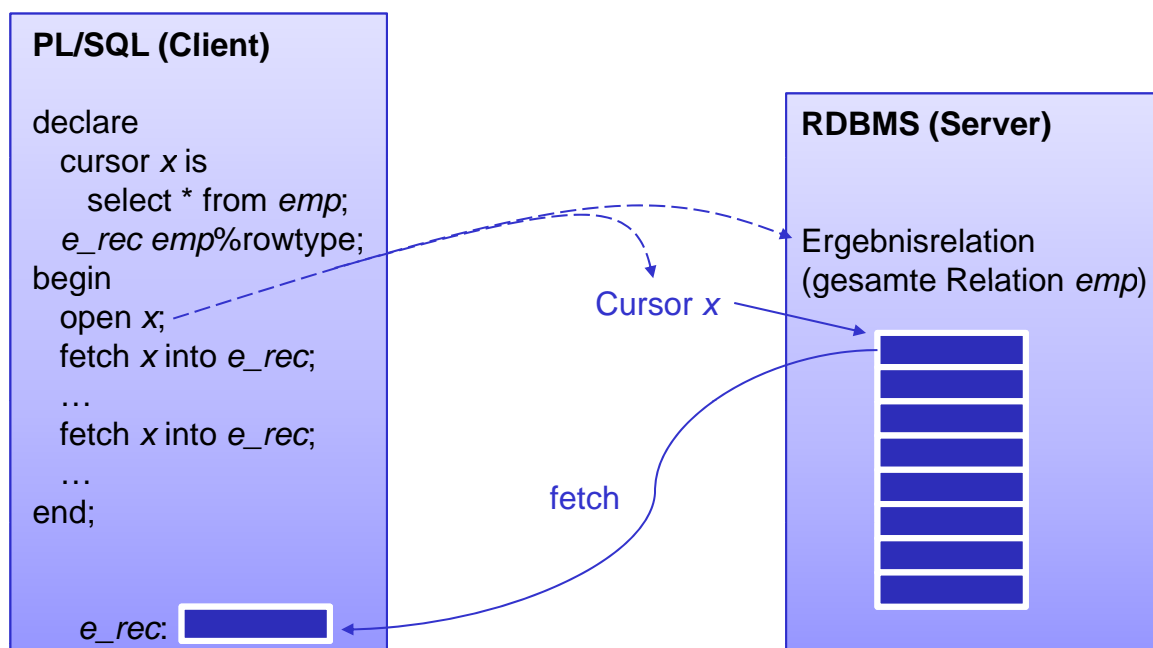
CLOSE c1;                                   -- Cursor schließen
```

END;

Schematische Darstellung

zur Cursor-Verwendung (gilt allgemein, nicht nur für die Verwendung innerhalb PL/SQL)

e_rec: Record-Variable, entspricht genau dem Tupel-Typ von *emp*



Noch ein Beispiel (unter \$DBPRAKT_HOME/Beispiele/PLSQL/Cursor_pl.sql, für weitere Beispiele siehe Online-Doku zu PL/SQL)

```
DECLARE
```

```
result temp.coll%TYPE;
CURSOR c1(a NUMBER) IS          -- Cursor mit Parameter
    SELECT n1, n2, n3 from data_table
    WHERE exper_num = a;
```

```
BEGIN
```

```
FOR c1_rec IN c1(20) LOOP      -- Cursor öffnen, Variable
                                passenden Typs deklarieren,
                                Ergebnismenge durchlaufen

    result := c1_rec.n2 / (c1_rec.n1 + c1_rec.n3);
    INSERT INTO temp VALUES (result, NULL, NULL);
END LOOP;
```

```
END;
```

Übersicht

- 2.1 Datendefinition in SQL
- 2.2 Anfragen
- 2.3 Views
- 2.4 Prozedurales SQL
- 2.5 Das Cursor-Konzept
- 2.6 Stored Procedures**
- 2.7 Packages
- 2.8 Standardisierungen

Stored Procedures

- PL/SQL-Prozeduren/Funktionen können als Objekte in der DB gespeichert werden.
- Befehl: `CREATE FUNCTION name (arg1 datatype1, ...) RETURN datatype AS ...`
`CREATE PROCEDURE name (arg1 [IN|OUT|IN OUT] datatype1, ...) AS ...`

bewirkt folgende Aktionen:

- PL/SQL-Compiler übersetzt das Programm und prüft auf syntaktische und semantische Korrektheit.
 - Aufgetretene Fehler werden in das Data Dictionary eingetragen.
→ Abruf im SQL Developer: `select * from user_errors where user = '...'`
→ Ausgabe der Beschreibung und der genauen Position der Fehler aller deklarierten Funktionen/Prozeduren/Trigger
 - Aufrufe von anderen PL/SQL-Programmen werden auf Zugriffsberechtigung überprüft.
 - Source Code und kompiliertes Programm werden in das Data Dictionary eintragen.
 - Rückmeldung an Benutzer
- Stored Procedures/Functions in Textfiles editieren!

- Abruf von Fehlermeldungen:
 - *SQL*PLUS:*
`show errors [procedure|function] <proc_name>`
 - *Data Dictionary:*
`select * from user_errors where name = '<PROC_NAME>' (groß!)`
- Aufruf von gespeicherten Prozeduren/Funktionen:
 - *aus PL/SQL:*
`[<schema_name>.]<procedure_name> (...);`
`<var_name> := [<schema_name>.]<function_name> (...);`
 - *aus SQL*PLUS:*
`execute [<schema_name>.]<procedure_name> (...)`
`select [<schema_name>.]<function_name> (...) from dual;`

Aufruf auch über andere Schnittstellen (z.B. ODBC/JDBC) möglich.

`dual`: Pseudo-Tabelle mit einer Zeile, einem Wert wegen Kompatibilität.

- Vorteile der Speicherung
 - reduzierte Kommunikation zwischen Client und Server ("network round-trips")
 - Programme bereits kompiliert → bessere Performance
 - gezielte Gewährung von Zugriffsrechten: das Ausführungsrecht für eine PL/SQL-Prozedur kann mit den Zugriffsrechten des Erstellers (*definer rights*, default) oder mit denen des Benutzers (*invoker rights*) ausgestattet werden
 - Teil der Anwendungsprogrammierung in DB zentralisiert
 - Verwaltung der Abhängigkeiten zwischen Programmen und anderen DB-Objekten durch DBMS
- Beispiel: (unter \$DBPRAKT_HOME/Beispiele/PLSQL/Stored_pl.sql)

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION inkrement (x number)
  RETURN number AS
BEGIN
  return x+1;
END inkrement;
```

```
SQL> select inkrement(5) from dual;
```

wobei `dual` eine (1*1)-"Dummy-Tabelle" ist, um das Ergebnis zu speichern

Übersicht

2.1 Anfragen

2.2 Views

2.3 Prozedurales SQL

2.4 Das Cursor-Konzept

2.5 Stored Procedures

2.6 Packages

2.7 Standardisierungen

Packages

PL/SQL-Prozeduren/Funktionen können in Modulen (Packages) zusammengefasst werden.

Eigenschaften:

- Modulkonzept bietet mächtige Strukturierungsmöglichkeiten
- Package ist als Objekt in der DB gespeichert
- Trennung von Schnittstelle (*package specification*) und Implementierung (*package body*)
- Schnittstelle definiert nach außen sichtbare Funktions-, Prozedur-Köpfe, Typen, Cursor, Variablen, Konstanten
- Package-Name (und ggf. auch -Code) ist über Data Dictionary zugreifbar

Beispiel

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE konvert AS                                -- Definition der Schnittstelle
    PROCEDURE konvert_HS (anzahl NUMBER);
    PROCEDURE konvert_VA_WS0809 (anzahl NUMBER);
    FUNCTION konv_ok RETURN BOOLEAN;
END konvert;
```

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY konvert AS                                -- Implementierung
    <Var-, Cursor-Deklarationen, lokal zum Package Body>

    PROCEDURE konvert_HS (anzahl NUMBER) IS
        <Deklarationen, lokal zur Prozedur>
    BEGIN
        <Statements>
    END konvert_HS;

    PROCEDURE konvert_VA_WS0809 (anzahl NUMBER) IS ...
    END konvert_VA_WS0809;

    FUNCTION konv_ok RETURN BOOLEAN IS
        ok BOOLEAN;
    BEGIN ... RETURN ok;
    END konv_ok;

    PROCEDURE konv_locl ( ...) IS ... END konv_locl;

    ...
END konvert;
```

Erstellen/Aufrufen von Packages

- Befehl `CREATE PACKAGE` bewirkt in etwa dieselben Aktionen wie `CREATE PROCEDURE/FUNCTION` (siehe Abschnitt 'Stored Procedures')
- Editieren in Textdatei
- Ausgabe zu Debugging-Zwecken mit vordefiniertem Package `dbms_output`
- Aufruf von Package-Prozeduren/Funktionen ...
 - *aus SQL *PLUS:*
`execute <schema_name>.<package_name>.<proc_name> (...)`
 - *aus PL/SQL:*
`<schema_name>.<package_name>.<proc_name> (...);`

Übersicht

- 2.1 Anfragen
- 2.2 Views
- 2.3 Prozedurales SQL
- 2.4 Das Cursor-Konzept
- 2.5 Stored Procedures
- 2.6 Packages
- 2.7 Standardisierungen

SQL-Standardisierungen

- herausgegeben durch ANSI und ISO
- Konformitätstests und Zertifizierung durch das NIST von 1980 bis 1996
- SQL86 (ANSI-SQL X3.135-1986 bzw. ISO 9075)
 - Erster SQL-Standard
- SQL89 (ANSI-SQL X3.135-1989)
 - Erweiterung von SQL 1986 um Embedded SQL + Referentielle Integrität
- SQL2 (auch SQL92 von 1992)
 - Standardisierung von Erweiterungen, die die meisten Systeme schon bieten: Datumstypen, Funktionen, ...
 - verschiedene Ebenen: Entry - Transitional - Intermediate - Full
- SQL3 (auch SQL:1999)
 - Rekursion, Trigger, Autorisierung, ADT, Kapselung, Objektorientierung
 - Anwendungen: Text, Geo, Zeit, Multimedia (SQL MM - Multimedia SQL) →LOBs
- SQL:2003
 - Umgang mit XML, Größenbeschränkung von Anfrageergebnismengen (Window Functions), Sequenzen, Spalten mit automatisch generierten Werten