



Oracle Database 12c: Develop PL/SQL Program Units

Schulungsunterlagen • Band I
D80170DE11
Production 1.1 | November 2014 | D88608

Learn more from Oracle University at oracle.com/education/

Autor

Dimpi Rani Sarmah

Technischer Inhalt und Überarbeitung

Wayne Abbott

Madhavi Siddireddy

Laszlo Czinkoczki

Nancy Greenberg

KimSeong Loh

Miyuki Osato

Swarnapriya Shridhar

Redaktion

Anwesha Ray

Raj Kumar

Herausgeber

Giri Venugopal

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Diese Software und zugehörige Dokumentation werden im Rahmen eines Lizenzvertrages zur Verfügung gestellt, der Einschränkungen hinsichtlich Nutzung und Offenlegung enthält und durch Gesetze zum Schutz geistigen Eigentums geschützt ist. Sofern nicht ausdrücklich in Ihrem Lizenzvertrag vereinbart oder gesetzlich geregelt, darf diese Software weder ganz noch teilweise in irgendeiner Form oder durch irgendein Mittel zu irgendeinem Zweck kopiert, reproduziert, übersetzt, gesendet, verändert, lizenziert, übertragen, verteilt, ausgestellt, ausgeführt, veröffentlicht oder angezeigt werden. Reverse Engineering, Disassemblierung oder Dekompilierung der Software ist verboten, es sei denn, dies ist erforderlich, um die gesetzlich vorgesehene Interoperabilität mit anderer Software zu ermöglichen.

Die hier angegebenen Informationen können jederzeit und ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Wir übernehmen keine Gewähr für deren Richtigkeit. Sollten Sie Fehler oder Unstimmigkeiten finden, bitten wir Sie, uns diese schriftlich mitzuteilen.

Wird diese Software oder zugehörige Dokumentation an die Regierung der Vereinigten Staaten von Amerika bzw. einen Lizenznehmer im Auftrag der Regierung der Vereinigten Staaten von Amerika geliefert, gilt Folgendes:

U.S. GOVERNMENT END USERS:

Oracle programs, including any operating system, integrated software, any programs installed on the hardware, and/or documentation, delivered to U.S. Government end users are "commercial computer software" pursuant to the applicable Federal Acquisition Regulation and agency-specific supplemental regulations. As such, use, duplication, disclosure, modification, and adaptation of the programs, including any operating system, integrated software, any programs installed on the hardware, and/or documentation, shall be subject to license terms and license restrictions applicable to the programs. No other rights are granted to the U.S. Government.

Oracle und Java sind eingetragene Marken der Oracle Corporation und/oder ihrer verbundenen Unternehmen. Andere Namen und Bezeichnungen können Marken ihrer jeweiligen Inhaber sein.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung

- Ziele dieser Lektion 1-2
- Lektionsagenda 1-3
- Kursziele 1-4
- Empfohlene Kursagenda 1-5
- Lektionsagenda 1-7
- In diesem Kurs verwendetes Schema **Human Resources (HR)** 1-8
- Informationen zu den Kursaccounts 1-9
- Anhänge dieses Kurses 1-10
- PL/SQL-Entwicklungsumgebungen 1-11
- Was ist Oracle SQL Developer? 1-12
- PL/SQL in SQL*Plus codieren 1-13
- Ausgabe von PL/SQL-Blöcken ermöglichen 1-14
- Lektionsagenda 1-15
- Oracle Cloud 1-16
- Oracle Cloud-Services 1-17
- Cloud-Deployment-Modelle 1-18
- Lektionsagenda 1-19
- SQL- und PL/SQL-Dokumentation von Oracle 1-20
- Zusätzliche Ressourcen 1-21
- Zusammenfassung 1-22
- Übungen zu Lektion 1 – Übersicht: Erste Schritte 1-23

2 Prozeduren erstellen

- Ziele 2-2
- Lektionsagenda 2-3
- Modularisierte Unterprogramme erstellen 2-4
- Unterprogramme mit Schichten erstellen 2-5
- Entwicklung mit PL/SQL-Blöcken modularisieren 2-6
- Anonyme Blöcke – Übersicht 2-7
- PL/SQL-Laufzeitarchitektur 2-8
- PL/SQL-Unterprogramme – Definition 2-9
- PL/SQL-Unterprogramme – Vorteile 2-10
- Anonyme Blöcke und Unterprogramme – Unterschiede 2-11
- Lektionsagenda 2-12

Prozeduren – Definition 2-13
Prozeduren erstellen – Übersicht 2-14
Prozeduren mit der SQL-Anweisung CREATE OR REPLACE erstellen 2-15
Prozeduren mit SQL Developer erstellen 2-16
In SQL Developer Prozeduren kompilieren und Kompilierungsfehler anzeigen 2-17
Kompilierungsfehler in SQL Developer korrigieren 2-18
In diesem Kurs verwendete PL/SQL-Strukturen –Benennungskonventionen 2-19
Parameter und Parametermodi – Definition 2-20
Formale und tatsächliche Parameter 2-21
Prozedurale Parametermodi 2-22
Parametermodi – Vergleich 2-23
Parametermodus IN – Beispiel 2-24
Parametermodus OUT – Beispiel 2-25
Parametermodus IN OUT – Beispiel 2-26
OUT-Parameter mithilfe der untergeordneten Routine DBMS_OUTPUT.PUT_LINE anzeigen 2-27
OUT-Parameter mithilfe von SQL*Plus-Hostvariablen anzeigen 2-28
Verfügbare Notationen für die Übergabe von tatsächlichen Parametern 2-29
Tatsächliche Parameter übergeben – Prozedur add_dept erstellen 2-30
Tatsächliche Parameter übergeben – Beispiele 2-31
Option DEFAULT für Parameter 2-32
Prozeduren aufrufen 2-34
Prozeduren mit SQL Developer aufrufen 2-35
Lektionsagenda 2-36
Behandelte Exceptions 2-37
Behandelte Exceptions – Beispiel 2-38
Nicht behandelte Exceptions 2-39
Nicht behandelte Exceptions – Beispiel 2-40
Prozeduren mit der SQL-Anweisung DROP oder mit SQL Developer entfernen 2-41
Prozedurinformationen mithilfe von Data Dictionary Views anzeigen 2-42
Prozedurinformationen mit SQL Developer anzeigen 2-43
Quiz 2-44
Zusammenfassung 2-45
Übungen zu Lektion 2 – Übersicht: Prozeduren erstellen, kompilieren und aufrufen 2-46

3 Funktionen erstellen und Unterprogramme debuggen

Ziele 3-2
Lektionsagenda 3-3
Stored Functions – Übersicht 3-4
Funktionen erstellen 3-5

Prozeduren und Funktionen – Unterschiede 3-6
Funktionen erstellen und ausführen – Übersicht 3-7
Stored Functions mit CREATE FUNCTION-Anweisungen erstellen und aufrufen –
 Beispiel 3-8
Funktionen mithilfe verschiedener Methoden ausführen 3-9
Funktionen mit SQL Developer erstellen und kompilieren 3-11
Funktionen mit SQL Developer ausführen 3-12
Benutzerdefinierte Funktionen in SQL-Anweisungen – Vorteile 3-13
Funktionen in SQL-Ausdrücken – Beispiel 3-14
Benutzerdefinierte Funktionen in SQL-Anweisungen aufrufen 3-15
Funktionen aus SQL-Ausdrücken aufrufen – Einschränkungen 3-16
Funktionen aus SQL-Ausdrücken aufrufen – Seiteneffekte ausschalten 3-17
Einschränkungen für den Funktionsaufruf aus SQL – Beispiel 3-18
Benannte und gemischte Notation aus SQL 3-19
Benannte und gemischte Notation aus SQL – Beispiel 3-20
Funktionen mit Data Dictionary Views anzeigen 3-21
Funktionsinformationen mit SQL Developer anzeigen 3-22
Funktionen mit der SQL-Anweisung `DROP` oder mit SQL Developer entfernen 3-23
Quiz 3-24
Übung 1 zu Lektion 3 – Übersicht 3-25
Lektionsagenda 3-26
PL/SQL-Unterprogramme mit dem SQL Developer-Debugger debuggen 3-27
Unterprogramme debuggen – Übersicht 3-28
Registerkarte zur Bearbeitung von Prozedur- oder Funktionscode 3-29
Symbolleiste der Registerkarte für Prozeduren oder Funktionen 3-30
Symbolleiste der Registerkarte **Debugging – Log** 3-31
Weitere Registerkarten 3-33
Beispiel für das Debuggen von Prozeduren – Neue Prozedur `emp_list` erstellen 3-34
Beispiel für das Debuggen von Prozeduren – Neue Funktion `get_location`
 erstellen 3-35
Breakpoints festlegen und `emp_list` für Debugmodus kompilieren 3-36
Funktion `get_location` für Debugmodus kompilieren 3-37
`emp_list` debuggen und Werte für Parameter `PMAXROWS` eingeben 3-38
`emp_list` debuggen – In eine Codezeile wechseln (F7) 3-39
Daten anzeigen 3-41
Variablen beim Debugging des Codes ändern 3-42
`emp_list` debuggen – Mit **Step Over** Code übergehen 3-43
`emp_list` debuggen – Code verlassen (UMSCHALT+F7) 3-44
`emp_list` debuggen – Code bis Cursor ausführen (F4) 3-45
`emp_list` debuggen – Bis zum Methodenende ausführen 3-46

Unterprogramme remote debuggen – Übersicht 3-47
Zusammenfassung 3-48
Übung 2 zu Lektion 3 – Übersicht: SQL Developer-Debugger – Einführung 3-49

4 Packages erstellen

Ziele 4-2
Lektionsagenda 4-3
PL/SQL-Packages – Definition 4-4
Packages – Vorteile 4-5
PL/SQL-Packages – Komponenten 4-7
Packagekomponenten – Interne und externe Sichtbarkeit 4-8
PL/SQL-Packages entwickeln – Übersicht 4-9
Lektionsagenda 4-10
Packagespezifikationen mit `CREATE PACKAGE`-Anweisungen erstellen 4-11
Packagespezifikationen mithilfe von SQL Developer erstellen 4-12
Packagebodys mithilfe von SQL Developer erstellen 4-13
Packagespezifikationen – Beispiel: `comm_pkg` 4-14
Packagebodys erstellen 4-15
Packagebodys – Beispiel: `comm_pkg` 4-16
Packageunterprogramme aufrufen – Beispiele 4-17
Packageunterprogramme mithilfe von SQL Developer aufrufen 4-18
Packages ohne Body erstellen und verwenden 4-19
Packages im Data Dictionary anzeigen 4-20
Packages in SQL Developer anzeigen 4-21
Packages mit SQL Developer oder der SQL-Anweisung `DROP` löschen 4-22
Packages erstellen – Richtlinien 4-23
Quiz 4-24
Zusammenfassung 4-25
Übungen zu Lektion 4 – Übersicht: Packages erstellen und verwenden 4-26

5 Mit Packages arbeiten

Ziele 5-2
Lektionsagenda 5-3
Unterprogramme in PL/SQL überladen 5-4
Prozeduren überladen – Beispiel: Packagespezifikationen erstellen 5-6
Prozeduren überladen – Beispiel: Packagebodys erstellen 5-7
Überladung und Package STANDARD 5-8
Ungültige Prozedurreferenzen 5-9
Ungültige Prozedurreferenzen mithilfe von Vorwärtsdeklarationen auflösen 5-10
Packages initialisieren 5-11

Packagefunktionen in SQL 5-12
Seiteneffekte von PL/SQL-Unterprogrammen ausschalten 5-13
Packagefunktionen in SQL – Beispiel 5-14
Lektionsagenda 5-15
Persistente Packagezustände 5-16
Persistente Zustände von Packagevariablen – Beispiel 5-18
Persistente Zustände von Packagecursorn – Beispiel 5-19
Package CURS_PKG ausführen 5-21
Assoziative Arrays in Packages 5-22
Quiz 5-23
Zusammenfassung 5-24
Übungen zu Lektion 5 – Übersicht: Mit Packages arbeiten 5-25

6 Von Oracle bereitgestellte Packages zur Anwendungsentwicklung

Ziele 6-2
Lektionsagenda 6-3
Von Oracle bereitgestellte Packages 6-4
Von Oracle bereitgestellte Packages – Beispiele 6-5
Lektionsagenda 6-7
Package DBMS_OUTPUT – Funktionsweise 6-8
Mit dem Package UTL_FILE mit Betriebssystemdateien interagieren 6-9
Einige Prozeduren und Funktionen von UTL_FILE 6-10
Dateien mit dem Package UTL_FILE bearbeiten – Übersicht 6-11
Verfügbare deklarierte Exceptions im Package UTL_FILE 6-12
Funktionen FOPEN und IS_OPEN – Beispiel 6-13
UTL_FILE – Beispiel 6-16
Package UTL_MAIL 6-18
UTL_MAIL einrichten und verwenden – Übersicht 6-20
UTL_MAIL-Unterprogramme – Zusammenfassung 6-21
UTL_MAIL installieren und verwenden 6-22
Prozedur SEND – Syntax 6-23
Prozedur SEND_ATTACH_RAW 6-24
E-Mails mit binärem Anhang senden – Beispiel 6-25
Prozedur SEND_ATTACH_VARCHAR2 6-27
E-Mails mit Textanhang senden – Beispiel 6-28
Quiz 6-30
Zusammenfassung 6-31
Übungen zu Lektion 6 – Übersicht: Von Oracle bereitgestellte Packages zur Anwendungsentwicklung 6-32

7 Dynamisches SQL

Ziele 7-2

Lektionsagenda 7-3

SQL-Anweisungen – Ausführungsablauf 7-4

Mit dynamischem SQL arbeiten 7-5

Dynamisches SQL – Einsatzmöglichkeiten 7-6

Natives dynamisches SQL (NDS) 7-7

Anweisung EXECUTE IMMEDIATE 7-8

Verfügbare Methoden zur NDS-Verwendung 7-9

Dynamisches SQL mit DDL-Anweisungen – Beispiele 7-11

Dynamisches SQL mit DML-Anweisungen 7-12

Dynamisches SQL mit Single-Row-Abfragen – Beispiel 7-13

Anonyme PL/SQL-Blöcke dynamisch ausführen 7-14

PL/SQL-Bind-Typen 7-15

Unterprogramme mit BOOLEAN-Parametern 7-16

PL/SQL-Code mit nativem dynamischem SQL kompilieren 7-17

Lektionsagenda 7-18

Package DBMS_SQL – Einsatzmöglichkeiten 7-19

Unterprogramme des Packages DBMS_SQL – Einsatzmöglichkeiten 7-20

DBMS_SQL mit DML-Anweisungen – Zeilen löschen 7-22

DBMS_SQL mit parametrisierten DML-Anweisungen 7-24

Quiz 7-25

Zusammenfassung 7-26

Übungen zu Lektion 7 – Übersicht: Dynamisches SQL 7-27

8 Überlegungen zum Design von PL/SQL-Code

Ziele 8-2

Lektionsagenda 8-3

Konstanten und Exceptions standardisieren 8-4

Exceptions standardisieren 8-5

Exception-Behandlung standardisieren 8-6

Konstanten standardisieren 8-7

Lokale Unterprogramme 8-8

Rechte des Eigentümers und Rechte des ausführenden Benutzers – Vergleich 8-9

Rechte des ausführenden Benutzers angeben – AUTHID auf CURRENT_USER

einstellen 8-10

Autonome Transaktionen 8-11

Autonome Transaktionen – Merkmale 8-12

Autonome Transaktionen – Beispiel 8-13

Lektionsagenda 8-15

PL/SQL-Packages und Standalone Stored Subprograms Rollen erteilen 8-16
Lektionsagenda 8-17
Hint NOCOPY 8-18
Auswirkungen des Hints NOCOPY 8-19
Wann ignoriert der PL/SQL-Compiler den Hint NOCOPY? 8-20
Hint PARALLEL_ENABLE 8-21
Sessionübergreifender Ergebniscache für PL/SQL-Funktionen 8-22
Ergebniscache für Funktionen aktivieren 8-23
Ergebnisgecachte Funktionen deklarieren und definieren – Beispiel 8-24
Klausel DETERMINISTIC mit Funktionen 8-26
Lektionsagenda 8-27
RETURNING-Klauseln 8-28
Bulk Binding 8-29
Bulk Binding – Syntax und Schlüsselwörter 8-30
Bulk Binding mit FORALL – Beispiel 8-32
BULK COLLECT INTO mit Abfragen 8-34
BULK COLLECT INTO mit Cursorn 8-35
BULK COLLECT INTO mit RETURNING-Klauseln 8-36
Bulk Binding in wenig gefüllten Collections 8-37
Bulk Binding mit Indexarray 8-40
Quiz 8-41
Zusammenfassung 8-42
Übungen zu Lektion 8 – Übersicht: Überlegungen zum Design von PL/SQL-Code 8-43

9 Trigger erstellen

Ziele 9-2
Trigger – Definition 9-3
Trigger definieren 9-4
Triggerereignistypen 9-5
Anwendungs- und Datenbanktrigger 9-6
Trigger implementieren – Szenarios für Geschäftsanwendungen 9-7
Verfügbare Triggertypen 9-8
Triggerereignistypen und Triggerbody 9-9
DML-Trigger mit der Anweisung CREATE TRIGGER erstellen 9-10
Triggerauslösung angeben (Timing) 9-12
Trigger auf Anweisungsebene und Trigger auf Zeilenebene – Vergleich 9-13
DML-Trigger mit SQL Developer erstellen 9-14
Auslösereihenfolge der Trigger – Single-Row-Bearbeitung 9-15
Auslösereihenfolge der Trigger – Multiple-Row-Bearbeitung 9-16
DML-Statement-Trigger erstellen – Beispiel: SECURE_EMP 9-17

Trigger SECURE_EMP testen 9-18
Bedingungsprädikate 9-19
DML-Row-Trigger erstellen 9-20
Qualifier OLD und NEW 9-21
Qualifier OLD und NEW – Beispiel 9-22
Row-Trigger mit WHEN-Klausel bedingt auslösen 9-24
Triggerausführungsmodell – Zusammenfassung 9-25
Integritäts-Constraints mit After-Triggern implementieren 9-26
INSTEAD OF-Trigger 9-27
INSTEAD OF-Trigger erstellen – Beispiel 9-28
INSTEAD OF-Trigger zum Ausführen von DML für komplexe Views erstellen 9-29
Triggerstatus 9-31
Deaktivierte Trigger erstellen 9-32
Trigger mit SQL-Anweisungen ALTER und DROP verwalten 9-33
Trigger mit SQL Developer verwalten 9-34
Trigger testen 9-35
Triggerinformationen anzeigen 9-36
USER_TRIGGERS 9-37
Quiz 9-38
Zusammenfassung 9-39
Übungen zu Lektion 9 – Übersicht: Statement- und Row-Trigger erstellen 9-40

10 Komplexe Trigger, DDL-Trigger und Datenbankereignistrigger erstellen

Ziele 10-2
Komplexe Trigger – Definition 10-3
Mit komplexen Triggern arbeiten 10-4
Komplexe Trigger – Einsatzmöglichkeiten 10-5
Ausführungszeitbereiche von komplexen tabellenbezogenen Triggern 10-6
Komplexe Trigger für Tabellen – Struktur 10-7
Komplexe Trigger für Views – Struktur 10-8
Komplexe Trigger – Einschränkungen 10-9
Triggereinschränkungen für sich verändernde Tabellen 10-10
Sich verändernde Tabellen – Beispiel 10-11
Mutating Table Error mit komplexem Trigger beheben 10-13
Trigger für DDL-Anweisungen erstellen 10-15
Datenbankereignistrigger erstellen 10-16
Trigger für Systemereignisse erstellen 10-17
LOGON- und LOGOFF-Trigger – Beispiel 10-18
CALL-Anweisungen in Triggern 10-19
Datenbankereignistrigger – Vorteile 10-20

Erforderliche Systemberechtigungen zur Triggerverwaltung 10-21
Trigger entwerfen – Richtlinien 10-22
Quiz 10-23
Zusammenfassung 10-24
Übungen zu Lektion 10 – Übersicht: Komplexe Trigger, DDL-Trigger und Datenbankereignistrigger erstellen 10-25

11 PL/SQL-Compiler

Ziele 11-2
Lektionsagenda 11-3
Initialisierungsparameter für die PL/SQL-Kompilierung 11-4
Initialisierungsparameter für die PL/SQL-Kompilierung – Einsatzmöglichkeiten 11-5
Compilereinstellungen 11-7
PL/SQL-Initialisierungsparameter anzeigen 11-8
PL/SQL-Initialisierungsparameter anzeigen und einstellen 11-9
PL/SQL-Initialisierungsparameter ändern – Beispiel 11-10
Lektionsagenda 11-11
PL/SQL-Kompilierungszeitwarnungen für Unterprogramme – Übersicht 11-12
Compilerwarnungen – Vorteile 11-14
PL/SQL-Kompilierungszeitwarnungen – Kategorien 11-15
Warnstufen für Warnmeldungen einstellen 11-16
Compilerwarnstufen mit `PLSQL_WARNINGS` einstellen 11-17
Compilerwarnstufen mit `PLSQL_WARNINGS` einstellen – Beispiele 11-18
Compilerwarnstufen in SQL Developer mit `PLSQL_WARNINGS` einstellen 11-19
Aktuelle Einstellung von `PLSQL_WARNINGS` anzeigen 11-20
Compilerwarnungen mit SQL Developer, SQL*Plus oder Data Dictionary Views anzeigen 11-22
SQL*Plus-Warnmeldungen – Beispiel 11-23
`PLSQL_WARNINGS` verwenden – Richtlinien 11-24
Lektionsagenda 11-25
Compilerwarnstufen mit dem Package `DBMS_WARNING` einstellen 11-26
Package `DBMS_WARNING` – Unterprogramme 11-28
`DBMS_WARNING`-Prozeduren – Syntax, Parameter und zulässige Werte 11-29
`DBMS_WARNING`-Prozeduren – Beispiel 11-30
`DBMS_WARNING`-Funktionen – Syntax, Parameter und zulässige Werte 11-31
`DBMS_WARNING`-Funktionen – Beispiel 11-32
`DBMS_WARNING` – Beispiel 11-33
Warnmeldung PLW 06009 11-35
Warnung PLW 06009 – Beispiel 11-36
Quiz 11-37

Zusammenfassung 11-38
Übungen zu Lektion 11 – Übersicht: PL/SQL-Compiler 11-39

12 Abhängigkeiten verwalten

Ziele 12-2
Abhängigkeiten von Schemaobjekten – Übersicht 12-3
Abhängigkeiten 12-4
Direkte lokale Abhängigkeiten 12-5
Direkte Objektabhängigkeiten abfragen – View USER_DEPENDENCIES 12-6
Objektstatus abfragen 12-7
Abhängige Objekte invalidieren 12-8
Schemaobjektänderungen, durch die einige abhängige Objekte invalidiert werden –
Beispiel 12-9
Direkte und indirekte Abhängigkeiten anzeigen 12-11
Abhängigkeiten anzeigen – View DEPTREE 12-12
Präzisere Abhängigkeitsmetadaten ab Oracle Database 11g 12-13
Fein granulierte Abhängigkeitsverwaltung 12-14
Fein granulierte Abhängigkeitsverwaltung – 1. Beispiel 12-15
Fein granulierte Abhängigkeitsverwaltung – 2. Beispiel 12-17
Änderungen bei Synonymabhängigkeiten 12-18
Gültige PL/SQL-Programmeinheiten und -Views beibehalten 12-19
Lokale Abhängigkeiten – Weiteres Szenario 12-20
Invalidierung reduzieren – Richtlinien 12-21
Objekte neu validieren 12-22
Remote-Abhängigkeiten 12-23
Remote-Abhängigkeiten – Konzepte 12-24
Parameter REMOTE_DEPENDENCIES_MODE einstellen 12-25
Remote-Prozedur B wird um 8 Uhr kompiliert 12-26
Lokale Prozedur A wird um 9 Uhr kompiliert 12-27
Prozedur A ausführen 12-28
Remote-Prozedur B wird um 11 Uhr rekompiliert 12-29
Prozedur A ausführen 12-30
Signaturmodus 12-31
PL/SQL-Programmeinheiten rekompilieren 12-32
Nicht erfolgreiche Rekompilierung 12-33
Erfolgreiche Rekompilierung 12-34
Prozeduren rekompilieren 12-35
Packages und Abhängigkeiten – Unterprogramm referenziert Package 12-36
Packages und Abhängigkeiten – Packageunterprogramm referenziert Prozedur 12-37
Quiz 12-38

Zusammenfassung 12-39
Übungen zu Lektion 12 – Übersicht: Abhängigkeiten im Schema verwalten 12-40

A Tabellenbeschreibungen

B SQL Developer

Ziele B-2
Was ist Oracle SQL Developer? B-3
SQL Developer – Spezifikationen B-4
SQL Developer 3.2 – Benutzeroberfläche B-5
Datenbankverbindungen erstellen B-7
Datenbankobjekte durchsuchen B-10
Tabellenstruktur anzeigen B-11
Dateien durchsuchen B-12
Schemaobjekte erstellen B-13
Neue Tabellen erstellen – Beispiel B-14
SQL Worksheet – Einsatzmöglichkeiten B-15
SQL-Anweisungen ausführen B-19
SQL-Skripte speichern B-20
Gespeicherte Skriptdateien ausführen – 1. Methode B-21
Gespeicherte Skriptdateien ausführen – 2. Methode B-22
SQL-Code formatieren B-23
Snippets B-24
Snippets – Beispiel B-25
Papierkorb B-26
Prozeduren und Funktionen debuggen B-27
Datenbankberichte B-28
Benutzerdefinierte Berichte erstellen B-29
Suchmaschinen und externe Tools B-30
Voreinstellungen festlegen B-31
SQL Developer-Layout zurücksetzen B-33
Data Modeler in SQL Developer B-34
Zusammenfassung B-35

C SQL*Plus

Ziele C-2
SQL und SQL*Plus – Interaktion C-3
SQL-Anweisungen und SQL*Plus-Befehle – Vergleich C-4
SQL*Plus – Übersicht C-5
Bei SQL*Plus anmelden C-6
Tabellenstruktur anzeigen C-7

SQL*Plus – Bearbeitungsbefehle C-9
LIST, n und APPEND C-11
Befehl CHANGE C-12
SQL*Plus – Dateibefehle C-13
Befehle SAVE und START C-14
Befehl SERVEROUTPUT C-15
SQL*Plus-Befehl SPOOL C-16
Befehl AUTOTRACE C-17
Zusammenfassung C-18

D REF CURSOR

Cursorvariablen D-2
Cursorvariablen – Einsatzmöglichkeiten D-3
REF CURSOR-Typen definieren D-4
OPEN-FOR-, FETCH- und CLOSE-Anweisungen D-7
Fetch-Vorgänge – Beispiel D-10

E Häufig verwendete SQL-Befehle

Ziele E-2
Einfache SELECT-Anweisungen E-3
SELECT-Anweisungen E-4
WHERE-Klauseln E-5
ORDER BY-Klauseln E-6
GROUP BY-Klauseln E-7
Data Definition Language (DDL) E-8
CREATE TABLE-Anweisungen E-9
ALTER TABLE-Anweisungen E-10
DROP TABLE-Anweisungen E-11
GRANT-Anweisungen E-12
Typen von Berechtigungen E-13
REVOKE-Anweisungen E-14
TRUNCATE TABLE-Anweisungen E-15
Data Manipulation Language (DML) E-16
INSERT-Anweisungen E-17
UPDATE-Anweisungen – Syntax E-18
DELETE-Anweisungen E-19
Anweisungen zur Transaktionskontrolle E-20
COMMIT-Anweisungen E-21
ROLLBACK-Anweisungen E-22

SAVEPOINT-Anweisungen E-23
Joins E-24
Typen von Joins E-25
Mehrdeutige Spaltennamen eindeutig kennzeichnen E-26
Natural Joins E-28
Equi Joins E-29
Records mithilfe von Equi Joins abrufen E-30
Zusätzliche Suchbedingungen mit den Operatoren AND und WHERE E-31
Records mithilfe von Non-Equi Joins abrufen E-32
Records mithilfe von USING-Klauseln abrufen E-33
Records mithilfe von ON-Klauseln abrufen E-34
Left Outer Joins E-35
Right Outer Joins E-36
Full Outer Joins E-37
Self-Joins – Beispiel E-38
Cross Joins E-39
Zusammenfassung E-40

F PL/SQL-Code verwalten

Ziele F-2
Agenda F-3
Conditional Compilation F-4
Conditional Compilation – Funktionsweise F-5
Auswahlanweisungen F-6
Vordefinierte und benutzerdefinierte Abfrageanweisungen F-7
Parameter PLSQL_CCFLAGS und Abfrageanweisungen F-8
Einstellung für den Initialisierungsparameter PLSQL_CCFLAGS anzeigen F-9
Parameter PLSQL_CCFLAGS und Abfrageanweisungen – Beispiel F-10
Benutzerdefinierte Fehler mithilfe von Conditional Compilation-Fehleranweisungen auslösen F-11
Statische Ausdrücke und Conditional Compilation F-12
Package DBMS_DB_VERSION – Boolesche Konstanten F-13
Package DBMS_DB_VERSION – Konstanten F-14
Conditional Compilation und Datenbankversionen – Beispiel F-15
Quelltext mit DBMS_PREPROCESSOR-Prozeduren ausgeben oder abrufen F-17
Agenda F-18
Obfuscation F-19
Obfuscation – Vorteile F-20
Dynamische Obfuscation – Neuerungen gegenüber Oracle 10g F-21
Nicht verschlüsselter PL/SQL-Code – Beispiel F-22

Verschlüsselter PL/SQL-Code – Beispiel	F-23
Dynamische Obfuscation – Beispiel	F-24
PL/SQL Wrapper	F-25
PL/SQL Wrapper ausführen	F-26
Wrapping – Ergebnisse	F-27
Wrapping – Richtlinien	F-28
Package DBMS_DDL und Utility wrap – Vergleich	F-29
Zusammenfassung	F-30

G PL/SQL – Wiederholung

Ziele	G-2
Blockstruktur für anonyme PL/SQL-Blöcke	G-3
PL/SQL-Variablen deklarieren	G-4
Variablen mit dem Attribut %TYPE deklarieren – Beispiele	G-5
PL/SQL-Records erstellen	G-6
%ROWTYPE-Attribute – Beispiele	G-7
PL/SQL-Tabellen erstellen	G-8
SELECT-Anweisungen in PL/SQL – Beispiel	G-9
Daten einfügen – Beispiel	G-10
Daten aktualisieren – Beispiel	G-11
Daten löschen – Beispiel	G-12
Transaktionen mit COMMIT- und ROLLBACK-Anweisungen steuern	G-13
IF-, THEN- und ELSIF-Anweisungen – Beispiel	G-14
Basisschleifen – Beispiel	G-16
FOR-Schleifen – Beispiel	G-17
WHILE-Schleifen – Beispiel	G-18
Implizite SQL-Cursorattribute	G-19
Explizite Cursor steuern	G-20
Explizite Cursor steuern – Cursor deklarieren	G-21
Explizite Cursor steuern – Cursor öffnen	G-22
Explizite Cursor steuern – Daten aus dem Cursor lesen	G-23
Explizite Cursor steuern – Cursor schließen	G-24
Attribute von expliziten Cursorn	G-25
Cursor FOR-Schleifen – Beispiel	G-26
FOR UPDATE-Klauseln – Beispiel	G-27
WHERE CURRENT OF-Klauseln – Beispiel	G-28
Vordefinierte Oracle-Serverfehler abfangen	G-29
Vordefinierte Oracle-Serverfehler abfangen – Beispiel	G-30
Nicht vordefinierte Fehler	G-31
Benutzerdefinierte Exceptions – Beispiel	G-32

RAISE_APPLICATION_ERROR-Prozeduren G-33
Zusammenfassung G-35

H Trigger implementieren – Untersuchung

Ziele H-2
Sicherheit im Server steuern H-3
Sicherheit mit Datenbanktriggern steuern H-4
Datenintegrität im Server durchsetzen H-5
Datenintegrität mit Triggern schützen H-6
Referenzielle Integrität im Server durchsetzen H-7
Referenzielle Integrität mit Triggern schützen H-8
Tabellen im Server replizieren H-9
Tabellen mit Triggern replizieren H-10
Abgeleitete Daten im Server berechnen H-11
Abgeleitete Werte mit Triggern berechnen H-12
Ereignisse mit Triggern protokollieren H-13
Zusammenfassung H-15

I Packages DBMS_SCHEDULER und HTP

Ziele I-2
Webseiten mit dem Package HTP generieren I-3
Prozeduren des Packages HTP I-4
HTML-Dateien mit SQL*Plus erstellen I-5
Package DBMS_SCHEDULER I-6
Jobs erstellen I-8
Jobs mit Inlineparametern erstellen I-9
Jobs mit Programmen erstellen I-10
Jobs für Programme mit Argumenten erstellen I-11
Jobs mit Ausführungsplänen erstellen I-12
Wiederholungsintervalle für Jobs einstellen I-13
Jobs mit Named Programs und Named Schedules erstellen I-14
Jobs verwalten I-15
Data Dictionary Views I-16
Zusammenfassung I-17

1

Einführung

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ziele dieser Lektion

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Ziele des Kurses erörtern
- Verfügbare Umgebungen in diesem Kurs bestimmen
- Datenbankschema und Datenbanktabellen beschreiben, die in diesem Kurs verwendet werden
- Funktionen und Vorteile von Oracle Cloud 12c beschreiben
- Verfügbare Dokumentation und Ressourcen auflisten



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

PL/SQL unterstützt zahlreiche Programmkonstrukte. In dieser Lektion werden Programmeinheiten in Form von anonymen Blöcken wiederholt, und Sie erhalten eine Einführung in benannte PL/SQL-Blöcke. Benannte PL/SQL-Blöcke werden auch als Unterprogramme bezeichnet. Zu den benannten PL/SQL-Blöcken gehören Prozeduren und Funktionen.

Die Tabellen aus dem (in den Kursübungen verwendeten) Schema **Human Resources (HR)** werden kurz erläutert. Außerdem werden die Entwicklungstools zum Schreiben, Testen und Debuggen von PL/SQL aufgezählt.

Lektionsagenda

- Kursziele und Kursagenda
- In diesem Kurs verwendete Schemas und Anhänge sowie verfügbare PL/SQL-Entwicklungsumgebungen
- Oracle Database 12c und zugehörige Produkte – Übersicht
- Oracle-Dokumentation und zusätzliche Ressourcen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Kursziele

Nach Ablauf dieses Kurses haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Folgende Elemente erstellen, ausführen und verwalten:
 - Prozeduren und Funktionen
 - Packagekonstrukte
 - Datenbanktrigger
- PL/SQL-Unterprogramme und -Trigger verwalten
- Bildschirm- und Dateiausgaben mithilfe einiger von Oracle bereitgestellter Packages generieren
- Verschiedene Techniken bestimmen, die die Überlegungen zum PL/SQL-Codedesign beeinflussen
- PL/SQL-Compiler verwenden und Abhängigkeiten verwalten

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit Datenbankprozeduren können Sie modularisierte Anwendungen entwickeln. Hierfür verwenden Sie beispielsweise folgende Datenbankobjekte:

- Prozeduren und Funktionen
- Packages
- Datenbanktrigger

Modulare Anwendungen verbessern:

- Funktionalität
- Sicherheit
- Gesamtperformance

Empfohlene Kursagenda

1. Tag:

- Lektion 1: Einführung
- Lektion 2: Prozeduren erstellen
- Lektion 3: Funktionen erstellen und Unterprogramme debuggen
- Lektion 4: Packages erstellen

2. Tag:

- Lektion 5: Mit Packages arbeiten
- Lektion 6: Von Oracle bereitgestellte Packages zur Anwendungsentwicklung
- Lektion 7: Dynamisches SQL
- Lektion 8: Überlegungen zum Design von PL/SQL-Code

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Empfohlene Kursagenda

3. Tag:

- Lektion 9: Trigger erstellen
- Lektion 10: Komplexe Trigger, DDL-Trigger und Datenbankereignistrigger erstellen
- Lektion 11: PL/SQL-Compiler
- Lektion 12: Abhangigkeiten verwalten

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

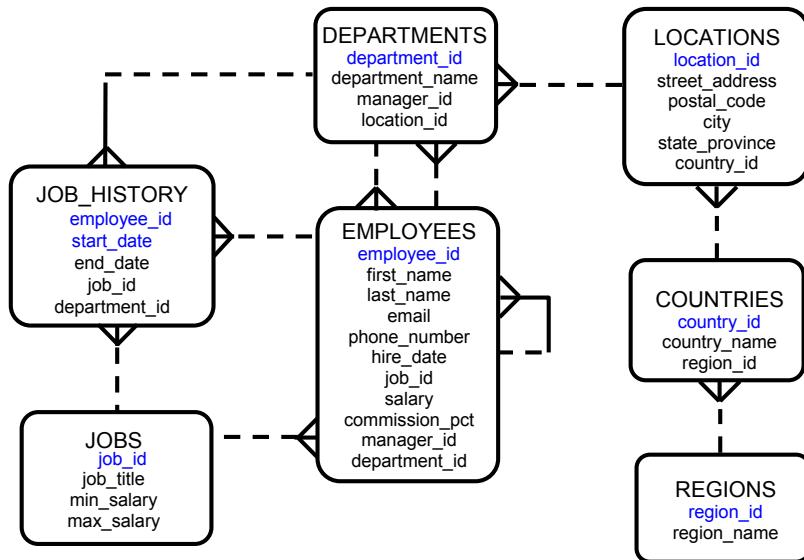
Lektionsagenda

- Kursziele und Kursagenda
- In diesem Kurs verwendete Schemas und Anhänge sowie verfügbare PL/SQL-Entwicklungsumgebungen
- Oracle Database 12c und zugehörige Produkte – Übersicht
- Oracle-Dokumentation und zusätzliche Ressourcen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In diesem Kurs verwendetes Schema "Human Resources (HR)"



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

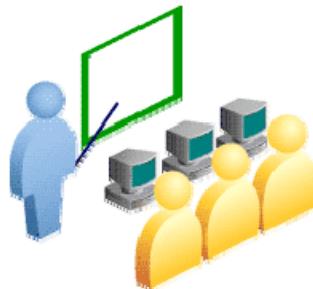
Das Schema **Human Resources (HR)** gehört zu den Oracle-Beispielschemas, die in einer Oracle-Datenbank installiert sein können. In den Übungen dieses Kurses werden Daten aus dem Schema HR verwendet.

Tabellenbeschreibungen

- **REGIONS** enthält Zeilen, die für eine Region wie Amerika, Asien und so weiter stehen.
- **COUNTRIES** enthält Zeilen für Länder, die jeweils einer Region zugeordnet sind.
- **LOCATIONS** enthält die spezifische Adresse eines bestimmten Büros, Lagers oder Produktionsstandortes eines in einem bestimmten Land ansässigen Unternehmens.
- **DEPARTMENTS** zeigt Details zu den Abteilungen, in denen Mitarbeiter arbeiten. Die Abteilungen können jeweils eine Beziehung zum Abteilungsleiter in der Tabelle **EMPLOYEES** aufweisen.
- **EMPLOYEES** enthält Details zu den einzelnen Mitarbeitern in einer Abteilung. Nicht alle Mitarbeiter müssen einer Abteilung zugeordnet sein.
- **JOBS** enthält die verschiedenen Tätigkeiten, die die einzelnen Mitarbeiter ausüben können.
- **JOB_HISTORY** enthält die Tätigkeitshistorie der Mitarbeiter. Wenn ein Mitarbeiter innerhalb einer Tätigkeit die Abteilung oder innerhalb einer Abteilung die Tätigkeit wechselt, wird eine neue Zeile mit den alten Tätigkeitsinformationen des Mitarbeiters in diese Tabelle eingefügt.

Informationen zu den Kursaccounts

- Es wurden geklonte HR-Account-IDs für Sie eingerichtet.
- Ihre Account-ID lautet ora61 oder ora62.
- Das Kennwort stimmt mit der Account-ID überein.
- Auf jedem Rechner ist eine eigene Datenbank installiert.
- Der Dozent besitzt einen separaten Rechner.



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Verwenden Sie entweder die Account-ID ora61 oder ora62.

Anhänge dieses Kurses

- Anhang A: Tabellenbeschreibungen
- Anhang B: SQL Developer
- Anhang C: SQL*Plus
- Anhang D: REF CURSOR
- Anhang E: Häufig verwendete SQL-Befehle
- Anhang F: PL/SQL-Code verwalten
- Anhang G: PL/SQL – Wiederholung
- Anhang H: Trigger implementieren – Untersuchung
- Anhang I: Packages DBMS_SCHEDULER und HTP

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

PL/SQL-Entwicklungsumgebungen

Im Rahmen dieses Kurses werden die folgenden Tools zur Entwicklung von PL/SQL-Code bereitgestellt:

- Oracle SQL Developer (wird in diesem Kurs verwendet)
- Oracle SQL*Plus



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

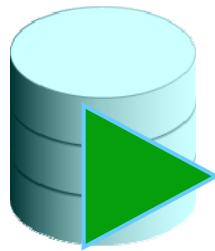
Es gibt viele Tools, die eine Umgebung zur Entwicklung von PL/SQL-Code bereitstellen. Auch Oracle bietet verschiedene Tools, mit denen Sie PL/SQL-Code erstellen können. In diesem Kurs stehen unter anderem folgende Entwicklungstools zur Verfügung:

- **Oracle SQL Developer:** Grafisches Tool
- **Oracle SQL*Plus:** Fenster- oder Befehlszeilenanwendung

Hinweis: Die im Kursmaterial dargestellten Code- und Bildschirmbeispiele stammen aus der Ausgabe der SQL Developer-Umgebung.

Was ist Oracle SQL Developer?

- Oracle SQL Developer ist ein kostenloses grafisches Tool, das die Produktivität erhöht und Aufgaben der Datenbankentwicklung vereinfacht.
- Sie können sich mit der standardmäßigen Oracle-Datenbankauthentifizierung bei jedem Oracle-Zieldatenbankschema anmelden.
- In diesem Kurs wird SQL Developer verwendet.
- Anhang B enthält Details zur Verwendung von SQL Developer.



SQL Developer

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Oracle SQL Developer ist ein kostenloses grafisches Tool, das Ihre Produktivität steigert und Routineaufgaben der Datenbankentwicklung vereinfacht. Mit wenigen Mausklicks können Sie problemlos Stored Procedures erstellen und verwalten, SQL-Anweisungen testen und Optimizer-Pläne anzeigen.

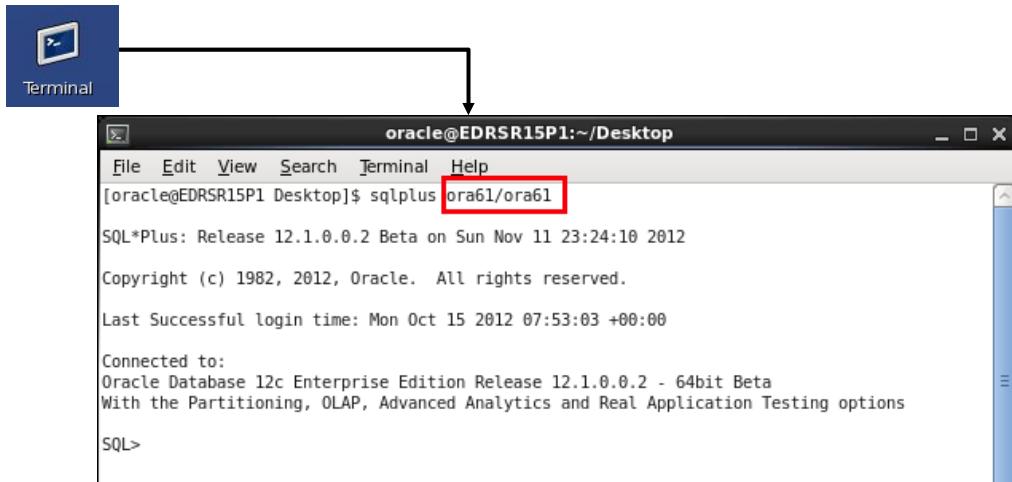
SQL Developer, das visuelle Tool zur Datenbankentwicklung, vereinfacht folgende Aufgaben:

- Datenbankobjekte durchsuchen und verwalten
- SQL-Anweisungen und -Skripte ausführen
- PL/SQL-Anweisungen bearbeiten und debuggen
- Berichte erstellen

Sie können sich mit der standardmäßigen Oracle-Datenbankauthentifizierung bei jedem Oracle-Zieldatenbankschema anmelden und anschließend Vorgänge an den Objekten in der Datenbank ausführen.

Hinweis: In Anhang B dieses Kurses erhalten Sie eine Einführung in den Umgang mit der Benutzeroberfläche von SQL Developer. Informieren Sie sich jetzt in Anhang B über das Erstellen einer Datenbankverbindung, die Interaktion mit Daten mittels SQL und PL/SQL und andere Themen.

PL/SQL in SQL*Plus codieren



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Oracle SQL*Plus ist eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) oder Befehlszeilenanwendung, mit der Sie SQL-Anweisungen und PL/SQL-Blöcke zur Ausführung weiterleiten und die Ergebnisse in einem Anwendungs- oder Befehlsfenster empfangen können.

SQL*Plus:

- ist im Lieferumfang der Datenbank enthalten
- wird auf einem Client und im Datenbankserversystem installiert
- wird über ein Symbol oder die Befehlszeile aufgerufen

Beachten Sie die folgenden Aspekte, wenn Sie PL/SQL-Unterprogramme mit SQL*Plus codieren:

- Unterprogramme werden mit der SQL-Anweisung `CREATE` erstellt.
- Unterprogramme werden entweder über einen anonymen PL/SQL-Block oder den Befehl `EXECUTE` ausgeführt.
- Wenn Sie Text mit den Packageprozeduren `DBMS_OUTPUT` auf dem Bildschirm ausgeben, müssen Sie in Ihrer Session zunächst den Befehl `SET SERVEROUTPUT ON` ausführen.

Hinweis: Weitere Informationen zur Verwendung von SQL*Plus finden Sie in Anhang C.

Ausgabe von PL/SQL-Blöcken ermöglichen

- Um Ausgaben in SQL Developer zu ermöglichen, führen Sie vor der Ausführung des PL/SQL-Blockes folgenden Befehl aus:

```
SET SERVEROUTPUT ON;
```

- Zeigen Sie mithilfe des vordefinierten Oracle-Packages DBMS_OUTPUT und seiner Prozedur wie folgt die Ausgabe an:

- DBMS_OUTPUT.PUT_LINE

```
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('The First Name of the  
Employee is ' || v_fname);  
..
```

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der vorherigen Folie wurde ein Wert in der Variablen `v_fname` gespeichert. Der Wert wurde jedoch nicht ausgegeben.

PL/SQL verfügt über keine integrierte Eingabe- oder Ausgabefunktionalität. Daher sind Sie auf vordefinierte Oracle-Packages für die Ein- und Ausgabe angewiesen. Um Ausgabe zu generieren, gehen Sie wie folgt vor:

- Führen Sie den folgenden SQL-Befehl aus:

```
SET SERVEROUTPUT ON
```

Hinweis: Um die Ausgabe in SQL*Plus zu ermöglichen, müssen Sie explizit den Befehl `SET SERVEROUTPUT ON` absetzen.

- Um die Ausgabe anzuzeigen, verwenden Sie im PL/SQL-Block die Prozedur `PUT_LINE` des Packages `DBMS_OUTPUT`. Übergeben Sie den auszugebenden Wert als Argument an diese Prozedur (siehe Folie). Die Prozedur gibt dann das Argument aus.

Lektionsagenda

- Kursziele und Kursagenda
- In diesem Kurs verwendete Schemas und Anhänge sowie verfügbare PL/SQL-Entwicklungsumgebungen
- Oracle Database 12c und zugehörige Produkte – Übersicht
- Oracle-Dokumentation und zusätzliche Ressourcen

ORACLE

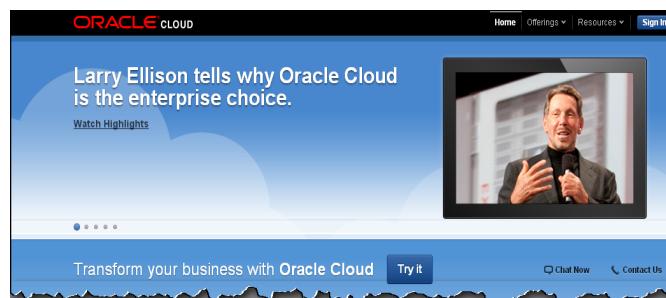
Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Oracle Cloud

Oracle Cloud ist eine Unternehmenscloud zur geschäftlichen Nutzung. Sie besteht aus vielen verschiedenen Services, die sich durch einige gemeinsame Eigenschaften auszeichnen:

- On-Demand-Selfservice
- Ressourcen-Pooling
- Schnelle Elastizität
- Messbarer Service
- Breiter Netzwerkzugriff

www.cloud.oracle.com



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Oracle Cloud ist eine Unternehmenscloud zur geschäftlichen Nutzung. Sie stellt eine integrierte Sammlung von Cloudservices für Anwendungen und Plattformen bereit, die auf branchenführenden Produkten sowie offenen Java- und SQL-Standards basieren. Die beiden größten Vorteile von Cloud-Computing sind Geschwindigkeit und Kosten.

Die in Oracle Cloud bereitgestellten Anwendungen und Datenbanken sind portierbar und können problemlos in eine oder aus einer Private Cloud oder Vor-Ort-Umgebung verschoben werden.

- Alle Cloudservices lassen sich über eine Selfservice-Schnittstelle bereitstellen. Benutzer können ihre Cloudservices auf einer integrierten Entwicklungs- und Deployment-Plattform mit entsprechenden Tools zur schnellen Erweiterung und Erstellung neuer Services erhalten.
- Oracle Cloud-Services werden in Oracle Exalogic Elastic Cloud und Oracle Exadata Database Machine erstellt. Zusammen ergeben sie eine Plattform, die höchste Performance, Redundanz und Skalierbarkeit bietet.

Dabei stechen fünf grundlegende Eigenschaften hervor:

- **On-Demand-Selfservice:** Provisioning, Überwachung und Managementkontrolle
- **Ressourcen-Pooling:** Gemeinsame Nutzung und Abstraktionsebene zwischen Services und ihren Consumern
- **Schnelle Elastizität:** Fähigkeit der bedarfsabhängigen vertikalen Skalierung
- **Messbarer Service:** Nutzungsmessung für internes Chargeback (Private Cloud) oder externe Abrechnung (Public Cloud)
- **Breiter Netzwerkzugriff:** Zugriff auf jedes Netzwerkdevice über einen Browser

Oracle Cloud-Services

Oracle Cloud stellt drei Arten von Services bereit:

- Software-as-a-Service (SaaS)
- Platform-as-a-Service (PaaS)
- Infrastructure-as-a-Service (IaaS)



ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit dem Begriff SaaS werden in der Regel Anwendungen bezeichnet, die Endbenutzern über das Internet zur Verfügung gestellt werden. Oracle CRM On Demand ist beispielsweise ein SaaS-Angebot, das je nach Kundenpräferenz mehrmandanten- oder einzelmandantenfähige Optionen bereitstellt.

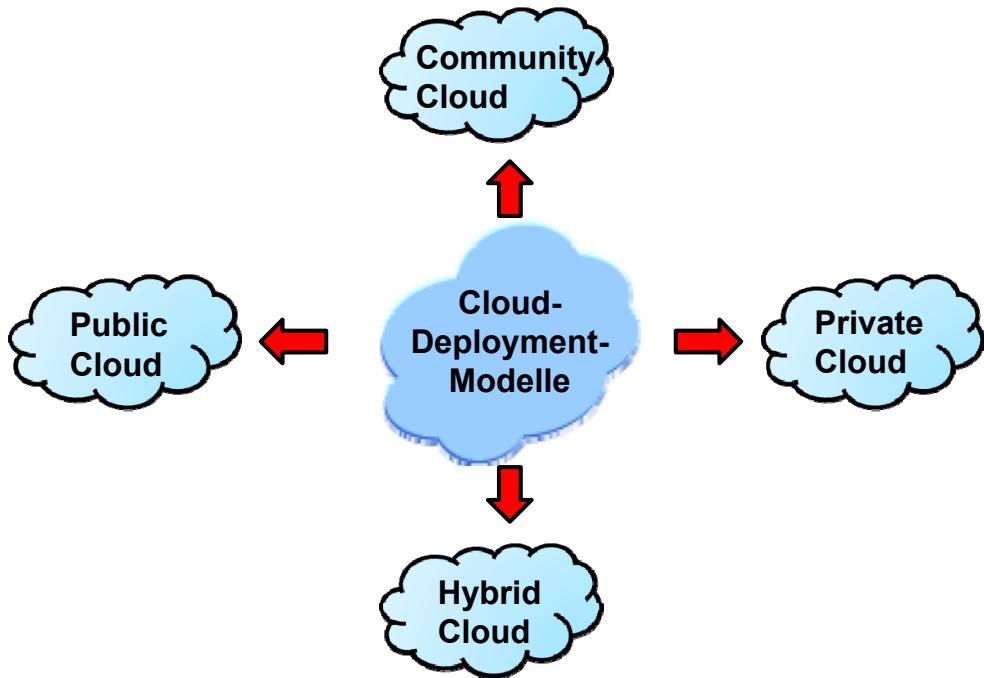
PaaS bezieht sich im Allgemeinen auf eine Plattform zur Entwicklung und Bereitstellung von Anwendungen, die Entwicklern als Service zur Verfügung gestellt wird und ihnen die rasche Entwicklung und Bereitstellung von SaaS-Anwendungen für Endbenutzer erlaubt. Die Plattform umfasst in der Regel Datenbanken, Middleware und Entwicklungstools, die alle als Service über das Internet bereitgestellt werden.

IaaS bezieht sich auf Hardware (Server, Speicher und Netzwerk), die Benutzern als Service überlassen wird. Dazu gehören in der Regel auch die entsprechende Software sowie Betriebssysteme, Virtualisierung, Clustering und so weiter. IaaS-Beispiele in der Public Cloud: Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) und Amazon Simple Storage Service (S3)

Die Datenbankcloud wird innerhalb der Private Cloud-Umgebung eines Unternehmens als PaaS-Modell erstellt. Die Datenbankcloud bietet On-Demand-Zugriff auf Datenbankservices, der im Selfservice-Verfahren erfolgt, elastisch skalierbar ist und abgerechnet wird. Die Datenbankcloud bietet wesentliche Vorteile hinsichtlich Kosten, Servicequalität und Agilität. Eine Datenbank kann auch innerhalb einer virtuellen Maschine auf einer IaaS-Plattform bereitgestellt werden.

Sie können Datenbankclouds schnell auf Oracle Exadata bereitstellen, das eine vorintegrierte und optimierte Hardwareplattform für OLTP- und DW-Workloads bietet.

Cloud-Deployment-Modelle



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

- **Private Cloud:** Eine einzelne Organisation verwendet eine Private Cloud, die sie in der Regel in privaten Data Centern steuert, verwaltet und hostet. Die Organisation kann das Hosting und den Betrieb jedoch auch an einen fremden Serviceprovider auslagern. Ein Beispiel für eine Private Cloud in einer externen Providerumgebung ist die Virtual Private Cloud von Amazon.
- **Public Cloud:** Mehrere Organisationen (Mandanten) verwenden eine Private Cloud auf gemeinsamer Basis. Die Cloud wird durch einen externen Serviceprovider gehostet und verwaltet. Beispiele: Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), IBM Blue Cloud, Sun Cloud, Google AppEngine.
- **Community Cloud:** Eine Gruppe zusammengehöriger Organisationen, die eine gemeinsame Cloud-Computing-Umgebung nutzen möchten, verwendet die Community Cloud. Sie wird durch die teilnehmenden Organisationen oder einen externen Serviceprovider verwaltet. Das Hosting erfolgt intern oder extern. Beispiel: Eine Community kann aus den verschiedenen Teilstreitkräften des Militärs, allen Universitäten in einer bestimmten Region oder allen Zulieferern eines großen Herstellers bestehen.
- **Hybrid Cloud:** Eine einzelne Organisation, die Private und Public Clouds für eine einzige Anwendung nutzen möchte, verwendet die Hybrid Cloud. Dieses Modell wird sowohl intern als auch über einen externen Anbieter verwaltet. Beispiel: Eine Organisation nutzt einen Public Cloud-Service wie Amazon Simple Storage Service (Amazon S3) für Archivdaten, speichert betrieblich genutzte Kundendaten aber weiterhin intern (in einer Private Cloud).

Lektionsagenda

- Kursziele und Kursagenda
- In diesem Kurs verwendete Schemas und Anhänge sowie verfügbare PL/SQL-Entwicklungsumgebungen
- Oracle Database 12c und zugehörige Produkte – Übersicht
- Oracle-Dokumentation und zusätzliche Ressourcen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

SQL- und PL/SQL-Dokumentation von Oracle

- *Oracle Database New Features Guide*
- *Oracle Database Advanced Application Developer's Guide*
- *Oracle Database PL/SQL Language Reference*
- *Oracle Database Reference*
- *Oracle Database SQL Language Reference*
- *Oracle Database Concepts*
- *Oracle Database PL/SQL Packages and Types Reference*
- *Oracle Database SQL Developer User's Guide*

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Navigieren Sie zu <http://www.oracle.com/pls/db121/homepage>, und klicken Sie im linken Frame auf den Link **Master Book List**.

Zusätzliche Ressourcen

Weitere Informationen über die neuen SQL- und PL/SQL-Features in Oracle finden Sie in:

- Oracle Database: New Features Selfstudy
- Oracle By Example (OBE):
 - http://apex.oracle.com/pls/apex/f?p=44785:2:0:FORCE_QUERY::2,RIR,%20%20CIR:P2_PRODUCT_ID,P2_PRODUCT_ID2:2011,3127
- "What's New in PL/SQL in Oracle Database" im Oracle Technology Network (OTN):
 - <http://www.oracle.com/technetwork/database/features/plsql/index.html>
- SQL Developer-Onlinehomepage und SQL Developer-Tutorial:
 - http://www.oracle.com/technology/products/database/sql_developer/index.html
 - <http://download.oracle.com/oll/tutorials/SQLDeveloper/index.htm>



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Zusammenfassung

In dieser Lektion haben Sie Folgendes gelernt:

- Ziele des Kurses erörtern
- Verfügbare Umgebungen in diesem Kurs bestimmen
- Datenbankschema und Datenbanktabellen beschreiben, die in diesem Kurs verwendet werden
- Verfügbare Dokumentation und Ressourcen auflisten



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

PL/SQL stellt verschiedene Programmkonstrukte für wiederverwendbare Codeblöcke bereit. Mit unbenannten oder anonymen PL/SQL-Blöcken können Sie in SQL und PL/SQL erstellte Aktionen, Prozeduren, Funktionen und Packagekomponenten aufrufen. Zu den benannten PL/SQL-Blöcken, die auch als Unterprogramme bezeichnet werden, gehören:

- Prozeduren
- Funktionen
- Packageprozeduren und -funktionen
- Trigger

Oracle stellt verschiedene Tools zur Entwicklung der PL/SQL-Funktionalität bereit: eine clientseitige oder Middle Tier-PL/SQL-Laufzeitumgebung für Oracle Forms und Oracle Reports sowie eine PL/SQL-Runtime Engine innerhalb der Oracle-Datenbank. Prozeduren und Funktionen in der Datenbank können von jedem Anwendungscode aufgerufen werden, mit dem Sie sich bei einer Oracle-Datenbank anmelden und PL/SQL-Code ausführen können.

Übungen zu Lektion 1 – Übersicht: Erste Schritte

Diese Übungen behandeln folgende Themen:

- Verfügbare SQL Developer-Ressourcen prüfen
- SQL Developer starten, neue Datenbankverbindung erstellen und Schematabellen durchsuchen
- Verschiedene SQL Developer-Voreinstellungen festlegen
- SQL-Anweisungen und anonymen PL/SQL-Block mit dem SQL Worksheet ausführen
- Auf Oracle Database-Dokumentation sowie andere nützliche Websites zugreifen und Lesezeichen setzen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In diesen Übungen führen Sie SQL-Anweisungen mithilfe von SQL Developer aus, um Daten im Schema zu prüfen. Außerdem erstellen Sie einen einfachen anonymen Block. Optional können Sie experimentieren, indem Sie den PL/SQL-Code in SQL*Plus erstellen und ausführen.

Hinweis: Für alle schriftlichen Übungen wird SQL Developer als Entwicklungsumgebung verwendet. Es wird empfohlen, SQL Developer zu verwenden. Sie können jedoch auch das in diesem Kurs verfügbare SQL*Plus verwenden.

2

Prozeduren erstellen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ziele

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Vorteile von modularisierten Unterprogrammen und Unterprogrammen mit Schichten bestimmen
- Prozeduren erstellen und aufrufen
- Formale und tatsächliche Parameter verwenden
- Parameter mithilfe positionaler, benannter oder gemischter Notation übergeben
- Verfügbare Modi für die Parameterübergabe bestimmen
- Exceptions in Prozeduren behandeln
- Prozeduren entfernen und ihre Informationen anzeigen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion wird beschrieben, wie Sie Prozeduren mit oder ohne Parameter erstellen, ausführen und entfernen. Prozeduren sind die Grundlage der modularen Programmierung in PL/SQL. Um Prozeduren flexibler zu machen, müssen variierende Daten entweder berechnet oder mit Eingabeparametern an eine Prozedur übergeben werden. Berechnete Ergebnisse können mit OUT-Parametern an den Aufrufer einer Prozedur zurückgegeben werden.

Um robuste Programme zu erhalten, sollten Sie Exception-Bedingungen immer mit den Features zur Exception-Behandlung von PL/SQL verwalten.

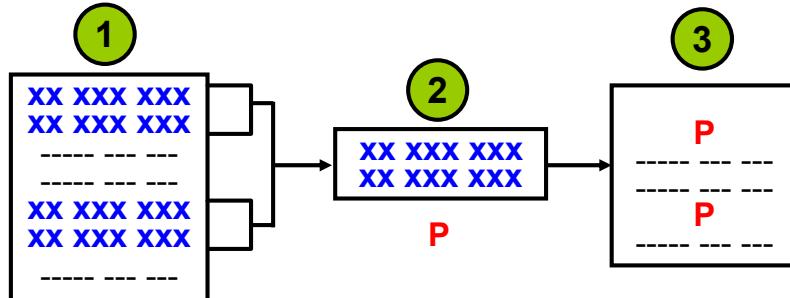
Lektionsagenda

- Modularisierte Unterprogramme sowie Unterprogramme mit Schichten verwenden und Vorteile von Unterprogrammen bestimmen
- Mit Prozeduren arbeiten:
 - Prozeduren erstellen und aufrufen
 - Verfügbare Modi für die Parameterübergabe bestimmen
 - Formale und tatsächliche Parameter verwenden
 - Positionale, benannte oder gemischte Notation verwenden
- Exceptions in Prozeduren behandeln, Prozeduren entfernen und Prozedurinformationen anzeigen

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Modularisierte Unterprogramme erstellen



Code in Unterprogramme modularisieren:

1. Codesequenzen suchen, die mehrfach wiederholt werden
2. Unterprogramm P erstellen, das den wiederholten Code enthält
3. Ursprünglichen Code so ändern, dass das neue Unterprogramm aufgerufen wird

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Diagramm veranschaulicht das Prinzip der Modularisierung mit Unterprogrammen: Flexibler und wiederverwendbarer Code wird in kleinere verwaltbare Teile aufgeteilt. Um Flexibilität zu erreichen, werden Unterprogramme mit Parametern verwendet, sodass derselbe Code für verschiedene Eingabewerte wiederverwendet werden kann. Um den vorhandenen Code zu modularisieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Suchen und identifizieren Sie wiederkehrende Codesequenzen.
2. Verschieben Sie den sich wiederholenden Code in ein PL/SQL-Unterprogramm.
3. Ersetzen Sie den ursprünglichen sich wiederholenden Code durch Aufrufe des neuen PL/SQL-Unterprogramms.

Durch die Anordnung des Codes in Modulen und Schichten lässt sich der Code leicht verwalten, insbesondere wenn sich die Geschäftsregeln ändern. Wenn Sie darüber hinaus die SQL-Logik einfach und ohne komplexe Geschäftslogik konzipieren, können Sie auch von der Arbeit von Oracle Database Optimizer profitieren. Diese Anwendung kann geparsete SQL-Anweisungen wiederverwenden, um serverseitige Ressourcen besser zu nutzen.

Unterprogramme mit Schichten erstellen

Unterprogrammschichten für die Anwendung erstellen:

- Unterprogrammschicht mit SQL-Logik für den Datenzugriff
- Unterprogrammschicht für Geschäftslogik, die die Datenzugriffsschicht verwenden kann, aber nicht unbedingt verwenden muss



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Da PL/SQL die nahtlose Einbettung von SQL-Anweisungen in die Logik ermöglicht, kann es schnell passieren, dass überall im Code SQL-Anweisungen verteilt sind. Es empfiehlt sich jedoch, die SQL-Logik von der Geschäftslogik zu trennen. Zu diesem Zweck müssen Sie ein Anwendungsdesign entwickeln, das über mindestens zwei Schichten verfügt:

- **Datenzugriffsschicht:** Für untergeordnete Routinen, die über SQL-Anweisungen auf die Daten zugreifen
- **Geschäftslogikschicht:** Für Unterprogramme, die die geschäftlichen Verarbeitungsregeln implementieren, die wiederum die Routinen der Datenzugriffsschicht aufrufen können

Entwicklung mit PL/SQL-Blöcken modularisieren

- PL/SQL ist eine blockstrukturierte Sprache. Der PL/SQL-Codeblock erleichtert die Modularisierung des Codes durch:
 - anonyme Blöcke
 - Prozeduren und Funktionen
 - Packages
 - Datenbanktrigger
- Vorteile der Verwendung von modularen Programmkonstrukten:
 - Einfache Verwaltung
 - Verbesserte Datensicherheit und -integrität
 - Verbesserte Performance
 - Klarere Codestrukturierung

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Unterprogramme basieren auf PL/SQL-Standardstrukturen. Sie bestehen aus einem deklarativen Bereich, einem ausführbaren Bereich und einem optionalen Bereich zur Exception-Behandlung (beispielsweise anonyme Blöcke, Prozeduren, Funktionen, Packages und Trigger). Unterprogramme können kompiliert und in der Datenbank gespeichert werden. Sie bieten Modularität, Erweiterbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Verwaltbarkeit.

Bei der Modularisierung werden große Codeblöcke in kleinere Codegruppen, sogenannte Module, konvertiert. Nach der Modularisierung können die Module vom selben Programm wiederverwendet oder mit anderen Programmen gemeinsam verwendet werden. Code, der aus kleineren Modulen besteht, lässt sich einfacher verwalten und debuggen als Code in einem einzigen großen Programm. Module lassen sich darüber hinaus leicht anpassen und erweitern. Falls nötig, kann weitere Funktionalität aufgenommen werden, ohne dass die übrigen Module des Programms betroffen sind.

Unterprogramme erleichtern die Verwaltung, da sich der Code an einem einzigen Speicherort befindet und erforderliche Änderungen am Unterprogramm zentral vorgenommen werden können. Unterprogramme gewährleisten eine höhere Datenintegrität und -sicherheit. Auf die Datenobjekte wird über das Unterprogramm zugegriffen. Benutzer können das Unterprogramm nur aufrufen, wenn ihnen die entsprechenden Zugriffsberechtigungen erteilt wurden.

Hinweis: Als Voraussetzung für diesen Kurs müssen Sie wissen, wie anonyme Blöcke entwickelt werden. Weitere Informationen zu anonymen Blöcken finden Sie im Kurs *Oracle: PL/SQL-Grundlagen*.

Anonyme Blöcke – Übersicht

Anonyme Blöcke:

- bilden die grundlegende PL/SQL-Blockstruktur
- starten PL/SQL-Verarbeitungsaufgaben in Anwendungen
- können im ausführbaren Bereich beliebiger PL/SQL-Blöcke verschachtelt werden

```
[DECLARE      -- Declaration Section (Optional)
  variable declarations; ... ]
BEGIN        -- Executable Section (Mandatory)
  SQL or PL/SQL statements;
[EXCEPTION    -- Exception Section (Optional)
  WHEN exception THEN statements; ]
END;          -- End of Block (Mandatory)
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Anonyme Blöcke werden in der Regel für die folgenden Aufgaben verwendet:

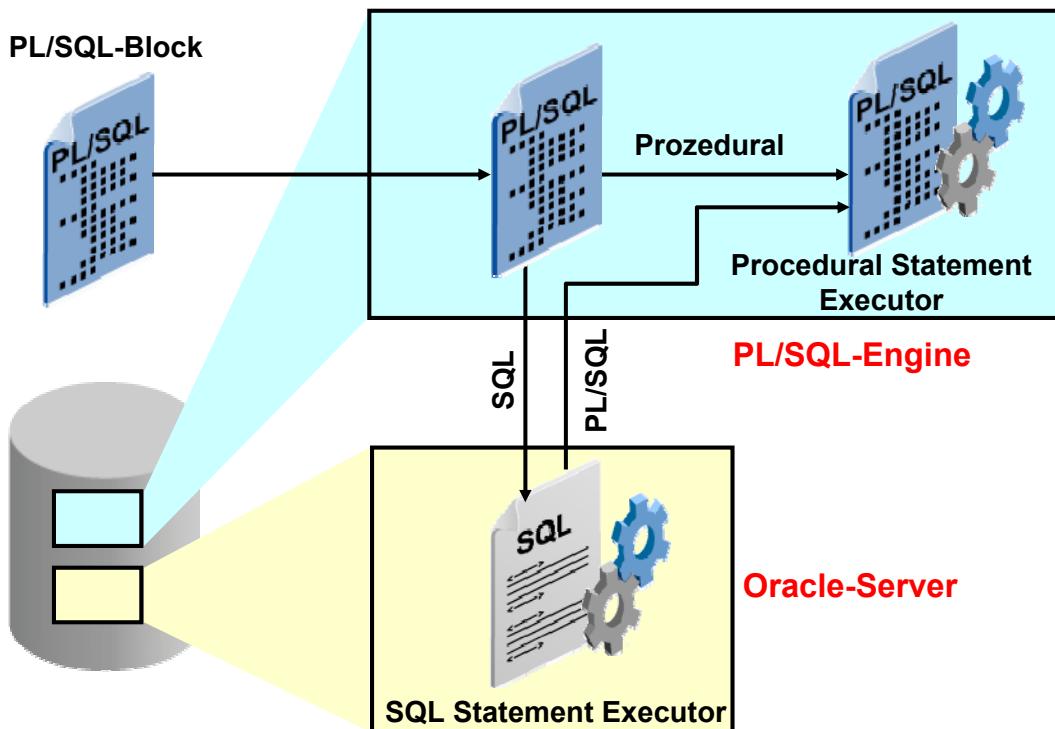
- Triggercode für Oracle Forms-Komponenten erstellen
- Aufrufe von Prozeduren, Funktionen und Packagekonstrukten starten
- Exception-Behandlung in einem Codeblock isolieren
- Verschachtelung in anderen PL/SQL-Blöcken zur Verwaltung der Codeablaufsteuerung

Das Schlüsselwort `DECLARE` ist zwar optional, es ist jedoch obligatorisch, wenn Sie Variablen, Konstanten und Exceptions deklarieren, die innerhalb des PL/SQL-Blockes verwendet werden sollen.

`BEGIN` und `END` sind obligatorisch. Sie umschließen mindestens eine Anweisung (SQL und/oder PL/SQL).

Der Exception-Bereich ist optional. Er dient der Behandlung von Fehlern, die innerhalb des Gültigkeitsbereichs des PL/SQL-Blockes auftreten. Exceptions können an den Aufrufer des anonymen Blockes propagiert werden, indem ein Exception Handler für die spezifische Exception ausgeschlossen wird. Dadurch wird eine sogenannte *nicht behandelte* Exception erstellt.

PL/SQL-Laufzeitarchitektur



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Diagramm zeigt einen PL/SQL-Block, der von der PL/SQL-Engine ausgeführt wird. Die PL/SQL-Engine befindet sich:

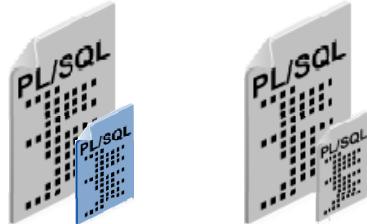
- in der Oracle-Datenbank zur Ausführung von Stored Subprograms
- im Oracle Forms-Client, wenn Client/Server-Anwendungen ausgeführt werden, oder in Oracle Application Server, wenn Oracle Forms Services zur Ausführung von Forms im Web verwendet wird

Unabhängig von der PL/SQL-Laufzeitumgebung bleibt die grundlegende Architektur stets gleich. Daher werden alle PL/SQL-Anweisungen im Procedural Statement Executor verarbeitet. Alle SQL-Anweisungen müssen zur Verarbeitung durch die Oracle-Serverprozesse an den SQL Statement Executor gesendet werden. Die SQL-Umgebung kann auch die PL/SQL-Umgebung aufrufen, beispielsweise wenn eine Funktion in einer SELECT-Anweisung verwendet wird.

Die PL/SQL-Engine ist eine virtuelle Maschine, die im Speicher gehalten wird und in PL/SQL erstellte m-Code-Anweisungen verarbeitet. Wenn die PL/SQL-Engine auf eine SQL-Anweisung trifft, erfolgt ein Kontextwechsel, um die SQL-Anweisung an die Oracle-Serverprozesse zu übergeben. Die PL/SQL-Engine wartet, bis die SQL-Anweisung abgeschlossen ist und die Ergebnisse zurückgegeben werden. Dann fährt sie mit der Verarbeitung nachfolgender Anweisungen im PL/SQL-Block fort. Die Oracle Forms-PL/SQL-Engine wird bei der Client/Server-Implementierung im Client und bei der Forms Services-Implementierung im Anwendungsserver ausgeführt. In beiden Fällen werden SQL-Anweisungen in der Regel zur Verarbeitung über ein Netzwerk an einen Oracle-Server gesendet.

PL/SQL-Unterprogramme – Definition

- Ein PL/SQL-Unterprogramm ist ein benannter PL/SQL-Block, der mit einer Gruppe von Parametern aufgerufen werden kann.
- Ein Unterprogramm lässt sich entweder in einem PL/SQL-Block oder einem anderen Unterprogramm deklarieren und definieren.
- Ein Unterprogramm besteht aus einer Spezifikation und einem Body.
- Ein Unterprogramm kann eine Prozedur oder eine Funktion sein.
- Im Allgemeinen verwenden Sie eine Prozedur zum Durchführen einer Aktion, während Sie mit einer Funktion einen Wert berechnen und zurückgeben.
- Unterprogramme können in PL/SQL-Packages gruppiert werden.



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Bestandteile von Unterprogrammen: Ein Unterprogramm besteht aus einer Spezifikation und einem Body. Für die Deklaration eines Unterprogramms müssen Sie die Spezifikationen angeben, die Beschreibungen der Parameter enthalten. Zur Definition eines Unterprogramms müssen sowohl die Spezifikationen als auch der Body angegeben werden. Sie können ein Unterprogramm vorab deklarieren und später im selben Block oder Unterprogramm definieren oder aber zum selben Zeitpunkt deklarieren und definieren.

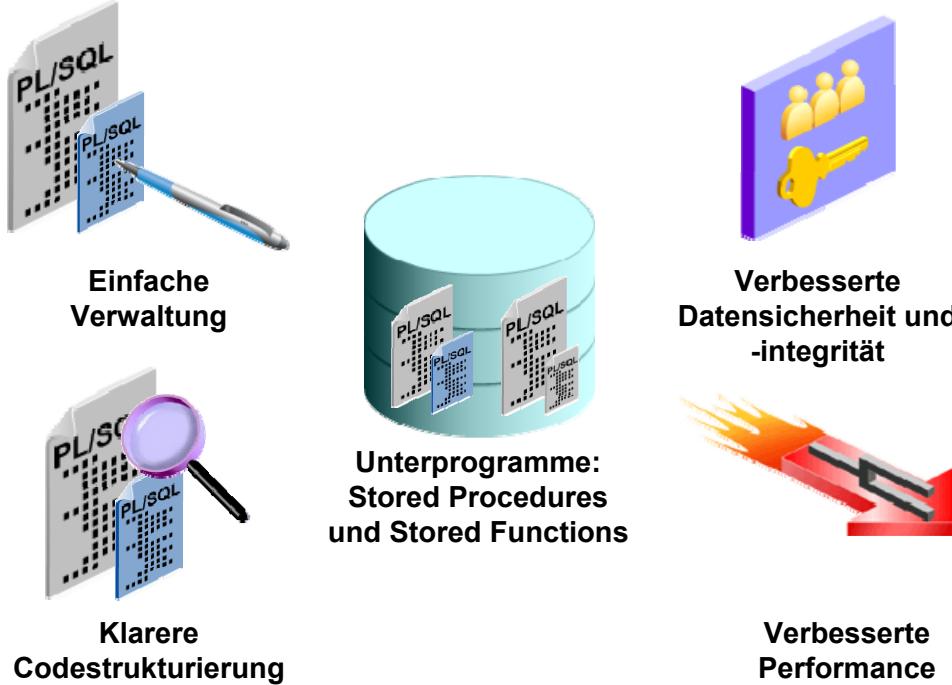
Typen von Unterprogrammen: PL/SQL stellt zwei Arten von Unterprogrammen zur Verfügung: Prozeduren und Funktionen. Im Allgemeinen verwenden Sie eine Prozedur zum Durchführen einer Aktion, während Sie mit einer Funktion einen Wert berechnen und zurückgeben.

Prozeduren und Funktionen weisen dieselbe Struktur auf, allerdings enthalten nur Funktionen einige zusätzliche Elemente wie die Klausel RETURN oder die Anweisung RETURN.

Die Klausel RETURN gibt den Datentyp des Rückgabewertes an (obligatorisch). Die Anweisung RETURN gibt den Rückgabewert an (obligatorisch). In der nächsten Lektion, "Funktionen erstellen und Unterprogramme debuggen", wird ausführlich auf Funktionen eingegangen.

Unterprogramme lassen sich in PL/SQL-Packages gruppieren, was die Wiederverwendbarkeit und die Verwaltbarkeit von Code weiter verbessert. Einzelheiten hierzu finden Sie in den Lektionen "Packages erstellen" und "Mit Packages arbeiten".

PL/SQL-Unterprogramme – Vorteile



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Aufgrund der Modularisierung des Codes bieten Prozeduren und Funktionen zahlreiche Vorteile:

- **Einfache Verwaltung:** Alle Unterprogramme befinden sich an einem einzigen Speicherort. Änderungen müssen nur an einer Stelle vorgenommen werden und wirken sich auf mehrere Anwendungen aus. Auf diese Weise kann die Zahl der Testvorgänge erheblich reduziert werden.
- **Verbesserte Datensicherheit:** Der indirekte Zugriff auf Datenbankobjekte durch nicht berechtigte Benutzer wird durch Sicherheitsberechtigungen kontrolliert. Die Unterprogramme werden standardmäßig mit den Rechten des Eigentümers ausgeführt. Die Ausführungs-berechtigung gestattet den aufrufenden Benutzern keinen direkten Zugriff auf Objekte, die für die Unterprogramme zugänglich sind.
- **Datenintegrität:** Zusammengehörige Aktionen werden entweder gemeinsam oder gar nicht ausgeführt.
- **Verbesserte Performance:** Der geparsste PL/SQL-Code, der im Shared SQL-Bereich des Servers verfügbar wird, kann wiederverwendet werden. Bei nachfolgenden Aufrufen des Unterprogramms muss der Code nicht erneut geparsst werden. Da der PL/SQL-Code bei der Komplilierung geparsst wird, lässt sich der Parsingoverhead von SQL-Anweisungen zur Laufzeit vermeiden. Sie können Code erstellen, der die Anzahl der Netzwerkufrufe an die Datenbank und damit den Netzwerkverkehr reduziert.
- **Klarere Codestrukturierung:** Durch die Verwendung geeigneter Namen und Konventionen zur Beschreibung der von den Routinen durchgeführten Aktionen werden weniger Kommentare benötigt, und die Lesbarkeit des Codes wird verbessert.

Anonyme Blöcke und Unterprogramme – Unterschiede

Anonyme Blöcke	Unterprogramme
Unbenannte PL/SQL-Blöcke	Benannte PL/SQL-Blöcke
Werden stets neu kompiliert	Werden nur einmal kompiliert
Werden nicht in der Datenbank gespeichert	Werden in der Datenbank gespeichert
Können von anderen Anwendungen nicht aufgerufen werden	Benannt und daher von anderen Anwendungen aufrufbar
Geben keine Werte zurück	Unterprogramme, die Funktionen sind, müssen Werte zurückgeben.
Können keine Parameter annehmen	Können Parameter annehmen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In der Tabelle auf der Folie werden nicht nur die Unterschiede zwischen anonymen Blöcken und Unterprogrammen beleuchtet, sondern auch die allgemeinen Vorteile von Unterprogrammen herausgestellt.

Anonyme Blöcke sind keine persistenten Datenbankobjekte. Sie werden nur einmal kompiliert und ausgeführt. Sie werden nicht zur Wiederverwendung in der Datenbank gespeichert. Wenn Sie einen anonymen Block wiederverwenden möchten, müssen Sie das Skript, das den anonymen Block erstellt, erneut ausführen. Die Blöcke werden rekompiliert und ausgeführt. Prozeduren und Funktionen werden kompiliert und in der Datenbank in kompilierter Form gespeichert. Sie werden nur bei Änderungen rekompiliert. Da diese Unterprogramme in der Datenbank gespeichert sind, können sie von allen Anwendungen verwendet werden, die über die entsprechende Berechtigung verfügen. Die aufrufende Anwendung kann Parameter an die Prozeduren übergeben, wenn die Prozeduren Parameter unterstützen. Analog kann eine aufrufende Anwendung einen Wert abrufen, wenn sie eine Funktion oder Prozedur auuft.

Lektionsagenda

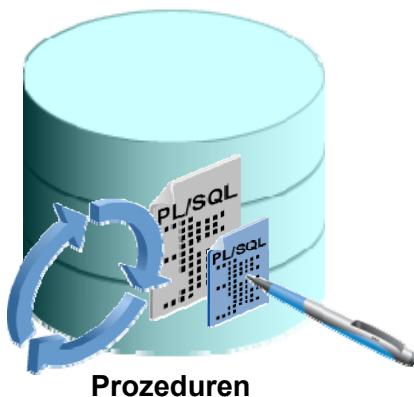
- Modularisierte Unterprogramme sowie Unterprogramme mit Schichten verwenden und Vorteile von Unterprogrammen bestimmen
- Mit Prozeduren arbeiten:
 - Prozeduren erstellen und aufrufen
 - Verfügbare Modi für die Parameterübergabe bestimmen
 - Formale und tatsächliche Parameter verwenden
 - Positionale, benannte oder gemischte Notation verwenden
- Exceptions in Prozeduren behandeln, Prozeduren entfernen und Prozedurinformationen anzeigen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Prozeduren – Definition

- Art von Unterprogramm, das eine Aktion durchführt
- Können in der Datenbank als Schemaobjekt gespeichert werden
- Fördern die Wiederverwendbarkeit und Verwaltbarkeit



ORACLE

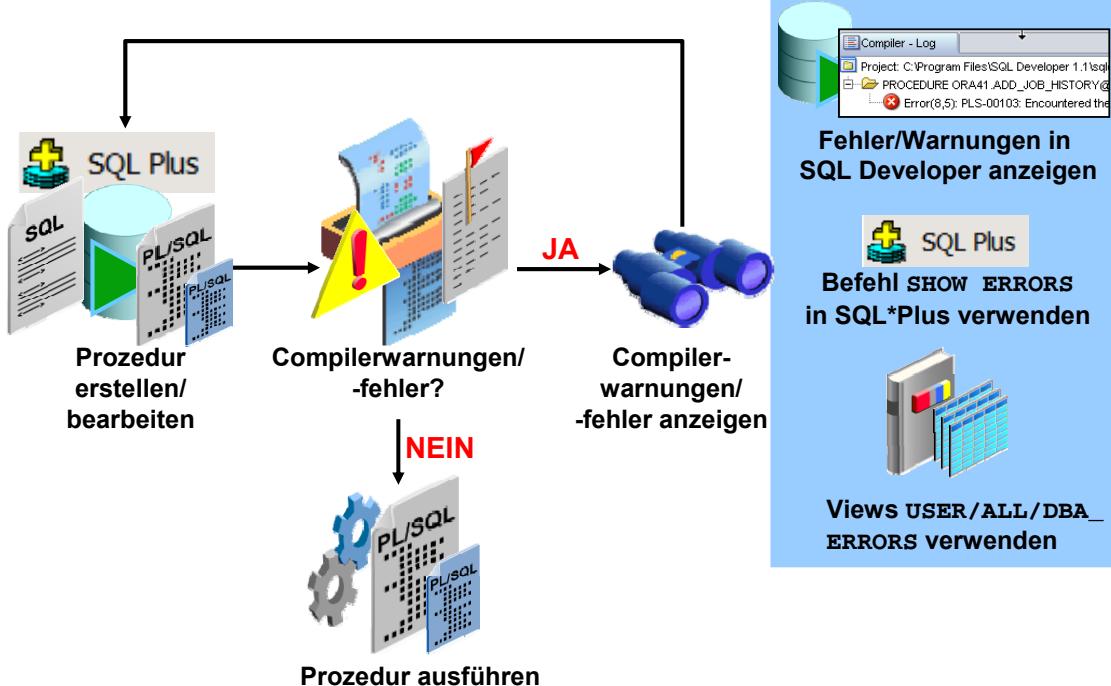
Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Prozeduren sind benannte PL/SQL-Blöcke, die Parameter (manchmal als Argumente bezeichnet) annehmen können. Im Allgemeinen führen Sie mit Prozeduren Aktionen aus. Prozeduren bestehen aus einem Header, einem deklarativen Bereich, einem ausführbaren Bereich und einem optionalen Bereich zur Exception-Behandlung. Prozeduren werden über ihren Namen im ausführbaren Bereich eines anderen PL/SQL-Blockes aufgerufen.

Eine Prozedur wird kompiliert und als Schemaobjekt in der Datenbank gespeichert. Wenn Sie die Prozeduren mit Oracle Forms und Oracle Reports verwenden, können sie innerhalb der ausführbaren Dateien von Oracle Forms oder Oracle Reports kompiliert werden.

Prozeduren fördern die Wiederverwendbarkeit und Verwaltbarkeit. Wenn sie validiert sind, können sie in beliebig vielen Anwendungen verwendet werden. Ändern sich die Anforderungen, müssen nur die Prozeduren aktualisiert werden.

Prozeduren erstellen – Übersicht



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Um eine Prozedur mit einem Tool wie SQL Developer zu entwickeln, gehen Sie wie folgt vor:

1. Erstellen Sie die Prozedur im Object Navigator-Baum oder im SQL Worksheet-Bereich von SQL Developer.
2. Komplizieren Sie die Prozedur. Die Prozedur wird in der Datenbank erstellt und kompiliert. Die Anweisung `CREATE PROCEDURE` erstellt und speichert den Quellcode und den kompilierten *m*-Code in der Datenbank. Um die Prozedur zu kompilieren, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Namen der Prozedur im Object Navigator-Baum. Klicken Sie anschließend auf **Compile**.
3. Im Falle von Kompilierungsfehlern wird der *m*-Code nicht gespeichert. Dann müssen Sie den Quellcode korrigieren. Prozeduren mit Kompilierungsfehlern lassen sich nicht aufrufen. Sie können die Kompilierungsfehler in SQL Developer, SQL*Plus oder den entsprechenden Data Dictionary Views anzeigen (siehe Folie).
4. Führen Sie nach erfolgreicher Kompilierung die Prozedur aus, um die gewünschte Aktion durchzuführen. Sie können die Prozedur mit SQL Developer oder über den Befehl `EXECUTE` in SQL*Plus ausführen.

Hinweis: Überschreiben Sie bei Kompilierungsfehlern den vorhandenen Code mit der Anweisung `CREATE OR REPLACE PROCEDURE`, wenn Sie zuvor eine `CREATE PROCEDURE`-Anweisung verwendet haben. Löschen Sie andernfalls zuerst die Prozedur (mit `DROP`), und führen Sie dann die Anweisung `CREATE PROCEDURE` aus.

Prozeduren mit der SQL-Anweisung CREATE OR REPLACE erstellen

- Mit der CREATE-Klausel eine Standalone-Prozedur erstellen, die in der Oracle-Datenbank gespeichert wird
- Vorhandene Prozedur mit der Option OR REPLACE überschreiben

```
CREATE [OR REPLACE] PROCEDURE procedure_name
  [(parameter1 [mode] datatype1,
    parameter2 [mode] datatype2, ...)]
IS | AS
  [local_variable_declarations; ...]
BEGIN
  -- actions;
END [procedure_name];
```

PL/SQL-Block

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit der SQL-Anweisung CREATE PROCEDURE können Sie Standalone-Prozeduren erstellen, die in einer Oracle-Datenbank gespeichert werden. Eine Prozedur entspricht einem kleinen Programm: Sie führt eine bestimmte Aktion aus. Sie geben den Namen der Prozedur, ihre Parameter, ihre lokalen Variablen und den Block BEGIN-END an, der den Code der Prozedur enthält und eventuelle Exceptions behandelt.

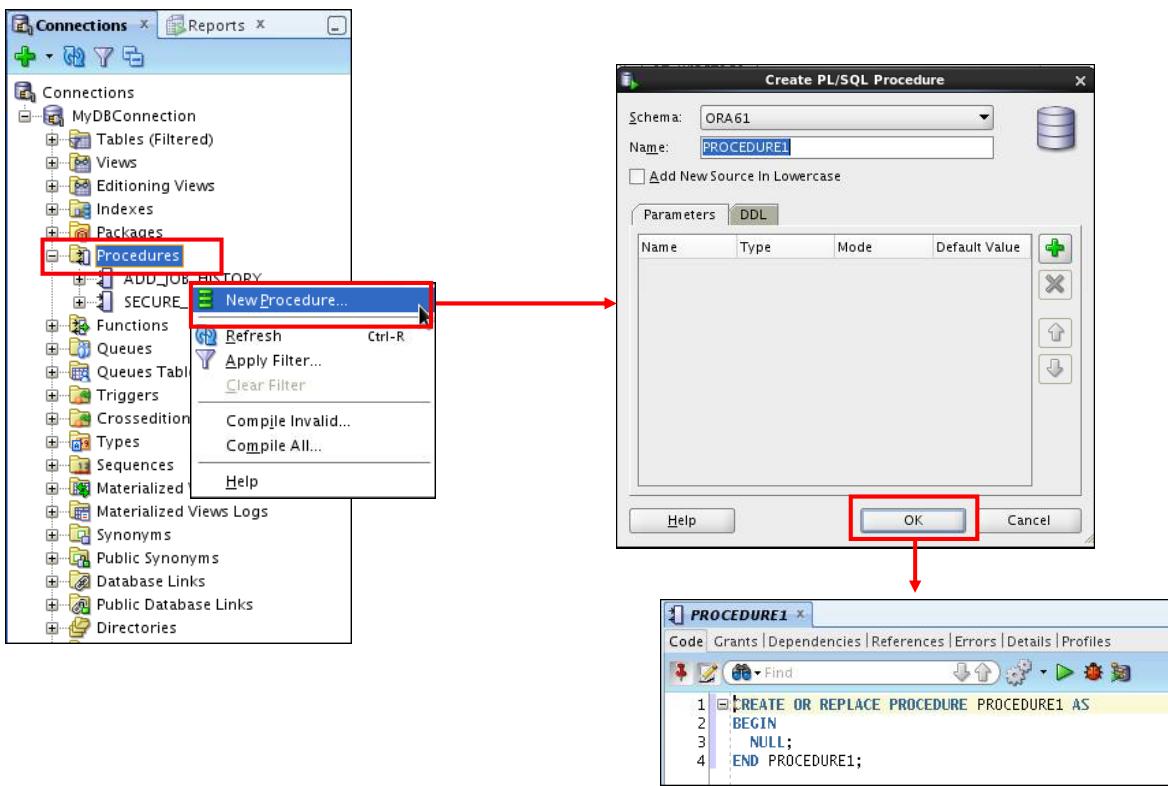
- PL/SQL-Blöcke beginnen mit BEGIN. Wahlweise geht eine Deklaration lokaler Variablen voraus. Sie enden entweder mit END oder END *procedure_name*.
- Die Option REPLACE gibt an, dass die (vorhandene) Prozedur gelöscht und durch die von der Anweisung erstellte neue Version ersetzt wird. Die Berechtigungen, die der Prozedur zugeordnet sind, werden durch die Option REPLACE nicht gelöscht.

Weitere syntaktische Elemente

- *parameter1* stellt den Namen eines Parameters dar.
- Die Option *mode* definiert die Verwendung eines Parameters: IN (Standard), OUT oder IN OUT.
- *datatype1* gibt den Datentyp des Parameters ohne Gesamtstelligenzahl an.

Hinweis: Parameter können als lokale Variablen betrachtet werden. Austauschvariablen und Host- oder Bind-Variablen können in der Definition einer PL/SQL-Stored Procedure nicht referenziert werden. Die Option OR REPLACE erfordert keine Änderung der Objektsicherheit, sofern Sie Eigentümer des Objekts sind und über die Berechtigung CREATE [ANY] PROCEDURE verfügen.

Prozeduren mit SQL Developer erstellen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

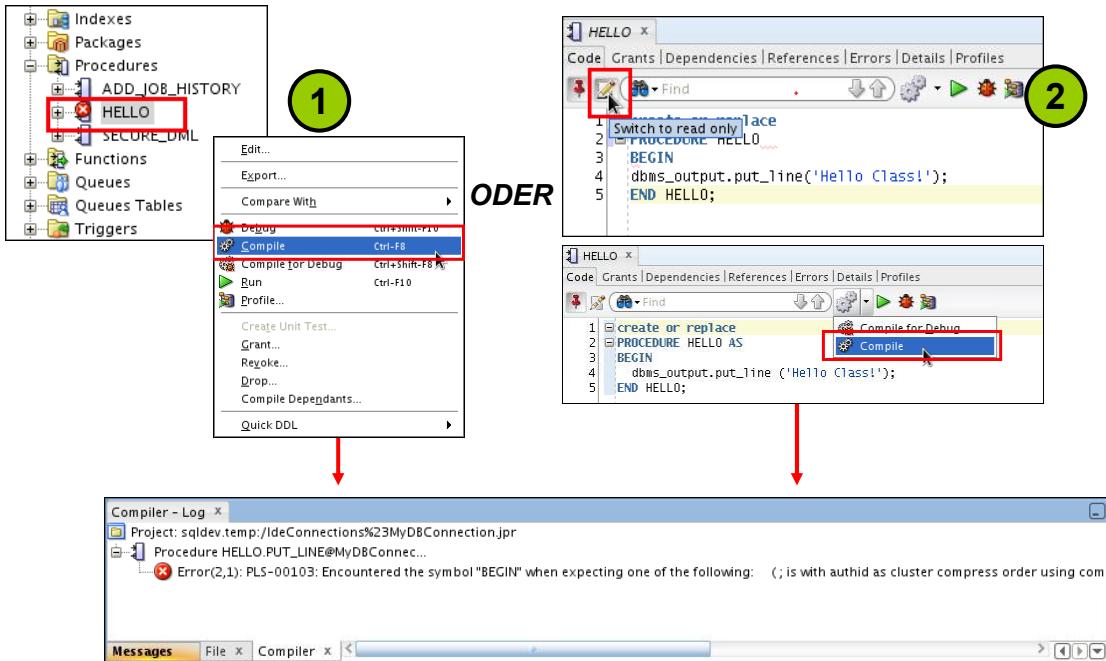
Um eine Prozedur mit SQL Developer zu erstellen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Klicken Sie in der Registerkarte **Connections** mit der rechten Maustaste auf den Knoten **Procedures**.
2. Wählen Sie im Kontextmenü die Option **New Procedure**. Das Dialogfeld **Create PL/SQL Procedure** wird angezeigt.
3. Geben Sie die Informationen für die neue Prozedur an.
4. Klicken Sie auf **OK**, um das Unterprogramm zu erstellen, und zeigen Sie es im Editorfenster an, in dem Sie die Details eingeben können.

Das Dialogfeld **Create PL/SQL Procedure** enthält folgende Elemente:

- **Schema:** Datenbankschema, in dem das PL/SQL-Unterprogramm erstellt werden soll
- **Name:** Name des Unterprogramms, der innerhalb eines Schemas eindeutig sein muss
- **Add New Source in Lowercase:** Ist dieses Kontrollkästchen aktiviert, wird neuer Text in Kleinbuchstaben angezeigt, auch wenn Sie Groß-/Kleinschreibung verwenden. Diese Option wirkt sich lediglich auf die Darstellung des Codes aus, da PL/SQL bei der Ausführung die Groß-/Kleinschreibung nicht beachtet.
- **Registerkarte "Parameters":** Um einen Parameter hinzuzufügen, klicken Sie auf das Symbol **Add (+)**. Geben Sie für jeden Parameter, der in der Prozedur erstellt werden soll, den Parameternamen, den Datentyp, den Modus und optional den Standardwert an. Verwenden Sie das Symbol **Remove (X)** und die Pfeilsymbole, um einen Parameter zu löschen oder in der Liste nach oben oder unten zu verschieben.
- **Registerkarte "DDL":** Diese Registerkarte enthält eine schreibgeschützte Anzeige einer SQL-Anweisung, die die aktuelle Definition des Unterprogramms darstellt.

In SQL Developer Prozeduren kompilieren und Kompilierungsfehler anzeigen



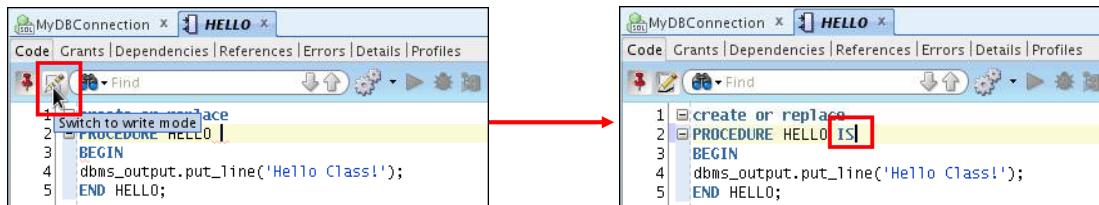
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Prozeduren können Sie mit einer der folgenden zwei Methoden kompilieren:

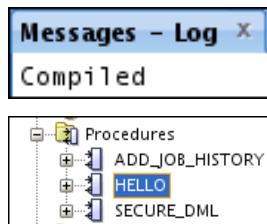
- Navigieren Sie im Object Navigator-Baum zum Knoten **Procedures**. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Namen der Prozedur, und wählen Sie im Kontextmenü die Option **Compile**. Um eventuelle Kompilierungsfehler anzuzeigen, wechseln Sie in der Registerkarte **Compiler – Log** zur Unterregisterkarte **Messages**.
- Bearbeiten Sie die Prozedur mit dem Symbol **Edit** in der Codesymbolleiste der Prozedur. Nehmen Sie die nötigen Änderungen vor, und klicken Sie dann in der Codesymbolleiste auf das Symbol **Compile**. Um eventuelle Kompilierungsfehler anzuzeigen, wechseln Sie in der Registerkarte **Compiler – Log** zur Unterregisterkarte **Messages**.

Kompilierungsfehler in SQL Developer korrigieren



1. Prozedur bearbeiten

2. Fehler korrigieren
(Schlüsselwort IS hinzufügen)



4. Rekompilierung erfolgreich



3. Prozedur rekompilieren

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Um in SQL Developer Kompilierungsfehler zu korrigieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Bearbeiten Sie die Prozedur mit dem Symbol **Switch to write mode** in der Codesymbolleiste der Prozedur.
2. Nehmen Sie die erforderlichen Korrekturen vor.
3. Klicken Sie in der Codesymbolleiste auf das Symbol **Compile**.
4. Um eventuelle Kompilierungsfehler anzuzeigen, wechseln Sie in der Registerkarte **Compiler – Log** zur Unterregisterkarte **Messages**. War die Kompilierung der Prozedur erfolgreich, wird im Object Navigator-Baum außerdem das rote X vor dem Namen der Prozedur entfernt.

In diesem Kurs verwendete PL/SQL-Strukturen – Benennungskonventionen

PL/SQL-Struktur	Konvention	Beispiel
Variable	v_variable_name	v_rate
Konstante	c_constant_name	c_rate
Parameter eines Unterprogramms	p_parameter_name	p_id
Bind- bzw. Hostvariable	b_bind_name	b_salary
Cursor	cur_cursor_name	cur_emp
Record	rec_record_name	rec_emp
Typ	type_name_type	ename_table_type
Exception	e_exception_name	e_products_invalid
Datei-Handle	f_file_handle_name	f_file

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In der Tabelle auf der Folie sind einige Beispiele für Benennungskonventionen von PL/SQL-Strukturen aufgeführt, die in diesem Kurs verwendet werden.

Parameter und Parametermodi – Definition

- Werden nach dem Namen des Unterprogramms im PL/SQL-Header deklariert
- Übergeben oder kommunizieren Daten zwischen der aufrufenden Umgebung und dem Unterprogramm
- Werden wie lokale Variablen verwendet, hängen jedoch vom Modus der Parameterübergabe ab:
 - Im Parametermodus `IN` (Standard) werden Werte für die Verarbeitung durch ein Unterprogramm bereitgestellt.
 - Im Parametermodus `OUT` wird ein Wert an den Aufrufer zurückgegeben.
 - Im Parametermodus `IN OUT` wird ein Eingabewert bereitgestellt, der als modifizierter Wert zurückgegeben werden kann (Ausgabe).

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit Parametern werden Datenwerte zwischen der aufrufenden Umgebung und der Prozedur (oder dem Unterprogramm) übertragen. Parameter werden im Unterprogrammheader nach dem Namen und vor dem deklarativen Bereich für lokale Variablen deklariert.

Sie unterliegen einem der drei Modi für die Parameterübergabe: `IN`, `OUT` oder `IN OUT`.

- `IN`-Parameter übergeben einen konstanten Wert aus der aufrufenden Umgebung an die Prozedur.
- `OUT`-Parameter übergeben einen Wert aus der Prozedur an die aufrufende Umgebung.
- `IN OUT`-Parameter übergeben einen Wert aus der aufrufenden Umgebung an die Prozedur und einen möglicherweise abweichenden Wert aus der Prozedur zurück an die aufrufende Umgebung, wobei derselbe Parameter verwendet wird.

Parameter sind eine spezielle Form der lokalen Variablen. Ihre Eingabewerte werden durch die aufrufende Umgebung initialisiert, wenn das Unterprogramm aufgerufen wird. Ihre Ausgabewerte werden an die aufrufende Umgebung zurückgegeben, wenn das Unterprogramm die Kontrolle an den Aufrufer zurückgibt.

Formale und tatsächliche Parameter

- Formale Parameter: Lokale Variablen, die in der Parameterliste der Spezifikation eines Unterprogramms deklariert werden
- Tatsächliche Parameter (oder Argumente): Literalwerte, Variablen oder Ausdrücke, die in der Parameterliste des aufrufenden Unterprogramms verwendet werden

```
-- Procedure definition, Formal parameters
CREATE PROCEDURE raise_sal(p_id NUMBER, p_sal NUMBER) IS
BEGIN
  . . .
END raise_sal;

-- Procedure calling, Actual parameters (arguments)
v_emp_id := 100;
raise_sal(v_emp_id, 2000)
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Formale Parameter sind lokale Variablen, die in der Parameterliste der Spezifikation eines Unterprogramms deklariert werden. Im ersten Beispiel stellen die Variablen-IDs **p_id** und **p_sal** in der Prozedur `raise_sal` die formalen Parameter dar.

Die tatsächlichen Parameter können Literalwerte, Variablen und Ausdrücke sein, die in der Parameterliste eines aufrufenden Unterprogramms bereitgestellt werden. Im zweiten Beispiel wird `raise_sal` aufgerufen. Die Variable **v_emp_id** stellt den tatsächlichen Parameterwert für den formalen Parameter **p_id** bereit, während für **p_sal** der tatsächliche Parameterwert 2000 bereitgestellt wird.

Tatsächliche Parameter:

- werden während des Unterprogrammaufrufs formalen Parametern zugeordnet
- können auch Ausdrücke sein. Beispiel:
`raise_sal(v_emp_id, raise+100);`

Formale und tatsächliche Parameter müssen kompatible Datentypen aufweisen. Falls erforderlich, konvertiert PL/SQL den Datentyp des tatsächlichen Parameterwertes in den Datentyp des formalen Parameters, bevor ein Wert zugewiesen wird.

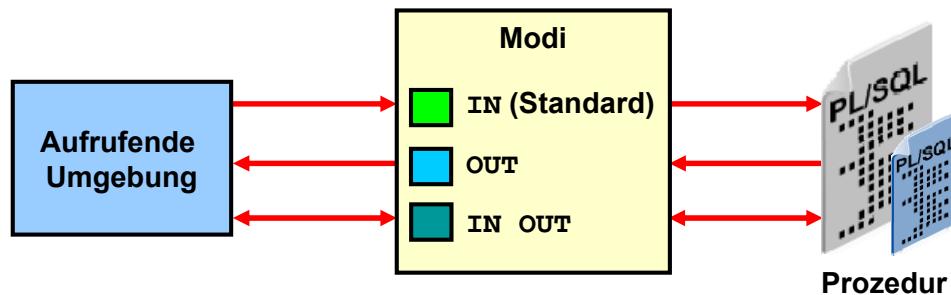
Hinweis: Tatsächliche Parameter werden auch als *tatsächliche Argumente* bezeichnet.

Prozedurale Parametermodi

- Parametermodi werden in der Deklaration formaler Parameter nach dem Parameternamen und vor dem Datentyp angegeben.
- Der Modus `IN` ist der Standardmodus, falls kein Modus angegeben wird.

```
CREATE PROCEDURE proc_name(param_name [mode] datatype)
...

```



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wenn Sie eine Prozedur erstellen, definiert der formale Parameter einen Variablenamen, dessen Wert im ausführbaren Bereich des PL/SQL-Blockes verwendet wird. Mit dem tatsächlichen Parameter werden beim Aufrufen der Prozedur Eingabewerte bereitgestellt oder Ausgabeergebnisse empfangen.

Der Parametermodus `IN` ist der Standardübergabemodus. Wenn also in einer Parameterdeklaration kein Modus angegeben ist, wird der Parameter als `IN`-Parameter betrachtet. Die Parametermodi `OUT` und `IN OUT` müssen in den Parameterdeklarationen explizit angegeben werden.

Die Angabe des Parameters `datatype` erfolgt ohne Größenspezifikation. Er kann auf folgende Arten angegeben werden:

- Als expliziter Datentyp
- Mit der Definition `%TYPE`
- Mit der Definition `%ROWTYPE`

Hinweis: Sie können einen formalen Parameter oder mehrere, durch Komma getrennte formale Parameter deklarieren.

Parametermodi – Vergleich

IN	OUT	IN OUT
Standardmodus	Muss angegeben werden	Muss angegeben werden
Wert wird an Unterprogramm übergeben.	Wert wird an aufrufende Umgebung zurückgegeben.	Wert wird an Unterprogramm übergeben und an aufrufende Umgebung zurückgegeben.
Formaler Parameter fungiert als Konstante.	Nicht initialisierte Variable	Initialisierte Variable
Tatsächlicher Parameter kann Literal, Ausdruck, Konstante oder initialisierte Variable sein.	Muss eine Variable sein	Muss eine Variable sein
Standardwert kann zugewiesen werden.	Es kann kein Standardwert zugewiesen werden.	Es kann kein Standardwert zugewiesen werden.

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Der Parametermodus `IN` ist der Standardmodus, wenn in der Deklaration kein Modus angegeben wird. Die Parametermodi `OUT` und `IN OUT` müssen in den Parameterdeklarationen explizit angegeben werden.

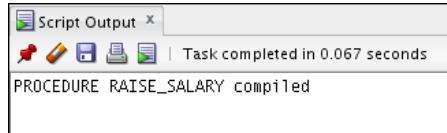
Einem formalen Parameter im Modus `IN` kann kein Wert zugewiesen werden. Er lässt sich im Body der Prozedur nicht ändern. Standardmäßig werden `IN`-Parameter per Referenz übergeben. `IN`-Parametern kann in der formalen Parameterdeklaration ein Standardwert zugewiesen werden. In diesem Fall muss der Aufrufer keinen Wert für den Parameter bereitstellen, wenn der Standardwert gültig ist.

`OUT`- oder `IN OUT`-Parametern muss ein Wert zugewiesen werden, bevor sie an die aufrufende Umgebung zurückgegeben werden. Diesen Parametern können keine Standardwerte zugewiesen werden. Um die Performance von `OUT`- und `IN OUT`-Parametern zu verbessern, können Sie mit dem Compiler-Hint `NOCOPY` die Übergabe per Referenz vorschreiben.

Hinweis: Die Verwendung von `NOCOPY` wird in der Lektion "Überlegungen zum Design von PL/SQL-Code" behandelt.

Parametermodus IN – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE raise_salary
  (p_id          IN employees.employee_id%TYPE,
   p_percent     IN NUMBER)
IS
BEGIN
  UPDATE employees
  SET    salary = salary * (1 + p_percent/100)
  WHERE employee_id = p_id;
END raise_salary;
/
```



```
EXECUTE raise_salary(176, 10)
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Beispiel auf der Folie zeigt eine Prozedur mit zwei `IN`-Parametern. Wenn Sie das erste Beispiel auf der Folie ausführen, wird in der Datenbank die Prozedur `raise_salary` erstellt. Im zweiten Beispiel auf der Folie wird `raise_salary` aufgerufen, und es werden 176 als erster Parameterwert für die Personalnummer sowie eine Gehaltserhöhung um 10 Prozent als zweiter Parameterwert bereitgestellt.

Um eine Prozedur über das SQL Worksheet von SQL Developer oder mithilfe von SQL*Plus aufzurufen, verwenden Sie den Befehl `EXECUTE`, der im zweiten Codebeispiel auf der Folie zu sehen ist.

Um eine Prozedur aus einer anderen Prozedur aufzurufen, verwenden Sie einen direkten Aufruf innerhalb eines ausführbaren Bereichs des aufrufenden Blockes. Geben Sie den Namen der Prozedur und die tatsächlichen Parameter an der Position ein, an der die neue Prozedur aufgerufen wird. Beispiel:

```
...
BEGIN
  raise_salary (176, 10);
END;
```

Hinweis: `IN`-Parameter werden als schreibgeschützte Werte aus der aufrufenden Umgebung an die Prozedur übergeben. Beim Versuch, den Wert eines `IN`-Parameters zu ändern, wird ein Kompilierungszeitfehler angezeigt.

Parametermodus OUT – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE query_emp
  (p_id      IN employees.employee_id%TYPE,
   p_name    OUT employees.last_name%TYPE,
   p_salary  OUT employees.salary%TYPE) IS
BEGIN
  SELECT last_name, salary INTO p_name, p_salary
  FROM   employees
  WHERE  employee_id = p_id;
END query_emp;
/
```

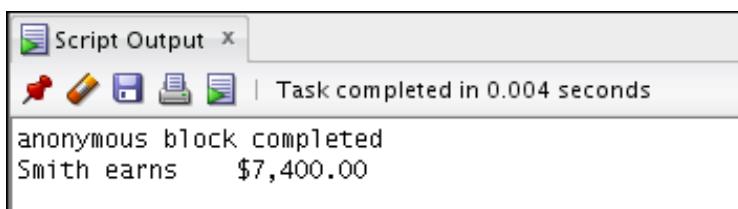
```
SET SERVEROUTPUT ON
DECLARE
  v_emp_name employees.last_name%TYPE;
  v_emp_sal  employees.salary%TYPE;
BEGIN
  query_emp(171, v_emp_name, v_emp_sal);
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_emp_name || ' earns ' ||
    to_char(v_emp_sal, '$999,999.00'));
END;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

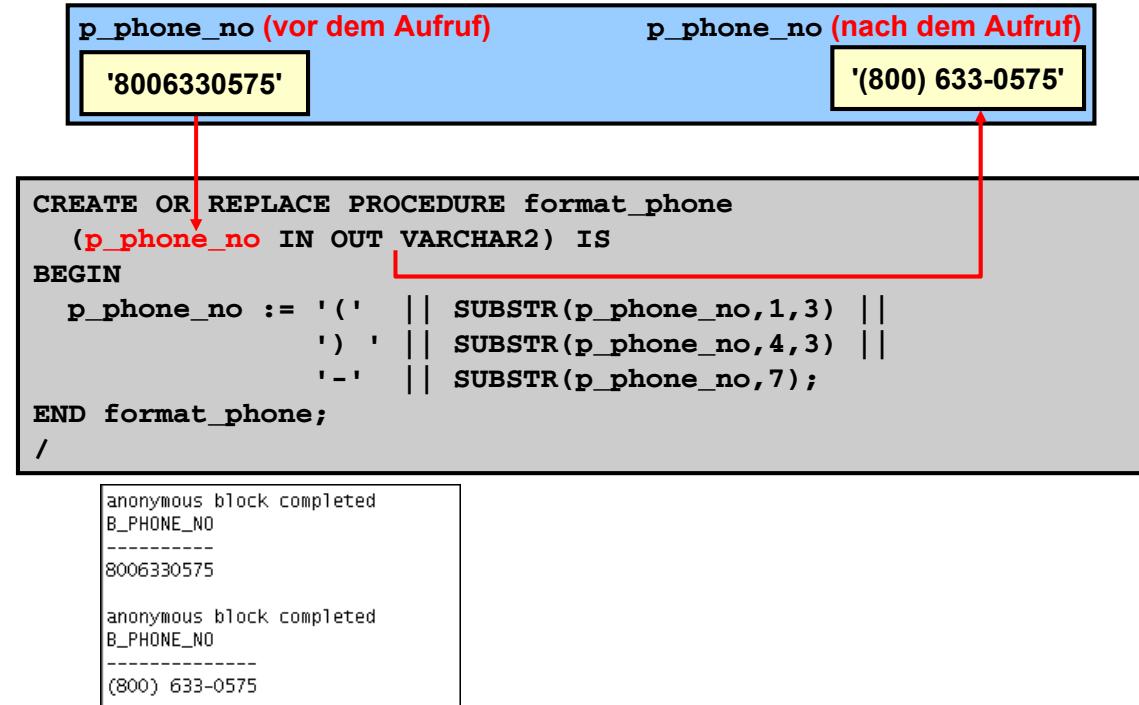
Im Beispiel auf der Folie wird eine Prozedur mit OUT-Parametern erstellt, um Informationen über einen Mitarbeiter abzurufen. Die Prozedur nimmt den Wert 171 als Personalnummer an und ruft den Namen und das Gehalt des Mitarbeiters mit der Nummer 171 in die zwei OUT-Parameter ab. Die Prozedur `query_emp` hat drei formale Parameter. Zwei von ihnen sind OUT-Parameter, die Werte an die aufrufende Umgebung zurückgeben (siehe zweites Codefeld auf der Folie). Die Prozedur nimmt über den Parameter `p_id` einen Wert für die Personalnummer an. Die Variablen `v_emp_name` und `v_emp_salary` werden mit den Informationen gefüllt, die von der Abfrage in ihre zwei entsprechenden OUT-Parameter abgerufen werden. Wenn der Code aus dem zweiten Codebeispiel auf der Folie ausgeführt wird, erhalten Sie folgendes Ergebnis: `v_emp_name` nimmt den Wert "Smith" und `v_emp_salary` den Wert "7400" auf.

Hinweis: Stellen Sie sicher, dass der Datentyp für die tatsächlichen Parametervariablen, mit denen Werte von OUT-Parametern abgerufen werden, groß genug ist, um die zurückgegebenen Datenwerte aufzunehmen.



Parametermodus IN OUT – Beispiel

Aufrufende Umgebung



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit einem IN OUT-Parameter können Sie einen Wert an eine Prozedur übergeben, der aktualisiert werden kann. Der von der aufrufenden Umgebung bereitgestellte tatsächliche Parameterwert kann entweder den unveränderten Originalwert oder einen neuen Wert zurückgeben, der in der Prozedur festgelegt wird.

Hinweis: Ein IN OUT-Parameter fungiert als initialisierte Variable.

Das Beispiel auf der Folie erstellt eine Prozedur mit einem IN OUT-Parameter, der eine aus Ziffern bestehende Zeichenfolge für eine Telefonnummer annimmt. Die Prozedur gibt die Telefonnummer formatiert zurück. Die ersten drei Zeichen sind von einer Klammer umschlossen, nach der sechsten Ziffer ist ein Bindestrich eingefügt. Beispiel: Die Telefonnummer 8006330575 wird als (800) 633-0575 zurückgegeben.

Der folgende Code stellt mit der Hostvariablen b_phone_no von SQL*Plus den Eingabewert bereit, der an die Prozedur FORMAT_PHONE übergeben wird. Die Prozedur wird ausgeführt und gibt eine aktualisierte Zeichenfolge in der Hostvariablen b_phone_no zurück. Die Ausgabe des folgenden Codes ist auf der Folie oben zu sehen:

```
VARIABLE b_phone_no VARCHAR2(15)
EXECUTE :b_phone_no := '8006330575'
PRINT b_phone_no
EXECUTE format_phone (:b_phone_no)
PRINT b_phone_no
```

OUT-Parameter mithilfe der untergeordneten Routine DBMS_OUTPUT.PUT_LINE anzeigen

PL/SQL-Variablen verwenden, die mit Aufrufen der Prozedur DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ausgegeben werden:

```
SET SERVEROUTPUT ON

DECLARE
    v_emp_name employees.last_name%TYPE;
    v_emp_sal   employees.salary%TYPE;
BEGIN
    query_emp(171, v_emp_name, v_emp_sal);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Name: ' || v_emp_name);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Salary: ' || v_emp_sal);
END;
```

```
anonymous block completed
Name: Smith
Salary: 7400
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

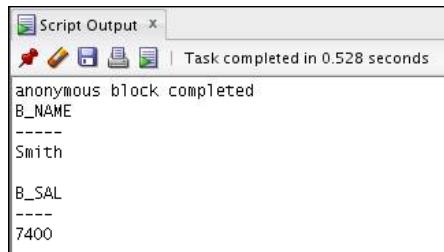
Das Beispiel auf der Folie veranschaulicht, wie Sie die von den OUT-Parametern zurückgegebenen Werte in SQL*Plus oder im SQL Developer-Worksheet anzeigen.

Die Werte von OUT-Parametern können mit PL/SQL-Variablen in einem anonymen Block abgerufen werden. Die Prozedur DBMS_OUTPUT.PUT_LINE wird aufgerufen, um die in den PL/SQL-Variablen enthaltenen Werte auszugeben. SET SERVEROUTPUT muss auf ON festgelegt sein.

OUT-Parameter mithilfe von SQL*Plus-Hostvariablen anzeigen

1. Verwenden Sie SQL*Plus-Hostvariablen.
2. Führen Sie `QUERY_EMP` mithilfe von Hostvariablen aus.
3. Geben Sie die Hostvariablen aus.

```
VARIABLE b_name    VARCHAR2(25)
VARIABLE b_sal     NUMBER
EXECUTE query_emp(171, :b_name, :b_sal)
PRINT b_name b_sal
```



The screenshot shows the Oracle SQL*Plus 'Script Output' window. It displays the results of an anonymous block execution. The output is as follows:

```
anonymous block completed
B_NAME
-----
Smith

B_SAL
-----
7400
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Beispiel auf der Folie veranschaulicht die Verwendung von SQL*Plus-Hostvariablen, die mit dem Befehl `VARIABLE` erstellt werden. Die SQL*Plus-Variablen befinden sich außerhalb des PL/SQL-Blockes und werden als Host- oder Bind-Variablen bezeichnet. Um Hostvariablen aus einem PL/SQL-Block zu referenzieren, müssen Sie ihrem Namen einen Doppelpunkt (:) voranstellen. Zur Anzeige der in den Hostvariablen gespeicherten Werte verwenden Sie den SQL*Plus-Befehl `PRINT`, gefolgt vom Namen der SQL*Plus-Variablen (ohne Doppelpunkt, da es sich nicht um einen PL/SQL-Befehl oder -Kontext handelt).

Hinweis: Details zum Befehl `VARIABLE` finden Sie in der SQL*Plus Command Reference.

Verfügbare Notationen für die Übergabe von tatsächlichen Parametern

- Wenn Sie ein Unterprogramm aufrufen, können Sie die tatsächlichen Parameter mit den folgenden Notationen beschreiben:
 - Positionale Notation: Tatsächliche Parameter werden in der gleichen Reihenfolge aufgelistet wie formale Parameter.
 - Benannte Notation: Tatsächliche Parameter werden in zufälliger Reihenfolge aufgelistet. Mit dem Zuweisungsoperator ($=>$) wird ein benannter formaler Parameter dem entsprechenden tatsächlichen Parameter zugeordnet.
 - Gemischte Notation: Einige tatsächliche Parameter werden positionale aufgelistet, andere benannt.
- Vor Oracle Database 11g wurde in Aufrufen aus SQL nur die positionale Notation unterstützt.
- Ab Oracle Database 11g kann die benannte und gemischte Notation zur Angabe von Argumenten in Aufrufen von untergeordneten PL/SQL-Routinen aus SQL-Anweisungen verwendet werden.

ORACLE®

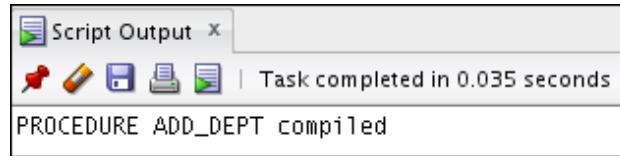
Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wenn Sie ein Unterprogramm aufrufen, können Sie die tatsächlichen Parameter mit den folgenden Notationen beschreiben:

- **Positionale Notation:** Sie listen die tatsächlichen Parameterwerte in derselben Reihenfolge auf, in der die formalen Parameter deklariert werden. Diese Notation ist kompakt. Wenn Sie jedoch die Parameter (insbesondere Literale) in der falschen Reihenfolge angeben, ist der Fehler unter Umständen schwer zu ermitteln. Sie müssen den Code ändern, wenn sich die Parameterliste der Prozedur ändert.
- **Benannte Notation:** Sie listen die tatsächlichen Werte in willkürlicher Reihenfolge auf. Mithilfe des Zuweisungsoperators ordnen Sie die einzelnen tatsächlichen Parameter anhand der Namen ihren formalen Parametern zu. Der PL/SQL-**Zuweisungsoperator** ist ein Gleichheitszeichen, dem direkt und ohne Leerzeichen ein Größer-als-Zeichen folgt: $=>$. Die Reihenfolge der Parameter ist nicht von Bedeutung. Diese Notation ist aufwändiger, der Code ist jedoch einfacher zu lesen und zu verwalten. Sie können manchmal Codeänderungen vermeiden, wenn sich die Parameterliste der Prozedur ändert, beispielsweise wenn die Parameter neu angeordnet werden oder ein neuer optionaler Parameter hinzukommt.
- **Gemischte Notation:** Sie listen die ersten Parameterwerte nach ihrer Position auf, die übrigen mit der speziellen Syntax der benannten Methode. Mit dieser Notation können Sie Prozeduren aufrufen, die einige obligatorische Parameter gefolgt von einigen optionalen Parametern aufweisen.

Tatsächliche Parameter übergeben – Prozedur add_dept erstellen

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE add_dept(
    p_name IN departments.department_name%TYPE,
    p_loc  IN departments.location_id%TYPE) IS
BEGIN
    INSERT INTO departments(department_id,
                           department_name, location_id)
    VALUES (departments_seq.NEXTVAL, p_name , p_loc);
END add_dept;
/
```



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie deklariert die Prozedur add_dept **zwei** formale IN-Parameter: p_name und p_loc. Die Werte dieser Parameter werden in der INSERT-Anweisung verwendet, um die Spalten department_name und location_id festzulegen.

Tatsächliche Parameter übergeben – Beispiele

```
-- Passing parameters using the positional notation.  
EXECUTE add_dept ('TRAINING', 2500)
```

Script Output X		
Task completed in 0.002 seconds		
PROCEDURE ADD_DEPT compiled anonymous block completed DEPARTMENT_ID DEPARTMENT_NAME	MANAGER_ID	LOCATION_ID
----- 280 TRAINING	2500	

```
-- Passing parameters using the named notation.  
EXECUTE add_dept (p_loc=>2400, p_name=>'EDUCATION')
```

Script Output X		
Task completed in 0.002 seconds		
anonymous block completed DEPARTMENT_ID DEPARTMENT_NAME	MANAGER_ID	LOCATION_ID
----- 290 EDUCATION	2400	

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wie Sie tatsächliche Parameter anhand der Position übergeben, wird im ersten Codebeispiel auf der Folie im ersten Ausführungsauftruf von `add_dept` gezeigt. Der erste tatsächliche Parameter stellt den Wert `TRAINING` für den formalen Parameter `name` bereit. Der zweite tatsächliche Parameterwert `2500` wird dem formalen Parameter `loc` anhand seiner Position zugeordnet.

Die Parameterübergabe mithilfe der benannten Notation wird im zweiten Codebeispiel auf der Folie veranschaulicht. Der tatsächliche Parameter `loc` wird als zweiter formaler Parameter deklariert und anhand des Namens im Aufruf referenziert, wo er mit dem tatsächlichen Wert `2400` verknüpft wird. Der Namensparameter wird mit dem Wert `EDUCATION` verknüpft. Die Reihenfolge der tatsächlichen Parameter ist unerheblich, wenn alle Parameterwerte angegeben werden.

Hinweis: Sie müssen für alle Parameter einen Wert bereitstellen, es sei denn, der formale Parameter ist einem Standardwert zugeordnet. Im Folgenden wird erörtert, wie Sie Standardwerte für formale Parameter angeben.

Option DEFAULT für Parameter

- Definiert Standardwerte für Parameter
- Bietet Flexibilität durch Kombination der positionalen und benannten Syntax zur Parameterübergabe

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE add_dept(
    p_name departments.department_name%TYPE := 'Unknown',
    p_loc   departments.location_id%TYPE DEFAULT 1700)
IS
BEGIN
    INSERT INTO departments (department_id,
        department_name, location_id)
    VALUES (departments_seq.NEXTVAL, p_name, p_loc);
END add_dept;
```

```
EXECUTE add_dept
EXECUTE add_dept ('ADVERTISING', p_loc => 1200)
EXECUTE add_dept (p_loc => 1200)
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ein Standardwert lässt sich einem IN-Parameter wie folgt zuweisen:

- Mit dem Zuweisungsoperator := (siehe Beispiel auf der Folie für den Namensparameter p_name)
- Mit der Option DEFAULT (siehe Beispiel auf der Folie für den Parameter p_loc)

Wenn den formalen Parametern Standardwerte zugeordnet werden, können Sie die Prozedur aufrufen, ohne einen tatsächlichen Parameterwert für den Parameter bereitzustellen. Auf diese Weise können Sie einem Unterprogramm eine unterschiedliche Anzahl tatsächlicher Parameter übergeben, indem Sie die Standardwerte je nach Erfordernis übernehmen oder überschreiben. Es wird empfohlen, die Parameter zunächst ohne Standardwerte zu deklarieren. Anschließend können Sie formale Parameter mit Standardwerten hinzufügen, ohne alle Aufrufe der Prozedur ändern zu müssen.

Hinweis: OUT- und IN OUT-Parametern können keine Standardwerte zugeordnet werden.

Das zweite Codefeld auf der Folie zeigt drei Möglichkeiten zum Aufrufen der Prozedur add_dept:

- Im ersten Beispiel werden die Standardwerte für die einzelnen Parameter zugewiesen.
- Im zweiten Beispiel wird eine Kombination aus positionaler und benannter Notation zur Zuweisung von Werten gezeigt. In diesem Fall wird die benannte Notation als Beispiel vorgestellt.
- Im letzten Beispiel werden der Standardwert für den Parameter p_name (Unknown) und der bereitgestellte Wert für den Parameter p_loc verwendet.

Im Folgenden ist das Ergebnis des zweiten Codebeispiels aus der vorherigen Folie aufgeführt:

DEPARTMENT_ID	DEPARTMENT_NAME	MANAGER_ID	LOCATION_ID
280	TRAINING	2500	
290	EDUCATION	2400	
300	Unknown	1700	
310	ADVERTISING	1200	
320	Unknown	1200	
10	Administration	200	1700
20	Marketing	201	1800
30	Purchasing	114	1700
40	Human Resources	203	2400
50	Shipping	121	1500
60	IT	103	1400
70	Public Relations	204	2700
80	Sales	145	2500
90	Executive	100	1700
100	Finance	108	1700
110	Accounting	205	1700
120	Treasury		1700
130	Corporate Tax		1700
140	Control And Credit		1700
150	Shareholder Services		1700
160	Benefits		1700
170	Manufacturing		1700
180	Construction		1700
190	Contracting		1700
200	Operations		1700
210	IT Support		1700
220	NOC		1700
230	IT Helpdesk		1700
240	Government Sales		1700
250	Retail Sales		1700
260	Recruiting		1700
270	Payroll		1700
32 rows selected			

In der Regel können Sie mit der benannten Notation die Standardwerte der formalen Parameter überschreiben. Sie müssen einen tatsächlichen Parameter jedoch übergeben, wenn für einen formalen Parameter kein Standardwert bereitgestellt wird.

Hinweis: Alle positionalen Parameter müssen in einem Unterprogrammaufruf vor den benannten Parametern stehen. Andernfalls erhalten Sie eine Fehlermeldung wie im folgenden Beispiel:

```
EXECUTE add_dept(p_name=>'new dept', 'new location')
```

```
Error starting at line 1 in command:  
EXECUTE add_dept(p_name=>'new dept', 'new location')  
Error report:  
ORA-06550: line 1, column 36:  
PLS-00312: a positional parameter association may not follow a named association  
ORA-06550: line 1, column 7:  
PL/SQL: Statement ignored  
06550. 00000 - "line %s, column %s:\n%s"  
*Cause: Usually a PL/SQL compilation error.  
*Action:
```

Prozeduren aufrufen

- Sie können Prozeduren mit anonymen Blöcken, anderen Prozeduren oder Packages aufrufen.
- Sie müssen der Eigentümer der Prozedur sein oder die Berechtigung EXECUTE besitzen.

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE process_employees
IS
    CURSOR cur_emp_cursor IS
        SELECT employee_id
        FROM   employees;
BEGIN
    FOR emp_rec IN cur_emp_cursor
    LOOP
        raise_salary(emp_rec.employee_id, 10);
    END LOOP;
    COMMIT;
END process_employees;
/
```

PROCEDURE PROCESS_EMPLOYEES compiled

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Sie können Prozeduren aufrufen mit:

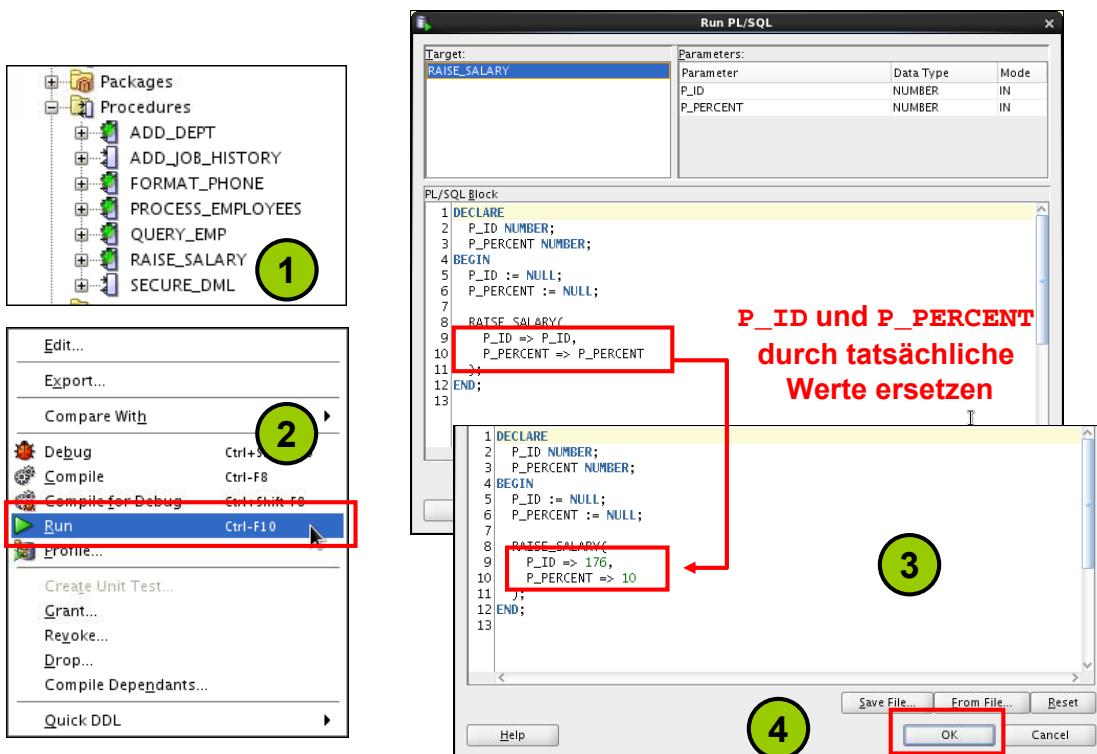
- anonymen Blöcken
- anderen Prozeduren oder PL/SQL-Unterprogrammen

In den Beispielen auf den vorherigen Seiten wurde die Verwendung von anonymen Blöcken (oder des Befehls EXECUTE in SQL Developer oder SQL*Plus) veranschaulicht.

Das Beispiel auf der Folie zeigt, wie eine Prozedur aus einer anderen Stored Procedure aufgerufen wird. Die Stored Procedure PROCESS_EMPLOYEES verwendet einen Cursor, um alle Records in der Tabelle EMPLOYEES zu verarbeiten, und übergibt die Nummern der einzelnen Mitarbeiter an die Prozedur RAISE_SALARY. Dies bewirkt unternehmensweit eine Gehalts-erhöhung um 10 %.

Hinweis: Sie müssen der Eigentümer der Prozedur sein oder die Berechtigung EXECUTE besitzen.

Prozeduren mit SQL Developer aufrufen



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie wird die Prozedur `raise_salary` aufgerufen, um das tatsächliche Gehalt von Mitarbeiter 176 (8.600 US-Dollar) um 10 Prozent zu erhöhen. Dies geschieht wie folgt:

1. Klicken Sie im Knoten **Procedures** mit der rechten Maustaste auf den Prozedurnamen, und klicken Sie dann auf **Run**. Das Dialogfeld **Run PL/SQL** wird angezeigt.
2. Ändern Sie im Bereich **PL/SQL Block** die angezeigten Spezifikationen der formalen IN- und IN/OUT-Parameter, die hinter dem Zuweisungsoperator "`=>`" angezeigt werden, in die *tatsächlichen* Werte, die Sie zum Ausführen oder Debuggen der Funktion oder Prozedur verwenden möchten. Beispiel: Um das tatsächliche Gehalt (8.600) von Mitarbeiter 176 um 10 Prozent zu erhöhen, können Sie die Prozedur `raise_salary` wie auf der Folie aufrufen. Stellen Sie die Werte für die Eingabeparameter `P_ID` und `P_PERCENT` bereit, das heißt 176 beziehungsweise 10. Dazu ändern Sie die angezeigte Zeichenfolge `P_ID => P_ID` in `P_ID => 176` beziehungsweise `P_PERCENT => P_PERCENT` in `P_PERCENT => 10`.
3. Klicken Sie auf **OK**. SQL Developer führt die Prozedur aus. Das aktualisierte Gehalt von 9.460 wird unten gezeigt:

Results	Script Output	Explain	Autotrace	DBMS Output	OWA Output
Results:					
	EMPLOYEE_ID	SALARY			
1	176	9460			

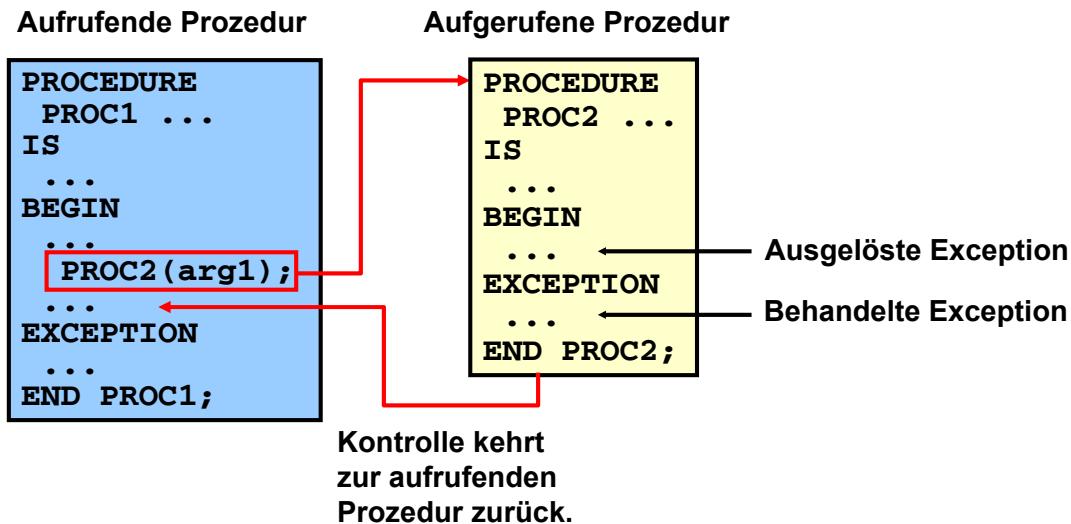
Lektionsagenda

- Modularisierte Unterprogramme sowie Unterprogramme mit Schichten verwenden und Vorteile von Unterprogrammen bestimmen
- Mit Prozeduren arbeiten:
 - Prozeduren erstellen und aufrufen
 - Verfügbare Modi für die Parameterübergabe bestimmen
 - Formale und tatsächliche Parameter verwenden
 - Positionale, benannte oder gemischte Notation verwenden
- Exceptions in Prozeduren behandeln, Prozeduren entfernen und Prozedurinformationen anzeigen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Behandelte Exceptions



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Bei der Entwicklung von Prozeduren, die aus anderen Prozeduren aufgerufen werden, müssen Sie wissen, wie sich behandelte und nicht behandelte Exceptions auf die Transaktion und die aufrufende Prozedur auswirken.

Wenn in einer aufgerufenen Prozedur eine Exception ausgelöst wird, geht die Kontrolle sofort an den Exception-Bereich des jeweiligen Blockes über. Exceptions gelten als behandelt, wenn im Exception-Bereich ein Handler für die ausgelöste Exception bereitgestellt ist.

Wenn eine Exception auftritt und behandelt wird, findet der folgende Codeablauf statt:

1. Die Exception wird ausgelöst.
2. Die Kontrolle wird an den Exception Handler übergeben.
3. Der Block wird beendet.
4. Das aufrufende Programm beziehungsweise der aufrufende Block wird weiterhin ordnungsgemäß ausgeführt.

Wenn eine Transaktion gestartet wurde (also Data Manipulation Language-(DML-)Anweisungen vor der Prozedur mit der ausgelösten Exception ausgeführt wurden), bleibt die Transaktion davon unbetroffen. DML-Vorgänge werden zurückgerollt, wenn sie innerhalb der Prozedur vor der Exception ausgeführt wurden.

Hinweis: Sie können Transaktionen explizit beenden, indem Sie im Exception-Bereich ein `COMMIT` oder `ROLLBACK` ausführen.

Behandelte Exceptions – Beispiel

```
CREATE PROCEDURE add_department(
    p_name VARCHAR2, p_mgr NUMBER, p_loc NUMBER) IS
BEGIN
    INSERT INTO DEPARTMENTS (department_id,
        department_name, manager_id, location_id)
    VALUES (DEPARTMENTS_SEQ.NEXTVAL, p_name, p_mgr, p_loc);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Added Dept: ' || p_name);
EXCEPTION
    WHEN OTHERS THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Err: adding dept: ' || p_name);
END;
```

```
CREATE PROCEDURE create_departments IS
BEGIN
    → add_department('Media', 100, 1800);
    add_department('Editing', 99, 1800); ✗
    add_department('Advertising', 101, 1800); ✓
END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Auf der Folie werden die folgenden beiden Prozeduren dargestellt:

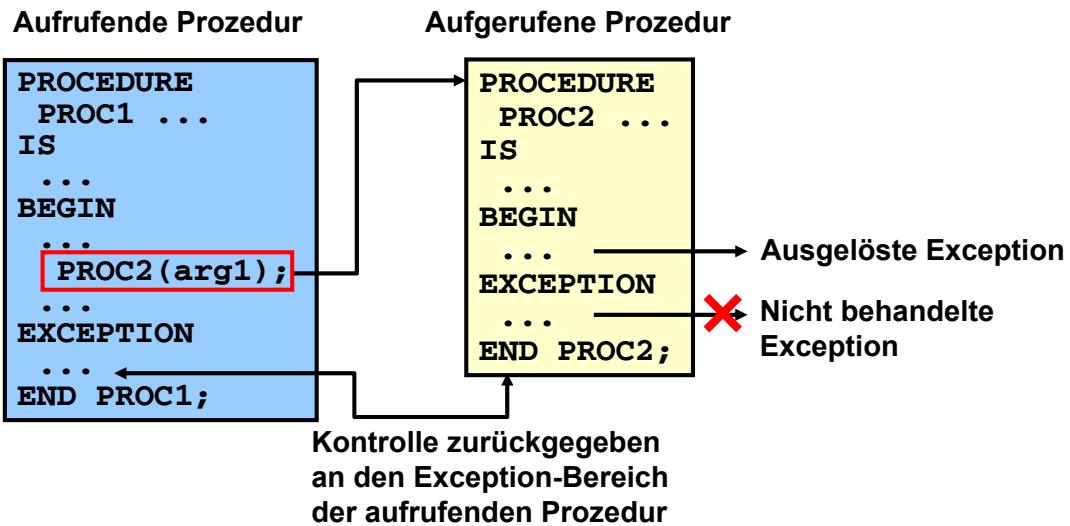
- Die Prozedur `add_department` erstellt einen neuen Abteilungs-Record. Hierzu wird eine neue Abteilungsnummer aus einer Oracle-Sequence zugewiesen. Außerdem werden die Spaltenwerte von `department_name`, `manager_id` und `location_id` mithilfe der Parameter `p_name`, `p_mgr` und `p_loc` eingestellt.
- Die Prozedur `create_departments` erstellt mehrere Abteilungen mithilfe von Aufrufen der Prozedur `add_department`.

Die Prozedur `add_department` fängt alle ausgelösten Exceptions in ihrem eigenen Handler ab. Bei Ausführung von `create_departments` wird Folgendes ausgegeben:

```
Added Dept: Media
Err: adding dept: Editing
Added Dept: Advertising
```

Die Abteilung `Editing` mit der Managernummer (`manager_id`) 99 wird nicht eingefügt, da eine Verletzung des Fremdschlüsselintegritäts-Constraints von `manager_id` gewährleistet, dass kein Manager die Nummer 99 hat. Da die Exception in der Prozedur `add_department` behandelt wurde, kann die Prozedur `create_department` weiter ausgeführt werden. Eine Abfrage der Tabelle `DEPARTMENTS` mit 1800 als Standortnummer (`location_id`) zeigt, dass `Media` und `Advertising` hinzugefügt werden, der Record `Editing` hingegen nicht.

Nicht behandelte Exceptions



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wie bereits erwähnt, geht die Kontrolle sofort an den Exception-Bereich des jeweiligen Blockes über, wenn in einer aufgerufenen Prozedur eine Exception ausgelöst wird. Falls der Exception-Bereich keinen Handler für die ausgelöste Exception bereitstellt, wird sie nicht behandelt. Es kommt zu folgendem Codeablauf:

1. Die Exception wird ausgelöst.
2. Der Block wird beendet, da kein Exception Handler vorhanden ist. Alle innerhalb der Prozedur ausgeführten DML-Vorgänge werden zurückgerollt.
3. Die Exception wird zum Exception-Bereich der aufrufenden Prozedur propagiert. Die Kontrolle geht also an den Exception-Bereich des aufrufenden Blockes zurück, sofern ein solcher vorhanden ist.

Bei nicht behandelten Exceptions werden alle DML-Anweisungen in der aufrufenden und der aufgerufenen Prozedur zusammen mit eventuellen Änderungen von Hostvariablen zurückgerollt. Davon nicht betroffen sind DML-Anweisungen, die ausgeführt wurden, bevor der PL/SQL-Code mit den nicht behandelten Exceptions aufgerufen wurde.

Nicht behandelte Exceptions – Beispiel

```
SET SERVEROUTPUT ON
CREATE PROCEDURE add_department_noex(
    p_name VARCHAR2, p_mgr NUMBER, p_loc NUMBER) IS
BEGIN
    INSERT INTO DEPARTMENTS (department_id,
        department_name, manager_id, location_id)
    VALUES (DEPARTMENTS_SEQ.NEXTVAL, p_name, p_mgr, p_loc);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Added Dept: '|| p_name);
END;
```

```
CREATE PROCEDURE create_departments_noex IS
BEGIN
    add_department_noex('Media', 100, 1800);
    add_department_noex('Editing', 99, 1800);
    add_department_noex('Advertising', 101, 1800);  
X  
X  
X
END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Codebeispiel auf der Folie zeigt die Prozedur `add_department_noex`. Sie beinhaltet keinen Exception-Bereich. In diesem Beispiel wird eine Exception ausgelöst, wenn die Abteilung `Editing` hinzugefügt wird. Aufgrund der fehlenden Exception-Behandlung in einem der Unterprogramme werden keine neuen Abteilungs-Records in die Tabelle `DEPARTMENTS` eingefügt. Wenn Sie die Prozedur `create_departments_noex` ausführen, sieht das Ergebnis ungefähr wie folgt aus:

```
PROCEDURE CREATE_DEPARTMENTS_NOEX compiled

Error starting at line 8 in command:
EXECUTE create_departments_noex
Error report:
ORA-02291: integrity constraint (ORA61.DEPT_MGR_FK) violated - parent key not found
ORA-06512: at "ORA61.ADD_DEPARTMENT_NOEX", line 4
ORA-06512: at "ORA61.CREATE_DEPARTMENTS_NOEX", line 4
ORA-06512: at line 1
02291. 00000 - "integrity constraint (%s.%s) violated - parent key not found"
*Cause: A foreign key value has no matching primary key value.
*Action: Delete the foreign key or add a matching primary key.
Added Dept: Media
```

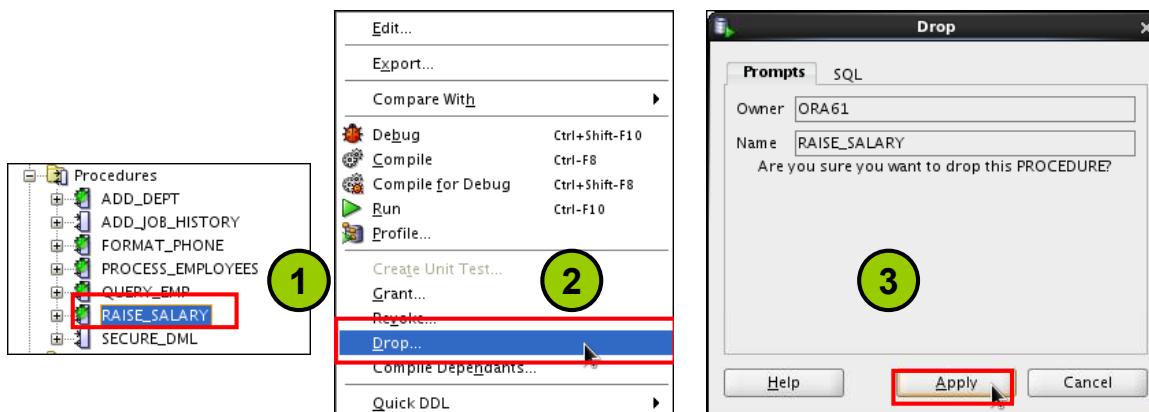
Die Abteilung `Media` wurde hinzugefügt. Der Vorgang wird jedoch zurückgerollt, weil die Exception in keinem der aufgerufenen Unterprogramme behandelt wurde.

Prozeduren mit der SQL-Anweisung DROP oder mit SQL Developer entfernen

- Mit der Anweisung DROP:

```
DROP PROCEDURE raise_salary;
```

- Mit SQL Developer:



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wenn eine Stored Procedure nicht mehr benötigt wird, können Sie sie mit der SQL-Anweisung `DROP PROCEDURE` gefolgt vom Namen der Prozedur wie folgt löschen:

```
DROP PROCEDURE procedure_name
```

Mit SQL Developer lässt sich eine Stored Procedure ebenfalls löschen. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

- Klicken Sie im Knoten **Procedures** mit der rechten Maustaste auf den Prozedurnamen, und klicken Sie dann auf **Drop**. Das Dialogfeld **Drop** wird angezeigt.
- Um die Prozedur zu löschen, klicken Sie auf **Apply**.

Hinweise

- Bei Ausführung eines Data Definition Language-(DDL-)Befehls wie `DROP PROCEDURE` werden alle ausstehenden Transaktionen festgeschrieben, die nicht zurückgerollt werden können. Dabei ist es unerheblich, ob die Ausführung des Befehls erfolgreich war oder nicht.
- Eventuell müssen Sie den Knoten **Procedures** aktualisieren, damit die Ergebnisse des Löschkvorgangs angezeigt werden. Um den Knoten **Procedures** zu aktualisieren, klicken Sie im Knoten **Procedures** mit der rechten Maustaste auf den Prozedurnamen und klicken dann auf **Refresh**.

Prozedurinformationen mithilfe von Data Dictionary Views anzeigen

```
DESCRIBE user_source
```

```
DESCRIBE user_source
Name Null Type
-----
NAME      VARCHAR2(128)
TYPE      VARCHAR2(12)
LINE      NUMBER
TEXT      VARCHAR2(4000)
```

```
SELECT text
FROM   user_source
WHERE  name = 'ADD_DEPT' AND type = 'PROCEDURE'
ORDER BY line;
```

```
TEXT
1 PROCEDURE add_dept(
2   p_name departments.department_name%TYPE:='Unknown',
3   p_loc  departments.location_id%TYPE DEFAULT 1700) IS
4
5 BEGIN
6   INSERT INTO departments (department_id, department_name, location_id)
7   VALUES (departments_seq.NEXTVAL, p_name, p_loc);
8 END add_dept;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Der Quellcode für PL/SQL-Unterprogramme wird in den Data Dictionary-Tabellen gespeichert. PL/SQL-Prozeduren können auf den Quellcode zugreifen, unabhängig davon, ob ihre Kompilierung erfolgreich war oder nicht. Um den im Data Dictionary gespeicherten PL/SQL-Quellcode anzuzeigen, führen Sie für die folgenden Tabellen eine `SELECT`-Anweisung aus:

- Für die Tabelle `USER_SOURCE`, um PL/SQL-Code anzuzeigen, dessen Eigentümer Sie sind
- Für die Tabelle `ALL_SOURCE`, um PL/SQL-Code anzuzeigen, für den der Eigentümer des entsprechenden Unterprogrammcodes Ihnen die Berechtigung `EXECUTE` erteilt hat

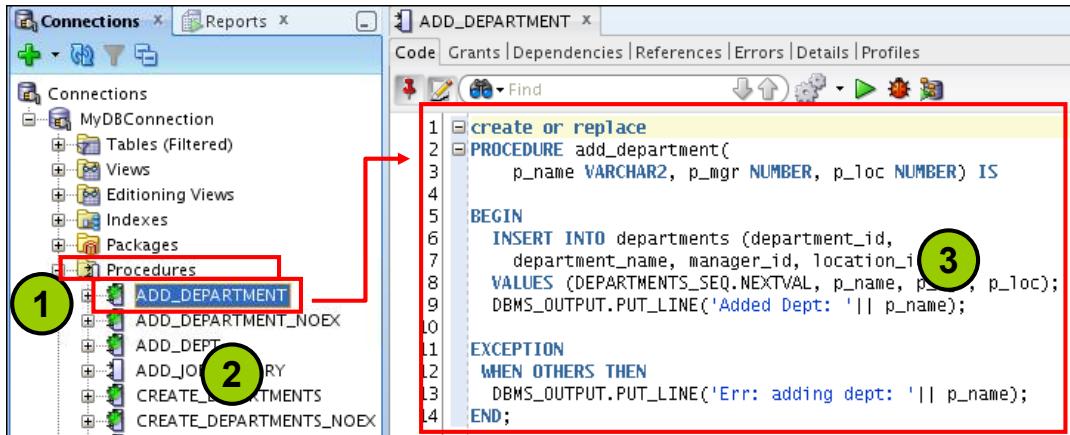
Das Abfragebeispiel zeigt alle Spalten, die in der Tabelle `USER_SOURCE` verfügbar sind:

- Die Spalte `TEXT` enthält eine Zeile mit PL/SQL-Quellcode.
- Die Spalte `NAME` enthält den Namen des Unterprogramms in Großbuchstaben.
- Die Spalte `TYPE` enthält den Unterprogrammtyp wie `PROCEDURE` oder `FUNCTION`.
- Die Spalte `LINE` speichert die Zeilennummer für die einzelnen Quellcodezeilen.

Die Tabelle `ALL_SOURCE` stellt neben den genannten Spalten auch die Spalte `OWNER` bereit.

Hinweis: Quellcode für PL/SQL-Built-In-Packages von Oracle oder für PL/SQL, dessen Quellcode mithilfe eines WRAP-Utilitys gewrappt wurde, kann nicht angezeigt werden. Das WRAP-Utility konvertiert den PL/SQL-Quellcode in ein von Benutzern nicht entschlüsselbares Format.

Prozedurinformationen mit SQL Developer anzeigen



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Um den Code einer Prozedur in SQL Developer anzuzeigen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Klicken Sie in der Registerkarte **Connections** auf den Knoten **Procedures**.
2. Klicken Sie auf den Namen der Prozedur.
3. Der Prozedurcode wird in der Registerkarte **Code** angezeigt (siehe Folie).

Quiz

Formale Parameter sind Literalwerte, Variablen oder Ausdrücke, die in der Parameterliste des aufrufenden Unterprogramms verwendet werden.

- a. Richtig
- b. Falsch

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Richtige Antwort: b

Formale und tatsächliche Parameter (oder Argumente)

- **Formale Parameter:** Lokale Variablen, die in der Parameterliste der Spezifikation eines Unterprogramms deklariert werden
- **Tatsächliche Parameter:** Literalwerte, Variablen oder Ausdrücke, die in der Parameterliste des aufrufenden Unterprogramms verwendet werden

Zusammenfassung

In dieser Lektion haben Sie Folgendes gelernt:

- Vorteile von modularisierten Unterprogrammen und Unterprogrammen mit Schichten bestimmen
- Prozeduren erstellen und aufrufen
- Formale und tatsächliche Parameter verwenden
- Parameter mithilfe positionaler, benannter oder gemischter Notation übergeben
- Verfügbare Modi für die Parameterübergabe bestimmen
- Exceptions in Prozeduren behandeln
- Prozeduren entfernen
- Prozedurinformationen anzeigen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Übungen zu Lektion 2 – Übersicht: Prozeduren erstellen, kompilieren und aufrufen

Diese Übungen behandeln folgende Themen:

- Stored Procedures für folgende Zwecke erstellen:
 - Neue Zeilen mithilfe von bereitgestellten Parameterwerten in eine Tabelle einfügen
 - Tabellendaten für Zeilen aktualisieren, die mit den bereitgestellten Parameterwerten übereinstimmen
 - Zeilen, die mit bereitgestellten Parameterwerten übereinstimmen, aus einer Tabelle löschen
 - Tabelle abfragen und Daten auf der Grundlage bereitgestellter Parameterwerte abrufen
- Exceptions in Prozeduren behandeln
- Prozeduren kompilieren und aufrufen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Übungen zu Lektion 2 – Übersicht

In diesen Übungen werden Prozeduren erstellt, kompiliert und aufgerufen, die DML-Befehle und Abfragebefehle absetzen. Außerdem lernen Sie, wie Exceptions in Prozeduren behandelt werden.

Wenn Sie beim Ausführen von Prozeduren auf Kompilierungsfehler stoßen, können Sie die Registerkarte **Compiler - Log** in SQL Developer verwenden.

Hinweis: Für diese Übung wird SQL Developer empfohlen.

Wichtig

Bei allen Übungen und Lösungen in diesem Kurs wird davon ausgegangen, dass Sie den SQL Worksheet-Bereich in SQL Developer zum Erstellen von Objekten wie Prozeduren oder Funktionen verwenden. Wenn Sie ein Objekt im SQL Worksheet-Bereich erstellen, müssen Sie den Objektnoten aktualisieren, damit das neue Objekt im Object Navigator-Baum angezeigt wird. Um das neu erstellte Objekt zu kompilieren, können Sie im Object Navigator-Baum mit der rechten Maustaste auf den Objektnamen klicken und dann im Kontextmenü **Compile** wählen. Beispiel: Nachdem Sie den Code zur Erstellung einer Prozedur in den SQL Worksheet-Bereich eingegeben haben, klicken Sie auf das Symbol **Run Script** (oder drücken F5), um den Code auszuführen. Damit wird die Prozedur erstellt und kompiliert.

Alternativ können Sie Objekte wie Prozeduren mithilfe des Knotens **PROCEDURES** im Object Navigator-Baum erstellen und dann die Prozedur kompilieren. Wenn Sie Objekte mit dem Object Navigator-Baum erstellen, wird das neu erstellte Objekt automatisch angezeigt.

3

Funktionen erstellen und Unterprogramme debuggen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ziele

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Prozeduren und Funktionen unterscheiden
- Verwendungsmöglichkeiten von Funktionen beschreiben
- Stored Functions erstellen
- Funktionen aufrufen
- Funktionen entfernen
- Grundlegende Funktionalität des SQL Developer-Debuggers kennenlernen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion wird beschrieben, wie Sie Funktionen erstellen, aufrufen und verwalten.

Lektionsagenda

- Mit Funktionen arbeiten:
 - Prozeduren und Funktionen unterscheiden
 - Verwendungsmöglichkeiten von Funktionen beschreiben
 - Stored Functions erstellen, aufrufen und entfernen
- SQL Developer-Debugger – Einführung

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Stored Functions – Übersicht

Eine Funktion:

- ist ein benannter PL/SQL-Block, der einen Wert zurückgibt
- kann für die wiederholte Ausführung als Schemaobjekt in der Datenbank gespeichert werden
- wird als Teil eines Ausdrucks aufgerufen oder stellt einen Parameterwert für ein anderes Unterprogramm bereit
- kann in PL/SQL-Packages gruppiert werden

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Eine Funktion ist ein benannter PL/SQL-Block, der Parameter annehmen, aufgerufen werden und Werte zurückgeben kann. Im Allgemeinen dienen Funktionen zum Berechnen von Werten. Funktionen und Prozeduren sind ähnlich strukturiert. Funktionen müssen einen Wert an die aufrufende Umgebung zurückgeben. Prozeduren können null oder mehr Werte an die aufrufende Umgebung zurückgeben. Wie Prozeduren bestehen auch Funktionen aus einem Header, einem deklarativen Bereich, einem ausführbaren Bereich und einem optionalen Bereich zur Exception-Behandlung. Funktionen müssen eine RETURN-Klausel im Header und mindestens eine RETURN-Anweisung im ausführbaren Bereich enthalten.

Funktionen können für die wiederholte Ausführung als Schemaobjekte in der Datenbank gespeichert werden. Eine in der Datenbank gespeicherte Funktion wird als Stored Function bezeichnet. Funktionen lassen sich auch in clientseitigen Anwendungen erstellen.

Funktionen fördern die Wiederverwendbarkeit und Verwaltbarkeit. Wenn sie validiert sind, können sie in beliebig vielen Anwendungen verwendet werden. Falls sich die Verarbeitungsanforderungen ändern, müssen Sie lediglich die jeweilige Funktion aktualisieren.

Funktionen können auch als Teil eines SQL- oder PL/SQL-Ausdrucks aufgerufen werden. In einem SQL-Ausdruck müssen Funktionen bestimmte Regeln einhalten, um Seiteneffekte auszuschalten. In einem PL/SQL-Ausdruck dient der Funktions-IDs als Variable. Ihr Wert hängt von dem Parameter ab, der an sie übergeben wird.

Funktionen (und Prozeduren) lassen sich in PL/SQL-Packages gruppieren. Packages können die Wiederverwendbarkeit und Verwaltbarkeit von Code weiter verbessern. Packages werden in den Lektionen "Packages erstellen" und "Mit Packages arbeiten" behandelt.

Funktionen erstellen

Der PL/SQL-Block muss mindestens eine RETURN-Anweisung enthalten.

```
CREATE [OR REPLACE] FUNCTION function_name
  [(parameter1 [mode1] datatype1, . . .)]
  RETURN datatype IS|AS
  [local_variable_declarations;
   . . .]
BEGIN
  -- actions;
  RETURN expression;
END [function_name];
```

PL/SQL-Block

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Funktionen erstellen – Syntax

Eine Funktion ist ein PL/SQL-Block, der einen Wert zurückgibt. Zu diesem Zweck muss eine RETURN-Anweisung bereitgestellt werden. Sie gibt einen Wert zurück, dessen Datentyp mit der Funktionsdeklaration konsistent ist.

Neue Funktionen erstellen Sie mit der Anweisung CREATE FUNCTION. Diese Anweisung gibt einen Wert zurück und definiert die vom PL/SQL-Standardblock auszuführenden Aktionen. Sie kann außerdem eine Parameterliste deklarieren.

Beachten Sie bei der Anweisung CREATE FUNCTION folgende Punkte:

- Die Option REPLACE gibt an, dass die vorhandene Funktion gelöscht und durch die von der Anweisung erstellte neue Version ersetzt wird.
- Der Datentyp RETURN darf keine Größenangabe enthalten.
- Der PL/SQL-Block beginnt nach der Deklaration der lokalen Variablen mit BEGIN und endet mit END. Danach kann optional der Funktionsname (*function_name*) folgen.
- Es muss mindestens eine RETURN *expression*-Anweisung enthalten sein.
- Sie können im PL/SQL-Block einer Stored Function keine Host- oder Bind-Variablen referenzieren.

Hinweis: Die Parametermodi OUT und IN OUT können in Funktionen zwar verwendet werden, von dieser Vorgehensweise bei der Programmierung wird jedoch abgeraten. Wenn eine Funktion allerdings mehrere Werte zurückgeben soll, empfiehlt sich eine zusammengesetzte Datenstruktur wie ein PL/SQL-Record oder eine PL/SQL-Tabelle.

Prozeduren und Funktionen – Unterschiede

Prozeduren	Funktionen
Werden als PL/SQL-Anweisung ausgeführt	Werden als Teil eines Ausdrucks aufgerufen
Enthalten keine RETURN-Klausel im Header	Müssen eine RETURN-Klausel im Header enthalten
Können Werte (falls vorhanden) in Ausgabeparametern übergeben	Müssen einen einzelnen Wert zurückgeben
Können eine RETURN-Anweisung ohne Wert enthalten	Müssen mindestens eine RETURN-Anweisung enthalten

ORACLE

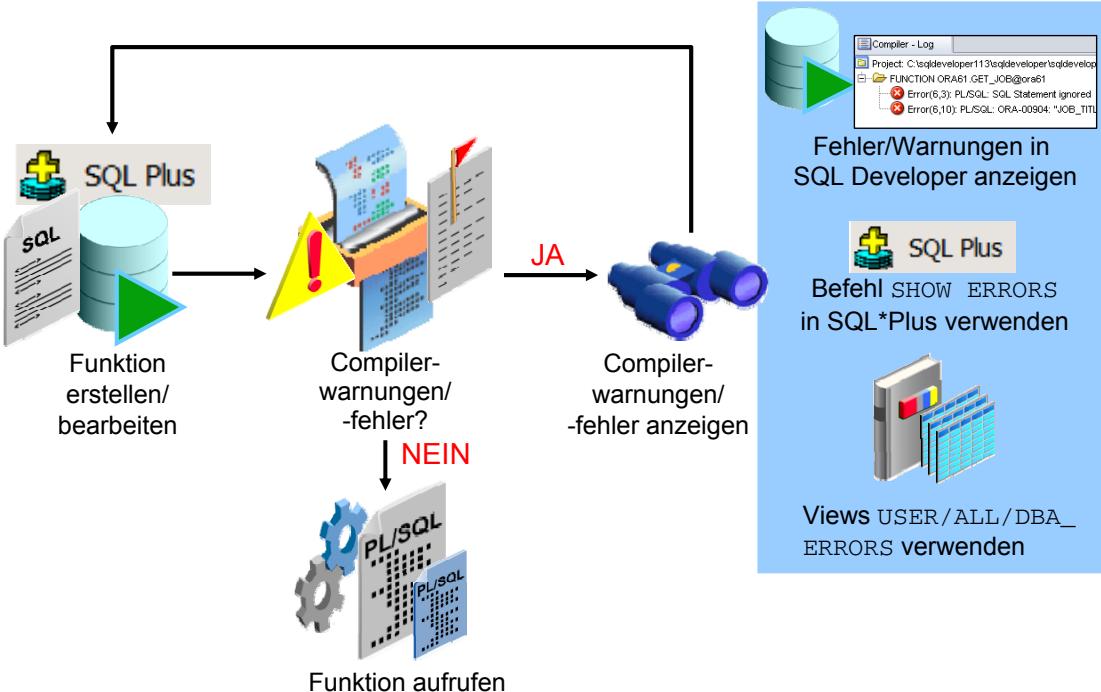
Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Sie erstellen eine Prozedur, um eine Reihe von Aktionen zu speichern, die später ausgeführt werden sollen. Prozeduren können null oder mehr Parameter enthalten, die an die aufrufende Umgebung oder von der aufrufenden Umgebung übertragen werden. Sie müssen jedoch nicht unbedingt einen Wert zurückgeben. Prozeduren können zur Unterstützung ihrer Aktionen Funktionen aufrufen.

Hinweis: Es empfiehlt sich, Prozeduren mit einem einzigen OUT-Parameter als Funktion umzuschreiben, die den Wert zurückgibt.

Sie erstellen eine Funktion, wenn Sie einen Wert berechnen möchten, der an die aufrufende Umgebung zurückgegeben werden muss. Funktionen können null oder mehr Parameter enthalten, die von der aufrufenden Umgebung übertragen werden. Sie geben in der Regel nur einen einzigen Wert zurück und zwar mithilfe einer RETURN-Anweisung. Funktionen, die in SQL-Anweisungen verwendet werden, dürfen keine Parameter vom Typ OUT oder IN OUT enthalten. Funktionen mit Ausgabeparametern können in PL/SQL-Prozeduren oder -Blöcken verwendet werden, nicht jedoch in SQL-Anweisungen.

Funktionen erstellen und ausführen – Übersicht



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Diagramm auf der Folie veranschaulicht die Hauptschritte beim Erstellen und Ausführen einer Funktion:

1. Erstellen Sie die Funktion mithilfe des Object Navigator-Baumes oder des SQL Worksheet-Bereichs von SQL Developer.
2. Komplizieren Sie die Funktion. Die Funktion wird in der Datenbank erstellt. Die Anweisung `CREATE FUNCTION` erstellt und speichert den Quellcode sowie den kompilierten *m*-Code in der Datenbank. Um die Funktion zu komplizieren, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Namen der Funktion im Object Navigator-Baum, und wählen Sie **Compile**.
3. Wenn Komplizierungswarnungen oder -fehler aufgetreten sind, können Sie diese mit einer der folgenden Methoden anzeigen (und dann korrigieren):
 - a. In der SQL Developer-Benutzeroberfläche (Registerkarte **Compiler – Log**)
 - b. Mit dem SQL*Plus-Befehl `SHOW ERRORS`
 - c. Mit den `USER/ALL/DBA_ERRORS`-Views
4. Um den gewünschten Wert zurückzugeben, rufen Sie nach erfolgreicher Komplizierung die Funktion auf.

Stored Functions mit CREATE FUNCTION-Anweisungen erstellen und aufrufen – Beispiel



```
CREATE OR REPLACE FUNCTION get_sal
(p_id employees.employee_id%TYPE) RETURN NUMBER IS
  v_sal employees.salary%TYPE := 0;
BEGIN
  SELECT salary
  INTO   v_sal
  FROM   employees
  WHERE  employee_id = p_id;
  RETURN v_sal;
END get_sal;
/
```

FUNCTION GET_SAL compiled

```
-- Invoke the function as an expression or as
-- a parameter value.
```

```
EXECUTE dbms_output.put_line(get_sal(100))
```

anonymous block completed
24000

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Stored Functions – Beispiel

Die Funktion `get_sal` wird mit einem einzigen Eingabeparameter erstellt und gibt das Gehalt in Form einer Zahl zurück. Führen Sie den Befehl wie oben gezeigt aus, oder speichern Sie ihn als Skriptdatei, und führen Sie das Skript zur Erstellung der Funktion `get_sal` aus.

Die Funktion `get_sal` folgt die gängige Vorgehensweise bei der Programmierung und verwendet eine einzige `RETURN`-Anweisung, um einen Wert zurückzugeben, der einer lokalen Variablen zugeordnet ist. Wenn Ihre Funktion über einen Exception-Bereich verfügt, kann sie auch eine `RETURN`-Anweisung enthalten.

Rufen Sie eine Funktion als Teil eines PL/SQL-Ausdrucks auf, da die Funktion einen Wert an die aufrufende Umgebung zurückgibt. Im zweiten Codefeld wird mit dem SQL*Plus-Befehl `EXECUTE` die Prozedur `DBMS_OUTPUT.PUT_LINE` aufgerufen, deren Argument der Rückgabewert der Funktion `get_sal` ist. In diesem Fall wird `get_sal` zunächst zur Berechnung des Gehalts des Mitarbeiters mit der Personalnummer 100 aufgerufen. Das zurückgegebene Gehalt wird als Wert des Parameters `DBMS_OUTPUT.PUT_LINE` bereitgestellt, der das Ergebnis anzeigt (falls Sie `SET SERVEROUTPUT ON` ausgeführt haben).

Hinweis: Funktionen müssen stets einen Wert zurückgeben. Im Beispiel wird kein Wert zurückgegeben, wenn für eine angegebene Nummer (`id`) keine Zeile gefunden wird. Idealerweise erstellen Sie einen Exception Handler, um auch in diesen Fällen einen Wert zurückzugeben.

Funktionen mithilfe verschiedener Methoden ausführen

```
-- As a PL/SQL expression, get the results using host variables
```

```
VARIABLE b_salary NUMBER
EXECUTE :b_salary := get_sal(100)
```

```
anonymous block completed
B_SALARY
-----
24000
```

```
-- As a PL/SQL expression, get the results using a local
-- variable
```

```
SET SERVEROUTPUT ON
DECLARE
    sal employees.salary%type;
BEGIN
    sal := get_sal(100);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('The salary is: '|| sal);
END;
/
```

```
anonymous block completed
The salary is: 24000
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Gut konzipierte Funktionen können sehr effizient sein. Funktionen lassen sich wie folgt aufrufen:

- **Als Teil von PL/SQL-Ausdrücken:** Der zurückgegebene Wert einer Funktion kann in Hostvariablen oder lokale Variablen aufgenommen werden. Im ersten Beispiel auf der Folie wird eine Hostvariable verwendet, im zweiten eine lokale Variable in einem anonymen Block.

Hinweis: Die Vorteile und Einschränkungen bei der Einbindung von Funktionen in eine SQL-Anweisung werden auf den nächsten Folien erläutert.



Funktionen mithilfe verschiedener Methoden ausführen

```
-- Use as a parameter to another subprogram
```

```
EXECUTE dbms_output.put_line(get_sal(100))
```

```
anonymous block completed  
24000
```

```
-- Use in a SQL statement (subject to restrictions)
```

```
SELECT job_id, get_sal(employee_id)  
FROM employees;
```

JOB_ID	GET_SAL(EMPLOYEE_ID)
AC_ACCOUNT	8300
AC_MGR	12008
AD_ASST	4400
AD_PRES	24000
...	
ST_MAN	6500
ST_MAN	5800

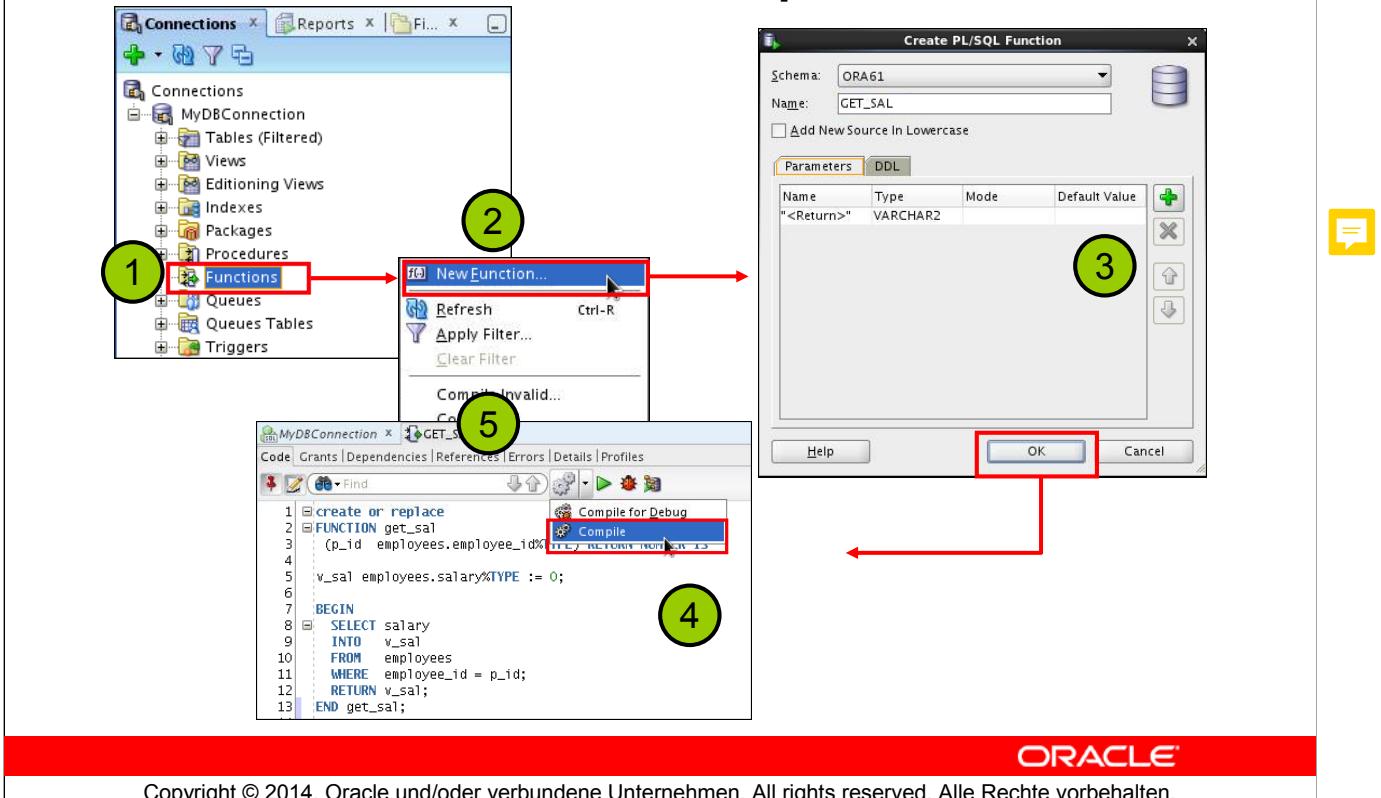
107 rows selected

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

- **Als Parameter für ein anderes Unterprogramm:** Diese Verwendung wird im ersten Beispiel auf der Folie veranschaulicht. Die Funktion `get_sal` ist mit all ihren Argumenten in dem Parameter verschachtelt, der für die Prozedur `DBMS_OUTPUT.PUT_LINE` benötigt wird. Dies basiert auf dem Konzept der verschachtelten Funktionen, die im Kurs *Oracle Database: SQL Fundamentals I* erläutert wird.
- **Als Ausdruck in einer SQL-Anweisung:** Das zweite Beispiel auf der Folie zeigt, wie eine Funktion als Single-Row-Funktion in einer SQL-Anweisung verwendet werden kann.

Funktionen mit SQL Developer erstellen und kompilieren



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

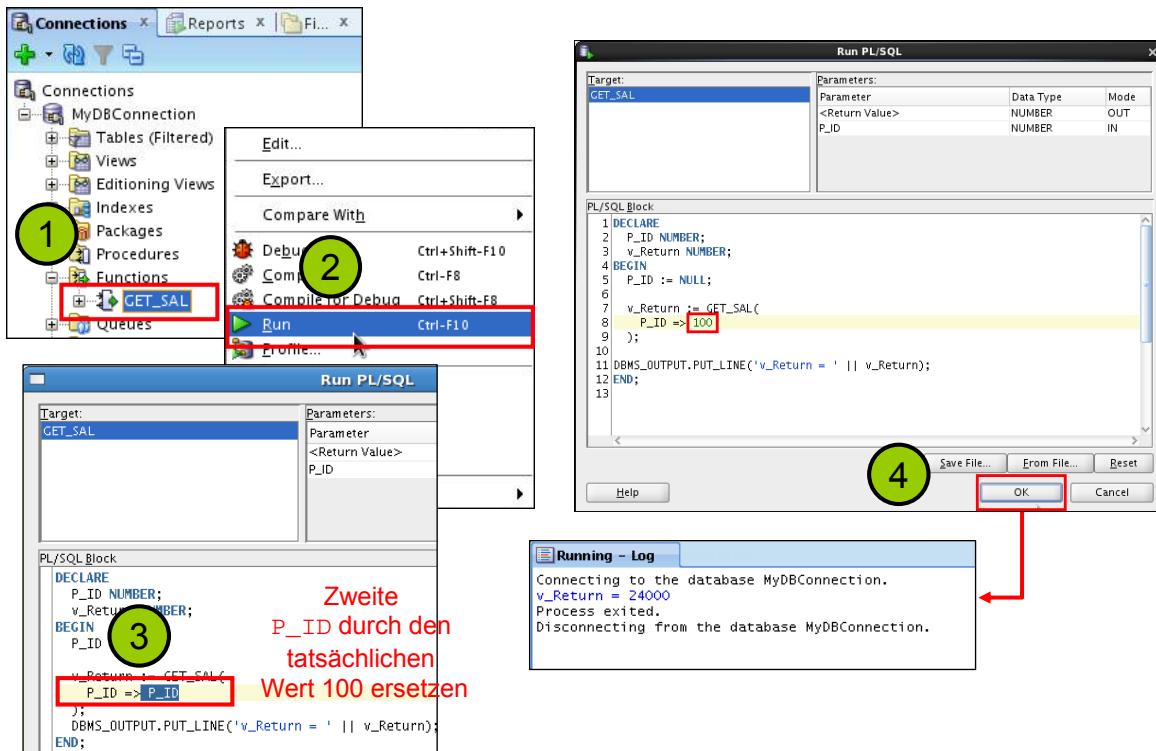
Um in SQL Developer eine neue Funktion zu erstellen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Knoten **Functions**.
2. Wählen Sie im Kontextmenü die Option **New Function**. Das Dialogfeld **Create PL/SQL Function** wird angezeigt.
3. Wählen Sie das Schema, den Funktionsnamen und die Parameterliste (mithilfe des Symbols +), und klicken Sie dann auf **OK**. Der Code Editor für die Funktion wird angezeigt.
4. Geben Sie den Code der Funktion ein.
5. Um die Funktion zu kompilieren, klicken Sie auf das Symbol **Compile**.

Hinweise

- Um eine neue Funktion in SQL Developer zu erstellen, können Sie den Code auch in das SQL Worksheet eingeben und dann auf das Symbol **Run Script** klicken.
- Weitere Informationen zum Erstellen von Funktionen in SQL Developer finden Sie im entsprechenden Onlinehilfethema "Create PL/SQL Subprogram Function or Procedure".

Funktionen mit SQL Developer ausführen



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Um eine Funktion in SQL Developer auszuführen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Klicken Sie auf den Knoten **Functions**.
2. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Namen der Funktion, und wählen Sie **Run**. Das Dialogfeld **Run PL/SQL** wird angezeigt.
3. Ersetzen Sie den zweiten Parameternamen durch den tatsächlichen Parameterwert (siehe Beispiel auf der Folie).
4. Klicken Sie auf **OK**.

Hinweis: Weitere Informationen zum Ausführen von Funktionen in SQL Developer finden Sie im Onlinehilfethema "Running and Debugging Functions and Procedures".

Benutzerdefinierte Funktionen in SQL-Anweisungen – Vorteile



- Können SQL erweitern, wenn Aktivitäten in SQL zu komplex, zu umständlich oder nicht verfügbar sind
- Können die Effizienz steigern, indem Daten in der WHERE-Klausel und nicht in der Anwendung gefiltert werden
- Können Datenwerte bearbeiten

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Benutzerdefinierte PL/SQL-Funktionen können in SQL-Anweisungen an allen Stellen referenziert werden, an denen SQL-Ausdrücke zulässig sind. Beispielsweise können benutzerdefinierte Funktionen an allen Positionen verwendet werden, an denen eine Built-In-SQL-Funktion wie UPPER() eingefügt werden kann.

Vorteile

- Benutzerdefinierte Funktionen ermöglichen Berechnungen, die mit SQL zu komplex, zu umständlich oder nicht verfügbar sind. Funktionen erhöhen die Unabhängigkeit der Daten, da komplexe Datenanalysen im Oracle-Server verarbeitet werden und die Daten nicht in eine Anwendung abgerufen werden müssen.
- Sie steigern die Effizienz von Abfragen, da Funktionen in der Abfrage und nicht in der Anwendung ausgeführt werden.
- Sie bearbeiten neue Datentypen (zum Beispiel LATITUDE und LONGITUDE), indem Zeichenfolgen codiert und mit Funktionen bearbeitet werden.

Funktionen in SQL-Ausdrücken – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION tax(p_value IN NUMBER)
  RETURN NUMBER IS
BEGIN
  RETURN (p_value * 0.08);
END tax;
/
SELECT employee_id, last_name, salary, tax(salary)
FROM   employees
WHERE  department_id = 100;
```

FUNCTION TAX compiled	EMPLOYEE_ID	LAST_NAME	SALARY	TAX(SALARY)
	108	Greenberg	12008	960.64
	109	Faviet	9000	720
	110	Chen	8200	656
	111	Sciarra	7700	616
	112	Urman	7800	624
	113	Popp	6900	552
6 rows selected				

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Beispiel auf der Folie zeigt die Berechnung der Einkommensteuer mit einer Funktion namens `tax`. Die Funktion nimmt einen `NUMBER`-Parameter an und gibt die auf der Basis eines einfachen Einheitssteuersatzes von 8 % berechnete Einkommensteuer zurück.

Um den Code der Folie in SQL Developer auszuführen, geben Sie ihn in das SQL Worksheet ein und klicken dann auf das Symbol **Run Script**. Die Funktion `tax` wird in der `SELECT`-Klausel als Ausdruck zusammen mit Personalnummer, Nachname und Gehalt von Mitarbeitern aus der Abteilung 100 aufgerufen. Das Rückgabergebnis der Funktion `tax` wird mit der normalen Ausgabe der Abfrage angezeigt.

Benutzerdefinierte Funktionen in SQL-Anweisungen aufrufen

Benutzerdefinierte Funktionen fungieren wie Built-In-Single-Row-Funktionen in:

- SELECT-Listen oder -Klauseln von Abfragen
- bedingten Ausdrücken von WHERE- und HAVING-Klauseln
- CONNECT BY-, START WITH-, ORDER BY- und GROUP BY-Klauseln von Abfragen
- VALUES-Klauseln von INSERT-Anweisungen
- SET-Klauseln von UPDATE-Anweisungen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Benutzerdefinierte PL/SQL-Funktionen können aus allen SQL-Ausdrücken aufgerufen werden, aus denen eine Built-In-Single-Row-Funktion aufgerufen werden kann. Beispiel:

```
SELECT employee_id, tax(salary)
  FROM employees
 WHERE tax(salary) > (SELECT MAX(tax(salary))
                           FROM employees
                          WHERE department_id = 30)
 ORDER BY tax(salary) DESC;
```

EMPLOYEE_ID	TAX(SALARY)
100	1920
101	1360
102	1360
145	1120
146	1080
201	1040
205	960.64
108	960.64
147	960
168	920

10 rows selected

Funktionen aus SQL-Ausdrücken aufrufen – Einschränkungen

- Damit benutzerdefinierte Funktionen aus SQL-Ausdrücken aufgerufen werden können, müssen sie:
 - in der Datenbank gespeichert sein
 - ausschließlich `IN`-Parameter mit gültigen SQL-Datentypen und PL/SQL-spezifischen Datentypen annehmen
 - gültige SQL-Datentypen und PL/SQL-spezifische Datentypen zurückgeben
- Für den Aufruf von Funktionen in SQL-Anweisungen müssen Sie:
 - der Eigentümer der Funktion sein oder über die Berechtigung `EXECUTE` verfügen
 - gegebenenfalls das Schlüsselwort `PARALLEL_ENABLE` aktivieren, um eine parallele Ausführung der SQL-Anweisung zu ermöglichen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Damit eine benutzerdefinierte PL/SQL-Funktion aus SQL-Ausdrücken aufgerufen werden kann, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Funktion muss in der Datenbank gespeichert sein.
- Ihre Parameter müssen `IN`-Parameter mit gültigen SQL-Datentypen und PL/SQL-spezifischen Datentypen sein.
- Sie muss Datentypen zurückgeben, die gültige SQL-Datentypen und PL/SQL-spezifische Datentypen sind, wie `BOOLEAN`, `RECORD` oder `TABLE`.

Beim Aufruf von Funktionen in einer SQL-Anweisung gelten folgende Einschränkungen:

- Parameter müssen die positionale Notation oder die benannte Notation verwenden.
- Sie müssen der Eigentümer der Funktion sein oder über die Berechtigung `EXECUTE` verfügen.
- Sie müssen gegebenenfalls das Schlüsselwort `PARALLEL_ENABLE` aktivieren, um eine parallele Ausführung der SQL-Anweisung mithilfe der Funktion zu ermöglichen. Jeder parallele Unterprozess verfügt über private Kopien der lokalen Variablen der Funktion.

Weitere Einschränkungen für benutzerdefinierte Funktionen: Sie können nicht aus der `CHECK` Constraint-Klausel einer `CREATE TABLE`- oder `ALTER TABLE`-Anweisung aufgerufen werden. Darüber hinaus können sie nicht verwendet werden, um Standardwerte für Spalten anzugeben. Nur Stored Functions können aus SQL-Anweisungen aufgerufen werden. Stored Procedures lassen sich nur aus Funktionen aufrufen, die die oben genannten Anforderungen erfüllen.

Funktionen aus SQL-Ausdrücken aufrufen – Seiteneffekte ausschalten

Beim Aufrufen von Funktionen aus:

- SELECT-Anweisungen dürfen die Funktionen keine DML-Anweisungen enthalten
- UPDATE- oder DELETE-Anweisungen für eine T-Tabelle dürfen die Funktionen kein DML in derselben T-Tabelle abfragen oder enthalten
- SQL-Anweisungen dürfen die Funktionen Transaktionen nicht beenden (das heißt keine COMMIT- oder ROLLBACK-Vorgänge ausführen)

Hinweis: Aufrufe von Unterprogrammen, die gegen diese Einschränkungen verstößen, sind in Funktionen ebenfalls nicht zulässig.



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Um eine SQL-Anweisung auszuführen, die eine Stored Function aufruft, muss der Oracle-Server wissen, ob die Funktion frei von bestimmten Seiteneffekten ist. Seiteneffekte sind unzulässige Änderungen an Datenbanktabellen.

Für den Aufruf von Funktionen in Ausdrücken von SQL-Anweisungen gelten zusätzliche Einschränkungen:

- Funktionen, die aus einer SELECT-Anweisung oder einer parallelen UPDATE- oder DELETE-Anweisung aufgerufen werden, können keine Datenbanktabellen ändern.
- Funktionen, die aus einer UPDATE- oder DELETE-Anweisung aufgerufen werden, können keine durch diese Anweisungen bearbeitete Datenbanktabellen abfragen oder ändern.
- Funktionen, die aus einer SELECT-, INSERT-, UPDATE- oder DELETE-Anweisung aufgerufen werden, können weder direkt noch indirekt über andere Unterprogramme oder folgende SQL-Steueranweisungen für Transaktionen ausgeführt werden:
 - COMMIT- oder ROLLBACK-Anweisungen
 - Steueranweisungen für Sessions (zum Beispiel SET ROLE)
 - Steueranweisungen für das System (zum Beispiel ALTER SYSTEM)
 - DDL-Anweisungen (zum Beispiel CREATE), da ein automatisches Commit folgt

Einschränkungen für den Funktionsaufruf aus SQL – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION dml_call_sql(p_sal NUMBER)
  RETURN NUMBER IS
BEGIN
  INSERT INTO employees(employee_id, last_name,
                        email, hire_date, job_id, salary)
    VALUES(1, 'Frost', 'jfrost@company.com',
           SYSDATE, 'SA_MAN', p_sal);
  RETURN (p_sal + 100);
END;
```

```
UPDATE employees
  SET salary = dml_call_sql(2000)
 WHERE employee_id = 170;
```

```
FUNCTION DML_CALL_SQL compiled
Error starting at line 127 in command:
UPDATE employees
  SET salary = dml_call_sql(2000)
 WHERE employee_id = 170
Error report:
SQL Error: ORA-04091: table ORA$1.EMPLOYEES is mutating, trigger/function may not see it
ORA-06512: at "ORA$1.DML_CALL_SQL", line 4
04091. 00000 -  "table %s.%s is mutating, trigger/function may not see it"
*Cause:  A trigger (or a user defined plsql function that is referenced in
        this statement) attempted to look at (or modify) a table that was
        in the middle of being modified by the statement which fired it.
*Action: Rewrite the trigger (or function) so it does not read that table.
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Funktion `dml_call_sql` auf der Folie enthält eine `INSERT`-Anweisung, mit der ein neuer Record in die Tabelle `EMPLOYEES` eingefügt und der Eingabewert für das Gehalt in 100er-Schritten zurückgegeben wird. Diese Funktion wird in der `UPDATE`-Anweisung aufgerufen, mit der das Gehalt des Mitarbeiters 170 in den von der Funktion zurückgegebenen Wert geändert wird. Die `UPDATE`-Anweisung wird nicht erfolgreich ausgeführt. In einer Fehlermeldung wird angezeigt, dass sich die Tabelle verändert (das heißt, es werden bereits Änderungen an derselben Tabelle vorgenommen). Im folgenden Beispiel fragt die Funktion `query_call_sql` die Spalte `SALARY` der Tabelle `EMPLOYEES` ab:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION query_call_sql(p_a NUMBER)
  RETURN NUMBER IS
  v_s NUMBER;
BEGIN
  SELECT salary INTO v_s FROM employees
  WHERE employee_id = 170;
  RETURN (v_s + p_a);
END;
```

Beim Aufruf aus der folgenden `UPDATE`-Anweisung wird eine ähnliche Fehlermeldung wie auf der Folie zurückgegeben:

```
UPDATE employees SET salary = query_call_sql(100)
WHERE employee_id = 170;
```

Benannte und gemischte Notation aus SQL

- In PL/SQL können Argumente in Aufrufen von untergeordneten Routinen mit der positionalen, benannten oder gemischten Notation angegeben werden.
- Vor Oracle Database 11g wurde in Aufrufen aus SQL nur die positionale Notation unterstützt.
- Ab Oracle Database 11g kann die benannte und gemischte Notation zur Angabe von Argumenten in Aufrufen von untergeordneten PL/SQL-Routinen aus SQL-Anweisungen verwendet werden.
- In langen Parameterlisten, die hauptsächlich Standardwerte enthalten, können Sie Werte aus den optionalen Parametern weglassen.
- Der Standardwert des optionalen Parameters muss nicht an jeder Aufrufstelle dupliziert werden.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Benannte und gemischte Notation aus SQL – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION f(
    p_parameter_1 IN NUMBER DEFAULT 1,
    p_parameter_5 IN NUMBER DEFAULT 5)
RETURN NUMBER
IS
    v_var number;
BEGIN
    v_var := p_parameter_1 + (p_parameter_5 * 2);
    RETURN v_var;
END f;
/
```

```
SELECT f(p_parameter_5 => 10) FROM DUAL;
```

```
FUNCTION F compiled
F(P_PARAMETER_5=>10)
-----
21
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie wird im Aufruf der Funktion `f` in der SQL-Anweisung `SELECT` die benannte Notation verwendet. Vor Oracle Database 11g stand die benannte oder gemischte Notation für die Parameterübergabe an eine Funktion aus einer SQL-Anweisung nicht zur Verfügung. Vor Oracle Database 11g wurde der folgende Fehler ausgegeben:

```
SELECT f(p_parameter_5 => 10) FROM DUAL;
```

ORA-00907: missing right parenthesis

Funktionen mit Data Dictionary Views anzeigen

```
DESCRIBE USER_SOURCE
```

```
DESCRIBE user_source
Name Null Type
-----
NAME      VARCHAR2(128)
TYPE      VARCHAR2(12)
LINE      NUMBER
TEXT      VARCHAR2(4000)
```

```
SELECT  text
FROM    user_source
WHERE   type = 'FUNCTION'
ORDER   BY line;
```

TEXT
1 FUNCTION dml_call_sql(p_sal NUMBER) 2 FUNCTION tax(p_value IN NUMBER) 3 FUNCTION query_call_sql(p_a NUMBER) RETURN NUMBER IS 4 FUNCTION get_sal 5 RETURN NUMBER IS 6 RETURN NUMBER IS 7 (p_id employees.employee_id%TYPE) RETURN NUMBER IS 8 v_s NUMBER;

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Der Quellcode für PL/SQL-Funktionen wird in den Data Dictionary-Tabellen gespeichert. PL/SQL-Funktionen können auf den Quellcode unabhängig davon zugreifen, ob ihre Kompilierung erfolgreich war oder nicht. Um den im Data Dictionary gespeicherten Code der PL/SQL-Funktionen anzuzeigen, führen Sie für folgende Tabellen eine SELECT-Anweisung aus (der Wert der Spalte TYPE lautet FUNCTION):

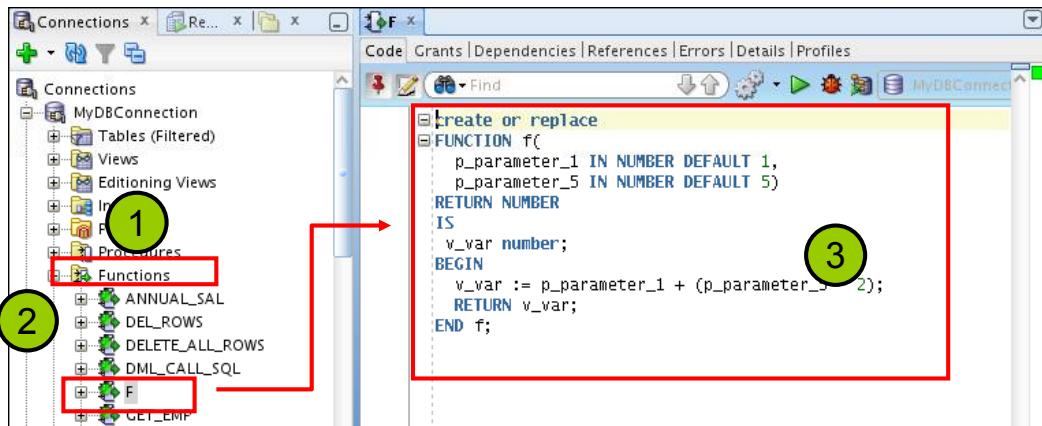
- Tabelle USER_SOURCE zur Anzeige des PL/SQL-Codes, dessen Eigentümer Sie sind
- Tabelle ALL_SOURCE zur Anzeige des PL/SQL-Codes, für den Ihnen der Eigentümer des entsprechenden Unterprogrammcodes die Berechtigung EXECUTE erteilt hat

Im zweiten Beispiel auf der Folie wird der Quellcode für alle Funktionen in Ihrem Schema aus der Tabelle USER_SOURCE abgerufen.

Sie können auch die Data Dictionary View USER_OBJECTS verwenden, um eine Liste der Funktionsnamen anzuzeigen.

Hinweis: Die Ausgabe des zweiten Codebeispiels auf der Folie wurde über das Symbol **Execute Statement** in der Symbolleiste (oder durch Drücken von F9) generiert, um die Ausgabe besser zu formatieren.

Funktionsinformationen mit SQL Developer anzeigen



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Um den Code einer Funktion in SQL Developer anzuzeigen, gehen Sie wie folgt vor:

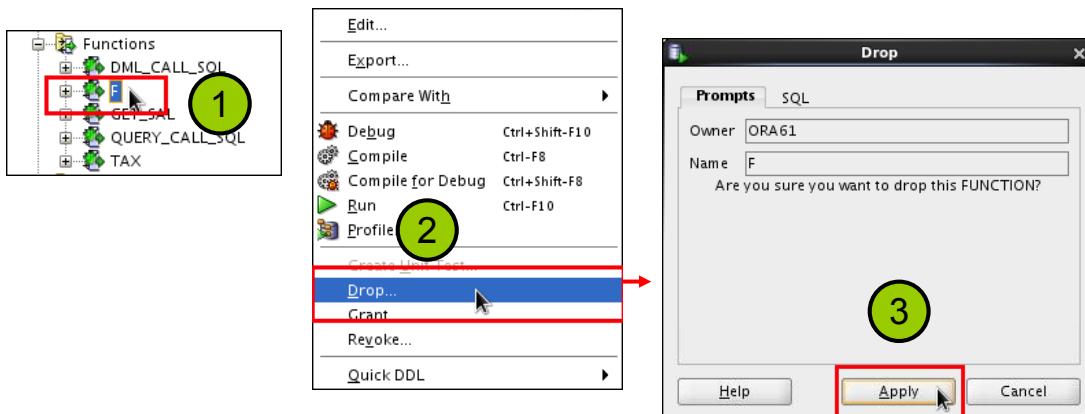
1. Klicken Sie in der Registerkarte **Connections** auf den Knoten **Functions**.
2. Klicken Sie auf den Namen der Funktion.
3. Der Funktionscode wird in der Registerkarte **Code** angezeigt (siehe Folie).

Funktionen mit der SQL-Anweisung DROP oder mit SQL Developer entfernen

- Mit der Anweisung DROP:

```
DROP FUNCTION f;
```

- Mit SQL Developer:



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit der Anweisung DROP

Wird eine Stored Function nicht mehr benötigt, können Sie sie mit einer SQL-Anweisung in SQL*Plus löschen. Zum Entfernen einer Stored Function mit SQL*Plus führen Sie den SQL-Befehl `DROP FUNCTION` aus.

Mit CREATE OR REPLACE anstelle von DROP und CREATE

Die Klausel `REPLACE` in der Syntax `CREATE OR REPLACE` entspricht dem Löschen und Neuerstellen einer Funktion. Bei Verwendung der Syntax `CREATE OR REPLACE` bleiben die Berechtigungen erhalten, die anderen Benutzern für dieses Objekt erteilt wurden. Wenn Sie eine Funktion mit dem Befehl `DROP` löschen und anschließend neu erstellen, werden alle für diese Funktion erteilten Berechtigungen automatisch entzogen.

Mit SQL Developer

Um eine Funktion in SQL Developer zu löschen, klicken Sie im Knoten **Functions** mit der rechten Maustaste auf den Namen der Funktion und wählen dann **Drop**. Das Dialogfeld **Drop** wird angezeigt. Um die Funktion zu löschen, klicken Sie auf **Apply**.

Quiz

Eine PL/SQL-Stored Function:

- a. kann als Teil eines Ausdrucks aufgerufen werden
- b. muss eine RETURN-Klausel im Header enthalten
- c. muss einen einzigen Wert zurückgeben
- d. muss mindestens eine RETURN-Anweisung enthalten
- e. enthält keine RETURN-Klausel im Header

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Richtige Antworten: a, b, c, d

Übung 1 zu Lektion 3 – Übersicht

Diese Übung behandelt folgende Themen:

- Stored Functions erstellen:
 - Datenbanktabelle abfragen und bestimmte Werte zurückgeben
 - In einer SQL-Anweisung verwenden
 - Eine neue Zeile mit angegebenen Parameterwerten in eine Datenbanktabelle einfügen
 - Standardparameterwerte verwenden
- Stored Function aus einer SQL-Anweisung aufrufen
- Stored Function aus einer Stored Procedure aufrufen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Für diese Übung wird SQL Developer empfohlen.

Lektionsagenda

- Mit Funktionen arbeiten:
 - Prozeduren und Funktionen unterscheiden
 - Verwendungsmöglichkeiten von Funktionen beschreiben
 - Stored Functions erstellen, aufrufen und entfernen
- SQL Developer-Debugger – Einführung

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

PL/SQL-Unterprogramme mit dem SQL Developer-Debugger debuggen

- Sie können die Ausführung des PL/SQL-Programms mit dem Debugger steuern.
- Zum Debuggen eines PL/SQL-Unterprogramms muss der *Sicherheitsadministrator* dem Anwendungsentwickler folgende Berechtigungen erteilen:
 - DEBUG ANY PROCEDURE
 - DEBUG CONNECT SESSION

```
GRANT DEBUG ANY PROCEDURE TO ora61;
GRANT DEBUG CONNECT SESSION TO ora61;
```

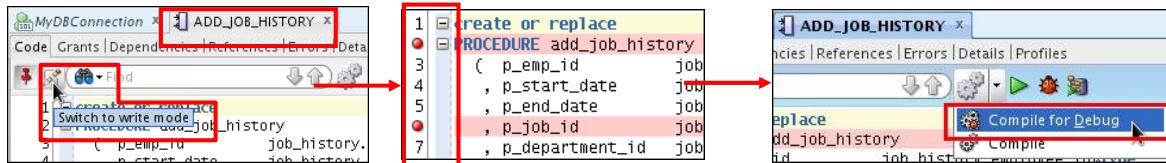
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Code beim Debugging schrittweise durchlaufen

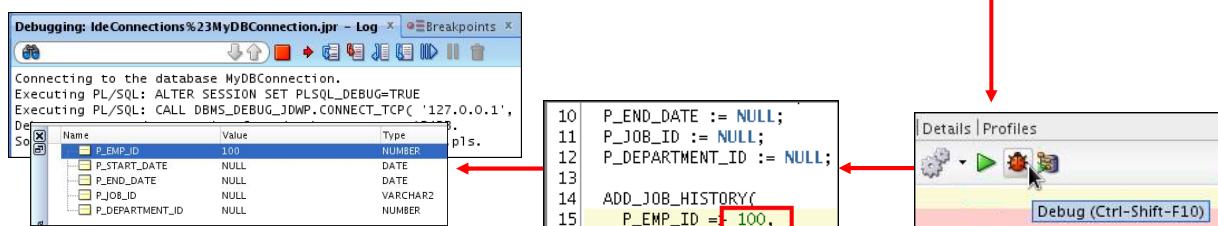
Mit dem SQL Developer-Debugger lässt sich die Ausführung des Programms steuern. So können Sie bestimmen, ob das Programm eine einzige Codezeile, ein gesamtes Unterprogramm (Prozedur oder Funktion) oder einen gesamten Programmblock ausführt. Wenn Sie manuell steuern, wann das Programm ausgeführt und wann es angehalten werden soll, können Sie die Bereiche, von denen Sie wissen, dass sie korrekt funktionieren, schnell übergehen und Ihr Augenmerk auf die Bereiche lenken, die Probleme verursachen.

Unterprogramme debuggen – Übersicht



2. Fügen Sie Breakpoints hinzu.

3. Kompilieren Sie für das Debugging.



5. Geben Sie Parameterwerte ein.

6. Wählen Sie das Debuggingtool und überwachen Sie Daten.

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

ORACLE

Registerkarte zur Bearbeitung von Prozedur- oder Funktionscode

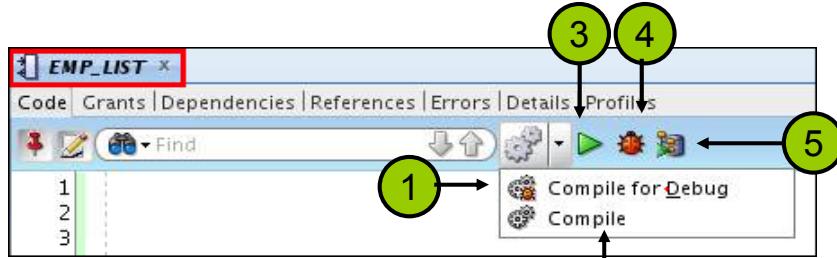
```
1 create or replace
2 PROCEDURE add_job_history
3   ( p_emp_id          job_history.employee_id%type
4   , p_start_date      job_history.start_date%type
5   , p_end_date        job_history.end_date%type
6   , p_job_id          job_history.job_id%type
7   , p_department_id   job_history.department_id%type
8   )
9 IS
10 BEGIN
11   INSERT INTO job_history (employee_id, start_date, end_date,
12                           job_id, department_id)
13   VALUES(p_emp_id, p_start_date, p_end_date, p_job_id, p_department_id);
14 END add_job_history;
```

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Registerkarte wird neben einer Symbolleiste der bearbeitbare Text des Unterprogramms angezeigt. Sie können Breakpoints für das Debugging festlegen und aufheben. Klicken Sie dazu neben jeder Anweisung, der Sie einen Breakpoint zuordnen möchten, links neben die dünne, vertikale Linie. Wenn ein Breakpoint festgelegt ist, wird ein roter Kreis angezeigt.

Symbolleiste der Registerkarte für Prozeduren oder Funktionen

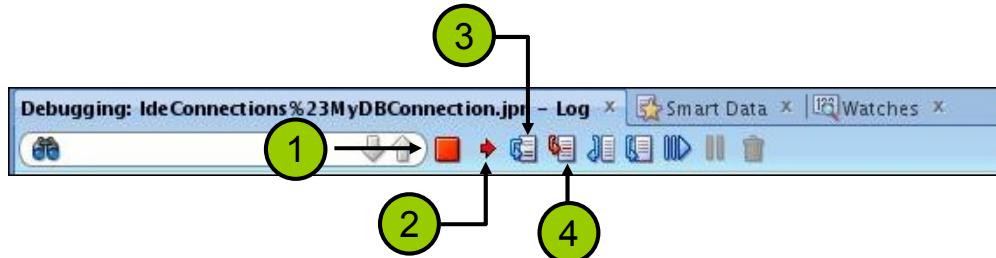


Symbol	Beschreibung
1. Compile for Debug	Kompliiert das Unterprogramm für das Debugging
2. Compile	Kompliiert das Unterprogramm
3. Run	Startet die normale Ausführung der Funktion oder Prozedur und zeigt die Ergebnisse in der Registerkarte Running – Log an
4. Debug	Führt das Unterprogramm im Debugmodus aus und zeigt die Registerkarte Debugging – Log mit der Debuggingsymboleiste zum Steuern der Ausführung an
5. Profile	Zeigt das Fenster Profile an, in dem Sie Parameterwerte zum Ausführen, Debuggen oder Profilieren einer PL/SQL-Funktion oder -Prozedur angeben

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Symbolleiste der Registerkarte "Debugging – Log"



Symbol	Beschreibung
1. Terminate	Unterbricht und beendet die Ausführung
2. Find Execution Point	Wechselt zum nächsten Ausführungspunkt
3. Step Over	Übergeht das nächste Unterprogramm und wechselt zur nächsten Anweisung nach dem Unterprogramm
4. Step Into	Führt jeweils eine einzelne Programmanweisung aus. Wenn sich der Ausführungspunkt beim Aufruf eines Unterprogramms befindet, wechseln Sie mit dem Befehl in die erste Anweisung dieses Unterprogramms.

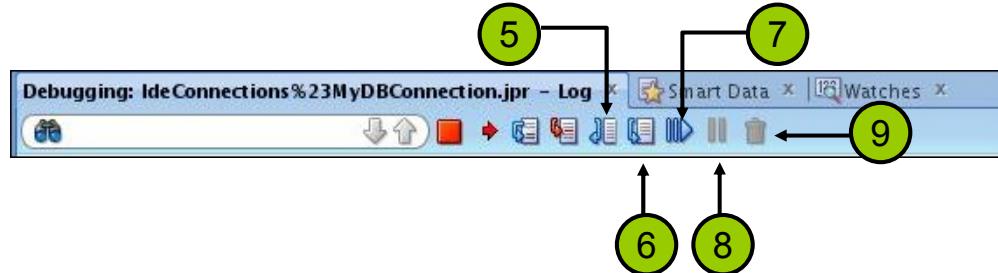
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Registerkarte **Debugging – Log** enthält die Debuggingsymbolleiste und Informationsmeldungen.

1. **Terminate:** Unterbricht und beendet die Ausführung. Sie können die Ausführung von diesem Punkt nicht wieder aufnehmen. Um die Ausführung oder das Debugging vom Anfang des Unterprogramms zu starten, klicken Sie in der Symbolleiste der Registerkarte **Source** auf das Symbol **Run** oder **Debug**.
2. **Find Execution Point:** Wechselt zum nächsten Ausführungspunkt (zur nächsten vom Debugger auszuführenden Quellcodezeile)
3. **Step Over:** Übergeht das nächste Unterprogramm (sofern das Unterprogramm keinen Breakpoint aufweist) und wechselt zur nächsten Anweisung nach dem Unterprogramm. Falls sich der Ausführungspunkt an einem Unterprogrammaufruf befindet, führt **Step Over** dieses Unterprogramm ohne Unterbrechung aus und geht nicht in das Unterprogramm hinein. Der Ausführungspunkt wird dann an die Anweisung gesetzt, die dem Aufruf folgt. Befindet sich der Ausführungspunkt an der letzten Anweisung eines Unterprogramms, setzt **Step Over** den Ausführungspunkt an die Codezeile, die auf den Aufruf des Unterprogramms folgt.
4. **Step Into:** Führt jeweils eine einzelne Programmanweisung aus. Wenn sich der Ausführungspunkt am Aufruf eines Unterprogramms befindet, wechseln Sie mit **Step Into** in dieses Unterprogramm hinein, und der Ausführungspunkt wird bei der ersten Anweisung platziert. Befindet sich der Ausführungspunkt an der letzten Anweisung eines Unterprogramms, setzt **Step Into** den Ausführungspunkt an die Codezeile, die auf den Aufruf des Unterprogramms folgt.

Symbolleiste der Registerkarte "Debugging – Log"



Symbol	Beschreibung
5. Step Out	Verlässt das aktuelle Unterprogramm und wechselt zur nächsten Anweisung mit einem Breakpoint
6. Step to End of Method	Wechselt zur letzten Anweisung des aktuellen Unterprogramms
7. Resume	Setzt die Ausführung fort
8. Pause	Unterbricht die Ausführung, beendet sie jedoch nicht
9. Garbage Collect	Entfernt ungültige Objekte aus dem Cache

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

5. **Step Out:** Verlässt das aktuelle Unterprogramm und wechselt zur nächsten Anweisung
6. **Step to End of Method:** Wechselt zur letzten Anweisung des aktuellen Unterprogramms
7. **Resume:** Setzt die Ausführung fort
8. **Pause:** Unterbricht die Ausführung, beendet sie jedoch nicht. Sie können die Ausführung wieder aufnehmen.
9. **Garbage Collect:** Entfernt ungültige Objekte aus dem Cache, um Platz für gültige Objekte zu schaffen, auf die häufiger zugegriffen wird

Weitere Registerkarten

Debugging - Log	Breakpoints	Smart Data	Data	Watches
Name	Value	Type		
P_MAXROWS	100	NUMBER		
REC_EMP		Rowtype		
EMP_TAB	indexed table	EMP_TAB_TYPE		
I	1	NUMBER		
V_CITY	NULL	VARCHAR2(30)		

Registerkarte	Beschreibung
Breakpoints	Zeigt system- und benutzerdefinierte Breakpoints an
Smart Data	Zeigt Informationen zu Variablen an. Sie können diese Voreinstellungen festlegen, indem Sie mit der rechten Maustaste in das Fenster Smart Data klicken und Preferences wählen.
Data	Befindet sich unter dem Codetextbereich; zeigt Informationen zu allen Variablen an
Watches	Befindet sich unter dem Codetextbereich; zeigt Informationen zu Überwachungspunkten an

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Überwachungsausdrücke festlegen

Mithilfe von Überwachungsausdrücken können Sie während der Programmausführung veränderliche Werte von Variablen oder Ausdrücken verfolgen. Nachdem Sie einen Überwachungsausdruck eingegeben haben, wird im Fenster **Watches** der aktuelle Wert des Ausdrucks angezeigt. Im Laufe der Programmausführung ändert sich der Wert des Überwachungsausdrucks, da das Programm die Werte der Variablen im Überwachungsausdruck aktualisiert.

Ein Überwachungsausdruck wertet einen Ausdruck auf Grundlage des aktuellen Kontexts aus, der durch die Auswahl im Fenster **Stack** gesteuert wird. Wenn Sie den Kontext wechseln, wird der Ausdruck für den neuen Kontext erneut ausgewertet. Wird der Ausführungspunkt an eine Stelle verschoben, an der eine beliebige Variable des Überwachungsausdrucks undefiniert ist, gilt der gesamte Überwachungsausdruck als nicht definiert. Kehrt der Ausführungspunkt zu einer Stelle zurück, an der der Überwachungsausdruck ausgewertet werden kann, ist im Fenster **Watches** wieder der Wert des Überwachungsausdrucks zu sehen.

Zum Öffnen des Fensters **Watches** klicken Sie nacheinander auf **View**, **Debugger** und **Watches**.

Um einen Überwachungsausdruck hinzuzufügen, klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Fenster **Watches** und wählen **Add Watch**. Um einen Überwachungsausdruck zu bearbeiten, klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Fenster **Watches** und wählen **Edit Watch**.

Hinweis: Falls einige der in dieser Lektion beschriebenen Debuggingregisterkarten nicht sichtbar sind, können Sie sie mit **View > Debugger** einblenden.

Beispiel für das Debuggen von Prozeduren – Neue Prozedur emp_list erstellen

```
1 CREATE OR REPLACE PROCEDURE emp_list(pmaxrows IN NUMBER) AS
2 CURSOR emp_cursor IS
3 SELECT d.department_name,
4       e.employee_id,
5       e.last_name,
6       e.salary,
7       e.commission_pct
8 FROM departments d,
9      employees e
10 WHERE d.department_id = e.department_id;
11 emp_record emp_cursor % rowtype;
12 type emp_tab_type IS TABLE OF emp_cursor % rowtype INDEX BY binary_integer;
13 emp_tab emp_tab_type;
14 i NUMBER := 1;
15 v_city VARCHAR2(30);
16 BEGIN
17
18   OPEN emp_cursor;
19   FETCH emp_cursor
20   INTO emp_record;
21   emp_tab(i) := emp_record;
22   WHILE (emp_cursor % FOUND)
23     AND (i <= pmaxrows)
24   LOOP
25     i := i + 1;
26     FETCH emp_cursor
27     INTO emp_record;
28     emp_tab(i) := emp_record;
29     v_city := get_location(emp_record.department_name);
30     DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Employee ' || emp_record.last_name || ' works in ' || v_city);
31   END LOOP;
32
33   CLOSE emp_cursor;
34   FOR j IN REVERSE 1 .. i
35   LOOP
36     DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(emp_tab(j).last_name);
37   END LOOP;
38 END emp_list;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Prozedur emp_list ruft Informationen wie den Abteilungsnamen, die Personalnummer, den Namen, das Gehalt und den Provisionsprozentsatz des Mitarbeiters ab. Die Prozedur erstellt einen Record, um die Informationen des Mitarbeiters zu speichern. Außerdem erstellt die Prozedur eine Tabelle, die mehrere Records von Mitarbeitern aufnehmen kann. "i" ist ein Zähler.

Der Code öffnet den Cursor und ruft die Mitarbeiter-Records ab. Darüber hinaus prüft der Code, ob noch mehr Records abzurufen sind und ob die Anzahl der bisher abgerufenen Records niedriger ist als die von Ihnen angegebene Anzahl von Records. Schließlich gibt der Code die Mitarbeiterinformationen aus. Außerdem ruft die Prozedur die Funktion get_location auf, die den Namen der Stadt zurückgibt, in der ein Mitarbeiter arbeitet.

Hinweis: Vergewissern Sie sich, dass Sie den Code der Prozedur im Bearbeitungsmodus anzeigen. Um den Prozedurcode zu bearbeiten, klicken Sie in der Symbolleiste der Prozedur auf das Symbol **Edit**.

Beispiel für das Debuggen von Prozeduren – Neue Funktion `get_location` erstellen

```
1 | CREATE OR REPLACE FUNCTION get_location(p_deptname IN VARCHAR2) RETURN VARCHAR2 AS
2 |   v_loc_id NUMBER;
3 |   v_city VARCHAR2(30);
4 | BEGIN
5 |   SELECT d.location_id,
6 |         l.city
7 |   INTO v_loc_id,
8 |         v_city
9 |   FROM departments d,
10 |        locations l
11 |  WHERE UPPER(department_name) = UPPER(p_deptname)
12 |    AND d.location_id = l.location_id;
13 |  RETURN v_city;
14 | END get_location;
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Diese Funktion gibt die Stadt zurück, in der ein Mitarbeiter arbeitet. Sie wird aus der Prozedur `emp_list` aufgerufen.

Breakpoints festlegen und emp_list für Debugmodus komplizieren

```
MyDBConnection x EMP_LIST x
Code Grants Dependencies References Errors Details Profiles
PROCEDURE emp_list
(p_maxrows IN NUMBER)
IS
CURSOR cur_emp IS
SELECT d.department_name, e.employee_id, e.last_name,
       e.salary, e.commission_pct
  FROM departments d, employees e
 WHERE d.department_id = e.department_id;
rec_emp cur_emp%ROWTYPE;
emp_tab emp_tab%TYPE;
i NUMBER := 1;
v_city VARCHAR2(30);
BEGIN
OPEN cur_emp;
FETCH cur_emp INTO rec_emp;
emp_tab(i) := rec_emp;
WHILE (cur_emp%FOUND) AND (i <= p_maxrows) LOOP
  i := i + 1;
  FETCH cur_emp INTO rec_emp;
  emp_tab(i) := rec_emp;
  v_city := get_location (rec_emp.department_name);
  dbms_output.put_line('Employee ' || rec_emp.last_name || 
   ' works in ' || v_city );
END LOOP;
CLOSE cur_emp;
FOR j IN REVERSE 1..i LOOP
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(emp_tab(j).last_name);
END LOOP;
END emp_list;
```

Messages - Log x Breakpoints x
Compiled

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie wird die Prozedur emp_list im Bearbeitungsmodus angezeigt. Vier Breakpoints wurden an verschiedenen Stellen im Code hinzugefügt. Um die Prozedur für das Debugging zu komplizieren, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Code und wählen dann im Kontextmenü die Option **Compile for Debug**. Eine Meldung in der Registerkarte **Messages – Log** zeigt an, dass die Prozedur kompliziert wurde.

Funktion get_location für Debugmodus kompilieren

The screenshot shows the Oracle SQL Developer interface. A PL/SQL function named 'get_location' is displayed in the code editor. The function takes a department name as input and returns the corresponding city. The code is highlighted with syntax coloring. A red box highlights the tab bar at the top where 'GET_LOCATION' is selected. Another red box highlights the 'Compile for Debug' option in the context menu, which is open over the function's code. The status bar at the bottom shows the message 'Compiled'.

```
MyDBConnection x | EMP_LIST x | code_ex_03.sql x | GET_LOCATION x
Code Grants Dependencies References Errors Details Profiles
Find Compile for Debug
1 create or replace
2 FUNCTION get_location
3 ( p_deptname IN VARCHAR2) RETURN VARCHAR2;
4 AS
5   v_loc_id NUMBER;
6   v_city  VARCHAR2(30);
7 BEGIN
8   SELECT d.location_id, l.city INTO v_loc_id, v_city
9   FROM departments d, locations l
10  WHERE upper(department_name) = upper(p_deptname)
11  and d.location_id = l.location_id;
12  RETURN v_city;
13 END GET_LOCATION;
```

Messages - Log x | Breakpoints x

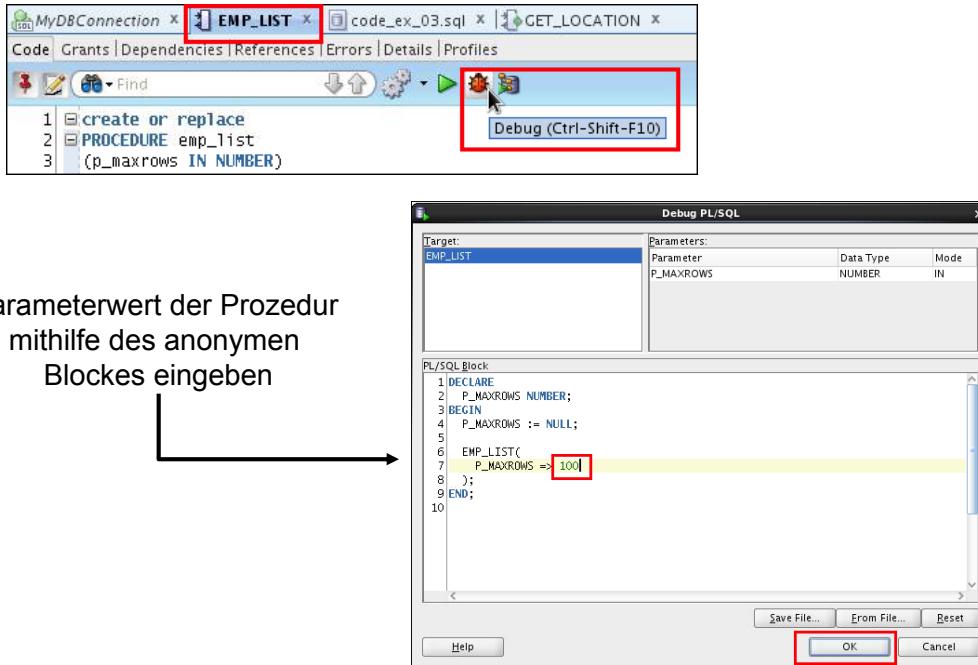
Compiled

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie wird die Funktion `get_location` im Bearbeitungsmodus angezeigt. Um die Funktion für das Debugging zu kompilieren, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Code und wählen dann im Kontextmenü die Option **Compile for Debug**. Eine Meldung in der Registerkarte **Messages – Log** zeigt an, dass die Funktion kompiliert wurde.

emp_list debuggen und Werte für Parameter PMAXROWS eingeben



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Als nächsten Schritt im Debuggingprozess debuggen Sie die Prozedur mit einer der verschiedenen bereits erwähnten verfügbaren Methoden, beispielsweise durch Klicken auf das Symbol **Debug** in der Symbolleiste der Prozedur. Es wird ein alternder Block angezeigt, in dem Sie zur Eingabe der Parameter für diese Prozedur aufgefordert werden. `emp_list` verfügt über einen Parameter `PMAXROWS`, der die Anzahl der zurückzugebenden Records angibt. Ersetzen Sie den zweiten Parameter `PMAXROWS` durch eine Zahl wie 100, und klicken Sie dann auf **OK**.

emp_list debuggen – In eine Codezeile wechseln (F7)

Programmsteuerung hält am ersten Breakpoint an.

```
1 CREATE OR REPLACE PROCEDURE emp_list
2 (p_maxrows IN NUMBER)
3 IS
4 CURSOR cur_emp IS
5   SELECT d.department_name, e.employee_id, e.last_name,
6         e.salary, e.commission_pct
7   FROM departments d, employees e
8   WHERE d.department_id = e.department_id;
9   rec_emp cur_emp%ROWTYPE;
10  TYPE emp_tab_type IS TABLE OF cur_emp%ROWTYPE INDEX BY BINARY_INTEGER;
11  emp_tab emp_tab_type;
12  i NUMBER := 1;
13  v_city VARCHAR2(30);
14  BEGIN
15    OPEN cur_emp;
16    FETCH cur_emp INTO rec_emp;
17    emp_tab(i) := rec_emp;
18    WHILE (cur_emp%FOUND) AND (i <= p_maxrows) LOOP
19      i := i + 1;
20      FETCH cur_emp INTO rec_emp;
21      emp_tab(i) := rec_emp;
22      v_city := get_location (rec_emp.department_name);
23      dbms_output.put_line('Employee ' || rec_emp.last_name ||
24                            ' works in ' || v_city);
25    END LOOP;
26    CLOSE cur_emp;
27    FOR j IN REVERSE 1..1 LOOP
28      DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(emp_tab(j).last_name);
29    END LOOP;
30  END emp_list;
```

Debugging: IdeConnections%23MyDBConnection.jpr - Log x Smart Data x Watches x

Connecting to the database MyDBConnection.
Executing PL/SQL: ALTER SESSION SET PLSQL_DEBUG=TRUE
Executing PL/SQL: CALL DBMS_DEBUG_JDWP.CONNECT_TCP('127.0.0.1', '15290')
Debugger accepted connection from database on port 15290.
Source breakpoint occurred at line 16 of EMP_LIST.sql.

ORACLE

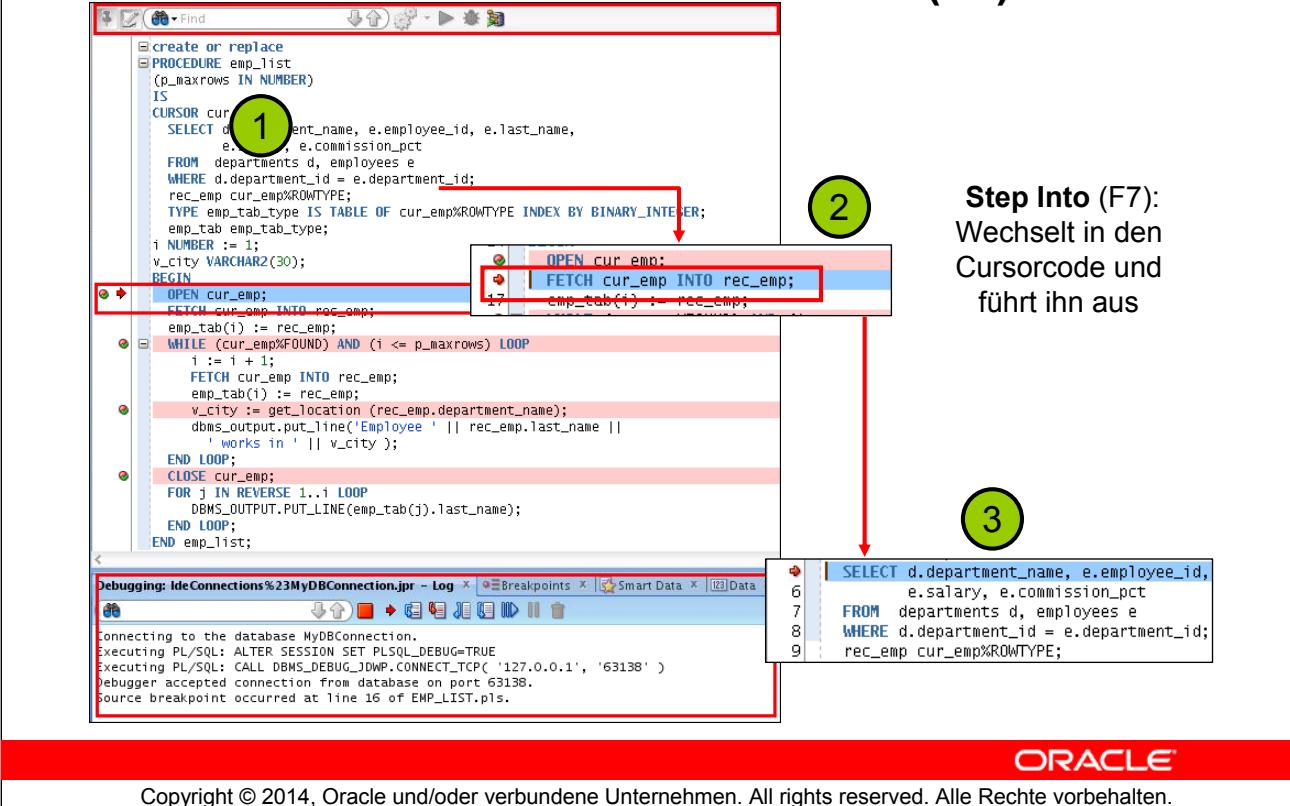
Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Der Befehl **Step Into** führt die Programmanweisungen einzeln nacheinander aus. Wenn sich der Ausführungspunkt bei einem Aufruf eines Unterprogramms befindet, wechseln Sie mit dem Befehl **Step Into** in dieses Unterprogramm hinein, und der Ausführungspunkt wird bei der ersten Anweisung des Unterprogramms platziert. Wenn sich der Ausführungspunkt bei Auswahl von **Step Into** an der letzten Anweisung eines Unterprogramms befindet, kehrt der Debugger aus dem Unterprogramm zurück und setzt den Ausführungspunkt an die Codezeile, die dem Aufruf des Unterprogramms folgt. Der Begriff *Single Stepping* bezieht sich auf die Verwendung des Befehls **Step Into**, mit dem die Anweisungen im Programmcode nacheinander abgearbeitet werden. Sie können mit einer der folgenden Methoden in die Codezeile eines Unterprogramm wechseln: Wählen Sie **Debug > Step Into**, drücken Sie F7, oder klicken Sie in der Symbolleiste von **Debugging – Log** auf das Symbol **Step Into**.

Im Beispiel auf der Folie wird die Programmsteuerung am ersten Breakpoint im Code gestoppt. Der Pfeil neben dem Breakpoint zeigt an, dass dies die Codezeile ist, die als Nächstes ausgeführt wird. Beachten Sie die verschiedenen Registerkarten unten im Fenster.

Hinweis: Die Befehle **Step Into** und **Step Over** sind das einfachste Verfahren, um Programmcode schrittweise zu durchlaufen. Die beiden Befehle sind zwar sehr ähnlich, doch weisen die beiden Methoden zur Steuerung der Codeausführung auch Unterschiede auf.

emp_list debuggen – In eine Codezeile wechseln (F7)



Mit dem Befehl **Step Into** werden die Programmanweisungen einzeln nacheinander ausgeführt. Wenn sich der Ausführungspunkt beim Aufruf eines Unterprogramms befindet, wechseln Sie mit dem Befehl **Step Into** in dieses Unterprogramm hinein, und der Ausführungspunkt wird bei der ersten Anweisung des Unterprogramms platziert.

Im Beispiel auf der Folie wird durch Drücken von F7 die Codezeile am ersten Breakpoint ausgeführt.

Daten anzeigen

The screenshot shows two code snippets in the SQL Editor and their corresponding variable watch windows in the Debugger.

Code Snippet 1:

```
18 OPEN emp_cursor;
19
20 FETCH emp_cursor;
```

Code Snippet 2:

```
16 OPEN cur_emp;
17   FETCH cur_emp INTO rec_emp;
18   emp_tab(i) := rec_emp;
19 WHILE (cur_emp%FOUND) AND (i <= p_maxrows) LOOP
```

Variable Watch Windows:

After Code 1:

Name	Value	Type
P_MAXROWS	100	NUMBER
REC_EMP	Rowtype	
DEPARTMENT_NAME	NULL	VARCHAR2(30)
EMPLOYEE_ID	NULL	NUMBER(6,0)
LAST_NAME	NULL	VARCHAR2(25)
SALARY	NULL	NUMBER(8,2)
COMMISSION_PCT	NULL	NUMBER(2,2)
EMP_TAB	Indexed table	EMP_TAB_TYPE
_values		EMP_TAB_TYPE elem...
I	1	NUMBER
V_CITY	NULL	VARCHAR2(30)

After Code 2:

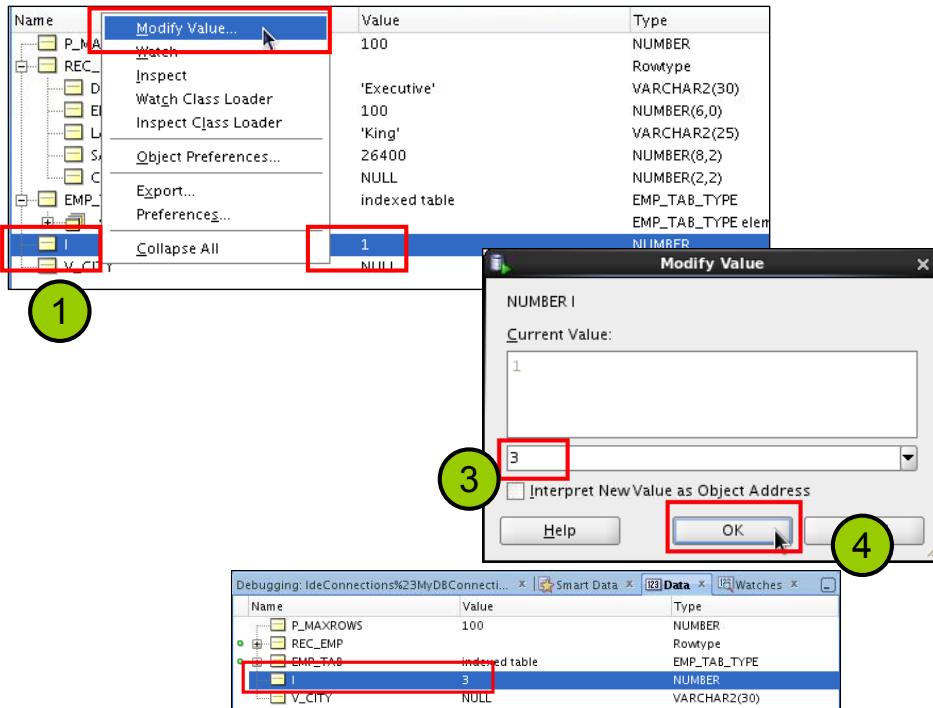
Name	Value	Type
P_MAXROWS	100	NUMBER
REC_EMP	Rowtype	
DEPARTMENT_NAME	'Executive'	VARCHAR2(30)
EMPLOYEE_ID	100	NUMBER(6,0)
LAST_NAME	'King'	VARCHAR2(25)
SALARY	26400	NUMBER(8,2)
COMMISSION_PCT	NULL	NUMBER(2,2)
EMP_TAB	Indexed table	EMP_TAB_TYPE
_values		EMP_TAB_TYPE elem...
I	1	NUMBER
V_CITY	NULL	VARCHAR2(30)

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Beim Debuggen des Codes können Sie in der Registerkarte **Data** die Variablen anzeigen und ändern. Es lassen sich auch Überwachungspunkte festlegen, um eine Teilmenge der in der Registerkarte **Data** angezeigten Variablen zu überwachen. Um die Registerkarten **Data**, **Smart Data** und **Watch** ein- oder auszublenden, wählen Sie **View > Debugger** und dann die ein- oder auszublendenen Registerkarten.

Variablen beim Debugging des Codes ändern



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Um den Wert einer Variablen in der Registerkarte **Data** zu ändern, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Variablennamen und wählen dann im Kontextmenü die Option **Modify Value**. Das Fenster **Modify Value** wird mit dem aktuellen Wert für die Variable angezeigt. Im zweiten Textfeld können Sie einen neuen Wert eingeben und dann auf **OK** klicken.

emp_list debuggen – Mit "Step Over" Code übergehen

```

14 | BEGIN
15 |   OPEN cur_emp;
16 |   FETCH cur_emp INTO rec_emp;
17 |   emp_tab(i) := rec_emp;
18 |   WHILE (cur_emp%FOUND) AND (i <= p_maxrows) LOOP
19 |     i := i + 1;
20 |     FETCH cur_emp INTO rec_emp;
21 |     emp_tab(i) := rec_emp;
22 |     v_city := get_location (rec_emp.department_name);
23 |     dbms_output.put_line('Employee ' || rec_emp.last_name ||
24 |                           ' works in ' || v_city );

```

F8

1

```

14 | BEGIN
15 |   OPEN cur_emp;
16 |   FETCH cur_emp INTO rec_emp;
17 |   emp_tab(i) := rec_emp;
18 |   WHILE (cur_emp%FOUND) AND (i <= p_maxrows) LOOP
19 |     i := i + 1;
20 |     FETCH cur_emp INTO rec_emp;
21 |     emp_tab(i) := rec_emp;
22 |     v_city := get_location (rec_emp.department_name);
23 |     dbms_output.put_line('Employee ' || rec_emp.last_name ||
24 |                           ' works in ' || v_city );

```

F8

2

```

14 | BEGIN
15 |   OPEN cur_emp;
16 |   FETCH cur_emp INTO rec_emp;
17 |   emp_tab(i) := rec_emp;
18 |   WHILE (cur_emp%FOUND) AND (i <= p_maxrows) LOOP
19 |     i := i + 1;
20 |     FETCH cur_emp INTO rec_emp;
21 |     emp_tab(i) := rec_emp;
22 |     v_city := get_location (rec_emp.department_name);
23 |     dbms_output.put_line('Employee ' || rec_emp.last_name ||
24 |                           ' works in ' || v_city );

```

F8

3

Step Over (F8):

Führt den Cursor aus

(genau wie bei F7),

die Steuerung wird jedoch nicht
an Open Cursor-Code übergeben.

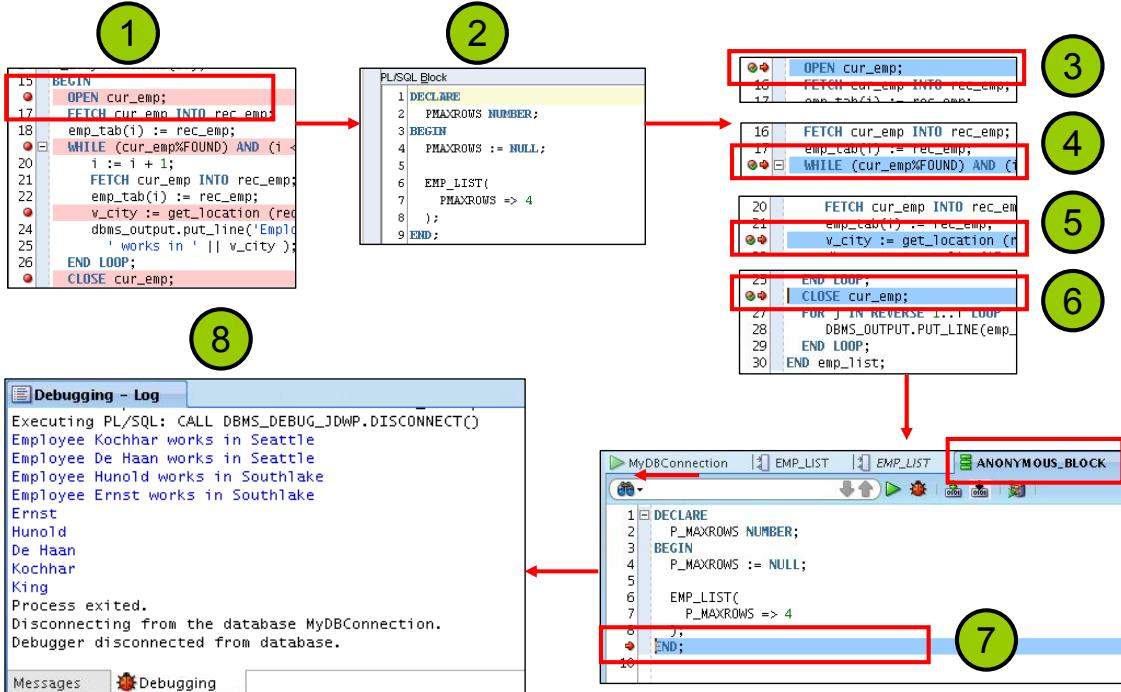
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit dem Befehl **Step Over** werden wie mit **Step Into** Programmanweisungen einzeln nacheinander ausgeführt. Wenn Sie den Befehl **Step Over** absetzen und sich der Ausführungspunkt bei einem Unterprogrammaufruf befindet, wechselt der Debugger allerdings nicht in dieses Unterprogramm hinein, sondern führt es ohne Unterbrechung aus. Anschließend setzt er den Ausführungspunkt an die Anweisung, die dem Unterprogrammaufruf folgt. Wenn sich der Ausführungspunkt bei der letzten Anweisung eines Unterprogramms befindet und **Step Over** gewählt wird, kehrt der Debugger aus dem Unterprogramm zurück und platziert den Ausführungspunkt bei der Codezeile, die auf den Aufruf des Unterprogramms folgt, aus dem Sie zurückkehren. Ein Unterprogramm können Sie mit einer der folgenden Methoden übergehen: Befehlsfolge **Debug > Step Over**, Funktionstaste F8 oder Symbol **Step Over** in der Symbolleiste von **Debugging – Log**.

Im Beispiel auf der Folie wird die geöffnete Cursorzeile ausgeführt, ohne dass die Programmsteuerung an die Cursordefinition übergeben wird, wie dies beim Beispiel für die Option **Step Into** der Fall war.

emp_list debuggen – Code verlassen (UMSCHALT+F7)



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit der Option **Step Out** verlassen Sie das aktuelle Unterprogramm und wechseln zum Unterprogramm der nächsten Anweisung. Wenn Sie im Beispiel auf der Folie (beginnend mit Schritt 3) UMSCHALT+F7 drücken, wechselt die Programmsteuerung zum nächsten Breakpoint. Wenn Sie im 6. Schritt UMSCHALT+F7 drücken, verlässt die Programmsteuerung die Prozedur und wechselt zur nächsten Anweisung im anonymen Block.

emp_list debuggen – Code bis Cursor ausführen (F4)

```

10    emp_record emp_cursor%ROWTYPE;
11    TYPE emp_tab_type IS TABLE OF emp_cursor%ROWTYPE INDEX BY BINARY_INTEGER;
12    emp_tab emp_tab_type;
13    i NUMBER := 1;
14    v_city VARCHAR2(30);
15
16    BEGIN
17        OPEN emp_cursor;
18        FETCH emp_cursor INTO emp_record;
19        emp_tab(i) := emp_record;
20        WHILE (emp_cursor%FOUND) AND (i <= pMaxRows) LOOP
21            i := i + 1;
22            FETCH emp_cursor INTO emp_record;
23            emp_tab(i) := emp_record;
24            v_city := get_location (emp_record.department_name);
25            dbms_output.put_line('Employee ' || emp_record.last_name ||
26                ' works in ' || v_city );
27        END LOOP;
28        CLOSE emp_cursor;
29        FOR j IN REVERSE 1..i LOOP
30            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(emp_tab(j).last_name);
31        END LOOP;
32    END emp_list;

```

Connecting to the database debugging.
Executing PL/SQL: ALTER SESSION SET PLSQL_DEBUG=TRUE
Executing PL/SQL: CALL DEMS_DEBUG_JDWP.CONNECT_TCP('127.0.0.1:5005')
Debugger accepted connection from database on port 1521
Processing 59 classes that have already been prepared..
Finished processing prepared classes.
Source breakpoint occurred at line 16 of EMP_LIST.pls.

Run to Cursor (F4):
Ausführung bis zur
Cursorposition
ohne Einzelschritte
oder Festlegen eines
Breakpoints

Name	Value	Type
PMAXROWS	5	NUMBER
EMP_RECORD	Rowtype	
DEPARTMENT_NAME	'Administration'	VARCHAR2(14)
EMPLOYEE_ID	200	NUMBER(6,0)
LAST_NAME	'Vhalen'	VARCHAR2(12)
SALARY	4400	NUMBER(8,2)
COMMISSION_PCT	NULL	NUMBER(2,2)
EMP_TAB	indexed table	EMP_TAB...
I	1	NUMBER
V_CITY	NULL	VARCHAR2(30)

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

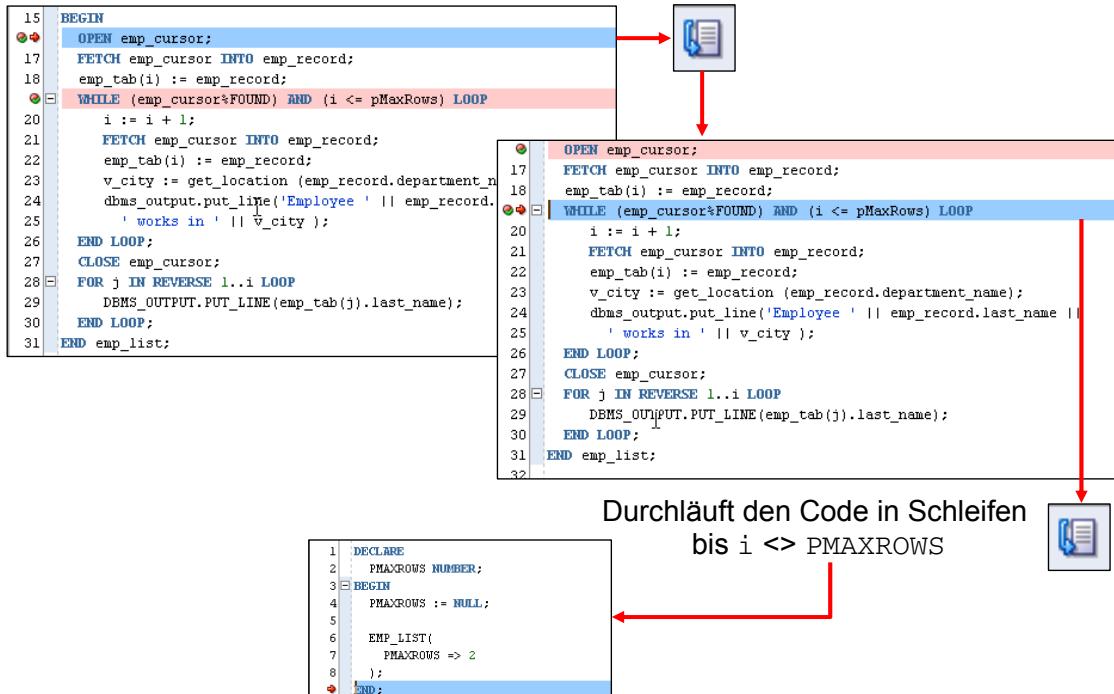
Code bis zur Cursorposition ausführen

Beim Durchlaufen des Anwendungscodes im Debugger haben Sie die Möglichkeit, den Code bis zu einer bestimmten Programmposition durchgehend und ohne Einzelschritte oder Breakpoints auszuführen. Setzen Sie hierfür den Textcursor in einem Unterprogrammeditor in die Codezeile, in der der Debugger anhalten soll. Die Codeausführung bis zur Cursorposition können Sie mit einer der folgenden Methoden starten: Klicken Sie mit der rechten Maustaste in den Procedure Editor, und wählen Sie **Run to Cursor**. Wählen Sie alternativ im Hauptmenü die Option **Debug > Run to Cursor**, oder drücken Sie F4.

Die folgenden Ergebnisse sind möglich:

- Das Programm wird ohne Unterbrechung ausgeführt, bis die vom Textcursor im Source Editor markierte Position erreicht ist.
- Der Textcursor befindet sich an einer Codezeile, die das Programm niemals ausführt. In diesem Fall wird das Programm bis zum nächsten Breakpoint oder bis zum Ende ausgeführt.

emp_list debuggen – Bis zum Methodenende ausführen



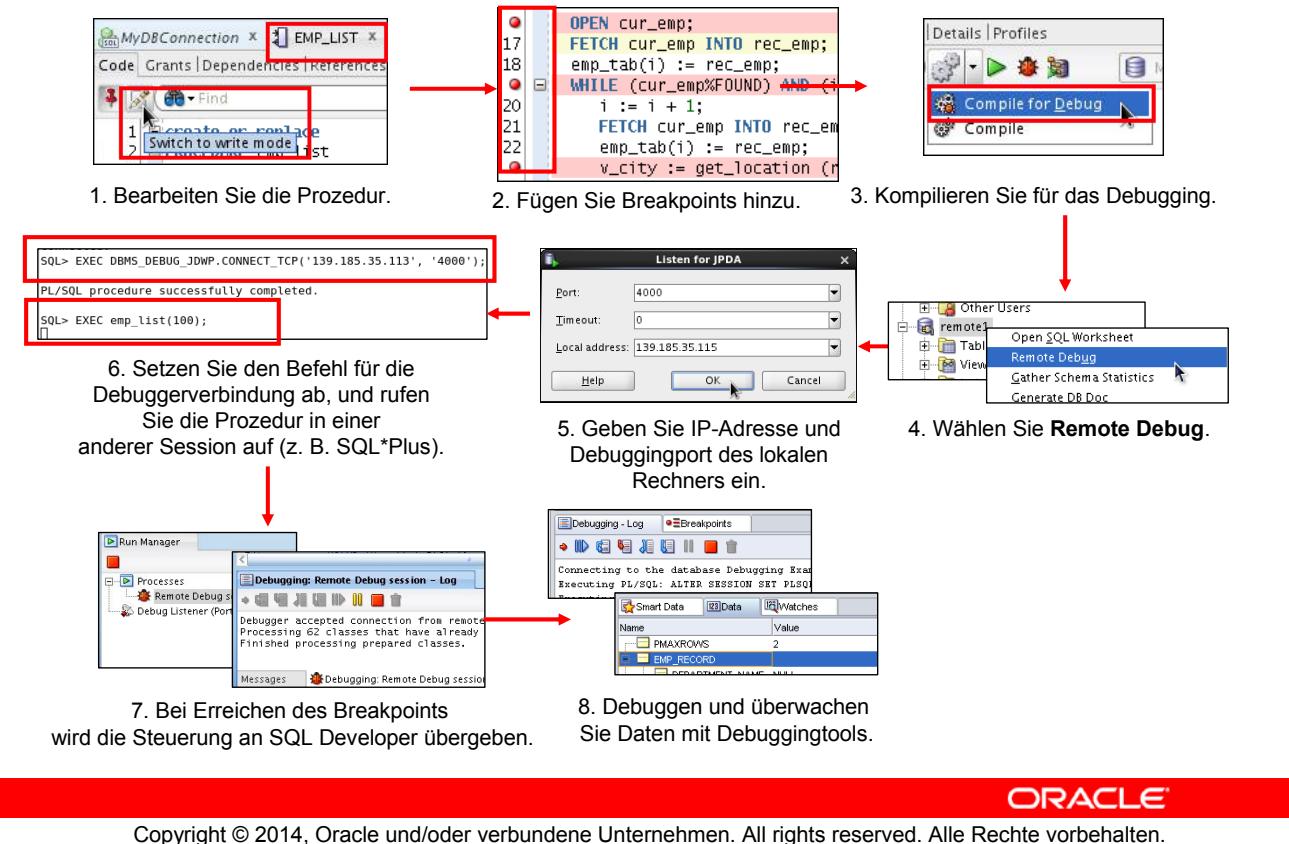
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit **Step to End of Method** wechseln Sie zur letzten Anweisung im aktuellen Unterprogramm oder zum nächsten Breakpoint, falls im aktuellen Unterprogramm vorhanden.

Im Beispiel auf der Folie wird das Debuggingtool **Step to End of Method** verwendet. Da ein zweiter Breakpoint vorhanden ist, wird bei Wahl von **Step to End of Method** die Steuerung an diesen Breakpoint übertragen. Wenn Sie **Step to End of Method** erneut wählen, werden zuerst die Iterationen der WHILE-Schleife durchlaufen. Dann wird die Programmsteuerung an die nächste ausführbare Anweisung im anonymen Block übertragen.

Unterprogramme remote debuggen – Übersicht



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit Remote-Debugging können Sie PL/SQL-Code in jeder Datenbank unabhängig vom Speicherort aufrufen und debuggen. Sie benötigen lediglich Zugriff auf die Datenbank und müssen eine Verbindung herstellen. Beim Remote-Debugging debuggen Sie eine Prozedur, die nicht von Ihnen als Entwickler, sondern von anderer Seite gestartet wird. Remote-Debugging und lokales Debugging haben viele Schritte gemeinsam. Gehen Sie beim Remote-Debugging wie folgt vor:

1. Bearbeiten Sie das Unterprogramm, das Sie debuggen möchten.
2. Fügen Sie dem Unterprogramm die Breakpoints hinzu.
3. Klicken Sie in der Symbolleiste auf das Symbol **Compile for Debug**.
4. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Verbindung zur Remote-Datenbank, und wählen Sie **Remote Debug**.
5. Geben Sie im Dialogfeld **Debugger – Attach to JPDA** die IP-Adresse und die Portnummer des lokalen Rechners ein, beispielsweise 4000, und klicken Sie dann auf **OK**.
6. Setzen Sie den Befehl für die Debugerverbindung in einer anderen Session (zum Beispiel SQL*Plus) ab, und rufen Sie dann die Prozedur in dieser Session auf.
7. Beim Erreichen eines Breakpoints wird die Steuerung an die ursprüngliche SQL Developer-Session zurückgegeben und die Debuggersymbolleiste angezeigt.
8. Debuggen Sie das Unterprogramm, und überwachen Sie die Daten. Verwenden Sie dafür die bereits besprochenen Debuggingtools.

Zusammenfassung

In dieser Lektion haben Sie Folgendes gelernt:

- Prozeduren und Funktionen unterscheiden
- Verwendungsmöglichkeiten von Funktionen beschreiben
- Stored Functions erstellen
- Funktionen aufrufen
- Funktionen entfernen
- Grundlegende Funktionalität des SQL Developer-Debuggers kennenlernen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Eine Funktion ist ein benannter PL/SQL-Block, der einen Wert zurückgeben muss. Im Allgemeinen erstellen Sie Funktionen, um einen Wert zu berechnen und zurückzugeben, und Prozeduren, um eine Aktion durchzuführen.

Funktionen können erstellt oder gelöscht werden.

Funktionen werden als Teil eines Ausdrucks aufgerufen.

Übung 2 zu Lektion 3 – Übersicht: SQL Developer-Debugger – Einführung

Diese Übung behandelt folgende Themen:

- Prozedur und Funktion erstellen
- Breakpoints in die Prozedur einfügen
- Prozedur und Funktion für den Debugmodus kompilieren
- Prozedur debuggen und in Codezeile wechseln
- Variablen des Unterprogramms anzeigen und ändern



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Für diese Übung müssen Sie SQL Developer verwenden. Sie erhalten eine Einführung in die grundlegende Funktionalität des SQL Developer-Debuggers.

4

Packages erstellen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ziele

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Packages beschreiben und ihre Komponenten auflisten
- Packages erstellen, um zusammengehörige Variablen, Cursor, Konstanten, Exceptions, Prozeduren und Funktionen zu gruppieren
- Packagekonstrukte als öffentlich oder privat angeben
- Packagekonstrukte aufrufen
- Verwendungsmöglichkeiten von Packages ohne Body beschreiben



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion wird beschrieben, was ein Package ist und aus welchen Komponenten es besteht. Außerdem lernen Sie, Packages zu erstellen und zu verwenden.

Lektionsagenda

- Vorteile und Komponenten von Packages identifizieren
- Mit Packages arbeiten:
 - Packagespezifikationen und Packagebodys erstellen
 - Packageunterprogramme aufrufen
 - Packageinformationen anzeigen
 - Packages entfernen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

PL/SQL-Packages – Definition

- Ein Package ist ein Schemaobjekt, das logisch zusammengehörige PL/SQL-Typen, Variablen und Unterprogramme gruppiert.
- Packages bestehen meist aus zwei Teilen:
 - Spezifikation
 - Body
- Die Spezifikation ist die Schnittstelle zum Package. In ihr sind die Typen, Variablen, Konstanten, Exceptions, Cursor und Unterprogramme deklariert, die von außerhalb des Packages referenziert werden können.
- Im Body sind die Abfragen für die Cursor und der Code für die Unterprogramme definiert.
- Mithilfe von Packages kann der Oracle-Server mehrere Objekte gleichzeitig in den Speicher lesen.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit PL/SQL-Packages können Sie zusammengehörige PL/SQL-Typen, Variablen, Datenstrukturen, Exceptions und Unterprogramme in einem Container bündeln. Beispiel: Ein Human Resource-Package kann Einstellungs- und Kündigungsprozeduren, Provisions- und Prämienfunktionen sowie Steuerbefreiungsvariablen enthalten.

Normalerweise bestehen Packages aus zwei Teilen, die separat in der Datenbank gespeichert werden:

- Spezifikation
- Body (optional)

Das Package selbst lässt sich nicht aufrufen, parametrisieren oder verschachteln. Nachdem der Inhalt erstellt und kompiliert wurde, kann er von mehreren Anwendungen gemeinsam verwendet werden.

Wenn Sie zum ersten Mal ein Konstrukt in einem PL/SQL-Package referenzieren, wird das gesamte Package in den Speicher geladen. Bei späteren Zugriffen auf Konstrukte im selben Package müssen keine Input/Output-(I/O-)Vorgänge mehr ausgeführt werden.

Packages – Vorteile

- Modularität: Zusammengehörige Konstrukte kapseln
- Leichte Verwaltung: Logisch zusammengehörige Funktionen zusammenhalten
- Einfacheres Anwendungsdesign: Spezifikation und Body separat codieren und kompilieren
- Möglichkeiten zum Verbergen von Informationen:
 - Nur die in der Packagespezifikation enthaltenen Deklarationen sind für die Anwendungen sichtbar und zugänglich.
 - Private Konstrukte im Packagebody sind ausgeblendet und nicht verfügbar.
 - Die gesamte Codierung ist verborgen im Packagebody.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Packages bieten nicht nur eine Alternative zum Erstellen von Prozeduren und Funktionen als Standalone-Schemaobjekte, sondern auch verschiedene Vorteile.

- **Modularität und einfache Verwaltung:** Packages kapseln logisch zusammengehörige Programmstrukturen in einem benannten Modul. Die einzelnen Packages sind leicht verständlich. Die Schnittstelle zwischen den Packages ist einfach, deutlich und klar definiert.
- **Einfacheres Anwendungsdesign:** Am Anfang benötigen Sie nur die Schnittstelleninformationen in der Packagespezifikation. Spezifikationen lassen sich ohne zugehörigen Body codieren und kompilieren. Danach können auch Stored Subprograms kompiliert werden, die das Package referenzieren. Die Definition des Packagebodys kann warten, bis Sie die Anwendung fertigstellen möchten.
- **Möglichkeiten zum Verbergen von Informationen:** Sie entscheiden, welche Konstrukte öffentlich (sichtbar und zugänglich) und welche privat (verborgen und nicht verfügbar) sind. Die in der Packagespezifikation enthaltenen Deklarationen sind für die Anwendungen sichtbar und zugänglich. Der Packagebody blendet die Definition der privaten Konstrukte aus, sodass bei Definitionsänderungen nur das Package betroffen ist (und nicht die Anwendung oder ein aufrufendes Programm). Somit können Sie die Implementierung ändern, ohne die aufrufenden Programme rekomplizieren zu müssen. Durch Ausblenden der Implementierungsdetails vor den Benutzern schützen Sie außerdem die Integrität des Packages.

Packages – Vorteile

- Zusätzliche Funktionalität: Persistenz der öffentlichen Variablen und Cursor
- Bessere Performance:
 - Das gesamte Package wird bei der ersten Referenzierung in den Speicher geladen.
 - Im Speicher befindet sich nur eine Kopie für alle Benutzer.
 - Die Abhängigkeitshierarchie wurde vereinfacht.
- Überladung: Mehrere gleichnamige Unterprogramme

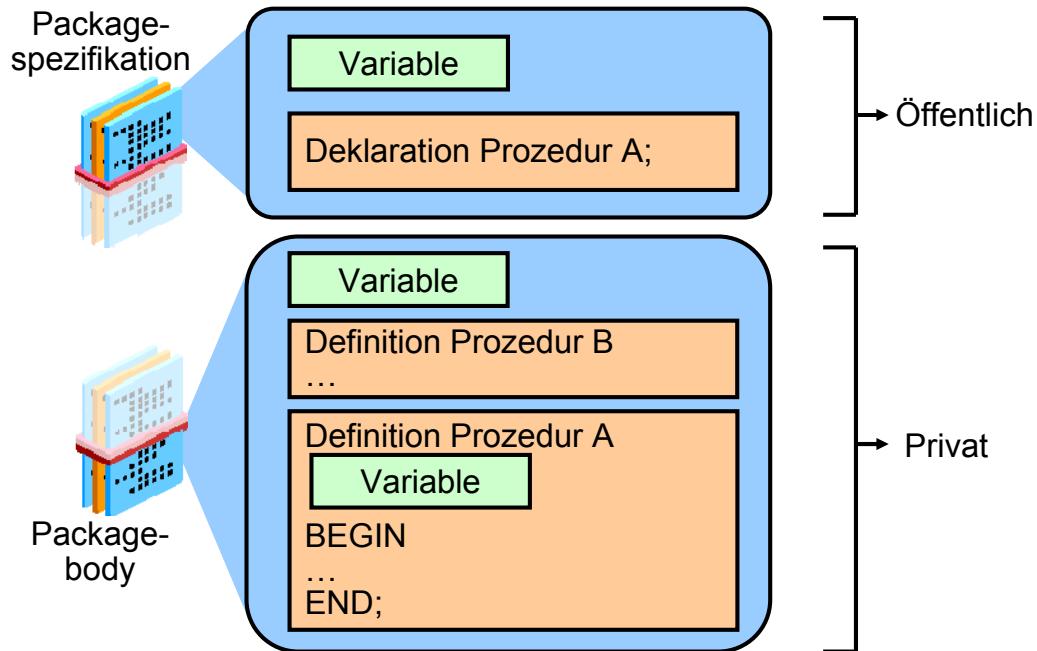
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

- **Zusätzliche Funktionalität:** Die in einem Package integrierten öffentlichen Variablen und Cursor persistieren für die Dauer einer Session. Daher können sie von allen in der Umgebung ausgeführten Unterprogrammen gemeinsam verwendet werden. Überdies ermöglichen sie die transaktionsübergreifende Verwaltung von Daten, ohne diese in der Datenbank speichern zu müssen. Private Konstrukte persistieren ebenfalls für die Dauer der Session, sind aber nur innerhalb des Packages zugänglich.
- **Bessere Performance:** Wenn Sie zum ersten Mal ein in ein Package integriertes Unterprogramm aufrufen, wird das gesamte Package in den Speicher geladen. Daher muss bei späteren Aufrufen zugehöriger Unterprogramme im Package kein weiteres I/O mehr ausgeführt werden. In ein Package integrierte Unterprogramme vermeiden auch kaskadierende Abhängigkeiten und somit unnötige Kompilierungen.
- **Überladung:** Mit Packages können Sie Prozeduren und Funktionen überladen. Dies bedeutet, dass Sie in einem Package mehrere Unterprogramme mit demselben Namen erstellen können, wobei jedes Unterprogramm Parameter unterschiedlicher Anzahl beziehungsweise unterschiedlichen Datentyps verwendet.

Hinweis: Weitere Details zu Abhängigkeiten finden Sie in der Lektion "Abhängigkeiten verwalten".

PL/SQL-Packages – Komponenten



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Sie erstellen ein Package in zwei Teilen:

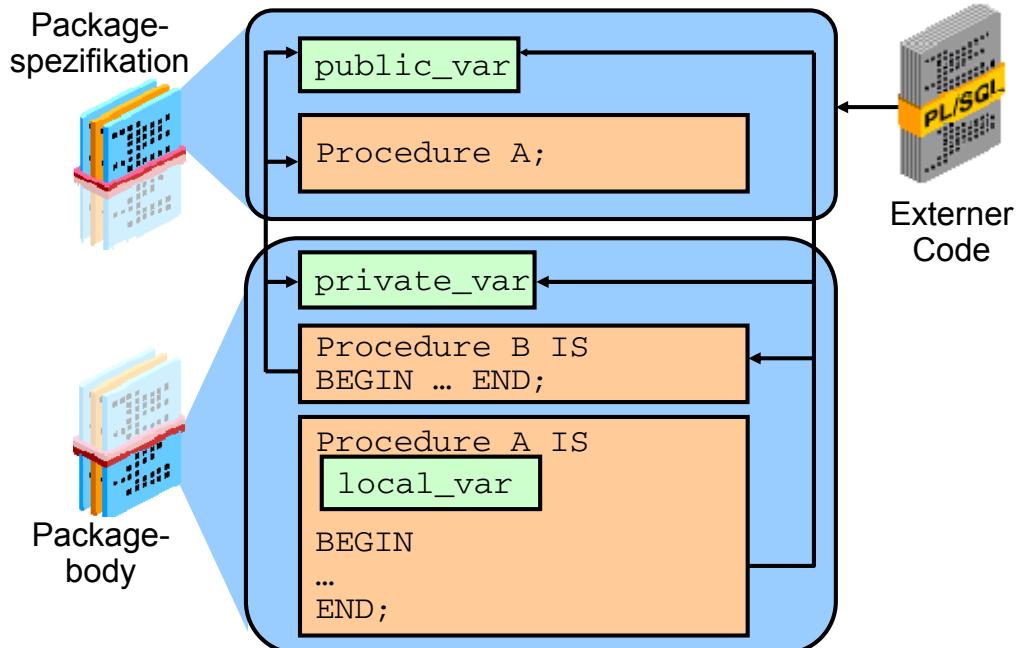
- Die **Packagespezifikation** ist die Schnittstelle zu den Anwendungen. Sie deklariert die verfügbaren öffentlichen Typen, Variablen, Konstanten, Exceptions, Cursor und Unterprogramme. Die Packagespezifikation kann auch PRAGMAS enthalten. Dabei handelt es sich um Anweisungen für den Compiler.
- Der **Packagebody** definiert seine eigenen Unterprogramme und muss die in der Spezifikation deklarierten Unterprogramme vollständig implementieren. Der Packagebody kann auch PL/SQL-Konstrukte wie Typen, Variablen, Konstanten, Exceptions und Cursor definieren.

Öffentliche Komponenten werden in der Packagespezifikation deklariert. Die Spezifikation definiert eine öffentliche Application Programming Interface (API) für Benutzer von Package-features und -funktionen. Öffentliche Komponenten können also aus jeder Oracle-Server-umgebung außerhalb des Packages referenziert werden.

Private Komponenten werden im Packagebody platziert und lassen sich nur von anderen Konstrukten innerhalb desselben Packagebodys referenzieren. Private Komponenten können die öffentlichen Komponenten eines Packages referenzieren.

Hinweis: Wenn eine Packagespezifikation keine Deklarationen von Unterprogrammen enthält, ist kein Package Body erforderlich.

Packagekomponenten – Interne und externe Sichtbarkeit



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit der Sichtbarkeit einer Komponente wird beschrieben, ob sie von anderen Komponenten oder Objekten gesehen, das heißt referenziert und verwendet werden kann. Die Sichtbarkeit von Komponenten hängt davon ab, ob sie *lokal* oder *global* deklariert werden.

Lokale Komponenten sind innerhalb der Struktur sichtbar, in der sie deklariert werden. Beispiele:

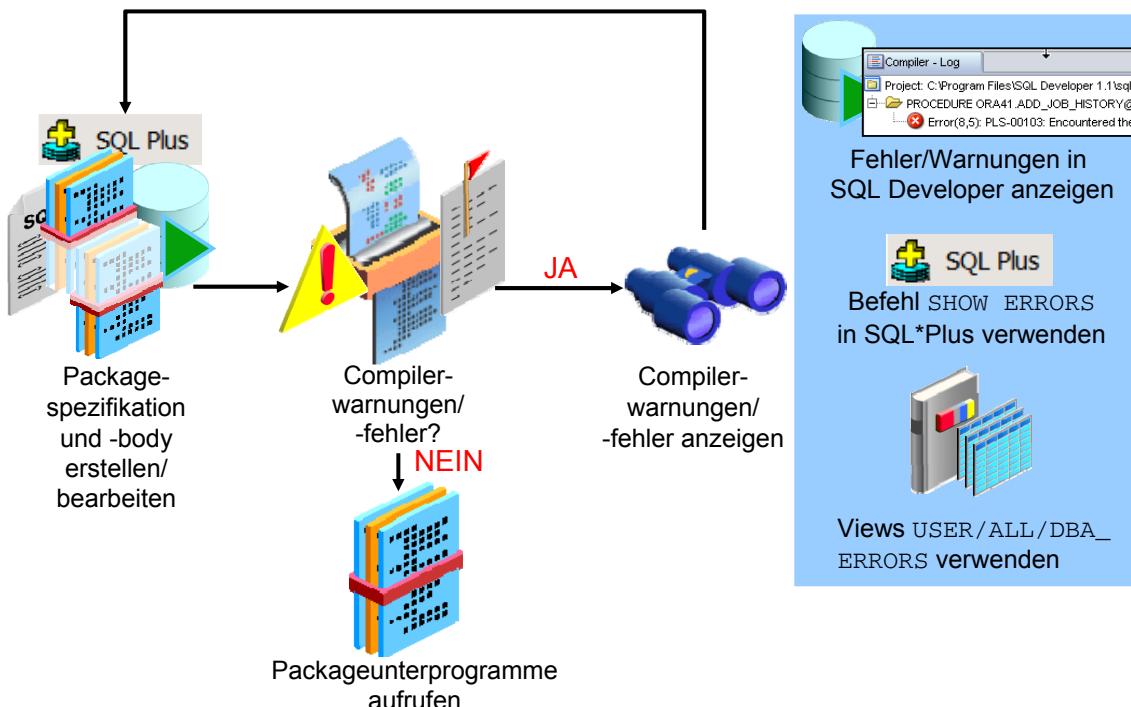
- In Unterprogrammen definierte Variablen können innerhalb des entsprechenden Unterprogramms referenziert werden und sind für externe Komponenten nicht sichtbar. Beispiel: `local_var` kann in Prozedur A verwendet werden.
- Private Packagevariablen, die in Packagebodys deklariert werden, können von anderen Komponenten im selben Packagebody referenziert werden. Sie sind für andere Unterprogramme oder Objekte außerhalb des Packages nicht sichtbar. Beispiel: `private_var` kann von den Prozeduren A und B innerhalb des Packagebodys verwendet werden, jedoch nicht außerhalb des Packages.

Global deklarierte Komponenten sind innerhalb und außerhalb der Packages sichtbar. Beispiele: Öffentliche Variablen, die in einer Packagespezifikation deklariert werden, können außerhalb des Packages referenziert und geändert werden. (Beispiel: `public_var` kann extern referenziert werden.)

- Packageunterprogramme in der Spezifikation können aus externen Codequellen aufgerufen werden. (Beispiel: Prozedur A kann aus einer Umgebung außerhalb des Packages aufgerufen werden.)

Hinweis: Private Unterprogramme wie Prozedur B lassen sich nur mit öffentlichen Unterprogrammen wie Prozedur A oder mit anderen privaten Packagekonstrukten aufrufen. Eine in der Packagespezifikation deklarierte öffentliche Variable ist eine globale Variable.

PL/SQL-Packages entwickeln – Übersicht



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Abbildung auf der Folie veranschaulicht die Hauptschritte beim Entwickeln und Verwenden eines Packages:

1. Erstellen Sie die Prozedur im Object Navigator-Baum oder im SQL Worksheet-Bereich von SQL Developer.
2. Komplizieren Sie das Package. Das Package wird in der Datenbank erstellt. Die CREATE PACKAGE-Anweisung erstellt und speichert den Quellcode und den kompilierten m-Code in der Datenbank. Um das Package zu komplizieren, klicken Sie im Object Navigator-Baum mit der rechten Maustaste auf den Namen des Packages, und wählen Sie **Compile**.
3. Wenn keine Komplizierungswarnungen oder -fehler aufgetreten sind, führen Sie alle öffentlichen Konstrukte innerhalb der Packagespezifikation über eine Oracle-Serverumgebung aus.
4. Wenn Komplizierungswarnungen oder -fehler aufgetreten sind, können Sie diese mit einer der folgenden Methoden anzeigen (und dann korrigieren):
 - SQL Developer-Benutzeroberfläche (Registerkarte **Compiler – Log**)
 - SQL*Plus-Befehl `SHOW ERRORS`
 - Views `USER/ALL/DBA_ERRORS`

Lektionsagenda

- Vorteile und Komponenten von Packages identifizieren
- Mit Packages arbeiten:
 - Packagespezifikationen und Packagebodys erstellen
 - Packageunterprogramme aufrufen
 - Packageinformationen anzeigen
 - Packages entfernen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Packagespezifikationen mit CREATE PACKAGE-Anweisungen erstellen

```
CREATE [OR REPLACE] PACKAGE package_name IS|AS  
    public type and variable declarations  
    subprogram specifications  
END [package_name];
```

- Mit der Option OR REPLACE wird die Packagespezifikation gelöscht und neu erstellt.
- Die in der Packagespezifikation deklarierten Variablen werden standardmäßig mit NULL initialisiert.
- Alle in einer Packagespezifikation deklarierten Konstrukte sind für Benutzer sichtbar, denen Berechtigungen für das Package erteilt wurden.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Um Packages zu erstellen, deklarieren Sie alle öffentlichen Konstrukte in der Packagespezifikation.

- Geben Sie die Option OR REPLACE an, wenn eine vorhandene Packagespezifikation überschrieben werden soll.
- Initialisieren Sie eine Variable gegebenenfalls mit einem konstanten Wert oder einer Formel in der Deklaration. Andernfalls wird die Variable implizit mit NULL initialisiert.

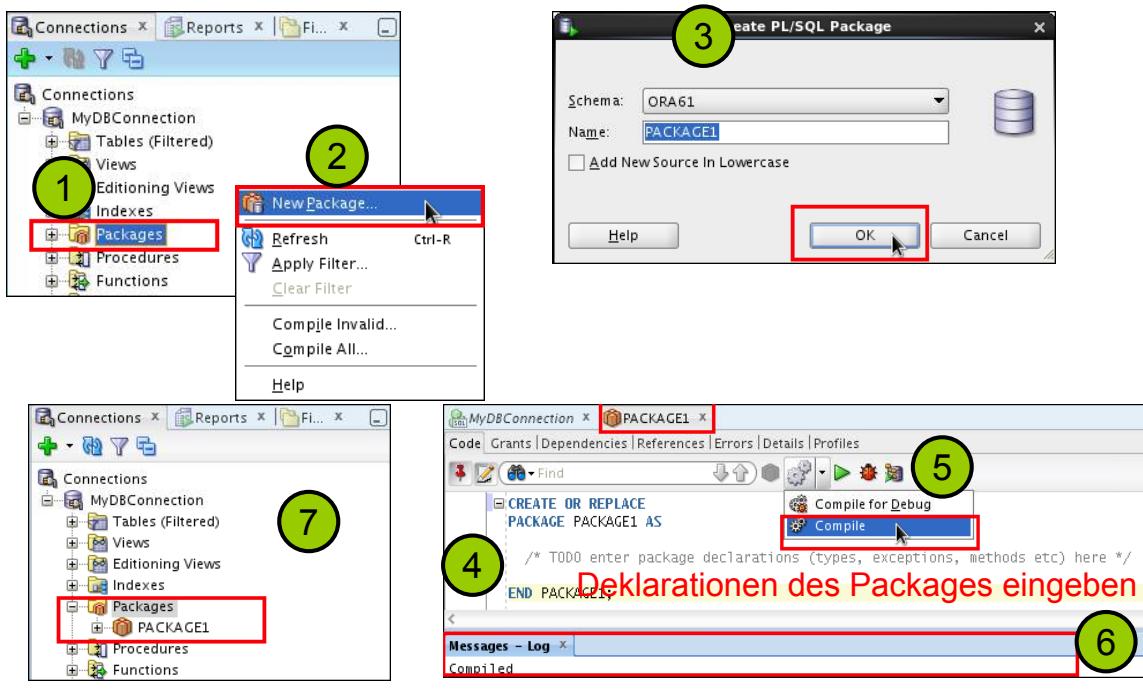
Die Elemente in der Packagesyntax haben folgende Bedeutung:

- **package_name** gibt einen Namen für das Package an, der unter den Objekten des Eigentümerschemas eindeutig sein muss. Nach dem Schlüsselwort END können Sie optional den Packagename aufnehmen.
- **public type and variable declarations** deklariert öffentliche Variablen, Konstanten, Cursor, Exceptions, benutzerdefinierte Typen und Subtypen.
- **subprogram specification** gibt die Deklarationen der öffentlichen Prozeduren oder Funktionen an.

Die Packagespezifikation muss die Überschriften der Prozeduren und Funktionen enthalten (abgeschlossen durch ein Semikolon, ohne das Schlüsselwort IS (oder AS) und den PL/SQL-Block). Die in Packagespezifikationen deklarierten Prozeduren oder Funktionen werden im Packagebody implementiert.

Die Oracle-Datenbank speichert die Spezifikation und den Body eines Packages separat. Auf diese Weise können Sie die Implementierung eines Programmkonstrukts im Packagebody ändern, ohne andere Schemaobjekte zu invalidieren, die das Programmkonstrukt aufrufen oder referenzieren.

Packagespezifikationen mithilfe von SQL Developer erstellen

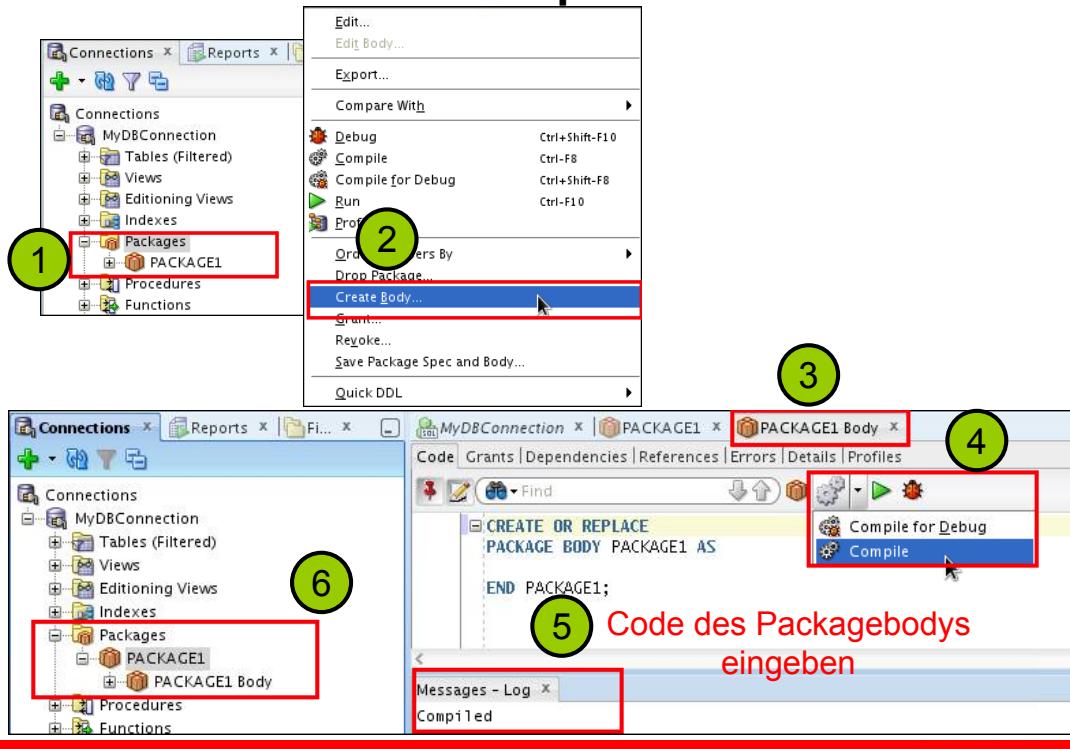


Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit SQL Developer können Sie wie folgt die Packagespezifikation erstellen:

1. Klicken Sie im Navigator-Baum **Connections** mit der rechten Maustaste auf den Knoten **Packages**.
2. Wählen Sie im Kontextmenü die Option **New Package**.
3. Wählen Sie im Fenster **Create PL/SQL Package** den Schemanamen, geben Sie den Namen für das neue Package ein, und klicken Sie auf **OK**. Für das neue Package werden eine Registerkarte und die Shell angezeigt.
4. Geben Sie den Code für das neue Package ein.
5. Komplizieren Sie das neue Package, oder speichern Sie es (mit dem Symbol **Save** in der Hauptsymbolleiste).
6. In der Registerkarte **Messages – Log** wird angezeigt, ob die Komplizierung erfolgreich verlaufen ist.
7. Das neu erstellte Package wird im Navigator-Baum **Connections** unter dem Knoten **Packages** angezeigt.

Packagebodys mithilfe von SQL Developer erstellen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit SQL Developer können Sie wie folgt den Packagebody erstellen:

1. Klicken Sie im Navigator-Baum **Connections** im Knoten **Packages** mit der rechten Maustaste auf den Namen des Packages, für das Sie einen Body erstellen.
2. Wählen Sie im Kontextmenü die Option **Create Body**. Für den neuen Packagebody werden eine Registerkarte und die Shell angezeigt.
3. Geben Sie den Code für den neuen Packagebody ein.
4. Kompilieren oder speichern Sie den Packagebody.
5. In der Registerkarte **Messages – Log** wird angezeigt, ob die Kompilierung erfolgreich verlaufen ist.
6. Der neu erstellte Packagebody wird im Navigator-Baum **Connections** unter dem Knoten **Packages** angezeigt.

Packagespezifikationen – Beispiel: `comm_pkg`

```
-- The package spec with a public variable and a
-- public procedure that are accessible from
-- outside the package.

CREATE OR REPLACE PACKAGE comm_pkg IS
    v_std_comm NUMBER := 0.10; --initialized to 0.10
    PROCEDURE reset_comm(p_new_comm NUMBER);
END comm_pkg;
/
```

- `V_STD_COMM` ist eine **öffentliche** globale Variable, die mit 0.10 initialisiert wird.
- `RESET_COMM` ist eine **öffentliche** Prozedur zum Zurücksetzen der Standardprovision auf Grundlage bestimmter Geschäftsregeln. Sie wird im Packagebody implementiert.



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie wird das Package `comm_pkg` zur Verwaltung der geschäftlichen Verarbeitungsregeln zur Provisionsberechnung erstellt.

Die öffentliche (globale) Variable `v_std_comm` wird so deklariert, dass sie den höchstmöglichen Prozentsatz für die Provision in der Benutzersession aufnimmt, und mit 0.10 (das heißt 10 %) initialisiert.

Die öffentliche Prozedur `reset_comm` wird so deklariert, dass sie einen neuen Provisionsprozentsatz annimmt, mit dem der standardmäßige Prozentsatz aktualisiert wird, wenn die Validierungsregeln für die Provision akzeptiert werden. Die Validierungsregeln zum Zurücksetzen der Provision werden weder veröffentlicht noch in der Packagespezifikation angezeigt. Die Verwaltung der Validierungsregeln erfolgt mit einer privaten Funktion im Packagebody.

Packagebodys erstellen

```
CREATE [OR REPLACE] PACKAGE BODY package_name IS|AS  
  private type and variable declarations  
  subprogram bodies  
  [BEGIN initialization statements]  
END [package_name];
```

- Mit der Option OR REPLACE wird der Packagebody gelöscht und neu erstellt.
- Die im Packagebody definierten IDs sind *privat* und außerhalb des Packagebodys nicht sichtbar.
- Alle *privaten* Konstrukte müssen vor ihrer Referenzierung deklariert werden.
- Öffentliche Konstrukte sind für den Packagebody sichtbar.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Erstellen Sie Packagebodys, um alle öffentlichen Unterprogramme und unterstützenden privaten Konstrukte zu definieren und zu implementieren. Gehen Sie zum Erstellen eines Packagebodys wie folgt vor:

- Um einen vorhandenen Packagebody zu überschreiben, geben Sie die Option OR REPLACE an.
- Definieren Sie die Unterprogramme in der korrekten Reihenfolge. Grundsätzlich müssen Sie Variablen oder Unterprogramme deklarieren, bevor sie von anderen Komponenten im selben Packagebody referenziert werden können. Üblicherweise werden im Packagebody zuerst alle privaten Variablen und Unterprogramme und zuletzt die öffentlichen Unterprogramme definiert.
- Schließen Sie die Implementierung für alle in der Packagespezifikation deklarierten Prozeduren oder Funktionen im Packagebody ab.

Die Elemente in der Packagebodysyntax haben folgende Bedeutung:

- **package_name** gibt einen Namen für das Package an. Dieser muss mit dem Namen der Packagespezifikation übereinstimmen. Nach dem Schlüsselwort END können Sie optional den Packagenamen verwenden.
- **private type and variable declarations** deklariert private Variablen, Konstanten, Cursor, Exceptions, benutzerdefinierte Typen und Subtypen.
- **subprogram specification** gibt die vollständige Implementierung aller privaten und/oder öffentlichen Prozeduren oder Funktionen an.
- **[BEGIN initialization statements]** ist ein optionaler Block mit Initialisierungscode, der bei der ersten Packagerefenzierung ausgeführt wird.

Packagebodys – Beispiel: comm_pkg

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY comm_pkg IS
    FUNCTION validate(p_comm NUMBER) RETURN BOOLEAN IS
        v_max_comm    employees.commission_pct%type;
    BEGIN
        SELECT MAX(commission_pct) INTO v_max_comm
        FROM   employees;
        RETURN (p_comm BETWEEN 0.0 AND v_max_comm);
    END validate;

    PROCEDURE reset_comm (p_new_comm NUMBER) IS
    BEGIN
        IF validate(p_new_comm) THEN
            v_std_comm := p_new_comm; -- reset public var
        ELSE
            RAISE_APPLICATION_ERROR(
                -20210, 'Bad Commission');
        END IF;
    END reset_comm;
END comm_pkg;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Folie zeigt den gesamten Packagebody von comm_pkg mit der privaten Funktion validate, die auf gültige Provisionen prüft. Bei der Validierung muss die Bedingung erfüllt sein, dass die Provision positiv und kleiner als die höchste Provision unter den vorhandenen Mitarbeitern ist. Die Prozedur reset_comm ruft die private Validierungsfunktion vor der Änderung der Standardprovision in v_std_comm auf. Beachten Sie im Beispiel Folgendes:

- Die in der Prozedur reset_comm referenzierte Variable v_std_comm ist eine öffentliche Variable. Die in der Packagespezifikation deklarierten Variablen wie v_std_comm können direkt ohne Qualifizierung referenziert werden.
- Die Prozedur reset_comm implementiert die öffentliche Definition in der Spezifikation.
- Im Body für comm_pkg ist validate eine private Funktion, die von der Prozedur reset_comm direkt ohne Qualifizierung referenziert wird.

Hinweis: Die Funktion validate wird vor der Prozedur reset_comm angezeigt, da die Prozedur reset_comm die Funktion validate referenziert. Sie können im Packagebody Vorwärtsdeklarationen für Unterprogramme erstellen, wenn ihre Reihenfolge geändert werden muss. Wenn in einer Packagespezifikation nur Typen, Konstanten, Variablen und Exceptions ohne Unterprogrammspezifikationen deklariert werden, ist kein Packagebody erforderlich. Sie können jedoch mit dem Body die in der Packagespezifikation deklarierten Elemente initialisieren.

Packageunterprogramme aufrufen – Beispiele

```
-- Invoke a function within the same packages:  
CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY comm_pkg IS ...  
    PROCEDURE reset_comm(p_new_comm NUMBER) IS  
        BEGIN  
            IF validate(p_new_comm) THEN  
                v_std_comm := p_new_comm;  
            ELSE ...  
            END IF;  
        END reset_comm;  
    END comm_pkg;
```

```
-- Invoke a package procedure from SQL*Plus:  
EXECUTE comm_pkg.reset_comm(0.15)
```

```
-- Invoke a package procedure in a different schema:  
EXECUTE scott.comm_pkg.reset_comm(0.15)
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Nachdem Sie das Package in der Datenbank gespeichert haben, können Sie öffentliche oder private Unterprogramme innerhalb desselben Packages oder öffentliche Unterprogramme außerhalb des Packages aufrufen. Wenn ein Unterprogramm außerhalb des Packages aufgerufen wird, müssen Sie seinen Packagename vollständig angeben. Verwenden Sie dazu die Syntax `package_name.subprogram`.

Beim Aufrufen eines Unterprogramms innerhalb desselben Packages ist die vollständige Angabe des Namens optional.

1. Beispiel: Ruft die Funktion `validate` aus der Prozedur `reset_comm` innerhalb desselben Packages auf. Das Präfix des Packagennamens ist nicht obligatorisch, sondern optional.

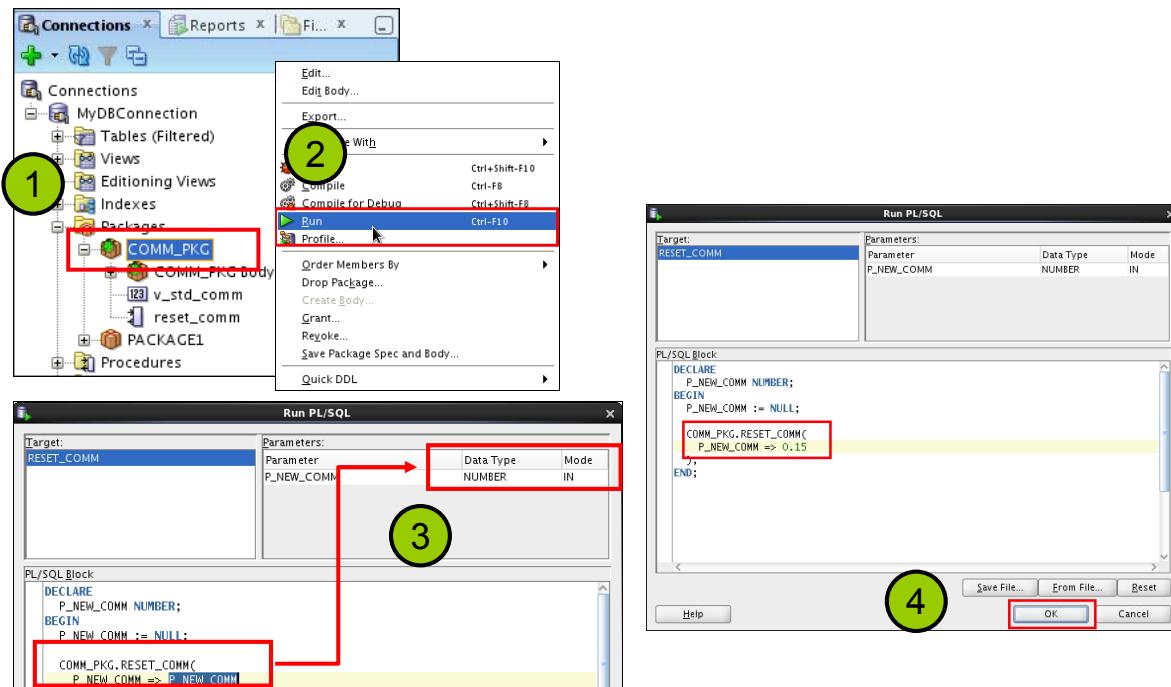
2. Beispiel: Ruft die Prozedur `reset_comm` aus SQL*Plus (einer Umgebung außerhalb des Packages) auf, um die geltende Provision für die Benutzersession auf 0,15 zurückzusetzen

3. Beispiel: Ruft die Prozedur `reset_comm` auf, deren Eigentümer der Schemabenutzer SCOTT ist. In SQL*Plus wird der qualifizierte Packageprozedur der Schemaname vorangestellt. Sie können dies mit einem Synonym vereinfachen, das `schema.package_name` referenziert.

Beispiel: Für eine Remote-Datenbank, in der die Packageprozedur `reset_comm` erstellt wird, wurde der Datenbanklink NY erstellt. Rufen Sie die Remote-Prozedur wie folgt auf:

```
EXECUTE comm_pkg.reset_comm(0.15)
```

Packageunterprogramme mithilfe von SQL Developer aufrufen



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit SQL Developer können Sie das Unterprogramm eines Packages wie folgt aufrufen:

1. Klicken Sie im Navigator-Baum unter dem Knoten **Packages** mit der rechten Maustaste auf den Namen des Packages.
2. Wählen Sie im verschiebbaren Menü die Option **Run**. Das Fenster **Run PL/SQL** wird angezeigt. Mit dem Fenster **Run PL/SQL** können Sie Parameterwerte zur Ausführung einer PL/SQL-Funktion oder -Prozedur angeben. (Wenn Sie ein Package angeben, wählen Sie eine Funktion oder Prozedur im Package.) Geben Sie folgende Werte an:
 - a. **Target:** Wählen Sie den Namen der auszuführenden Funktion oder Prozedur.
 - b. **Parameters:** In diesem Bereich werden alle Parameter für das angegebene Ziel aufgeführt. Die einzelnen Parameter können folgenden Modus besitzen: **IN** (der Wert wird übergeben), **OUT** (der Wert wird zurückgegeben) oder **IN/OUT** (der Wert wird übergeben, und das Ergebnis der Funktions- oder Prozeduraktion wird im Parameter gespeichert).
3. Ändern Sie im Bereich **PL/SQL Block** die Spezifikationen der formalen **IN**- und **IN/OUT**-Parameter in diesem Block in die konkreten Werte, die Sie für die Ausführung der Funktion oder Prozedur verwenden möchten. Beispiel: Um 0.15 als Wert für den Eingabeparameter **P_NEW_COMM** anzugeben, ändern Sie **P_NEW_COMM => P_NEW_COMM** in **P_NEW_COMM => 0.15**.
4. Klicken Sie auf **OK**. SQL Developer führt die Funktion oder Prozedur aus.

Packages ohne Body erstellen und verwenden

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE global_consts IS
    c_mile_2_kilo      CONSTANT NUMBER := 1.6093;
    c_kilo_2_mile      CONSTANT NUMBER := 0.6214;
    c_yard_2_meter     CONSTANT NUMBER := 0.9144;
    c_meter_2_yard     CONSTANT NUMBER := 1.0936;
END global_consts;
```

```
SET SERVEROUTPUT ON
BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('20 miles = ' ||
                          20 * global_consts.c_mile_2_kilo || ' km');
END;
```

```
SET SERVEROUTPUT ON
CREATE FUNCTION mtr2yrd(p_m NUMBER) RETURN NUMBER IS
BEGIN
    RETURN (p_m * global_consts.c_meter_2_yard);
END mtr2yrd;
/
EXECUTE DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(mtr2yrd(1))
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die in Standalone-Unterprogrammen deklarierten Variablen und Konstanten sind nur während der Ausführung des Unterprogramms vorhanden. Zur Bereitstellung von Daten während der gesamten Benutzersession müssen Sie eine Packagespezifikation mit Deklarationen zu öffentlichen (globalen) Variablen und Konstanten erstellen. Erstellen Sie in diesem Fall eine Packagespezifikation ohne Packagebody. Wie bereits erwähnt, ist kein Packagebody erforderlich, wenn in einer Spezifikation nur Typen, Konstanten, Variablen und Exceptions deklariert werden.

Beispiele:

Im ersten Codefeld auf der Folie wird eine Packagespezifikation ohne Body mit mehreren Konstanten erstellt, die als Umrechnungssätze dienen. Zur Unterstützung dieser Packagespezifikation ist kein Packagebody erforderlich. Es wird angenommen, dass die Anweisung `SET SERVEROUTPUT ON` vor Ausführung der Codebeispiele auf der Folie abgesetzt wurde.

Im zweiten Codefeld wird die Konstante `c_mile_2_kilo` im Package `global_consts` referenziert, indem der Packagename der Konstanten-ID vorangestellt wird.

Im dritten Beispiel wird die Standalone-Funktion `c_mtr2yrd` zur Umrechnung von Metern in Yards erstellt. Als Umrechnungssatz wird die im Package `global_consts` deklarierte Konstante `c_meter_2_yard` verwendet. Die Funktion wird im Parameter `DBMS_OUTPUT.PUT_LINE` aufgerufen.

Regel: Wenn Sie Variablen, Cursor, Konstanten oder Exceptions von außerhalb des Packages referenzieren, müssen Sie den Packagennamen angeben.

Packages im Data Dictionary anzeigen

```
-- View the package specification.  
SELECT text  
FROM user_source  
WHERE name = 'COMM_PKG' AND type = 'PACKAGE'  
ORDER BY LINE;
```

TEXT
1 PACKAGE comm_pkg IS
2 v_std_comm NUMBER := 0.10; --initialized to 0.10
3 PROCEDURE reset_comm(p_new_comm NUMBER);
4 END comm_pkg;

```
-- View the package body.  
SELECT text  
FROM user_source  
WHERE name = 'COMM_PKG' AND type = 'PACKAGE BODY'  
ORDER BY LINE;
```

TEXT
1 PACKAGE BODY comm_pkg IS
2 FUNCTION validate(comm NUMBER) RETURN BOOLEAN IS
3 max_comm employees.commission_pct%type;
4 BEGIN
5 SELECT MAX(commission_pct) INTO max_comm
6 FROM employees;
7 RETURN (comm BETWEEN 0.0 AND max_comm);



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Der Quellcode für PL/SQL-Packages wird auch in den Data Dictionary Views `USER_SOURCE` und `ALL_SOURCE` gespeichert. Mit der Tabelle `USER_SOURCE` wird der PL/SQL-Code angezeigt, dessen Eigentümer Sie sind. Mit der Tabelle `ALL_SOURCE` zeigen Sie den PL/SQL-Code an, für den Ihnen der Eigentümer des jeweiligen Unterprogrammcodes die Berechtigung `EXECUTE` erteilt hat. Neben den vorhergehenden Spalten stellt die Tabelle die Spalte `OWNER` bereit.

Verwenden Sie bei der Abfrage von Packages eine Bedingung, in der die Spalte `TYPE`:

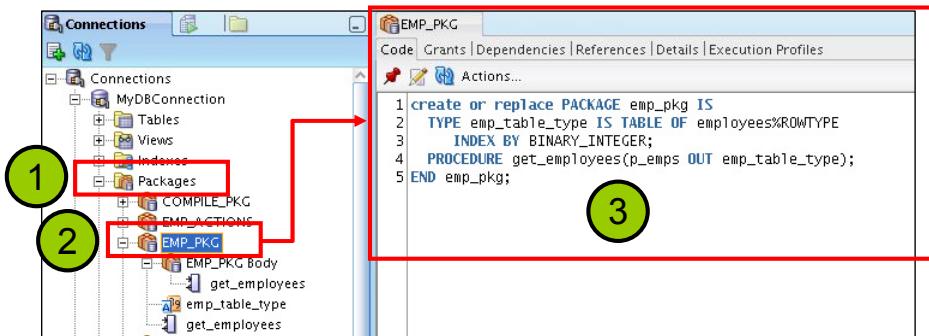
- gleich '`PACKAGE`' ist, um den Quellcode für die Packagespezifikation anzuzeigen
- gleich '`PACKAGE BODY`' ist, um den Quellcode für den Packagebody anzuzeigen

Sie können die Packagespezifikation und den Packagebody in SQL Developer auch über den Packagennamen im Knoten **Packages** anzeigen.

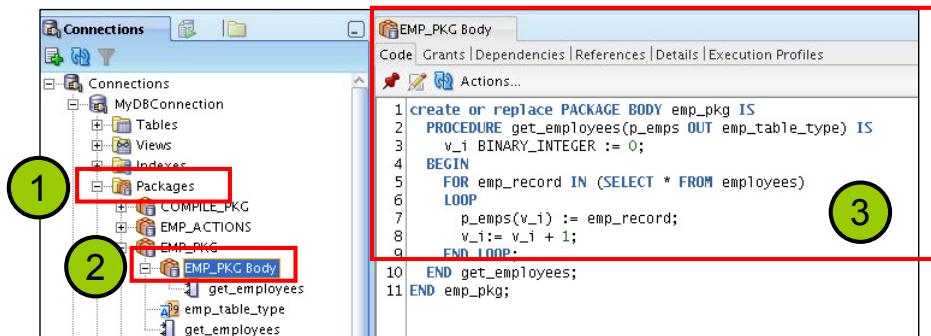
Hinweis: Die Anzeige des Quellcodes für PL/SQL-Built-In-Packages von Oracle oder für PL/SQL, dessen Quellcode mithilfe eines WRAP-Utilitys oder durch Obfuscation gewrappt wurde, ist nicht möglich. Obfuscation und das Wrappen von PL/SQL-Quellcode werden in einer späteren Lektion ausführlich behandelt. Wenn Sie in der SQL Worksheet-Symbolleiste anstatt auf das Symbol **Run Script** auf das Symbol **Execute Statement** klicken (oder F9 drücken), wird die Ausgabe in der Registerkarte **Results** unter Umständen besser formatiert angezeigt.

Packages in SQL Developer anzeigen

Zum Anzeigen der Packagespezifikation auf den Packagenamen klicken



Zum Anzeigen des Packagebodys auf den Packagebody klicken



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Um die Spezifikation eines Packages in SQL Developer anzuzeigen, gehen Sie wie folgt vor:

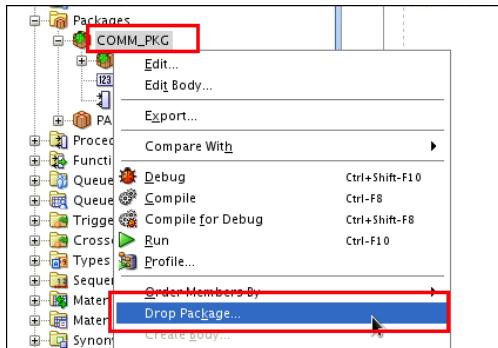
1. Klicken Sie in der Registerkarte **Connections** auf den Knoten **Packages**.
2. Klicken Sie auf den Namen des Packages.
3. Der Spezifikationscode des Packages wird in der Registerkarte **Code** angezeigt (siehe Folie).

Um den Body eines Packages in SQL Developer anzuzeigen, gehen Sie wie folgt vor:

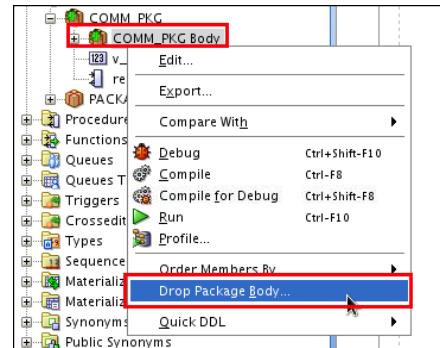
1. Klicken Sie in der Registerkarte **Connections** auf den Knoten **Packages**.
2. Klicken Sie auf den Body des Packages.
3. Der Code des Packagebodys wird in der Registerkarte **Code** angezeigt.

Packages mit SQL Developer oder der SQL-Anweisung `DROP` löschen

Packagespezifikation und Packagebody löschen



Nur Packagebody löschen



```
-- Remove the package specification and body  
DROP PACKAGE package_name;
```

```
-- Remove the package body only  
DROP PACKAGE BODY package_name;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wird ein Package nicht mehr benötigt, können Sie es mit einer SQL-Anweisung in SQL Developer entfernen. Packages bestehen aus zwei Teilen. Sie können entweder das gesamte Package oder nur den Packagebody löschen. (Im zweiten Fall bleibt die Packagespezifikation erhalten.)

Packages erstellen – Richtlinien

- Packages für den allgemeinen Gebrauch entwickeln
- Packagespezifikation vor dem Body definieren
- Nur Konstrukte in die Packagespezifikation aufnehmen, die für den öffentlichen Zugriff vorgesehen sind
- Elemente im Deklarationsteil des Packagebodys platzieren, wenn sie in der gesamten Session oder transaktionsübergreifend verwaltet werden müssen
- Aufgrund der fein granulierten Abhängigkeitsverwaltung müssen referenzierende Unterprogramme bei Änderung einer Packagespezifikation seltener rekompiliert werden.
- Möglichst wenig Konstrukte in die Packagespezifikation aufnehmen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Formulieren Sie die Packages so allgemein wie möglich, damit sie auch in zukünftigen Anwendungen wiederverwendet werden können. Erstellen Sie außerdem keine Packages, die Features bieten, die auch vom Oracle-Server bereitgestellt werden.

Packagespezifikationen spiegeln das Design Ihrer Anwendung wider. Daher sollten Sie diese vor den Packagebodys definieren. Die Packagespezifikation darf nur Konstrukte enthalten, die für die Benutzer des Packages sichtbar sein müssen. Auf diese Weise können andere Entwickler das Package nicht missbrauchen, indem sie Code auf irrelevanten Details aufbauen.

Platzieren Sie Elemente im Deklarationsteil des Packagebodys, wenn Sie diese in der gesamten Session oder transaktionsübergreifend verwalten müssen. Deklarieren Sie zum Beispiel die Variable `NUMBER_EMPLOYED` als private Variable, wenn jeder Prozedurauftrag verwaltet werden muss, in dem diese Variable verwendet wird. Wenn Sie die Variable in der Packagespezifikation als globale Variable deklariert haben, wird ihr Wert in einer Session initialisiert, sobald ein Konstrukt aus dem Package zum ersten Mal aufgerufen wird.

Vor Oracle Database 11g erforderten Änderungen am Packagebody keine Rekompilierung der abhängigen Konstrukte. Bei Änderungen der Packagespezifikation hingegen war eine Rekompilierung aller Stored Subprograms nötig, die das Package referenzieren. Oracle Database 11g reduziert diese Abhängigkeit. Abhängigkeiten werden nun auf Elementebene innerhalb der Einheit überwacht. Die fein granulierte Abhängigkeitsverwaltung ist Thema einer späteren Lektion.

Quiz

Die Packagespezifikation ist die Schnittstelle zu den Anwendungen. Sie deklariert die verfügbaren öffentlichen Typen, Variablen, Konstanten, Exceptions, Cursor und Unterprogramme. Die Packagespezifikation kann auch PRAGMAAs enthalten. Dabei handelt es sich um Anweisungen für den Compiler.

- a. Richtig
- b. Falsch

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Richtige Antwort: a

Zusammenfassung

In dieser Lektion haben Sie Folgendes gelernt:

- Packages beschreiben und ihre Komponenten auflisten
- Packages erstellen, um zusammengehörige Variablen, Cursor, Konstanten, Exceptions, Prozeduren und Funktionen zu gruppieren
- Packagekonstrukte als öffentlich oder privat angeben
- Packagekonstrukte aufrufen
- Verwendungsmöglichkeiten von Packages ohne Body beschreiben

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Zusammengehörige Prozeduren und Funktionen werden in einem Package gruppiert. Packages verbessern die Organisation, Verwaltung, Sicherheit und Performance.

Ein Package besteht aus einer Packagespezifikation und einem Packagebody. Sie können einen Packagebody ändern, ohne dass die zugehörige Packagespezifikation davon betroffen ist.

Mit Packages können Sie Quellcode vor Benutzern verbergen. Beim ersten Aufruf eines Packages wird das gesamte Package in den Speicher geladen. Dadurch wird der Datenträgerzugriff im Hinblick auf nachfolgende Aufrufe so gering wie möglich gehalten.

Übungen zu Lektion 4 – Übersicht: Packages erstellen und verwenden

Diese Übung behandelt folgende Themen:

- Packages erstellen
- Packageprogrammeinheiten aufrufen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Übung erstellen Sie Packagespezifikationen und Packagebodys. Anschließend rufen Sie mithilfe von Beispieldaten die Konstrukte in den Packages auf.

Hinweis: Bei Verwendung von SQL Developer werden die Kompilierungszeitfehler in der Registerkarte **Messages – Log** angezeigt. Wenn Sie den gespeicherten Code mit SQL*Plus erstellen, zeigen Sie Kompilierungsfehler mit `SHOW ERRORS` an.

Mit Packages arbeiten

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ziele

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Packageprozeduren und -funktionen überladen
- Vorwärtsdeklarationen verwenden
- Initialisierungsblöcke in einem Packagebody erstellen
- Persistente Zustände von Packagedaten für die Sessiondauer verwalten
- Assoziative Arrays (INDEX BY-Tabellen) und Records in Packages verwenden



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion werden anspruchsvollere PL/SQL-Features wie Überladung, Vorwärtsreferenzierung, Einmalprozeduren sowie die Persistenz von Variablen, Konstanten, Exceptions und Cursors vorgestellt. Außerdem wird erläutert, welche Auswirkungen das Packaging von Funktionen hat, die in SQL-Anweisungen verwendet werden.

Lektionsagenda

- Packageunterprogramme überladen, Vorwärtsdeklarationen verwenden und Initialisierungsblöcke in Packagebodys erstellen
- Persistente Zustände von Packagedaten für die Sessiondauer verwalten und assoziative Arrays (INDEX BY-Tabellen) sowie Records in Packages verwenden



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Unterprogramme in PL/SQL überladen

- Ermöglicht die Erstellung mehrerer Unterprogramme mit identischem Namen
- Erfordert eine unterschiedliche Anzahl, Reihenfolge oder Datentypfamilie der formalen Parameter des Unterprogramms
- Ermöglicht das Erstellen flexibler Methoden zum Aufrufen von Unterprogrammen mit unterschiedlichen Daten
- Bietet eine Möglichkeit zum Erweitern der Funktionalität, ohne vorhandenen Code zu verlieren, indem vorhandenen Unterprogrammen neue Parameter hinzugefügt werden
- Bietet eine Möglichkeit zum Überladen von lokalen Unterprogrammen, Packageunterprogrammen und Typmethoden, nicht jedoch von Standalone-Unterprogrammen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit dem Überladungsfeature von PL/SQL können Sie zwei oder mehr Packageunterprogramme mit identischem Namen entwickeln. Die Überladung ist sinnvoll, wenn ein Unterprogramm ähnliche Parametergruppen mit unterschiedlichen Datentypen annehmen soll. Beispiel: Die Funktion `TO_CHAR` lässt sich auf mehrere Arten aufrufen. Dadurch können Sie eine Zahl oder ein Datum in eine Zeichenfolge konvertieren.

PL/SQL ermöglicht Ihnen die Überladung von Namen von Packageunterprogrammen und von Methoden für Objekttypen.

Grundsätzlich gilt, dass verschiedene Unterprogramme denselben Namen aufweisen können, solange sich ihre formalen Parameter durch die *Anzahl*, *Reihenfolge* oder *Datentypfamilie* unterscheiden.

Das Überladen empfiehlt sich in folgenden Situationen:

- Zwei oder mehr Unterprogramme weisen ähnliche Verarbeitungsregeln auf, unterscheiden sich jedoch durch den Typ oder die Anzahl der verwendeten Parameter.
- Es sollen alternative Verfahren für die Suche nach verschiedenen Daten mit unterschiedlichen Suchkriterien bereitgestellt werden. Beispiel: Sie möchten Mitarbeiter nach ihrer Personalnummer suchen, aber auch die Suche anhand des Nachnamens ermöglichen. Die eigentliche Logik ist identisch, die Parameter oder Suchkriterien unterscheiden sich jedoch.
- Die Funktionalität soll erweitert werden, ohne vorhandenen Code ersetzen zu müssen.

Hinweis: Standalone-Unterprogramme können nicht überladen werden. Die Erstellung lokaler Unterprogramme in Methoden des Objekttyps wird in diesem Kurs nicht behandelt.

Einschränkungen

In folgenden Fällen ist die Überladung nicht möglich:

- In zwei Unterprogrammen, wenn ihre formalen Parameter sich nur im Datentyp unterscheiden und die unterschiedlichen Datentypen aus der gleichen Familie stammen (wie die Datentypen NUMBER und DECIMAL)
- In zwei Unterprogrammen, wenn ihre formalen Parameter sich nur im Subtyp unterscheiden und die unterschiedlichen Subtypen auf Typen in der gleichen Familie basieren (VARCHAR und STRING sind zum Beispiel PL/SQL-Subtypen von VARCHAR2.)
- In zwei Funktionen, die sich nur im Rückgabetyp unterscheiden, selbst wenn die Typen aus unterschiedlichen Familien stammen

Sie erhalten einen Laufzeitfehler, wenn Sie Unterprogramme mit den genannten Merkmalen überladen.

Hinweis: Die zuvor aufgeführten Einschränkungen gelten, wenn die Namen der Parameter gleich lauten.

Wenn Sie die Parameter unterschiedlich benennen, können Sie Unterprogramme mittels namentlicher Notation für die Parameter aufrufen.

Aufrufe auflösen

Der Compiler sucht eine Deklaration, die mit dem Aufruf übereinstimmt. Er sucht zuerst im aktuellen Gültigkeitsbereich, danach gegebenenfalls in den nachfolgenden, übergeordneten Gültigkeitsbereichen. Der Compiler stoppt den Suchvorgang, wenn er mindestens eine Unterprogrammdeklaration gefunden hat, deren Name mit dem Namen des aufgerufenen Unterprogramms übereinstimmt. Bei Unterprogrammen mit ähnlich lautenden Namen auf gleicher Gültigkeitsbereichsebene benötigt der Compiler eine präzise Übereinstimmung der Anzahl, der Reihenfolge und des Datentyps der tatsächlichen und formalen Parameter.

Prozeduren überladen – Beispiel: Packagespezifikationen erstellen

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE dept_pkg IS
    PROCEDURE add_department
        (p_deptno departments.department_id%TYPE,
         p_name   departments.department_name%TYPE := 'unknown',
         p_loc    departments.location_id%TYPE := 1700);

    PROCEDURE add_department
        (p_name   departments.department_name%TYPE := 'unknown',
         p_loc    departments.location_id%TYPE := 1700);
END dept_pkg;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Auf der Folie wird die Packagespezifikation dept_pkg mit der überladenen Prozedur add_department gezeigt. In der ersten Deklaration werden drei Parameter verwendet. Diese stellen die Daten für einen neuen Abteilungs-Record bereit, der in die Abteilungstabelle eingefügt wurde. In der zweiten Deklaration werden nur zwei Parameter verwendet, weil diese Version die Abteilungsnummer intern über eine Oracle-Sequence generiert.

Bei Variablen, mit denen Spalten in Datenbanktabellen gefüllt werden, empfiehlt es sich, die Datentypen mithilfe des Attributs %TYPE anzugeben (siehe Beispiel auf der Folie). Eine weitere Möglichkeit sieht wie folgt aus:

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE dept_pkg_method2 IS
    PROCEDURE add_department(p_deptno NUMBER,
                             p_name   VARCHAR2 := 'unknown', p_loc NUMBER := 1700);
    ...

```

Prozeduren überladen – Beispiel: Packagebodys erstellen

```
-- Package body of package defined on previous slide.  
CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY dept_pkg IS  
PROCEDURE add_department -- First procedure's declaration  
(p_deptno departments.department_id%TYPE,  
 p_name    departments.department_name%TYPE := 'unknown',  
 p_loc     departments.location_id%TYPE := 1700) IS  
BEGIN  
    INSERT INTO departments(department_id,  
                           department_name, location_id)  
        VALUES (p_deptno, p_name, p_loc);  
END add_department;  
PROCEDURE add_department -- Second procedure's declaration  
(p_name    departments.department_name%TYPE := 'unknown',  
 p_loc     departments.location_id%TYPE := 1700) IS  
BEGIN  
    INSERT INTO departments (department_id,  
                           department_name, location_id)  
        VALUES (departments_seq.NEXTVAL, p_name, p_loc);  
END add_department;  
END dept_pkg; /
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wenn Sie add_department mit einer explizit angegebenen Abteilungsnummer aufrufen, verwendet PL/SQL die erste Version der Prozedur. Betrachten Sie das folgende Beispiel:

```
EXECUTE dept_pkg.add_department(980, 'Education', 2500)  
SELECT * FROM departments  
WHERE department_id = 980;
```

DEPARTMENT_ID	DEPARTMENT_NAME	MANAGER_ID	LOCATION_ID
980	Education		2500

Wenn Sie add_department jedoch ohne Abteilungsnummer aufrufen, verwendet PL/SQL die zweite Version:

```
EXECUTE dept_pkg.add_department ('Training', 2400)  
SELECT * FROM departments  
WHERE department_name = 'Training';
```

DEPARTMENT_ID	DEPARTMENT_NAME	MANAGER_ID	LOCATION_ID
350	Training		2400

Überladung und Package STANDARD

- Das Package STANDARD definiert die PL/SQL-Umgebung und die Built-In-Funktionen.
- Die meisten Built-In-Funktionen sind überladen. Ein Beispiel ist die Funktion TO_CHAR:

```
FUNCTION TO_CHAR (p1 DATE) RETURN VARCHAR2;
FUNCTION TO_CHAR (p2 NUMBER) RETURN VARCHAR2;
FUNCTION TO_CHAR (p1 DATE, P2 VARCHAR2) RETURN VARCHAR2;
FUNCTION TO_CHAR (p1 NUMBER, P2 VARCHAR2) RETURN
    VARCHAR2;
. . .
```

- Ein PL/SQL-Unterprogramm mit demselben Namen wie ein Built-In-Unterprogramm überschreibt die Standarddeklaration im lokalen Kontext, sofern sie nicht durch den Packagenamen angegeben ist.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Package STANDARD definiert die PL/SQL-Umgebung und deklariert Typen, Exceptions und Unterprogramme global, die PL/SQL-Programmen automatisch zur Verfügung stehen. Die meisten Built-In-Funktionen im Package STANDARD sind überladen. Beispiel: Die Funktion TO_CHAR besitzt vier verschiedene Deklarationen (siehe Folie). Die Funktion TO_CHAR kann den Datentyp DATE oder NUMBER annehmen und ihn in den Datentyp CHARACTER konvertieren. Das Format, in das der Datentyp DATE beziehungsweise NUMBER zu konvertieren ist, lässt sich auch im Funktionsaufruf angeben.

Wenn Sie ein Built-In-Unterprogramm in einem anderen PL/SQL-Programm neu deklarieren, wird das Standard- bzw. Built-In-Unterprogramm mit Ihrer lokalen Deklaration überschrieben. Um auf das Built-In-Unterprogramm zugreifen zu können, müssen Sie es mit seinem Packagenamen angeben. Beispiel: Wird die Funktion TO_CHAR neu deklariert, ist die entsprechende Built-In-Funktion mit STANDARD.TO_CHAR aufzurufen.

Wenn Sie jedoch ein Built-In-Unterprogramm als Standalone-Unterprogramm neu deklarieren, müssen Sie es mit Ihrem Schemanamen aufrufen. Beispiel: SCOTT.TO_CHAR

Auf der Folie löst PL/SQL einen Aufruf von TO_CHAR durch Abgleich von Anzahl und Datentypen der formalen und tatsächlichen Parameter auf.

Ungültige Prozedurreferenzen

- In blockstrukturierten Sprachen wie PL/SQL müssen IDs, die referenziert werden sollen, zuerst deklariert werden.
- Beispiel für ein Referenzierungsproblem:

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY forward_pkg IS
    PROCEDURE award_bonus(. . .) IS
        BEGIN
            calc_rating(. . .);      --illegal reference
        END;

    PROCEDURE calc_rating(. . .) IS
        BEGIN
            ...
        END;
END forward_pkg;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Vorwärtsdeklarationen

Im Allgemeinen sind in PL/SQL wie in anderen blockstrukturierten Sprachen keine Vorwärtsreferenzen möglich. Sie müssen IDs erst deklarieren, bevor Sie sie verwenden können. Beispiel: Ein Unterprogramm kann erst aufgerufen werden, nachdem es deklariert wurde.

Oft verlangen die Codierungsstandards, dass Unterprogramme in alphabetischer Reihenfolge angeordnet werden, um sie leichter finden zu können. Dies kann zu Problemen führen, wie auf der Folie gezeigt: Die Prozedur `calc_rating` lässt sich nicht referenzieren, da sie noch nicht deklariert wurde.

Sie können das Problem der ungültigen Referenzierung lösen, indem Sie die Reihenfolge der zwei Prozeduren umkehren. Diese einfache Lösung funktioniert jedoch nicht, wenn die Codierungsregeln die Deklaration der Unterprogramme in alphabetischer Reihenfolge verlangen.

In diesem Fall lässt sich das Problem mit den in PL/SQL bereitgestellten Vorwärtsdeklarationen lösen. Mit Vorwärtsdeklarationen können Sie die Überschrift von Unterprogrammen deklarieren, das heißt die Unterprogrammspezifikation mit einem Semikolon als Abschluss.

Hinweis: Der Kompilierungsfehler für `calc_rating` tritt nur auf, wenn `calc_rating` eine private Packageprozedur ist. Wird `calc_rating` in der Packagespezifikation deklariert, ist die Deklaration bereits wie bei einer Vorwärtsdeklaration erfolgt, und der Compiler kann die Referenz auflösen.

Ungültige Prozedurreferenzen mithilfe von Vorwärtsdeklarationen auflösen

Im Packagebody ist eine Vorwärtsdeklaration die Spezifikation eines privaten Unterprogramms mit einem Semikolon als Abschluss.

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY forward_pkg IS
  PROCEDURE calc_rating (...) -- forward declaration
    -- Subprograms defined in alphabetical order

    PROCEDURE award_bonus (...) IS
    BEGIN
      calc_rating (...); -- reference resolved!
      . . .
    END;

    PROCEDURE calc_rating (...) IS -- implementation
    BEGIN
      . . .
    END;
END forward_pkg;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wie schon erwähnt, können Sie mit PL/SQL spezielle Deklarationen von Unterprogrammen erstellen, die als Vorwärtsdeklarationen bezeichnet werden. Vorwärtsdeklarationen sind unter Umständen für private Unterprogramme im Packagebody erforderlich. Sie umfassen eine Unterprogrammspezifikation mit einem Semikolon als Abschluss. Mit Vorwärtsdeklarationen können Sie:

- Unterprogramme in logischer oder alphabetischer Reihenfolge definieren
- gegenseitig rekursive Unterprogramme definieren. Gegenseitig rekursive Programme sind Programme, die sich (direkt oder indirekt) gegenseitig aufrufen.
- Unterprogramme in einem Packagebody gruppieren und logisch organisieren

Beim Erstellen von Vorwärtsdeklarationen:

- müssen die formalen Parameter sowohl in der Vorwärtsdeklaration als auch im Unterprogrammbody angezeigt werden
- kann der Unterprogrammbody an beliebiger Stelle nach der Vorwärtsdeklaration stehen. Beide müssen jedoch in derselben Programmeinheit enthalten sein.

Vorwärtsdeklarationen und Packages

Normalerweise werden die Unterprogrammspezifikationen in die Packagespezifikation aufgenommen und die Unterprogrammbodys in den Packagebody. Für die Deklarationen von öffentlichen Unterprogrammen in der Packagespezifikation sind keine Vorwärtsdeklarationen erforderlich.

Packages initialisieren

Der Block am Ende des Packagebodys wird nur einmal ausgeführt und dient zum Initialisieren der öffentlichen und privaten Packagevariablen.

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE taxes IS
    v_tax      NUMBER;
    ... -- declare all public procedures/functions
END taxes;
/
CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY taxes IS
    ... -- declare all private variables
    ... -- define public/private procedures/functions
BEGIN
    SELECT    rate_value INTO v_tax
    FROM      tax_rates
    WHERE     rate_name = 'TAX';
END taxes;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Packageinitialisierungsblöcke

Beim ersten Referenzieren einer Komponente in einem Package wird das gesamte Package für die Benutzersession in den Speicher geladen. Der Ausgangswert von Variablen ist standardmäßig NULL (sofern nicht explizit initialisiert). Zum Initialisieren von Packagevariablen können Sie:

- Zuweisungsvorgänge in deren Deklarationen verwenden (einfache Initialisierung)
- einen Codeblock an das Ende eines Packagebodys anfügen (komplexere Initialisierung)

Betrachten Sie den Codeblock am Ende eines Packagebodys als Packageinitialisierungsblock, der einmal ausgeführt wird, wenn das Package zum ersten Mal in der Benutzersession aufgerufen wird.

Das Beispiel auf der Folie zeigt, wie die öffentliche Variable `v_tax` beim ersten Referenzieren des Packages `taxes` mit dem Wert in der Tabelle `tax_rates` initialisiert wird.

Hinweis: Wenn Sie die Variable in der Deklaration mit einem Zuweisungsvorgang initialisieren, wird sie vom Code im Initialisierungsblock am Ende des Packagebodys überschrieben. Der Initialisierungsblock des Packagebodys schließt mit dem Schlüsselwort `END` ab.

Packagefunktionen in SQL

- Packagefunktionen werden in SQL-Anweisungen verwendet.
- Zur Ausführung einer SQL-Anweisung, die eine Stored Function aufruft, muss die Oracle-Datenbank den Reinheitsgrad der Funktion kennen.
- Der Reinheitsgrad gibt an, inwieweit die Funktion frei von Seiteneffekten ist. Dies bezieht sich wiederum auf den Lese-/Schreibzugriff auf Datenbanktabellen, Packagevariablen und so weiter.
- Das Ausschalten von Seiteneffekten ist wichtig, da sie:
 - die korrekte Parallelisierung einer Abfrage verhindern
 - von der Reihenfolge abhängige (und damit nicht verlässliche) Ergebnisse liefern
 - nicht zulässige Aktionen erfordern, beispielsweise die Verwaltung des Packagezustands über mehrere Benutzersessions hinweg

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Zur Ausführung einer SQL-Anweisung, die eine Stored Function aufruft, muss der Oracle-Server den Reinheitsgrad der Funktion kennen. Er muss also wissen, inwieweit die Funktion frei von Seiteneffekten ist. Der Begriff *Seiteneffekt* bezieht sich auf den Lese-/Schreibzugriff auf Datenbanktabellen, Packagevariablen und so weiter. Das Ausschalten von Seiteneffekten ist wichtig, da sie die korrekte Parallelisierung einer Abfrage verhindern, von der Reihenfolge abhängige (und damit nicht verlässliche) Ergebnisse liefern oder nicht zulässige Aktionen erfordern können, beispielsweise die Verwaltung des Packagezustands über mehrere Benutzersessions hinweg.

Unter Einschränkungen versteht man im Allgemeinen Änderungen an Datenbanktabellen oder an öffentlichen Packagevariablen (also Variablen, die in einer Packagespezifikation deklariert sind). Einschränkungen können die Ausführung einer Abfrage verzögern, von der Reihenfolge abhängige (und damit nicht verlässliche) Ergebnisse liefern oder erfordern, dass die Packagezustandsvariablen über mehrere Benutzersessions hinweg verwaltet werden. Verschiedene Einschränkungen sind nicht zulässig, wenn eine Funktion aus einer SQL-Abfrage oder DML-Anweisung aufgerufen wird.

Seiteneffekte von PL/SQL-Unterprogrammen ausschalten

Damit Stored Functions aus SQL-Anweisungen aufrufbar sind, müssen sie folgende Reinheitsregeln befolgen, um Seiteneffekte auszuschalten:

- Beim Aufrufen aus einer SELECT-Anweisung oder einer parallelisierten DML-Anweisung darf die Funktion keine Datenbanktabellen ändern.
- Beim Aufrufen aus einer DML-Anweisung darf die Funktion keine Datenbanktabellen abfragen oder ändern, die durch diese Anweisung geändert werden.
- Beim Aufrufen aus einer SELECT- oder DML-Anweisung darf die Funktion keine Steueranweisungen für SQL-Transaktionen, Sessions oder das System ausführen.



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Je weniger Seiteneffekte eine Funktion aufweist, desto besser lässt sie sich innerhalb einer Abfrage optimieren, insbesondere bei Verwendung der Hints PARALLEL_ENABLE oder DETERMINISTIC.

Damit Stored Functions (und alle Unterprogramme, die sie aufrufen) aus SQL-Anweisungen aufrufbar sind, müssen sie die auf der Folie aufgeführten Reinheitsregeln befolgen. Durch diese Regeln sollen Seiteneffekte ausgeschaltet werden.

Wenn eine SQL-Anweisung im Funktionsbody gegen eine Regel verstößt, erhalten Sie zur Laufzeit (beim Parsen der Anweisung) einen Fehler.

Um Code zur Kompilierungszeit auf Verstöße gegen Reinheitsregeln zu prüfen, bestätigen Sie mit dem Pragma RESTRICT_REFERENCES, dass keine Funktion Lese- oder Schreibvorgänge an Datenbanktabellen oder Packagevariablen ausführt.

Hinweise

- Auf der Folie bezieht sich DML-Anweisung auf eine INSERT-, UPDATE- oder DELETE-Anweisung.
- Informationen zur Verwendung des Pragmas RESTRICT_REFERENCES finden Sie im Dokument *Oracle Database PL/SQL Language Reference*.

Packagefunktionen in SQL – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE taxes_pkg IS
    FUNCTION tax (p_value IN NUMBER) RETURN NUMBER;
END taxes_pkg;
/
CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY taxes_pkg IS
    FUNCTION tax (p_value IN NUMBER) RETURN NUMBER IS
        v_rate NUMBER := 0.08;
    BEGIN
        RETURN (p_value * v_rate);
    END tax;
END taxes_pkg;
/
```

```
SELECT taxes_pkg.tax(salary), salary, last_name
FROM   employees;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das erste Codebeispiel auf der Folie zeigt die Erstellung von Packagespezifikation und Body, wobei die Funktion `tax` im Package `taxes_pkg` gekapselt wird. Das zweite Codebeispiel zeigt, wie Sie die Packagefunktion `tax` in der `SELECT`-Anweisung aufrufen. Die Ergebnisse sehen wie folgt aus:

TAXES_PKG.TAX(SALARY)	SALARY	LAST_NAME
1920	24000	King
1360	17000	Kochhar
1360	17000	De Haan
720	9000	Hunold
480	6000	Ernst
384	4800	Austin
384	4800	Pataballa
336	4200	Lorentz
960.64	12008	Greenberg

109 rows selected

Lektionsagenda

- Packageunterprogramme überladen, Vorwärtsdeklarationen verwenden und Initialisierungsblöcke in Packagebodys erstellen
- Persistente Zustände von Packagedaten für die Sessiondauer verwalten und assoziative Arrays (INDEX BY-Tabellen) sowie Records in Packages verwenden

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Persistente Packagezustände

Der Packagezustand wird durch die Collection der Packagevariablen und die Werte definiert. Der Packagezustand:

- wird initialisiert, wenn das Package zum ersten Mal geladen wird
- ist für die Dauer der Session persistent (Standard):
 - In der User Global Area (UGA) gespeichert
 - Eindeutig für jede Session
 - Veränderbar, wenn Packageunterprogramme aufgerufen oder öffentliche Variablen geändert werden
- ist bei Verwendung von PRAGMA SERIALLY_REUSEABLE in der Packagespezifikation nicht für die Session, jedoch für die Dauer eines Unterprogrammaufrufs persistent



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Collection der öffentlichen und privaten Packagevariablen stellt den Packagezustand in der Benutzersession dar. Der Packagezustand ergibt sich somit aus den Werten, die zu einem bestimmten Zeitpunkt in allen Packagevariablen gespeichert sind. In der Regel gilt der Packagezustand für die Dauer der Benutzersession.

Packagevariablen werden initialisiert, wenn ein Package zum ersten Mal für eine Benutzersession in den Speicher geladen wird. Die Packagevariablen sind standardmäßig für jede Session eindeutig und behalten ihre Werte bei, bis die Benutzersession beendet wird. Die Variablen werden also im User Global Area-(UGA)-Speicher abgelegt, den die Datenbank für jede Benutzersession zuweist. Der Packagezustand ändert sich, wenn ein Packageunterprogramm aufgerufen wird und seine Logik den Variablenzustand ändert. Der Zustand eines öffentlichen Packages kann mit für den Packagetyp geeigneten Vorgängen direkt geändert werden.

PRAGMA zeigt an, dass es sich bei der Anweisung um eine Compileranweisung handelt. PRAGMAS werden nicht zur Laufzeit, sondern zur Kompilierungszeit verarbeitet. Sie wirken sich nicht auf die Bedeutung eines Programms aus, sondern übermitteln lediglich Informationen an den Compiler. Wenn Sie der Packagespezifikation PRAGMA SERIALLY_REUSEABLE hinzufügen, speichert die Datenbank die Packagevariablen in der System Global Area (SGA), die von allen Benutzersessions gemeinsam verwendet wird. In diesem Fall wird der Packagezustand für die Dauer eines Unterprogrammaufrufs oder einer einzelnen Referenz auf ein Packagekonstrukt beibehalten. Die Anweisung SERIALLY_REUSEABLE ist nützlich, wenn Sie Speicher einsparen möchten und der Packagezustand nicht in jeder Benutzersession persistent sein muss.

Dieses PRAGMA eignet sich für Packages, die große, temporäre Arbeitsbereiche deklarieren, die nur einmal verwendet und während nachfolgenden Datenbankaufrufen in derselben Session nicht mehr benötigt werden.

Sie können ein Package ohne Body als seriell wiederverwendbar markieren. Wenn ein Package über eine Spezifikation und einen Body verfügt, müssen Sie beide markieren. Der Body allein lässt sich nicht markieren.

Der globale Speicher für seriell wiederverwendbare Packages wird in der System Global Area (SGA) in einen Pool gestellt und nicht in der User Global Area (UGA) einzelnen Benutzern zugewiesen. Auf diese Weise kann der Packagearbeitsbereich wiederverwendet werden. Wenn der Aufruf des Servers beendet ist, wird der Speicher an den Pool zurückgegeben. Bei jeder Wiederverwendung des Packages werden seine öffentlichen Variablen mit ihren Standardwerten oder NULL initialisiert.

Hinweis: Der Zugriff auf seriell wiederverwendbare Packages kann nicht über Datenbanktrigger oder andere PL/SQL-Unterprogramme erfolgen, die aus SQL-Anweisungen aufgerufen werden. Der Oracle-Server generiert sonst einen Fehler.

Persistente Zustände von Packagevariablen – Beispiel

Uhrzeit	Ereignisse	Zustand für Scott		Zustand für Jones	
		v_std_comm [variable]	MAX (commission_pct) [column]	v_std_comm [variable]	MAX (commission_pct) [Column]
9:00	Scott> EXECUTE <i>comm_pkg.reset_comm(0.25)</i>	0.10 0.25	0.4	-	0.4
9:30	Jones> INSERT INTO <i>employees(last_name, commission_pct)</i> VALUES('Madonna', 0.8);	0.25	0.4		0.8
9:35	Jones> EXECUTE <i>comm_pkg.reset_comm (0.5)</i>	0.25	0.4	0.10 0.5	0.8
10:00	Scott> EXECUTE <i>comm_pkg.reset_comm(0.6)</i> Err -20210 'Bad Commission'	0.25	0.4	0.5	0.8
11:00 11:01 12:00	Jones> ROLLBACK; EXIT ... EXEC comm_pkg.reset_comm(0.2)	0.25 0.25 0.25	0.4 0.4 0.4	0.5 - 0.2	0.4 0.4 0.4

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Abfolge auf der Folie basiert auf den beiden Benutzern Scott und Jones, die `comm_pkg` (wird in der Lektion "Packages erstellen" behandelt) ausführen. Darin ruft die Prozedur `reset_comm` die Funktion `validate` auf, um die neue Provision zu prüfen. Im Beispiel wird gezeigt, wie der persistente Zustand der Packagevariablen `v_std_comm` in jeder Benutzersession beibehalten wird.

Um 09:00: Scott ruft `reset_comm` mit dem neuen Provisionswert 0.25 auf, der Packagezustand für `v_std_comm` wird mit 0.10 initialisiert und dann auf 0.25 eingestellt. Dies wird validiert, weil der Wert unter dem Maximalwert der Datenbank von 0.4 liegt.

Um 09:30: Jones fügt eine neue Zeile mit dem neuen Maximalwert 0.8 für `v_commission_pct` in die Tabelle `EMPLOYEES` ein. Dies wird nicht festgeschrieben und ist daher nur für Jones sichtbar. Der Status von Scott ist nicht betroffen.

Um 09:35: Jones ruft `reset_comm` mit dem neuen Provisionswert 0.5 auf. Der Zustand für `v_std_comm` von Jones wird zuerst mit 0.10 initialisiert und dann auf den neuen Wert 0.5 eingestellt. Dieser Wert ist für seine Session mit dem Maximalwert der Datenbank 0.8 gültig.

Um 10:00: Scott ruft `reset_comm` mit dem neuen Provisionswert 0.6 auf. Dieser Wert ist größer als der Maximalwert für die Provision in der Datenbank, der für diese Session sichtbar ist, nämlich 0.4. (Jones hat den Wert 0.8 nicht festgeschrieben.)

Zwischen 11:00 und 12:00: Jones rollt die Transaktion zurück (`INSERT`-Anweisung) und beendet die Session. Jones meldet sich um 11:45 Uhr an und führt die Prozedur erfolgreich aus. Sein Zustand wird auf 0.2 eingestellt.

Persistente Zustände von Packagecursorn – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE curs_pkg IS -- Package spec
  PROCEDURE open;
  FUNCTION next(p_n NUMBER := 1) RETURN BOOLEAN;
  PROCEDURE close;
END curs_pkg;

CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY curs_pkg IS
  -- Package body
  CURSOR cur_c IS
    SELECT employee_id FROM employees;
  PROCEDURE open IS
  BEGIN
    IF NOT cur_c%ISOPEN THEN
      OPEN cur_c;
    END IF;
  END open;
  . . . -- code continued on next slide
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie werden die Spezifikation und der Body des Packages CURS_PKG gezeigt. Die Bodydeklaration wird auf der nächsten Folie fortgesetzt.

Um dieses Package zu verwenden, verarbeiten Sie die Zeilen wie folgt:

1. Um den Cursor zu öffnen, rufen Sie die Prozedur open auf.

Persistente Zustände von Packagecursorn – Beispiel

```
 . . .
FUNCTION next(p_n NUMBER := 1) RETURN BOOLEAN IS
    v_emp_id employees.employee_id%TYPE;
BEGIN
    FOR count IN 1 .. p_n LOOP
        FETCH cur_c INTO v_emp_id;
        EXIT WHEN cur_c%NOTFOUND;
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Id: ' || (v_emp_id));
    END LOOP;
    RETURN cur_c%FOUND;
END next;
PROCEDURE close IS
BEGIN
    IF cur_c%ISOPEN THEN
        CLOSE cur_c;
    END IF;
END close;
END curs_pkg;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

2. Um eine Zeile oder eine angegebene Anzahl von Zeilen abzurufen, rufen Sie die Prozedur `next` auf. Wenn Sie mehr Zeilen anfordern als vorhanden sind, verarbeitet die Prozedur den Abbruch erfolgreich.
Sie gibt `TRUE` zurück, wenn weitere Zeilen verarbeitet werden müssen. Andernfalls wird `FALSE` zurückgegeben.
3. Um den Cursor vor oder am Ende der Zeilenverarbeitung zu schließen, rufen Sie die Prozedur `close` auf.

Hinweis: Die Cursordeklaration erfolgt privat für das Package. Daher kann der Cursorzustand durch Aufrufen der auf der Folie aufgeführten Packageprozedur und -funktionen beeinflusst werden.

Package CURS_PKG ausführen

The screenshot shows two windows from Oracle SQL Developer. The top window is a 'Worksheet' tab showing the following PL/SQL code:

```
1 SET SERVEROUTPUT ON
2
3 EXECUTE curs_pkg.open
4 DECLARE
5   v_more BOOLEAN := curs_pkg.next(3);
6 BEGIN
7   IF NOT v_more THEN
8     curs_pkg.close;
9   END IF;
10 END;
```

The bottom window is a 'Script Output' tab showing the results of the execution:

```
anonymous block completed
anonymous block completed
Id: 100
Id: 101
Id: 102

anonymous block completed
anonymous block completed
Id: 103
Id: 104
Id: 105
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wie Sie bereits wissen, ist der Zustand einer Packagevariablen oder eines Cursors innerhalb einer Session transaktionsübergreifend persistent. Der Zustand persistiert jedoch nicht über verschiedene Sessions desselben Benutzers. Die Datenbanktabellen enthalten Daten, die über Sessions und Benutzer hinweg persistieren. Der Aufruf von `curs_pkg.open` öffnet den Cursor. Er bleibt geöffnet, bis die Session beendet oder der Cursor explizit geschlossen wird. Der anonyme Block führt die Funktion `next` im Bereich Declaration aus. Dabei wird die BOOLEAN-Variable `b_more` mit TRUE initialisiert, weil die Tabelle EMPLOYEES mehr als drei Zeilen umfasst. Der Block prüft das Ende der Ergebnismenge und schließt den Cursor gegebenenfalls. Wenn der Block ausgeführt wird, zeigt er die ersten drei Zeilen an:

```
Id :100
Id :101
Id :102
```

Wenn Sie erneut auf das Symbol **Run Script** klicken (oder F5 drücken), werden die nächsten drei Zeilen angezeigt:

```
Id :103
Id :104
Id :105
```

Zum Schließen des Cursors können Sie den folgenden Befehl absetzen, um den Cursor im Package zu schließen oder die Session zu beenden:

```
EXECUTE curs_pkg.close
```

Assoziative Arrays in Packages

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE emp_pkg IS
    TYPE emp_table_type IS TABLE OF employees%ROWTYPE
        INDEX BY BINARY_INTEGER;
    PROCEDURE get_employees(p_emps OUT emp_table_type);
END emp_pkg;
```

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE BODY emp_pkg IS
    PROCEDURE get_employees(p_emps OUT emp_table_type) IS
        v_i BINARY_INTEGER := 0;
    BEGIN
        FOR emp_record IN (SELECT * FROM employees)
        LOOP
            p_emps(v_i) := emp_record;
            v_i:= v_i + 1;
        END LOOP;
    END get_employees;
END emp_pkg;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Assoziative Arrays wurden früher INDEX BY-Tabellen genannt.

Das Package `emp_pkg` enthält die Prozedur `get_employees`. Sie liest Zeilen aus der Tabelle `EMPLOYEES` und gibt die Zeilen mit dem Parameter `OUT` zurück. Hierbei handelt es sich um ein assoziatives Array (PL/SQL-Record-Tabelle). Dabei gilt:

- `employee_table_type` wird als öffentlicher Typ deklariert.
- `employee_table_type` wird als formaler Ausgabeparameter in der Prozedur verwendet, und die Variable `employees` wird im aufrufenden Block (siehe unten) verwendet.

Sie können die Prozedur `get_employees` in SQL Developer in einem anonymen PL/SQL-Block aufrufen, indem Sie die Variable `v_employees` verwenden (siehe folgendes Beispiel und folgende Ausgabe):

```
SET SERVEROUTPUT ON
DECLARE
    v_employees emp_pkg.emp_table_type;
BEGIN
    emp_pkg.get_employees(v_employees);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Emp 5: ' || v_employees(4).last_name);
END;
anonymous block completed
Emp 5: De Haan
```

Quiz

Die Überladung von Unterprogrammen in PL/SQL:

- a. ermöglicht das Erstellen mehrerer Unterprogramme mit identischem Namen
- b. erfordert eine unterschiedliche Anzahl, Reihenfolge oder Datentypfamilie der formalen Parameter des Unterprogramms
- c. ermöglicht das Erstellen flexibler Methoden zum Aufrufen von Unterprogrammen mit unterschiedlichen Daten
- d. bietet eine Möglichkeit zum Erweitern der Funktionalität, ohne vorhandenen Code zu verlieren, indem vorhandenen Unterprogrammen neue Parameter hinzugefügt werden



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Richtige Antworten: a, b, c, d

Mit dem Überladungsfeature von PL/SQL können Sie zwei oder mehr Packageunterprogramme mit identischem Namen entwickeln. Die Überladung ist sinnvoll, wenn ein Unterprogramm ähnliche Parametergruppen mit unterschiedlichen Datentypen annehmen soll. Beispiel: Die Funktion `TO_CHAR` lässt sich auf mehrere Arten aufrufen. So können Sie eine Zahl oder ein Datum in eine Zeichenfolge konvertieren.

PL/SQL ermöglicht es Ihnen, Namen von Packageunterprogrammen und Methoden für Objekttypen zu überladen.

Grundsätzlich gilt, dass verschiedene Unterprogramme denselben Namen aufweisen können, solange sich ihre formalen Parameter durch die *Anzahl*, *Reihenfolge* oder *Datentypfamilie* unterscheiden.

Das Überladen empfiehlt sich in folgenden Situationen:

- Zwei oder mehr Unterprogramme weisen ähnliche Verarbeitungsregeln auf, unterscheiden sich jedoch durch den Typ oder die Anzahl der verwendeten Parameter.
- Es sollen alternative Verfahren für die Suche nach verschiedenen Daten mit unterschiedlichen Suchkriterien bereitgestellt werden. Beispiel: Sie möchten Mitarbeiter nach ihrer Personalnummer suchen, aber auch die Suche anhand des Nachnamens ermöglichen. Die eigentliche Logik ist identisch, die Parameter oder Suchkriterien unterscheiden sich jedoch.
- Die Funktionalität soll erweitert werden, ohne vorhandenen Code ersetzen zu müssen.

Zusammenfassung

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Packageprozeduren und -funktionen überladen
- Vorwärtsdeklarationen verwenden
- Initialisierungsblöcke in einem Packagebody erstellen
- Persistente Zustände von Packagedaten für die Sessiondauer verwalten
- Assoziative Arrays (INDEX BY-Tabellen) und Records in Packages verwenden



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Bei der Überladung handelt es sich um ein Feature, mit dem Sie unterschiedliche Unterprogramme mit identischem Namen definieren können. Es ist sinnvoll, zwei Unterprogrammen den gleichen Namen zu geben, wenn ihre Verarbeitung identisch ist, die ihnen übergebenen Parameter jedoch variieren.

In PL/SQL ist eine spezielle Deklaration von Unterprogrammen zulässig, die als Vorwärtsdeklaration bezeichnet wird. Mit Vorwärtsdeklarationen können Sie Unterprogramme in logischer oder alphabetischer Reihenfolge definieren, gegenseitig rekursive Unterprogramme definieren und Unterprogramme in einem Package gruppieren.

Ein Packageinitialisierungsblock wird nur ausgeführt, wenn das Package zum ersten Mal in der anderen Benutzersession aufgerufen wird. Dieses Feature gibt Ihnen die Möglichkeit, Variablen nur ein einziges Mal pro Session zu initialisieren.

Sie können den Zustand einer Packagevariablen oder eines Cursors überwachen, der für die Dauer der Benutzersession persistiert, und zwar von der ersten Referenzierung der Variablen oder des Cursors bis zur Beendigung der Session.

Mit PL/SQL Wrapper können Sie zum Schutz Ihres geistigen Eigentums den in der Datenbank gespeicherten Quellcode verdecken.

Übungen zu Lektion 5 – Übersicht: Mit Packages arbeiten

Diese Übung behandelt folgende Themen:

- Überladene Unterprogramme verwenden
- Packageinitialisierungsblock erstellen
- Vorwärtsdeklaration verwenden



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Übung fügen Sie überladene Unterprogramme in ein vorhandenes Package ein und verwenden Vorwärtsdeklarationen. Außerdem erstellen Sie in einem Packagebody einen Packageinitialisierungsblock zum Füllen einer PL/SQL-Tabelle.



Von Oracle bereitgestellte Packages zur Anwendungsentwicklung

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ziele

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Funktionsweise des Packages `DBMS_OUTPUT` beschreiben
- Ausgabe mit `UTL_FILE` in Betriebssystemdateien leiten
- Hauptfeatures von `UTL_MAIL` beschreiben



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion wird beschrieben, wie Sie einige der von Oracle bereitgestellten Packages und ihre Funktionsmöglichkeiten nutzen.

Lektionsagenda

- Vorteile der von Oracle bereitgestellten Packages bestimmen und einige Packages auflisten
- Folgende von Oracle bereitgestellte Packages verwenden:
 - DBMS_OUTPUT
 - UTL_FILE
 - UTL_MAIL

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Von Oracle bereitgestellte Packages

- Die von Oracle bereitgestellten Packages:
 - befinden sich im Lieferumfang des Oracle-Servers
 - erweitern die Funktionalität der Datenbank
 - ermöglichen den Zugriff auf bestimmte SQL-Features, die normalerweise auf PL/SQL beschränkt sind
- Beispiel: Das Package `DBMS_OUTPUT` war ursprünglich zum Debuggen von PL/SQL-Programmen vorgesehen.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit den vom Oracle-Server bereitgestellten Packages können Sie wahlweise:

- über PL/SQL auf bestimmte SQL-Features zugreifen
- die Funktionalität der Datenbank erweitern

Sie können die Funktionalität dieser Packages nutzen, um Anwendungen zu erstellen, oder die Packages einfach als Anregung für eigene Stored Procedures verwenden.

Die meisten Standardpackages werden durch Ausführen von `catproc.sql` erstellt. Sie werden im Verlauf dieses Kurses vor allem das Package `DBMS_OUTPUT` kennenlernen. Wenn Sie den Kurs *Oracle Database: PL/SQL Fundamentals* absolviert haben, sollten Sie mit dem Package schon vertraut sein.

Von Oracle bereitgestellte Packages – Beispiele

Auszug aus der Liste der von Oracle bereitgestellten Packages:

- DBMS_OUTPUT
- UTL_FILE
- UTL_MAIL
- DBMS_ALERT
- DBMS_LOCK
- DBMS_SESSION
- DBMS_APPLICATION_INFO
- HTP
- DBMS_SCHEDULER

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit jedem neuen Release wächst die Anzahl der mit einer Oracle-Datenbank bereitgestellten PL/SQL-Packages. In dieser Lektion werden die ersten drei Packages auf der Folie behandelt. Weitere Informationen finden Sie im Dokument *Oracle Database PL/SQL Packages and Types Reference*. Im Folgenden finden Sie eine Kurzbeschreibung der anderen auf der Folie aufgeführten Packages:

- Mit DBMS_OUTPUT können Sie Textdaten debuggen und in den Puffer schreiben.
- Mit UTL_FILE können Sie Textdateien des Betriebssystems lesen und schreiben.
- UTL_MAIL unterstützt das Verfassen und Senden von E-Mail-Nachrichten.
- DBMS_ALERT unterstützt asynchrone Benachrichtigungen zu Datenbankereignissen. Nachrichten oder Alerts werden bei einem COMMIT-Befehl gesendet.
- Mit DBMS_LOCK können Sie Sperren über die Oracle Lock Management-Services anfordern, konvertieren und freigeben.
- DBMS_SESSION ermöglicht die programmgesteuerte Verwendung der SQL-Anweisung ALTER SESSION und anderer Befehle auf Sessionebene.
- DBMS_APPLICATION_INFO kann mit Oracle Trace und der SQL-Tracefunktion verwendet werden. Es dient der Aufzeichnung von Namen ausgeführter Module oder Transaktionen in der Datenbank, anhand derer die Performance verschiedener Module verfolgt und Debugging ausgeführt werden kann.

- Mit dem Package `HTP` können Sie Daten mit HTML-Tags in Datenbankpuffer schreiben.
- Mit `DBMS_SCHEDULER` können Sie die Ausführung von PL/SQL-Blöcken, Stored Procedures, externen Prozeduren und ausführbaren Programmen oder Routinen planen und automatisieren (wird in Anhang I behandelt).

Lektionsagenda

- Vorteile der von Oracle bereitgestellten Packages bestimmen und einige Packages auflisten
- Folgende von Oracle bereitgestellte Packages verwenden:
 - DBMS_OUTPUT
 - UTL_FILE
 - UTL_MAIL

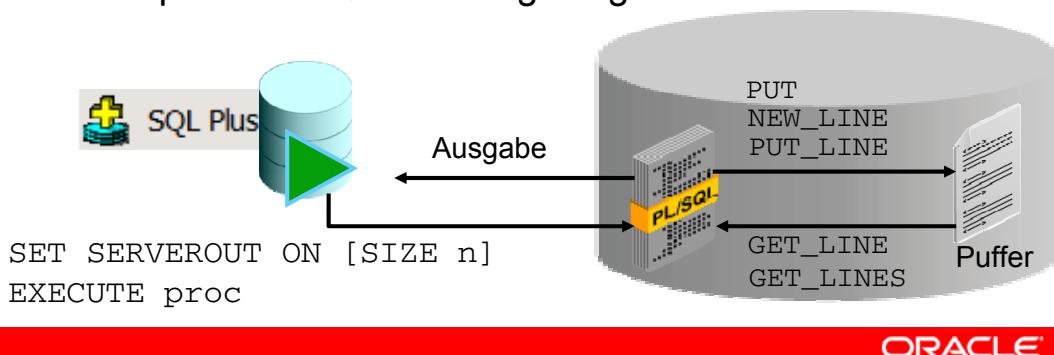
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Package DBMS_OUTPUT – Funktionsweise

Mit dem Package DBMS_OUTPUT können Sie Nachrichten aus Stored Subprograms und Triggern senden.

- Mit PUT und PUT_LINE wird Text in den Puffer geschrieben.
- Mit GET_LINE und GET_LINES wird der Puffer gelesen.
- Nachrichten werden erst gesendet, wenn das sendende Unterprogramm oder der sendende Trigger abgeschlossen ist.
- Mit SET SERVEROUTPUT ON werden Nachrichten in SQL Developer und SQL*Plus angezeigt.



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Package DBMS_OUTPUT sendet Textnachrichten von einem PL/SQL-Block in einen Puffer der Datenbank. Das Package stellt unter anderem folgende Prozeduren bereit:

- PUT hängt Text aus der Prozedur an die aktuelle Zeile des Zeilenausgabepuffers an.
- NEW_LINE setzt im Ausgabepuffer eine Zeilenendmarkierung.
- PUT_LINE schneidet mit einer Kombination aus den Aktionen PUT und NEW_LINE führende Leerzeichen ab.
- GET_LINE ruft die aktuelle Zeile aus dem Puffer in eine Prozedurvariable ab.
- GET_LINES ruft ein Zeilenarray in eine Arrayvariable einer Prozedur ab.
- ENABLE/DISABLE aktiviert und deaktiviert Aufrufe von DBMS_OUTPUT-Prozeduren.

Die Puffergröße können Sie wie folgt einstellen:

- Mit der Option SIZE n, die an den Befehl SET SERVEROUTPUT ON angehängt wird, wobei n für die Anzahl der Zeichen steht. Die minimale Größe liegt bei 2.000, die maximale Größe ist unbegrenzt. Der Standardwert lautet 20.000.
- Mit einem Ganzzahlparameter zwischen 2.000 und 1.000.000 in der Prozedur ENABLE

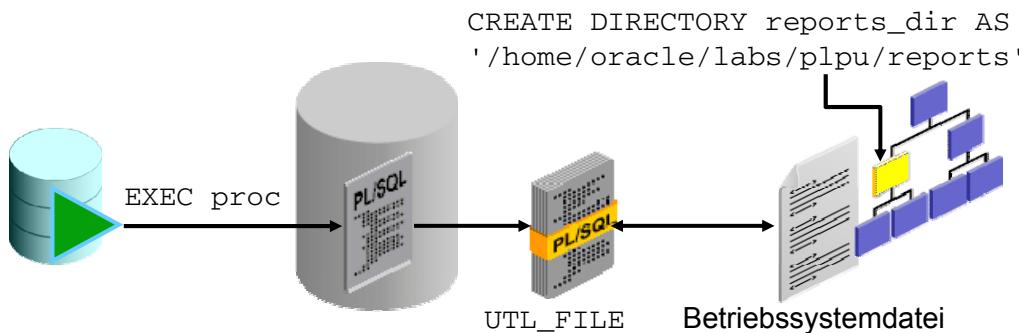
Zum Debuggen können Sie die Ergebnisse in das Fenster ausgeben. Der Codeausführungspfad für eine Funktion oder Prozedur lässt sich verfolgen. Sie können Nachrichten zwischen Unterprogrammen und Triggern senden.

Hinweis: Es gibt keine Möglichkeit, die Ausgabe während der Ausführung einer Prozedur wegzuschreiben.

Mit dem Package UTL_FILE mit Betriebssystemdateien interagieren

Das Package UTL_FILE erweitert PL/SQL-Programme, sodass sie Textdateien des Betriebssystems lesen und schreiben können:

- Bietet eine eingeschränkte Version von I/O in Streamdateien des Betriebssystems für Textdateien
- Kann auf Verzeichnisse des Betriebssystems zugreifen, die mit einer CREATE DIRECTORY-Anweisung definiert wurden



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit dem von Oracle bereitgestellten Package UTL_FILE greifen Sie im Betriebssystem des Datenbankservers auf Textdateien zu. Die Datenbank bietet wie folgt Lese- und Schreibzugriff auf bestimmte Verzeichnisse des Betriebssystems:

- Mit einer CREATE DIRECTORY-Anweisung, die einem Betriebssystemverzeichnis einen Alias zuordnet. Dem Alias des Datenbankverzeichnisses können die Berechtigungen READ und WRITE erteilt werden, um die Art des Zugriffs auf die Dateien des Betriebssystems zu steuern. Beispiel:

```
CREATE DIRECTORY my_dir AS '/temp/my_files';
GRANT READ, WRITE ON DIRECTORY my_dir TO public;
```

- Mit den Pfadangaben im Datenbank-Initialisierungsparameter utl_file_dir

Zur Verifizierung des Verzeichniszugriffs wird das Feature CREATE DIRECTORY statt UTL_FILE_DIR empfohlen. Directory-Objekte bieten dem Anwendungsadministrator von UTL_FILE mehr Flexibilität und granulare Kontrolle, können dynamisch verwaltet werden (ohne dass die Datenbank heruntergefahren werden muss) und sind mit anderen Oracle-Tools konsistent. Die Berechtigung CREATE DIRECTORY wird nur SYS und SYSTEM standardmäßig erteilt.

Die von diesen Verfahren angegebenen Betriebssystemverzeichnisse müssen sich auf denselben Server befinden wie die Datenbank-Serverprozesse. In Bezug auf die Pfadnamen (Verzeichnisnamen) ist bei einigen Betriebssystemen die Groß-/Kleinschreibung zu beachten.

Einige Prozeduren und Funktionen von UTL_FILE

Unterprogramm	Beschreibung
Funktion ISOPEN	Ermittelt, ob ein Datei-Handle eine geöffnete Datei referenziert
Funktion FOPEN	Öffnet Dateien für die Ein- oder Ausgabe
Funktion FCLOSE	Schließt alle geöffneten Datei-Handles
Prozedur FCOPY	Kopiert einen zusammenhängenden Teil einer Datei in eine neu erstellte Datei
Prozedur FGETATTR	Liest die Attribute einer Datenträgerdatei und gibt sie zurück
Prozedur GET_LINE	Liest Text aus einer geöffneten Datei
Prozedur FREMOVE	Löscht Datenträgerdateien, wenn Sie über entsprechende Berechtigungen verfügen
Prozedur FRENAMEN	Benennt vorhandene Dateien um
Prozedur PUT	Schreibt eine Zeichenfolge in eine Datei
Prozedur PUT_LINE	Schreibt eine Zeile in eine Datei und hängt so ein betriebssystemspezifisches Zeilenabschlusszeichen an

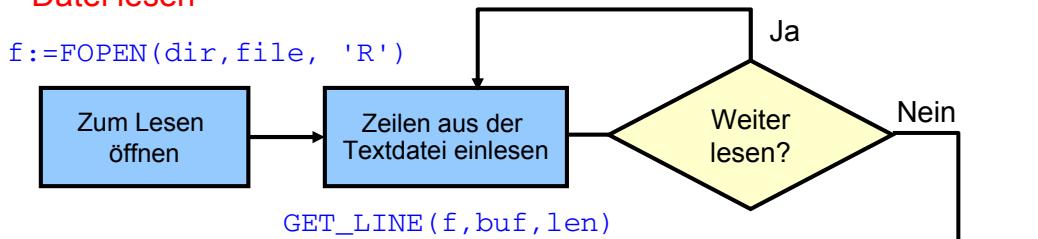
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

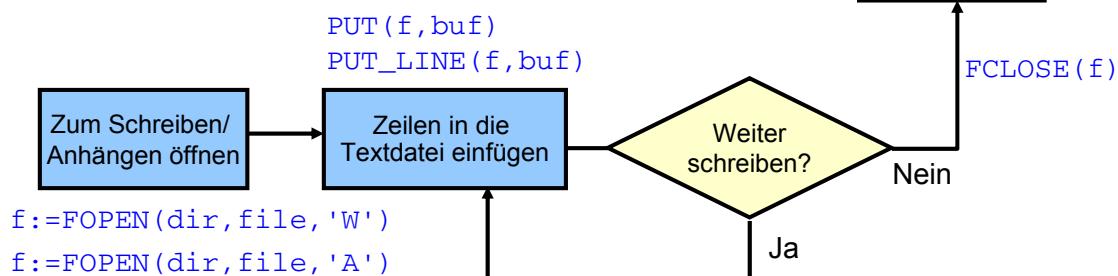
In der Tabelle auf der Folie sind einige der Unterprogramme des Packages UTL_FILE aufgeführt. Eine vollständige Liste der Unterprogramme des Packages finden Sie im Dokument *Oracle Database PL/SQL Packages and Types Reference*.

Dateien mit dem Package UTL_FILE bearbeiten – Übersicht

Datei lesen



In Datei schreiben oder Text anhängen



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mithilfe der Funktion `FOPEN` des Packages `UTL_FILE` können Sie Dateien öffnen und dann Bearbeitungsschritte wie Lesen, Schreiben oder Anhängen ausführen. Nach Abschluss der Bearbeitung schließen Sie sie die Datei mit der Prozedur `FCLOSE`. Nachstehend sind die Unterprogramme aufgeführt:

- Die Funktion `FOPEN` öffnet eine Datei in einem angegebenen Verzeichnis für I/O und gibt ein Datei-Handle zurück, das in nachfolgenden I/O-Vorgängen verwendet wird.
- Die Funktion `IS_OPEN` gibt einen booleschen Wert zurück, sobald ein Datei-Handle eine geöffnete Datei referenziert. Mit `IS_OPEN` können Sie prüfen, ob die Datei, die Sie öffnen möchten, bereits geöffnet ist.
- Die Prozedur `GET_LINE` liest eine Textzeile aus der Datei in einen Ausgabepufferparameter ein. (Die maximale Größe eines Eingabe-Records beträgt 1.023 Byte. Sie können in der überladenen Version von `FOPEN` jedoch einen höheren Wert angeben.)
- Die Prozeduren `PUT` und `PUT_LINE` schreiben Text in die geöffnete Datei.
- Die Prozedur `PUTF` stellt mit zwei Formatspezifikationen eine formatierte Ausgabe bereit: `%s` zum Ersetzen eines Wertes in der Ausgabezeichenfolge, `\n` für ein Zeilenvorschubzeichen.
- Die Prozedur `NEW_LINE` schließt eine Zeile in einer Ausgabedatei ab.
- Die Prozedur `FFLUSH` schreibt alle im Speicher gepufferten Daten in eine Datei.
- Die Prozedur `FCLOSE` schließt eine geöffnete Datei.
- Die Prozedur `FCLOSE_ALL` schließt alle für die Session geöffneten Datei-Handles.

Verfügbare deklarierte Exceptions im Package UTL_FILE

Exception	Beschreibung
INVALID_PATH	Ungültiger Dateispeicherort
INVALID_MODE	Der Parameter <code>open_mode</code> in <code>FOPEN</code> ist ungültig.
INVALID_FILEHANDLE	Ungültiges Datei-Handle
INVALID_OPERATION	Datei konnte nicht geöffnet oder wie gewünscht bearbeitet werden.
READ_ERROR	Beim Lesevorgang ist ein Betriebssystemfehler aufgetreten.
WRITE_ERROR	Beim Schreibvorgang ist ein Betriebssystemfehler aufgetreten.
INTERNAL_ERROR	Nicht angegebener PL/SQL-Fehler

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Package UTL_FILE sind 15 Exceptions deklariert, die Fehlerbedingungen bei der Bearbeitung von Betriebssystemdateien anzeigen. Bei der Arbeit mit Unterprogrammen von UTL_FILE müssen Sie unter Umständen eine dieser Exceptions behandeln.

Ein Auszug der Exceptions ist auf der Folie zu sehen. Weitere Informationen zu den verbleibenden Exceptions finden Sie im Dokument *Oracle Database PL/SQL Packages and Types Reference*.

Hinweis: Exceptions muss immer der Packagename vorangestellt werden. UTL_FILE-Prozeduren können auch vordefinierte PL/SQL-Exceptions wie NO_DATA_FOUND oder VALUE_ERROR auslösen.

Die Exception NO_DATA_FOUND wird ausgelöst, wenn Sie mit UTL_FILE.GET_LINE oder UTL_FILE.GET_LINES über das Ende einer Datei hinaus lesen.

Funktionen FOPEN und IS_OPEN – Beispiel

- Die Funktion FOPEN öffnet eine Datei für die Ein- oder Ausgabe.

```
FUNCTION FOPEN (p_location  IN VARCHAR2,  
                p_filename   IN VARCHAR2,  
                p_open_mode  IN VARCHAR2)  
RETURN UTL_FILE.FILE_TYPE;
```

- Die Funktion IS_OPEN bestimmt, ob ein Datei-Handle eine geöffnete Datei referenziert.

```
FUNCTION IS_OPEN (p_file IN FILE_TYPE)  
RETURN BOOLEAN;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Parameter umfassen:

- Parameter `p_location`: Gibt einen mit der Anweisung `CREATE DIRECTORY` definierten Verzeichnisalias oder einen mit dem Datenbankparameter `utl_file_dir` angegebenen betriebssystemspezifischen Pfad an
- Parameter `p_filename`: Gibt den Namen der Datei mit Erweiterung ohne Pfadinformationen an
- Zeichenfolge `open_mode`: Gibt an, wie die Datei geöffnet werden soll. Verfügbare Werte:
 - 'R' zum Lesen von Text (`GET_LINE` verwenden)
 - 'W' zum Schreiben von Text (`PUT`, `PUT_LINE`, `NEW_LINE`, `PUTF`, `FFLUSH`)
 - 'A' zum Anhängen von Text (`PUT`, `PUT_LINE`, `NEW_LINE`, `PUTF`, `FFLUSH`)

Der Rückgabewert von `FOPEN` ist ein Datei-Handle vom Typ `UTL_FILE.FILE_TYPE`. Das Handle muss bei nachfolgenden Aufrufen von Routinen verwendet werden, die auf die geöffnete Datei zugreifen.

Der Funktionsparameter `IS_OPEN` ist das Datei-Handle. Die Funktion `IS_OPEN` testet ein Datei-Handle, um festzustellen, ob es eine geöffnete Datei identifiziert. Wenn die Datei geöffnet wurde, gibt die Funktion den booleschen Wert `TRUE` zurück. Andernfalls gibt sie den Wert `FALSE` zurück, was bedeutet, dass die Datei nicht geöffnet wurde. Das Beispiel auf der Folie zeigt die Kombination der beiden Unterprogramme. Eine vollständige Beschreibung der Syntax finden Sie im Dokument *Oracle Database PL/SQL Packages and Types Reference*.

Stellen Sie sicher, dass sich die externe Datei und die Datenbank auf demselben Rechner befinden.

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE read_file(p_dir VARCHAR2, p_filename
                                     VARCHAR2) IS
    f_file UTL_FILE.FILE_TYPE;
    buffer VARCHAR2(200);
    lines  PLS_INTEGER := 0;
BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(' Start ');
    IF NOT UTL_FILE.IS_OPEN(f_file) THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(' Open ');
        f_file := UTL_FILE.FOPEN (p_dir, p_filename, 'R');
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(' Opened ');
        BEGIN
            LOOP
                UTL_FILE.GET_LINE(f_file, buffer);
                lines := lines + 1;
                DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(TO_CHAR(lines, '099') || ' ' || buffer);
            END LOOP;
        EXCEPTION
            WHEN NO_DATA_FOUND THEN
                DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(' ** End of File **');
        END;
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(lines||' lines read from file');
        UTL_FILE.FCLOSE(f_file);
    END IF;
END read_file;
/
SHOW ERRORS
SET SERVEROUTPUT ON
EXECUTE read_file('REPORTS_DIR', 'instructor.txt')
```

Nachfolgend sehen Sie einen Auszug der vom obigen Code erzeugten Ausgabe:

```
PROCEDURE READ_FILE compiled
No Errors.
anonymous block completed
Start
Open
Opened
001 SALARY REPORT: GENERATED ON
002                               08-MAR-01
003
004 DEPARTMENT: 10
005   EMPLOYEE: Whalen earns: 4400
006 DEPARTMENT: 20
007   EMPLOYEE: Hartstein earns: 13000
008   EMPLOYEE: Fay earns: 6000
009 DEPARTMENT: 30
```

```
120 DEPARTMENT: 110
121   EMPLOYEE: Higgins earns: 12000
122   EMPLOYEE: Gietz earns: 8300
123   EMPLOYEE: Grant earns: 7000
124 *** END OF REPORT ***
** End of File **
124 lines read from file
```

UTL_FILE – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE sal_status(
    p_dir IN VARCHAR2, p_filename IN VARCHAR2) IS
    f_file UTL_FILE.FILE_TYPE;
    CURSOR cur_emp IS
        SELECT last_name, salary, department_id
        FROM employees ORDER BY department_id;
        v_newdeptno employees.department_id%TYPE;
        v_olddeptno employees.department_id%TYPE := 0;
    BEGIN
        f_file:= UTL_FILE.FOPEN (p_dir, p_filename, 'W');
        UTL_FILE.PUT_LINE(f_file,
            'REPORT: GENERATED ON ' || SYSDATE);
        UTL_FILE.NEW_LINE (f_file);
        . .
    END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie erstellt die Prozedur `sal_status` einen Bericht über die Mitarbeiter der einzelnen Abteilungen und ihre Gehälter. Die Daten werden mithilfe des Packages `UTL_FILE` in eine Textdatei geschrieben. Im Codebeispiel wird die Variable `file` als `UTL_FILE.FILE_TYPE` deklariert. Dieser Packagetyp ist ein Record mit einem Feld namens `ID` mit dem Datentyp `BINARY_INTEGER`. Beispiel:

```
TYPE file_type IS RECORD (id BINARY_INTEGER);
```

Das Feld des Records `FILE_TYPE` ist innerhalb des Packages `UTL_FILE` privat und darf nicht referenziert oder geändert werden. Die Prozedur `sal_status` nimmt zwei Parameter an:

- `p_dir` für den Namen des Verzeichnisses, in das die Textdatei geschrieben werden soll
- `p_filename` zur Angabe des Dateinamens

Nachdem Sie sich vergewissert haben, dass sich die externe Datei und die Datenbank auf demselben Rechner befinden, können Sie die Prozedur beispielsweise wie folgt aufrufen:

```
EXECUTE sal_status('REPORTS_DIR', 'salreport2.txt')
```

Hinweis: Der Verzeichnispfad (`REPORTS_DIR`) muss in Großbuchstaben eingegeben werden, wenn es sich um einen mit der Anweisung `CREATE DIRECTORY` erstellten Verzeichnisalias handelt. Beim Lesen von Dateien in einer Schleife muss die Schleife beendet werden, wenn sie die Exception `NO_DATA_FOUND` erkennt. Die Ausgabe von `UTL_FILE` wird synchron gesendet. Eine `DBMS_OUTPUT`-Prozedur generiert die Ausgabe erst nach Abschluss der Prozedur.

UTL_FILE – Beispiel

```
 . . .
FOR emp_rec IN cur_emp LOOP
    IF emp_rec.department_id <> v_olddeptno THEN
        UTL_FILE.PUT_LINE (f_file,
            'DEPARTMENT: ' || emp_rec.department_id);
        UTL_FILE.NEW_LINE (f_file);
    END IF;
    UTL_FILE.PUT_LINE (f_file,
        'EMPLOYEE: ' || emp_rec.last_name ||
        ' earns: ' || emp_rec.salary);
    v_olddeptno := emp_rec.department_id;
    UTL_FILE.NEW_LINE (f_file);
END LOOP;
UTL_FILE.PUT_LINE(f_file,'*** END OF REPORT ***');
UTL_FILE.FCLOSE (f_file);
EXCEPTION
    WHEN UTL_FILE.INVALID_FILEHANDLE THEN
        RAISE_APPLICATION_ERROR(-20001,'Invalid File.');
    WHEN UTL_FILE.WRITE_ERROR THEN
        RAISE_APPLICATION_ERROR (-20002, 'Unable to write to file');
END sal_status;/
```

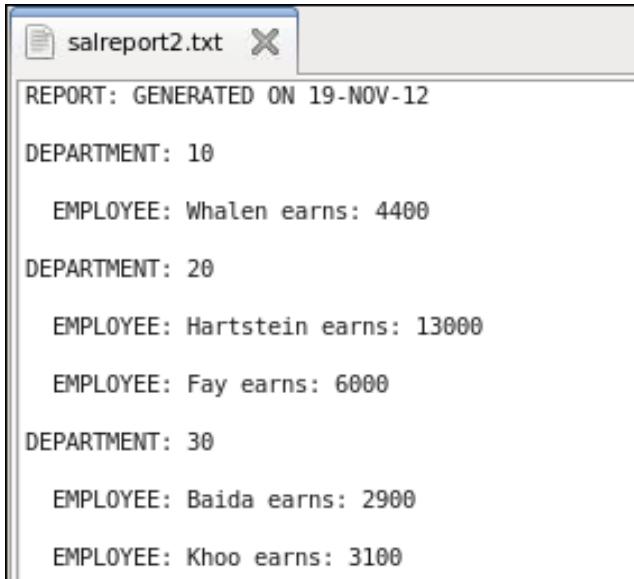
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Führen Sie die Prozedur `sal_status` aus:

```
EXECUTE sal_status('REPORTS_DIR', 'salreport2.txt')
```

Nachfolgend sehen Sie ein Beispiel für die Ausgabedatei `salreport2.txt`:



The screenshot shows a Windows Notepad window with the title 'salreport2.txt'. The content of the window is a text report generated on November 19, 2012. It lists employees by department and their salaries. The text is as follows:

```
REPORT: GENERATED ON 19-NOV-12

DEPARTMENT: 10

EMPLOYEE: Whalen earns: 4400

DEPARTMENT: 20

EMPLOYEE: Hartstein earns: 13000

EMPLOYEE: Fay earns: 6000

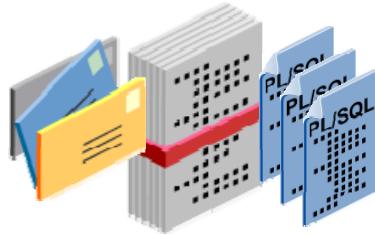
DEPARTMENT: 30

EMPLOYEE: Baida earns: 2900

EMPLOYEE: Khoo earns: 3100
```

Package UTL_MAIL

- Utility zur E-Mail-Verwaltung
- Erfordert die Einstellung des Datenbank-Initialisierungsparameters SMTP_OUT_SERVER
- Stellt die folgenden Prozeduren bereit:
 - SEND für Nachrichten ohne Anhänge
 - SEND_ATTACH_RAW für Nachrichten mit binären Anhängen
 - SEND_ATTACH_VARCHAR2 für Nachrichten mit Textanhängen



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Package UTL_MAIL ist ein Utility zur E-Mail-Verwaltung mit gängigen E-Mail-Features wie Anhängen, Cc, Bcc und Lesebestätigung.

Das Package UTL_MAIL wird aufgrund der erforderlichen Konfiguration von SMTP_OUT_SERVER und des damit einhergehenden Sicherheitsrisikos nicht standardmäßig installiert. Bei der Installation von UTL_MAIL sollten Sie Vorkehrungen treffen, um übermäßige Datenübertragungen über den mit SMTP_OUT_SERVER definierten Port zu verhindern. Um UTL_MAIL zu installieren, melden Sie sich in SQL*Plus als DBA-Benutzer an und führen folgende Skripte aus:

```
@$ORACLE_HOME/rdbms/admin/utlmail.sql  
@$ORACLE_HOME/rdbms/admin/prvtmail.plb
```

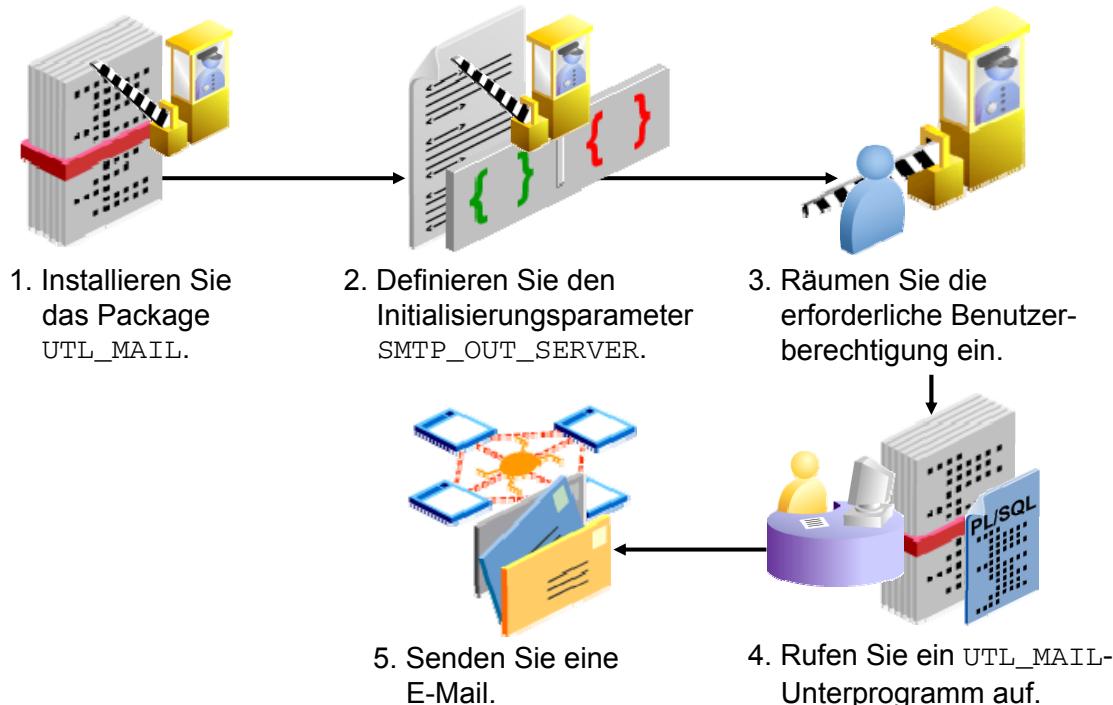
Definieren Sie den Parameter SMTP_OUT_SERVER in der Datenbank-Initialisierungsdatei init.ora:

```
SMTP_OUT_SERVER=mystmpserver.mydomain.com
```

Der Parameter `SMTP_OUT_SERVER` gibt den SMTP-Host und den Port an, an den `UTL_MAIL` ausgehende E-Mails leitet. Sie können mehrere Server angeben (durch Kommas getrennt). Ist der erste Server in der Liste nicht verfügbar, versucht `UTL_MAIL` den zweiten Server und so weiter. Bei fehlender Definition von `SMTP_OUT_SERVER` wird eine aus `DB_DOMAIN` abgeleitete Standardeinstellung aufgerufen. Dies ist ein Datenbank-Initialisierungsparameter, der die logische Position der Datenbank innerhalb der Netzwerkstruktur angibt. Beispiel:

```
db_domain=mydomain.com
```

UTL_MAIL einrichten und verwenden – Übersicht



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In Oracle Database 11g ist das Package `UTL_MAIL` nun ein Package mit Rechten des ausführenden Benutzers, und der ausführende Benutzer benötigt die Berechtigung `CONNECT`. Diese wird in der Zugriffskontrollliste erteilt, die dem Remote-Netzwerkhost zugewiesen ist, mit dem der ausführende Benutzer eine Verbindung herstellen möchte. Der Sicherheitsadministrator führt diese Aufgabe durch.

Hinweise

- Informationen dazu, wie ein Benutzer mit `SYSDBA`-Berechtigungen einem anderen Benutzer die erforderlichen fein granulierten Berechtigungen zur Verwendung dieses Packages erteilt, finden Sie unter dem Thema "Managing Fine-Grained Access to External Network Services" im *Oracle Database Security Guide* und in dem von einem Dozenten gehaltenen Kurs *Oracle Database Advanced PL/SQL*.
- Aufgrund von Firewalleinschränkungen können die `UTL_MAIL`-Beispiele in dieser Lektion nicht demonstriert werden. Daher wird das Package `UTL_MAIL` in den Übungen nicht verwendet.

UTL_MAIL-Unterprogramme – Zusammenfassung

Unterprogramm	Beschreibung
Prozedur SEND	E-Mail-Nachricht verpacken, SMTP-Informationen suchen und Nachricht dem SMTP-Server zur Weiterleitung an die Empfänger zustellen
Prozedur SEND_ATTACH_RAW	Stellt die überladene SEND-Prozedur für RAW-Anhänge dar
Prozedur SEND_ATTACH_VARCHAR2	Stellt die überladene SEND-Prozedur für VARCHAR2-Anhänge dar

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

UTL_MAIL installieren und verwenden

- Als SYSDBA mithilfe von SQL Developer oder SQL*Plus:
 - Package UTL_MAIL installieren

```
@?/rdbms/admin/utlmail.sql  
@?/rdbms/admin/prvtmail.plb
```

- SMTP_OUT_SERVER einstellen

```
ALTER SYSTEM SET SMTP_OUT_SERVER='smtp.server.com'  
SCOPE=SPFILE
```

- Als Entwickler durch Aufruf einer UTL_MAIL-Prozedur:

```
BEGIN  
    UTL_MAIL.SEND('otn@oracle.com', 'user@oracle.com',  
                  message => 'For latest downloads visit OTN',  
                  subject => 'OTN Newsletter');  
END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Auf der Folie wird gezeigt, wie Sie den Parameter `SMTP_OUT_SERVER` auf den Namen des SMTP-Hosts in Ihrem Netzwerk konfigurieren und das (standardmäßig nicht installierte) Package `UTL_MAIL` installieren. Nach Änderung des Parameters `SMTP_OUT_SERVER` muss die Datenbankinstanz neu gestartet werden. Diese Aufgaben werden von einem Benutzer mit `SYSDBA`-Berechtigungen durchgeführt.

Das letzte Beispiel auf der Folie zeigt das einfachste Verfahren zum Senden einer Textnachricht über die Prozedur `UTL_MAIL.SEND` mit mindestens einem Betreff und einer Nachricht. Die zwei ersten obligatorischen Parameter sind:

- die E-Mail-Adresse des Absenders (`sender`), hier `otn@oracle.com`
- die E-Mail-Adresse der Empfänger (`recipients`), hier `user@oracle.com`. Der Wert kann eine durch Kommas getrennte Liste mit Adressen sein.

Die Prozedur `UTL_MAIL.SEND` stellt verschiedene andere Parameter wie `cc`, `bcc` und `priority` mit Standardwerten bereit, sofern nichts anderes angegeben wird. Im Beispiel gibt der Parameter `message` den Text der E-Mail an, und der Parameter `subject` enthält den Text für die Betreffzeile. Um HTML-Nachrichten mit HTML-Tags zu senden, fügen Sie den Parameter `mime_type` hinzu (zum Beispiel `mime_type=>'text/html'`).

Hinweis: Einzelheiten zu sämtlichen Parametern der Prozedur `UTL_MAIL` finden Sie im Dokument *Oracle Database PL/SQL Packages and Types Reference*.

Prozedur SEND – Syntax

Verpackt eine E-Mail-Nachricht in das entsprechende Format, sucht SMTP-Informationen und stellt die Nachricht dem SMTP-Server zur Weiterleitung an die Empfänger zu

```
UTL_MAIL.SEND (
    sender      IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS,
    recipients  IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS,
    cc          IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS
                      DEFAULT NULL,
    bcc         IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS
                      DEFAULT NULL,
    subject     IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS
                      DEFAULT NULL,
    message     IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS,
    mime_type   IN      VARCHAR2
                      DEFAULT 'text/plain; charset=us-ascii',
    priority    IN      PLS_INTEGER DEFAULT NULL);
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Diese Prozedur verpackt eine E-Mail-Nachricht in das entsprechende Format, sucht SMTP-Informationen und stellt die Nachricht dem SMTP-Server zur Weiterleitung an die Empfänger zu. Sie verbirgt die SMTP-API und stellt eine einzeilige, benutzerfreundliche E-Mail-Funktion zur Verfügung.

Parameter der Prozedur SEND

- **sender:** E-Mail-Adresse des Absenders
- **recipients:** E-Mail-Adressen der Empfänger (durch Kommata getrennt)
- **cc:** E-Mail-Adressen der CC-Empfänger (durch Kommata getrennt). Der Standardwert lautet NULL.
- **bcc:** E-Mail-Adressen der BCC-Empfänger (durch Kommata getrennt). Der Standardwert lautet NULL.
- **subject:** Zeichenfolge, die als E-Mail-Betreff aufgenommen werden soll. Der Standardwert lautet NULL.
- **message:** Nachrichtentext
- **mime_type:** MIME-Typ der Nachricht. Der Standardwert lautet 'text/plain; charset=us-ascii'.
- **priority:** Priorität der Nachricht. Der Standardwert lautet NULL.

Prozedur SEND_ATTACH_RAW

Diese Prozedur ist die überladene SEND-Prozedur für RAW-Anhänge.

```
UTL_MAIL.SEND_ATTACH_RAW (
    sender          IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS,
    recipients      IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS,
    cc              IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS DEFAULT NULL,
    bcc             IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS DEFAULT NULL,
    subject         IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS DEFAULT NULL,
    message         IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS DEFAULT NULL,
    mime_type       IN      VARCHAR2 DEFAULT CHARACTER SET ANY_CS
                            DEFAULT 'text/plain; charset=us-ascii',
    priority        IN      PLS_INTEGER DEFAULT 3,
    attachment      IN      RAW,
    att_inline      IN      BOOLEAN DEFAULT TRUE,
    att_mime_type   IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS
                            DEFAULT 'text/plain; charset=us-ascii',
    att_filename    IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS DEFAULT NULL);
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

- **sender:** E-Mail-Adresse des Absenders
- **recipients:** E-Mail-Adressen der Empfänger (durch Kommata getrennt)
- **cc:** E-Mail-Adressen der CC-Empfänger (durch Kommata getrennt). Der Standardwert lautet NULL.
- **bcc:** E-Mail-Adressen der BCC-Empfänger (durch Kommata getrennt). Der Standardwert lautet NULL.
- **subject:** Zeichenfolge, die als E-Mail-Betreff aufgenommen werden soll. Der Standardwert lautet NULL.
- **message:** Nachrichtentext
- **mime_type:** MIME-Typ der Nachricht. Der Standardwert lautet 'text/plain; charset=us-ascii'.
- **priority:** Priorität der Nachricht. Der Standardwert lautet NULL.
- **attachment:** Ein RAW-Anhang
- **att_inline:** Gibt an, ob der Anhang gemeinsam mit dem Nachrichtentext angezeigt werden kann. Der Standardwert lautet TRUE.

E-Mails mit binärem Anhang senden – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE send_mail_logo IS
BEGIN
    UTL_MAIL.SEND_ATTACH_RAW(
        sender => 'me@oracle.com',
        recipients => 'you@somewhere.net',
        message =>
            '<HTML><BODY>See attachment</BODY></HTML>',
        subject => 'Oracle Logo',
        mime_type => 'text/html'
        attachment => get_image('oracle.gif'),
        att_inline => true,
        att_mime_type => 'image/gif',
        att_filename => 'oralogo.gif');
END;
/
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Folie zeigt eine Prozedur, die die Prozedur `UTL_MAIL.SEND_ATTACH_RAW` aufruft, um eine Textnachricht oder HTML-Nachricht mit einem binären Anhang zu senden. Neben den Parametern `sender`, `recipients`, `message`, `subject` und `mime_type`, die Werte für den Hauptteil der E-Mail-Nachricht bereitstellen, enthält die Prozedur `SEND_ATTACH_RAW` die folgenden hervorgehobenen Parameter:

- `attachment` (obligatorisch) nimmt einen `RAW`-Datentyp mit maximal 32.767 Binärzeichen an.
- `att_inline` (optional) ist ein boolescher Wert mit dem Standardwert `TRUE`. Der Parameter zeigt an, dass der Anhang gemeinsam mit dem Nachrichtentext angezeigt werden kann.
- `att_mime_type` (optional) gibt das Format des Anhangs an. Fehlt dieser Parameter, wird er auf `application/octet` eingestellt.
- `att_filename` (optional) weist dem Anhang einen Dateinamen zu. Der Standardwert lautet `NULL`. In diesem Fall wird dem Anhang der Standardname zugewiesen.

Die Funktion `get_image` im Beispiel liest die Bilddaten mit einem `BFILE`. Um ein `BFILE` verwenden zu können, müssen Sie in der Datenbank mit der Anweisung `CREATE DIRECTORY` einen Namen für ein logisches Verzeichnis erstellen. Der Code für `get_image` wird auf der nächsten Seite gezeigt.

Die Funktion `get_image` liest mithilfe des Packages `DBMS_LOB` Binärdateien aus dem Betriebssystem:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION get_image(
    filename VARCHAR2, dir VARCHAR2 := 'TEMP')
RETURN RAW IS
    image RAW(32767);
    file BFILE := BFILENAME(dir, filename);
BEGIN
    DBMS_LOB.FILEOPEN(file, DBMS_LOB.FILE_READONLY);
    image := DBMS_LOB.SUBSTR(file);
    DBMS_LOB.CLOSE(file);
    RETURN image;
END;
/
```

Um das Verzeichnis namens `TEMP` zu erstellen, führen Sie die folgende Anweisung in SQL Developer oder SQL*Plus aus:

```
CREATE DIRECTORY temp AS 'd:\temp';
```

Hinweise

- Zur Ausführung dieser Anweisung benötigen Sie die Systemberechtigung `CREATE ANY DIRECTORY`.
- Aufgrund von Firewalleinschränkungen im Oracle Education Center können die Beispiele auf dieser und der vorherigen Seite nicht demonstriert werden.

Prozedur SEND_ATTACH_VARCHAR2

Diese Prozedur ist die überladene SEND-Prozedur für VARCHAR2-Anhänge.

```
UTL_MAIL.SEND_ATTACH_VARCHAR2 (
    sender          IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS,
    recipients      IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS,
    cc              IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS DEFAULT NULL,
    bcc             IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS DEFAULT NULL,
    subject         IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS DEFAULT NULL,
    message         IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS DEFAULT NULL,
    mime_type       IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS
                           DEFAULT 'text/plain; charset=us-ascii',
    priority        IN      PLS_INTEGER DEFAULT 3,
    attachment      IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS,
    att_inline      IN      BOOLEAN DEFAULT TRUE,
    att_mime_type   IN      VARCHAR2 CHARACTER SET ANY_CS
                           DEFAULT 'text/plain; charset=us-ascii',
    att_filename    IN      VARCHAR2CHARACTER SET ANY_CS DEFAULT NULL);
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

- **sender:** E-Mail-Adresse des Absenders
- **recipients:** E-Mail-Adressen der Empfänger (durch Kommata getrennt)
- **cc:** E-Mail-Adressen der CC-Empfänger (durch Kommata getrennt). Der Standardwert lautet NULL.
- **bcc:** E-Mail-Adressen der BCC-Empfänger (durch Kommata getrennt). Der Standardwert lautet NULL.
- **subject:** Zeichenfolge, die als E-Mail-Betreff aufgenommen werden soll. Der Standardwert lautet NULL.
- **Message:** Nachrichtentext
- **mime_type:** MIME-Typ der Nachricht. Der Standardwert lautet 'text/plain; charset=us-ascii'.
- **priority:** Priorität der Nachricht. Der Standardwert lautet NULL.
- **attachment:** Textanhang
- **att_inline:** Gibt an, ob der Anhang inline ist. Der Standardwert lautet TRUE.
- **att_mime_type:** MIME-Typ des Anhangs. Der Standardwert lautet 'text/plain; charset=us-ascii'.
- **att_filename:** Die Zeichenfolge, die den Namen der Datei mit dem Anhang angibt. Der Standardwert lautet NULL.

E-Mails mit Textanhang senden – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE send_mail_file IS
BEGIN
    UTL_MAIL.SEND_ATTACH_VARCHAR2 (
        sender => 'me@oracle.com',
        recipients => 'you@somewhere.net',
        message =>
            '<HTML><BODY>See attachment</BODY></HTML>' ,
        subject => 'Oracle Notes',
        mime_type => 'text/html'
        attachment => get_file('notes.txt'),
        att_inline => false,
        att_mime_type => 'text/plain',
        att_filename => 'notes.txt');
END;
/
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Folie zeigt eine Prozedur, die die Prozedur `UTL_MAIL.SEND_ATTACH_VARCHAR2` aufruft, um eine Textnachricht oder HTML-Nachricht mit einem Textanhang zu senden. Neben den Parametern `sender`, `recipients`, `message`, `subject` und `mime_type`, die Werte für den Hauptteil der E-Mail-Nachricht bereitstellen, enthält die Prozedur `SEND_ATTACH_VARCHAR2` die folgenden hervorgehobenen Parameter:

- `attachment` (obligatorisch) nimmt einen `VARCHAR2`-Datentyp mit maximal 32.767 Binärzeichen an.
- `att_inline` (optional) ist ein boolescher Wert mit dem Standardwert `TRUE`. Der Parameter zeigt an, dass der Anhang gemeinsam mit dem Nachrichtentext angezeigt werden kann.
- `att_mime_type` (optional) gibt das Format des Anhangs an. Fehlt dieser Parameter, wird er auf `application/octet` eingestellt.
- `att_filename` (optional) weist dem Anhang einen Dateinamen zu. Der Standardwert lautet `NULL`. In diesem Fall wird dem Anhang der Standardname zugewiesen.

Die Funktion `get_file` im Beispiel liest mit `BFILE` den Wert des Parameters `attachment` aus einer Textdatei in den Betriebssystemverzeichnissen, der einfach von einer `VARCHAR2`-Variablen gefüllt werden könnte. Der Code für `get_file` wird auf der nächsten Seite gezeigt.

Die Funktion `get_file` liest mit dem Package `DBMS_LOB` eine Binärdatei des Betriebssystems und konvertiert die Binärdaten vom Typ `RAW` mit dem Package `UTL_RAW` in lesbare Textdaten vom Datentyp `VARCHAR2`:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION get_file(
    filename VARCHAR2, dir VARCHAR2 := 'TEMP')
RETURN VARCHAR2 IS
    contents VARCHAR2(32767);
    file BFILE := BFILENAME(dir, filename);
BEGIN
    DBMS_LOB.FILEOPEN(file, DBMS_LOB.FILE_READONLY);
    contents := UTL_RAW.CAST_TO_VARCHAR2(
        DBMS_LOB.SUBSTR(file));
    DBMS_LOB.CLOSE(file);
    RETURN contents;
END;
/
```

Hinweis: Als Alternative können Sie den Inhalt der Textdatei mit der Funktionalität des Packages `UTL_FILE` in eine `VARCHAR2`-Variable einlesen.

Für das vorherige Beispiel muss das Verzeichnis `TEMP` ähnlich wie in der folgenden Anweisung in SQL*Plus erstellt werden:

```
CREATE DIRECTORY temp AS '/temp';
```

Hinweise

- Zur Ausführung dieser Anweisung benötigen Sie die Systemberechtigung `CREATE ANY DIRECTORY`.
- Aufgrund von Firewalleinschränkungen im Oracle Education Center können die Beispiele auf dieser und der vorherigen Seite nicht demonstriert werden.

Quiz

Mit dem von Oracle bereitgestellten Package UTL_FILE greifen Sie im Betriebssystem des Datenbankservers auf Textdateien zu.

Die Datenbank stellt Funktionalität über Directory-Objekte bereit, um Zugriff auf bestimmte Verzeichnisse des Betriebssystems zuzulassen.

- a. Richtig
- b. Falsch

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Richtige Antwort: a

Mit dem von Oracle bereitgestellten Package UTL_FILE greifen Sie im Betriebssystem des Datenbankservers auf Textdateien zu. Die Datenbank bietet wie folgt Lese- und Schreibzugriff auf bestimmte Verzeichnisse des Betriebssystems:

- Mit einer CREATE DIRECTORY-Anweisung, die einem Betriebssystemverzeichnis einen Alias zuordnet. Dem Alias des Datenbankverzeichnisses können die Berechtigungen READ und WRITE erteilt werden, um die Art des Zugriffs auf die Dateien des Betriebssystems zu steuern.
- Mit den Pfadangaben im Datenbank-Initialisierungsparameter `utl_file_dir`

Zusammenfassung

In dieser Lektion haben Sie Folgendes gelernt:

- Funktionsweise des Packages DBMS_OUTPUT
- Ausgabe mit UTL_FILE in Betriebssystemdateien leiten
- Hauptfeatures von UTL_MAIL



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion wurde ein kleiner Teil der mit der Oracle-Datenbank bereitgestellten Packages behandelt. Sie haben mit DBMS_OUTPUT ausführliches Debugging durchgeführt und prozedural generierte Informationen auf dem Bildschirm in SQL*Plus angezeigt.

Ferner haben Sie in dieser Lektion gelernt, wie Sie mit UTL_FILE die leistungsstarken Features der Datenbank verwenden können, um Textdateien im Betriebssystem zu erstellen. Außerdem wurde erklärt, wie Sie mit dem Package UTL_MAIL E-Mails mit oder ohne binäre Anhänge oder Textanhänge senden.

Hinweis: Weitere Informationen zu allen PL/SQL-Packages und -Typen finden Sie im Dokument *PL/SQL Packages and Types Reference*.

Übungen zu Lektion 6 – Übersicht: Von Oracle bereitgestellte Packages zur Anwendungsentwicklung

In diesen Übungen generieren Sie mit UTL_FILE einen Bericht in Form einer Textdatei.



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In diesen Übungen generieren Sie mit UTL_FILE einen Bericht über die Mitarbeiter der einzelnen Abteilungen in Form einer Textdatei.



Dynamisches SQL

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ziele

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Ausführungsablauf von SQL-Anweisungen beschreiben
- SQL-Anweisungen dynamisch mit nativem dynamischem SQL (NDS) erstellen und ausführen
- Situationen erkennen, in denen für die dynamische Erstellung und Ausführung von SQL-Anweisungen anstelle von NDS das Package `DBMS_SQL` verwendet werden muss



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion lernen Sie, SQL-Anweisungen dynamisch, das heißt zur Laufzeit, mit nativen dynamischen SQL-Anweisungen in PL/SQL zu erstellen und auszuführen.

Lektionsagenda

- Natives dynamisches SQL (NDS)
- Package DBMS_SQL

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

SQL-Anweisungen – Ausführungsablauf

- Alle SQL-Anweisungen durchlaufen einige oder alle der folgenden Phasen:
 - Parsen
 - Binden
 - Ausführen
 - Abrufen
- Bestimmte Phasen sind jedoch möglicherweise nicht für alle Anweisungen relevant:
 - Die Abruphase (Fetch) betrifft Abfragen.
 - Für eingebettete SQL-Anweisungen (SELECT, DML, MERGE, COMMIT, SAVEPOINT und ROLLBACK) erfolgt das Parsen und Binden während der Kompilierung.
 - Bei dynamischen SQL-Anweisungen werden alle Phasen zur Laufzeit ausgeführt.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Alle SQL-Anweisungen müssen verschiedene Phasen durchlaufen. Bestimmte Phasen sind jedoch möglicherweise nicht für alle Anweisungen relevant. Nachfolgend sind die wichtigsten Phasen aufgeführt:

- **Parsen:** Jede SQL-Anweisung muss gepräst werden. Das Parsen der Anweisung umfasst die Prüfung der Anweisungssyntax und die Validierung der Anweisung. Hierbei wird sicher gestellt, dass alle Referenzen zu Objekten korrekt sind und die erforderlichen Berechtigungen für die Objekte vorhanden sind.
- **Binden:** Nach dem Parsen benötigt der Oracle-Server eventuell Werte von den oder für die Bind-Variablen in der Anweisung. Der Prozess zur Ermittlung dieser Werte wird als Binden von Variablen bezeichnet. Sie können diese Phase überspringen, wenn die Anweisung keine Bind-Variablen enthält.
- **Ausführen:** Nun verfügt der Oracle-Server über alle notwendigen Informationen und Ressourcen, und die Anweisung wird ausgeführt. Sofern es sich nicht um Abfrageanweisungen handelt, ist dies die letzte Phase.
- **Abrufen:** In der Abruphase, die für Abfragen gilt, werden die Zeilen gewählt und sortiert (sofern von der Abfrage angefordert). In jedem der nachfolgenden Abrufe wird eine weitere Zeile des Ergebnisses geliefert, bis die letzte Zeile abgerufen wurde.

Mit dynamischem SQL arbeiten

Mithilfe von dynamischem SQL erstellen Sie SQL-Anweisungen, deren Struktur sich während der Laufzeit ändern kann.

Dynamisches SQL:

- wird innerhalb der Anwendung als Zeichenfolge, Zeichenfolgenvariable oder Zeichenfolgenausdruck erstellt und gespeichert
- ist eine SQL-Anweisung mit veränderbaren Spaltendaten oder unterschiedlichen Bedingungen mit oder ohne Platzhalter (Bind-Variablen)
- ermöglicht die Erstellung und Ausführung von DDL-, DCL- oder Sessionkontrollanweisungen über PL/SQL
- wird mit nativen dynamischen SQL-Anweisungen oder mit dem Package `DBMS_SQL` ausgeführt



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In PL/SQL sind nur die eingebetteten SQL-Anweisungen `SELECT`, `INSERT`, `UPDATE`, `DELETE`, `MERGE`, `COMMIT` und `ROLLBACK` verfügbar. All diese Anweisungen werden bei der Kompilierung geparsst, das heißt, sie haben eine feste Struktur. Sie benötigen die Funktionalität von dynamischem SQL, wenn:

- die Struktur einer SQL-Anweisung zur Laufzeit geändert werden soll
- der Zugriff auf Data Definition Language-(DDL-)Anweisungen und andere SQL-Funktionen in PL/SQL benötigt wird

Um solche Aufgaben in PL/SQL durchzuführen, müssen Sie SQL-Anweisungen dynamisch in Zeichenfolgen erstellen und wahlweise wie folgt ausführen:

- In nativen dynamischen SQL-Anweisungen mit `EXECUTE IMMEDIATE`
- Mit dem Package `DBMS_SQL`

Die Verwendung von SQL-Anweisungen, die nicht in Ihr Quellprogramm eingebettet sind und in Zeichenfolgen erstellt und zur Laufzeit ausgeführt werden, wird als "dynamisches SQL" bezeichnet. Die SQL-Anweisungen werden dynamisch zur Laufzeit erstellt und können auf PL/SQL-Variablen zugreifen und diese verwenden. Beispielsweise können Sie eine Prozedur erstellen, die mithilfe von dynamischem SQL eine Tabelle bearbeitet, deren Name erst zur Laufzeit bekannt ist. Sie können überdies DDL-Anweisungen (zum Beispiel `CREATE TABLE`), Datenkontrollanweisungen (zum Beispiel `GRANT`) oder Sessionkontrollanweisungen (zum Beispiel `ALTER SESSION`) erstellen und ausführen.

Dynamisches SQL – Einsatzmöglichkeiten



- Wenn der vollständige Text der dynamischen SQL-Anweisung erst zur Laufzeit bekannt ist. Die Anweisungssyntax wird daher nicht bei der *Kompilierung*, sondern erst zur *Laufzeit* geprüft.
- Wenn vor der Kompilierung eines der folgenden Elemente unbekannt ist:
 - Text der SQL-Anweisung wie Befehle und Klauseln
 - Anzahl und Datentypen von Hostvariablen
 - Referenzen auf Datenbankobjekte wie Tabellen, Spalten, Indizes, Sequences, Benutzernamen und Views
- Um PL/SQL-Programme allgemeiner und flexibler zu machen

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In PL/SQL benötigen Sie dynamisches SQL zur Ausführung der folgenden SQL-Anweisungen, bei denen der vollständige Text zur Kompilierungszeit unbekannt ist:

- Eine SELECT-Anweisung mit einer ID, die bei der Kompilierung noch nicht vorliegt (zum Beispiel ein Tabellenname)
- Eine WHERE-Klausel, in der der Spaltenname bei der Kompilierung noch nicht vorliegt

Hinweise

Weitere Informationen über dynamisches SQL finden Sie in den folgenden Ressourcen:

- *Pro*C/C++ Programmer's Guide*
 - *Lesson 13, Oracle Dynamic SQL*, behandelt die vier verfügbaren Methoden zum Definieren von dynamischen SQL-Anweisungen. Die Funktionsmöglichkeiten und Beschränkungen der einzelnen Methoden werden kurz beschrieben. Anschließend folgen Richtlinien zur Wahl der richtigen Methode. In späteren Abschnitten desselben Handbuches wird die Verwendung der Methoden erläutert. Dies erfolgt unter anderem anhand von Beispielprogrammen zum Selbststudium.
 - *Lesson 15, Oracle Dynamic SQL: Method 4*, enthält detaillierte Informationen über die 4. Methode zum Definieren dynamischer SQL-Anweisungen.
- Buch *Oracle PL/SQL Programming* von Steven Feuerstein und Bill Pribyl. *Lesson 16, Dynamic SQL and Dynamic PL/SQL*, bietet zusätzliche Informationen über dynamisches SQL.

Natives dynamisches SQL (NDS)

- Bietet native Unterstützung für dynamisches SQL direkt in PL/SQL
- Ermöglicht die Ausführung von SQL-Anweisungen, deren Struktur bis zur Ausführungszeit unbekannt ist
- Handelt es sich bei der dynamischen SQL-Anweisung um eine SELECT-Anweisung, die mehrere Zeilen zurückgibt, bietet NDS mehrere Möglichkeiten:
 - Anweisung `EXECUTE IMMEDIATE` mit der Klausel `BULK COLLECT INTO` verwenden
 - Anweisungen `OPEN-FOR`, `FETCH` und `CLOSE` verwenden
- In Oracle Database 11g unterstützt NDS Anweisungen mit einer Größe von über 32 KB durch Annahme eines CLOB-Arguments.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Natives dynamisches SQL ermöglicht die dynamische Ausführung von SQL-Anweisungen, deren Struktur zur Ausführungszeit erstellt wird. Zur Unterstützung von nativem dynamischem SQL wurden bestimmte Anweisungen in PL/SQL eingefügt oder erweitert:

- **EXECUTE IMMEDIATE:** Bereitet eine Anweisung vor, führt sie aus, gibt Variablen zurück und gibt anschließend Ressourcen frei
- **OPEN-FOR:** Bereitet Anweisungen vor und führt sie über eine Cursorvariable aus
- **FETCH:** Ruft die Ergebnisse geöffneter Anweisungen über die Cursorvariable ab
- **CLOSE:** Schließt den von der Cursorvariablen verwendeten Cursor und gibt die Ressourcen frei

Sie können Bind-Variablen in den dynamischen Parametern der Anweisungen `EXECUTE IMMEDIATE` und `OPEN` verwenden. Natives dynamisches SQL bietet verschiedene Funktionsmöglichkeiten:

- Dynamische SQL-Anweisungen definieren
- Bind-Variablen `IN`, `IN OUT` und `OUT` verarbeiten, die nicht nach dem Namen, sondern nach der Position gebunden sind

Anweisung EXECUTE IMMEDIATE

Anweisung EXECUTE IMMEDIATE für NDS oder anonyme Blöcke in PL/SQL verwenden:

```
EXECUTE IMMEDIATE dynamic_string
  [INTO] {define_variable
    [, define_variable] ... | record} ]
  [USING] [IN|OUT|IN OUT] bind_argument
    [, [IN|OUT|IN OUT] bind_argument] ... ];
```

- INTO wird für Single-Row-Abfragen benutzt und gibt die Variablen oder Records an, in die Spaltenwerte abgerufen werden.
- USING enthält alle Bind-Argumente. Der Standardparametermodus lautet IN.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mithilfe der Anweisung EXECUTE IMMEDIATE können Sie SQL-Anweisungen oder anonyme Blöcke in PL/SQL ausführen. Dazu sind folgende syntaktische Elemente erforderlich:

- *dynamic_string* ist ein Zeichenfolgenausdruck, der für eine dynamische SQL-Anweisung (ohne Abschlusszeichen) oder für einen PL/SQL-Block (mit Abschlusszeichen) steht.
- *define_variable* ist eine PL/SQL-Variable, die den gewählten Spaltenwert speichert.
- *record* ist ein benutzerdefinierter oder %ROWTYPE-Record, der eine gewählte Zeile speichert.
- *bind_argument* ist ein Ausdruck, dessen Wert an die dynamische SQL-Anweisung oder den PL/SQL-Block übergeben wird.
- Die Klausel INTO gibt die Variablen oder den Record an, in die oder in den die Spaltenwerte abgerufen werden. Sie wird nur für Single-Row-Abfragen verwendet. Für jeden durch die Abfrage abgerufenen Wert muss in der Klausel INTO eine entsprechende Variable oder ein entsprechendes Feld mit kompatiblem Typ vorhanden sein.
- Die Klausel USING enthält alle Bind-Argumente. Der Standardparametermodus lautet IN.

Sie können numerische, Zeichen- und Zeichenfolgenliterale, jedoch keine booleschen Literale (TRUE, FALSE und NULL) als Bind-Argumente verwenden.

Hinweis: Verwenden Sie OPEN-FOR, FETCH und CLOSE bei Multiple-Row-Abfragen. Die Syntax auf der Folie ist nicht vollständig, da auch die Verarbeitung großer Datenmengen (Bulk Processing) unterstützt wird. Dieses Thema wird jedoch in diesem Kurs nicht behandelt.

Verfügbare Methoden zur NDS-Verwendung

Methode	Typ der SQL-Anweisung	Verwendete NDS-SQL-Anweisungen
1. Methode	Anderer Typ als Abfrage ohne Hostvariablen	EXECUTE IMMEDIATE ohne die Klauseln USING und INTO
2. Methode	Anderer Typ als Abfrage mit bekannter Anzahl von Eingabehostvariablen	EXECUTE IMMEDIATE mit einer USING-Klausel
3. Methode	Abfrage mit bekannter Anzahl von SELECT-Listenelementen und Eingabehostvariablen	EXECUTE IMMEDIATE mit den Klauseln USING und INTO
4. Methode	Abfrage mit unbekannter Anzahl von SELECT-Listenelementen oder Eingabehostvariablen	Package DBMS_SQL

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die vier verfügbaren NDS-Methoden auf der Folie sind mit aufsteigender Reihenfolge zunehmend allgemein. Dies bedeutet, dass die 2. Methode allgemeiner als die 1. Methode ist, die 3. Methode als die 1. und 2. Methode und die 4. Methode als die 1., 2. und 3. Methode. Allerdings bietet jede Methode Vorteile zur Bearbeitung eines bestimmten Typs von SQL-Anweisung, wie im Folgenden erläutert:

1. Methode

Mit dieser Methode kann das Programm eine dynamische SQL-Anweisung annehmen oder erstellen und dann gleich mithilfe des Befehls EXECUTE IMMEDIATE ausführen. Die SQL-Anweisung darf keine Abfrage (SELECT-Anweisung) sein und keine Platzhalter für Eingabehostvariablen enthalten. Die folgenden Hostzeichenfolgen geben beispielsweise Folgendes an:

- DELETE FROM EMPLOYEES WHERE DEPTNO = 20
- GRANT SELECT ON EMPLOYEES TO scott

Bei der 1. Methode wird die SQL-Anweisung bei jeder Ausführung geparsst.

Hinweise

- Zu Anweisungen, die keine Abfragen sind, gehören beispielsweise Data Definition Language-(DDL-)Anweisungen und die Anweisungen UPDATE, INSERT und DELETE.
- Der Begriff *SELECT-Listenelement* umfasst Spaltennamen und Ausdrücke wie SAL * 1.10 und MAX(SAL).

2. Methode

Mit dieser Methode kann das Programm eine dynamische SQL-Anweisung annehmen oder erstellen und dann mithilfe der Befehle `PREPARE` und `EXECUTE` verarbeiten. Bei der SQL-Anweisung darf es sich nicht um eine Abfrage handeln. Die Anzahl der Platzhalter für Eingabehostvariablen und deren Datentypen müssen vor der Kompilierung bekannt sein. Die folgenden Hostzeichenfolgen fallen beispielsweise in diese Kategorie:

- `INSERT INTO EMPLOYEES (FIRST_NAME, LAST_NAME, JOB_ID) VALUES (:emp_first_name, :emp_last_name, :job_id)`
- `DELETE FROM EMPLOYEES WHERE EMPLOYEE_ID = :emp_number`

Bei der 2. Methode wird die SQL-Anweisung nur einmal geparsst, kann aber viele Male mit verschiedenen Werten für die Hostvariablen ausgeführt werden. SQL-Datendefinitionsanweisungen wie `CREATE` und `GRANT` werden ausgeführt, wenn sie (mit `PREPARE`) vorbereitet werden.

3. Methode

Mit dieser Methode kann das Programm eine dynamische Abfrage annehmen oder erstellen und dann mithilfe des Befehls `PREPARE` mit den Cursorbefehlen `DECLARE`, `OPEN`, `FETCH` und `CLOSE` verarbeiten. Die Anzahl der `SELECT`-Listenelemente, die Anzahl der Platzhalter für Eingabehostvariablen und die Datentypen der Eingabehostvariablen müssen vor der Kompilierung bekannt sein. Die folgenden Hostzeichenfolgen geben beispielsweise Folgendes an:

- `SELECT DEPARTMENT_ID, MIN(SALARY), MAX(SALARY)
FROM EMPLOYEES
GROUP BY DEPARTMENT_ID`
- `SELECT LAST_NAME, EMPLOYEE_ID
FROM EMPLOYEES
WHERE DEPARTMENT_ID = :dept_number`

4. Methode

Mit dieser Methode kann das Programm eine dynamische SQL-Anweisung annehmen oder erstellen und dann mithilfe von Deskriptoren verarbeiten. Ein Deskriptor ist ein Speicherbereich, der vom Programm und Oracle dazu verwendet wird, eine vollständige Beschreibung der Variablen in einer dynamischen SQL-Anweisung zu speichern. Die Anzahl der `SELECT`-Listenelemente, die Anzahl der Platzhalter für Eingabehostvariablen und die Datentypen der Eingabehostvariablen können bis zur Laufzeit unbekannt sein. Die folgenden Hostzeichenfolgen fallen beispielsweise in diese Kategorie:

- `INSERT INTO EMPLOYEES (<unknown>) VALUES (<unknown>)`
- `SELECT <unknown> FROM EMPLOYEES WHERE DEPARTMENT_ID = 20`

Für dynamische SQL-Anweisungen, die eine unbekannte Anzahl von `SELECT`-Listenelementen oder Eingabehostvariablen enthalten, muss die 4. Methode verwendet werden. Mit dieser Methode wird das Package `DBMS_SQL` verwendet, das später in dieser Lektion behandelt wird. Es gibt nur wenige Situationen, in denen die 4. Methode erforderlich ist.

Hinweis:

Weitere Informationen über die vier Methoden für dynamisches SQL finden Sie in den folgenden Lektionen des *Pro*C/C++ Programmer's Guide*:

- *Lesson 13, Oracle Dynamic SQL*
- *Lesson 15, Oracle Dynamic SQL: Method 4*

Dynamisches SQL mit DDL-Anweisungen – Beispiele

```
-- Create a table using dynamic SQL

CREATE OR REPLACE PROCEDURE create_table(
    p_table_name VARCHAR2, p_col_specs VARCHAR2) IS
BEGIN
    EXECUTE IMMEDIATE 'CREATE TABLE ' || p_table_name ||
                       ' (' || p_col_specs || ')';
END;
/
```

```
-- Call the procedure

BEGIN
    create_table('EMPLOYEE_NAMES',
                 'id NUMBER(4) PRIMARY KEY, name VARCHAR2(40)');
END;
/
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Codebeispiele zeigen die Erstellung einer `create_table`-Prozedur, die den Tabellennamen und die Spaltendefinitionen (Spezifikationen) als Parameter annimmt.

Der Prozederaufruf zeigt die Erstellung einer Tabelle namens `EMPLOYEE_NAMES` mit zwei Spalten:

- Eine ID-Spalte mit einem `NUMBER`-Datentyp als Primärschlüssel
- Eine Namensspalte mit bis zu 40 Zeichen für den Namen des Mitarbeiters

DDL-Anweisungen können mithilfe der auf der Folie gezeigten Syntax ausgeführt werden, unabhängig davon, ob sie dynamisch erstellt oder als Zeichenfolgenliteral angegeben werden. Sie können Anweisungen, die in einer PL/SQL-Zeichenfolgevariablen gespeichert sind, wie im folgenden Beispiel erstellen und ausführen:

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE add_col(p_table_name VARCHAR2,
                                    p_col_spec   VARCHAR2) IS
    v_stmt VARCHAR2(100) := 'ALTER TABLE ' || p_table_name ||
                           ' ADD ' || p_col_spec;
BEGIN
    EXECUTE IMMEDIATE v_stmt;
END;
/
```

Um eine neue Spalte in eine Tabelle einzufügen, geben Sie Folgendes ein:

```
EXECUTE add_col('employee_names', 'salary number(8,2)')
```

Dynamisches SQL mit DML-Anweisungen

```
-- Delete rows from any table:  
CREATE FUNCTION del_rows(p_table_name VARCHAR2)  
RETURN NUMBER IS  
BEGIN  
    EXECUTE IMMEDIATE 'DELETE FROM ' || p_table_name;  
    RETURN SQL%ROWCOUNT;  
END;  
/  
BEGIN DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(  
    del_rows('EMPLOYEE_NAMES') || ' rows deleted.');//  
END;  
/
```

```
-- Insert a row into a table with two columns:  
CREATE PROCEDURE add_row(p_table_name VARCHAR2,  
    p_id NUMBER, p_name VARCHAR2) IS  
BEGIN  
    EXECUTE IMMEDIATE 'INSERT INTO ' || p_table_name ||  
        ' VALUES (:1, :2)' USING p_id, p_name;  
END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im ersten Codebeispiel auf der Folie wird eine dynamische SQL-Anweisung mithilfe der 1. Methode definiert, also mit einer Anweisung, die keine Abfrage ist und keine Hostvariablen enthält. Die Beispiele auf der Folie zeigen Folgendes:

- Die Funktion `del_rows` löscht Zeilen aus einer angegebenen Tabelle und gibt mit dem impliziten Attribut `%ROWCOUNT` des SQL-Cursors die Anzahl der gelöschten Zeilen zurück. Die Ausführung der Funktion ist unter dem Beispiel zum Erstellen einer Funktion dargestellt.
- Die Prozedur `add_row` zeigt, wie Eingabewerte für eine dynamische SQL-Anweisung mit der Klausel `USING` bereitgestellt werden. Die Namen der Bind-Variablen `:1` und `:2` sind unwichtig, die Reihenfolge der Parameternamen (`p_id` und `p_name`) in der Klausel `USING` wird den Bind-Variablen jedoch nach der Position in der Reihenfolge ihres Auftretens zugeordnet. Der PL/SQL-Parameter `p_id` wird daher dem Platzhalter `:1` zugeordnet, der Parameter `p_name` dem Platzhaltern oder Bind-Variablen können alphanumerisch sein. Ihnen muss jedoch ein Doppelpunkt vorangestellt werden.

Hinweis: Die Anweisung `EXECUTE IMMEDIATE` bereitet die dynamische SQL-Anweisung vor (durch Parsen) und führt sie sofort aus. Dynamische SQL-Anweisungen werden stets geparsst.

Beachten Sie auch, dass in keinem der Beispiele ein `COMMIT`-Vorgang erfolgt. Somit können die Vorgänge mit einer `ROLLBACK`-Anweisung rückgängig gemacht werden.

Dynamisches SQL mit Single-Row-Abfragen – Beispiel

```
CREATE FUNCTION get_emp( p_emp_id NUMBER )
RETURN employees%ROWTYPE IS
    v_stmt VARCHAR2(200);
    v_emprec employees%ROWTYPE;
BEGIN
    v_stmt := 'SELECT * FROM employees ' ||
              'WHERE employee_id = :p_emp_id';
    EXECUTE IMMEDIATE v_stmt INTO v_emprec USING p_emp_id;
    RETURN v_emprec;
END;
/
DECLARE
    v_emprec employees%ROWTYPE := get_emp(100);
BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Emp: ' || v_emprec.last_name);
END;
/
```

FUNCTION GET_EMP compiled
anonymous block completed
Emp: King

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Der Code auf der Folie ist ein Beispiel für die Definition einer dynamischen SQL-Anweisung mithilfe der 3. Methode mit einer Single-Row-Abfrage, also einer Abfrage mit einer bekannten Anzahl von SELECT-Listenelementen und Eingabehostvariablen.

Das Beispiel zur Single-Row-Abfrage zeigt die Funktion `get_emp`, die einen EMPLOYEES-Record in eine in der Klausel `INTO` angegebene Variable abruft. Außerdem wird gezeigt, wie Eingabewerte für die Klausel `WHERE` bereitgestellt werden.

Mit dem anonymen Block wird die Funktion `get_emp` ausgeführt und das Ergebnis in eine lokale Record-Variablen `EMPLOYEES` zurückgegeben.

Das Beispiel könnte so erweitert werden, dass je nach Eingabeparameterwerten alternative WHERE-Klauseln bereitgestellt werden, um es für die dynamische SQL-Verarbeitung besser geeignet zu machen.

Hinweise

- Ein Beispiel für "Dynamisches SQL mit Multiple-Row-Abfragen" mit `REF CURSOR` finden Sie in der Demonstration `demo_07_13_a` im Verzeichnis `/home/oracle/labs/plpu/demo`.
- Ein Beispiel zur Verwendung von `REF CURSOR` finden Sie in der Demonstration `demo_07_13_b` im Verzeichnis `/home/oracle/labs/plpu/demo`.
- `REF CURSOR` werden im Kurs *Oracle Database: Advanced PL/SQL* behandelt.

Anonyme PL/SQL-Blöcke dynamisch ausführen

```
CREATE FUNCTION annual_sal( p_emp_id NUMBER)
  RETURN NUMBER IS
    v_plsql varchar2(200) := 
      'DECLARE |||
       rec_emp employees%ROWTYPE; ||
       BEGIN |||
       rec_emp := get_emp(:empid); ||
       :res := rec_emp.salary * 12; ||
       END;';
    v_result NUMBER;
BEGIN
  EXECUTE IMMEDIATE v_plsql
    USING IN p_emp_id, OUT v_result;
  RETURN v_result;
END;
/
EXECUTE DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(annual_sal(100))
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Funktion `annual_sal` erstellt dynamisch einen anonymen PL/SQL-Block. Der PL/SQL-Block enthält Bind-Variablen für:

- die Eingabe der Personalnummer mit dem Platzhalter `:empid`
- das Ausgabeergebnis mit der Berechnung des Jahresgehalts der Mitarbeiter mit dem Platzhalter `:res`

Hinweis: Dieses Beispiel veranschaulicht, wie Sie mithilfe der Ergebnissyntax `OUT` (in der Klausel `USING` der Anweisung `EXECUTE IMMEDIATE`) das vom PL/SQL-Block errechnete Ergebnis abrufen. Auf ähnliche Weise können Sie die AusgabevARIABLEN der Prozedur und die Rückgabewerte der Funktion von einem dynamisch ausgeführten, anonymen PL/SQL-Block abrufen.

Das Beispiel auf der Folie generiert folgende Ausgabe:

```
FUNCTION ANNUAL_SAL compiled
anonymous block completed
288000
```

PL/SQL-Bind-Typen

Ein alterer PL/SQL-Block, die SQL-Anweisung CALL oder eine SQL-Abfrage können eine PL/SQL-Funktion aufrufen, die Parameter der folgenden Typen besitzt:

- BOOLEAN
- In einer Packagespezifikation deklarierter Record
- In einer Packagespezifikation deklarierte Collection



ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wenn SQL in Oracle Database 11g von PL/SQL aufgerufen wurde, konnte kein Wert mit einem BOOLEAN-, Collection- oder Record-Datentyp gebunden werden, der in einer Packagespezifikation deklariert wurde. Die Einschränkung galt auch, wenn es sich beim aufgerufenen SQL um einen anonymen PL/SQL-Block handelte. Somit konnte PL/SQL kein PL/SQL-Unterprogramm dynamisch aufrufen, das einen formalen Parameter mit einem BOOLEAN-, Collection- oder Record-Datentyp besaß, der in einer Packagespezifikation deklariert wurde.

Ab Oracle Database 12c wurden diese Einschränkungen aufgehoben, um die Verwendungsmöglichkeiten und die Performance im Zusammenhang mit dieser PL/SQL-Nutzung zu optimieren.

Unterprogramme mit BOOLEAN-Parametern

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE p (x BOOLEAN) AUTHID
    DEFINER AS
BEGIN
IF x THEN
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('x is true');
END IF;
END;
/
DECLARE
dyn_stmt VARCHAR2(200);
b BOOLEAN := TRUE;
BEGIN
dyn_stmt := 'BEGIN p(:x); END;';
EXECUTE IMMEDIATE dyn_stmt USING b;
END;
/
```

PROCEDURE P compiled
anonymous block completed
x is true

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Codebeispiel auf der Folie ist der dynamische PL/SQL-Block ein alternder PL/SQL-Block, der ein Unterprogramm mit einem formalen Parameter des PL/SQL-Datentyps BOOLEAN aufruft.

PL/SQL-Code mit nativem dynamischem SQL kompilieren

PL/SQL-Code mit der Anweisung ALTER kompilieren:

- ALTER PROCEDURE name COMPILE
- ALTER FUNCTION name COMPILE
- ALTER PACKAGE name COMPILE SPECIFICATION
- ALTER PACKAGE name COMPILE BODY

```
CREATE PROCEDURE compile_plsql(p_name VARCHAR2,
    p_plsql_type VARCHAR2, p_options VARCHAR2 := NULL) IS
    v_stmt varchar2(200) := 'ALTER '|| p_plsql_type |||
                           ' '|| p_name || ' COMPILE';
BEGIN
    IF p_options IS NOT NULL THEN
        v_stmt := v_stmt || ' ' || p_options;
    END IF;
    EXECUTE IMMEDIATE v_stmt;
END;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit der im Beispiel aufgeführten Prozedur `compile_plsql` können Sie unterschiedlichen PL/SQL-Code mithilfe der DDL-Anweisung ALTER kompilieren. Es werden vier Grundformen der Anweisung ALTER gezeigt, mit denen sich Folgendes kompilieren lässt:

- Prozeduren
- Funktionen
- Packagespezifikationen
- Packagebodys

Hinweis: Wenn Sie in der Anweisung ALTER PACKAGE das Schlüsselwort SPECIFICATION oder BODY weglassen, werden Spezifikation und Body kompiliert.

Beispiele für den Prozeduraufruf in den vier auf der Folie genannten Fällen:

```
EXEC compile_plsql ('list_employees', 'procedure')
EXEC compile_plsql ('get_emp', 'function')
EXEC compile_plsql ('mypack', 'package', 'specification')
EXEC compile_plsql ('mypack', 'package', 'body')
```

Beispiel zur Kompilierung, wobei debug für die Funktion get_emp aktiviert ist:

```
EXEC compile_plsql ('get_emp', 'function', 'debug')
```

Lektionsagenda

- Natives dynamisches SQL (NDS)
- Package DBMS_SQL

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Package DBMS_SQL – Einsatzmöglichkeiten

- Das Package DBMS_SQL wird verwendet, um dynamisches SQL in Stored Procedures zu erstellen und DDL-Anweisungen zu parsen.
- Zur Ausführung einer dynamischen SQL-Anweisung mit einer unbekannten Anzahl von Eingabe- oder AusgabevARIABLEn (4. Methode) benötigen Sie das Package DBMS_SQL.
- In den meisten Fällen (4. Methode ausgenommen) ist NDS benutzerfreundlicher und erzielt eine bessere Performance als DBMS_SQL.
- Das Package DBMS_SQL ist beispielsweise in folgenden Situationen erforderlich:
 - Die SELECT-Liste ist bei der Kompilierung noch nicht bekannt.
 - Die Anzahl der von einer SELECT-Anweisung zurückgegebenen Spalten oder ihre Datentypen sind nicht bekannt.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit DBMS_SQL lassen sich Stored Procedures und anonyme PL/SQL-Blöcke erstellen, in denen dynamisches SQL verwendet wird. Sie können beispielsweise DDL-Anweisungen in PL/SQL ausführen (beispielsweise eine DROP TABLE-Anweisung). Die Vorgänge dieses Packages werden nicht unter dem Packageeigentümer SYS, sondern unter dem aktuellen Benutzer durchgeführt.

4. Methode: Die 4. Methode bezieht sich auf Situationen, in denen bei einer dynamischen SQL-Anweisung die Anzahl der für eine Abfrage gewählten Spalten oder die Anzahl der eingestellten Bind-VARIABLEn erst zur Laufzeit bekannt ist. Verwenden Sie in derartigen Fällen das Package DBMS_SQL.

Bei der Generierung von dynamischem SQL können Sie entweder das mitgelieferte Package DBMS_SQL (für Situationen der 4. Methode) oder natives dynamisches SQL verwenden. Vor Oracle Database 11g waren beide Methoden mit funktionalen Einschränkungen verbunden. In Oracle Database 11g werden dagegen nun beide Vorgehensweisen umfassend unterstützt.

Die Features zur Ausführung von dynamischem SQL aus PL/SQL waren in Oracle Database 10g mit bestimmten Einschränkungen verbunden. DBMS_SQL wurde für Szenarios der 4. Methode benötigt, konnte jedoch nicht alle Datentypen verarbeiten, und die entsprechende Cursordarstellung konnte nicht von Datenbankclients verwendet werden. Natives dynamisches SQL war für andere Szenarios komfortabler, unterstützte jedoch maximal Anweisungen bis zu einer Größe von 32 KB. Mit Oracle Database 11g fallen diese und andere Einschränkungen weg, sodass dynamisches SQL aus PL/SQL nun umfassend unterstützt wird.

Unterprogramme des Packages DBMS_SQL – Einsatzmöglichkeiten

Beispiele für Prozeduren und Funktionen des Packages:

- OPEN_CURSOR
- PARSE
- BIND_VARIABLE
- EXECUTE
- FETCH_ROWS
- CLOSE_CURSOR



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Package DBMS_SQL stellt folgende Unterprogramme zur Ausführung von dynamischem SQL bereit:

- OPEN_CURSOR öffnet einen neuen Cursor und gibt eine Cursor-ID zurück.
- PARSE parst die SQL-Anweisung. Jede SQL-Anweisung muss durch einen Aufruf der PARSE-Prozeduren geparsst werden. Dabei wird die Syntax der Anweisung geprüft und die Anweisung mit dem Cursor in Ihrem Programm verknüpft. Sie können jede DML- oder DDL-Anweisung parsen. DDL-Anweisungen werden beim Parsen sofort ausgeführt.
- BIND_VARIABLE bindet einen gegebenen Wert an eine Bind-Variable, die in der geparssten Anweisung mit ihrem Namen identifiziert wird. Dies ist nicht erforderlich, wenn die Anweisung keine Bind-Variablen enthält.
- EXECUTE führt die SQL-Anweisung aus und gibt die Anzahl der verarbeiteten Zeilen zurück.
- FETCH_ROWS ruft bei einer Abfrage die nächste Zeile ab (bei mehreren Zeilen in einer Schleife zu verwenden).
- CLOSE_CURSOR schließt den angegebenen Cursor.

Hinweis: Wenn Sie mit dem Package DBMS_SQL DDL-Anweisungen ausführen, kann es zu einem Deadlock kommen. Die wahrscheinlichste Ursache hierfür ist, dass das Package zum Löschen einer Prozedur verwendet wird, die Sie noch benutzen.

Parameter der Prozedur PARSE

Über den Parameter `LANGUAGE_FLAG` der Prozedur `PARSE` wird festgelegt, wie Oracle die SQL-Anweisung verarbeitet. Die genaue Verhaltensweise richtet sich nach der Version der Oracle-Datenbank. Der Parameterwert `NATIVE` (oder 1) bezeichnet die normale Verhaltensform der Datenbank, mit der das Programm verbunden ist.

Ist der Parameter `LANGUAGE_FLAG` auf `V6` (oder 0) eingestellt, wird dadurch das Verhalten von Version 6 angegeben. Falls der Parameter `LANGUAGE_FLAG` auf `V7` (oder 2) eingestellt ist, wird dadurch das Verhalten von Version 7 der Oracle-Datenbank angegeben.

Hinweis: Weitere Informationen finden Sie im Dokument *Oracle Database PL/SQL Packages and Types Reference*.

DBMS_SQL mit DML-Anweisungen – Zeilen löschen

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION delete_all_rows
  (p_table_name  VARCHAR2) RETURN NUMBER IS
    v_cur_id      INTEGER;
    v_rows_del    NUMBER;
BEGIN
  v_cur_id := DBMS_SQL.OPEN_CURSOR;
  DBMS_SQLPARSE(v_cur_id,
    'DELETE FROM ' || p_table_name, DBMS_SQL.NATIVE);
  v_rows_del := DBMS_SQL.EXECUTE (v_cur_id);
  DBMS_SQL.CLOSE_CURSOR(v_cur_id);
  RETURN v_rows_del;
END;
/
```

```
CREATE TABLE temp_emp AS SELECT * FROM employees;
BEGIN
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Rows Deleted: ' ||
delete_all_rows('temp_emp'));
END;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Auf der Folie wird der Tabellenname an die Funktion `delete_all_rows` übergeben. Die Funktion löscht mithilfe von dynamischem SQL Zeilen aus der angegebenen Tabelle und gibt die Anzahl der Zeilen zurück, die nach erfolgreicher Ausführung der Anweisung gelöscht wurden.

Um eine DML-Anweisung dynamisch zu verarbeiten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Legen Sie mit `OPEN_CURSOR` einen Speicherbereich für die Verarbeitung einer SQL-Anweisung fest.
2. Prüfen Sie mit `PARSE` die Gültigkeit der SQL-Anweisung.
3. Führen Sie die SQL-Anweisung mit der Funktion `EXECUTE` aus. Diese Funktion gibt die Anzahl der verarbeiteten Zeilen zurück.
4. Schließen Sie den Cursor mit `CLOSE_CURSOR`.

DDL-Anweisungen werden auf ähnliche Weise ausgeführt. Der 3. Schritt ist dabei allerdings optional, da DDL-Anweisungen bei erfolgreichem PARSE, das heißt, wenn Syntax und Semantik der Anweisung korrekt sind, sofort ausgeführt werden. Die Verwendung von EXECUTE mit DDL-Anweisungen hat keinerlei Auswirkung. Sie gibt für die Anzahl der verarbeiteten Zeilen den Wert 0 zurück, da DDL-Anweisungen keine Zeilen verarbeiten.

```
table TEMP_EMP created.  
anonymous block completed  
Rows Deleted: 107  
  
table TEMP_EMP dropped.
```

DBMS_SQL mit parametrisierten DML-Anweisungen

```
CREATE PROCEDURE insert_row (p_table_name VARCHAR2,
    p_id VARCHAR2, p_name VARCHAR2, p_region NUMBER) IS
    v_cur_id      INTEGER;
    v_stmt        VARCHAR2(200);
    v_rows_added  NUMBER;
BEGIN
    v_stmt := 'INSERT INTO '|| p_table_name |||
              ' VALUES (:cid, :cname, :rid)';
    v_cur_id := DBMS_SQL.OPEN_CURSOR;
    DBMS_SQLPARSE(v_cur_id, v_stmt, DBMS_SQL.NATIVE);
    DBMS_SQL.BIND_VARIABLE(v_cur_id, ':cid', p_id);
    DBMS_SQL.BIND_VARIABLE(v_cur_id, ':cname', p_name);
    DBMS_SQL.BIND_VARIABLE(v_cur_id, ':rid', p_region);
    v_rows_added := DBMS_SQL.EXECUTE(v_cur_id);
    DBMS_SQL.CLOSE_CURSOR(v_cur_id);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_rows_added||' row added');
END;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie wird der DML-Vorgang zum Einfügen einer Zeile in eine angegebene Tabelle ausgeführt. Das Beispiel zeigt den zusätzlichen Schritt, der für die Zuordnung von Werten zu Bind-Variablen erforderlich ist, die in der SQL-Anweisung enthalten sind. So rufen Sie beispielsweise die auf der Folie gezeigte Prozedur auf:

```
EXECUTE insert_row('countries', 'LB', 'Lebanon', 4)
```

Nach dem Parsen der Anweisung müssen Sie die Prozedur DBMS_SQL.BIND_VARIABLE aufrufen, um den einzelnen Bind-Variablen in der Anweisung Werte zuzuweisen. Das Binden der Werte muss vor der Ausführung des Codes erfolgen. Um eine SELECT-Anweisung dynamisch zu verarbeiten, gehen Sie zwischen dem Öffnen und Schließen des Cursors wie folgt vor:

1. Führen Sie für jede ausgewählte Spalte DBMS_SQL.DEFINE_COLUMN aus.
2. Führen Sie für jede Bind-Variable in der Abfrage DBMS_SQL.BIND_VARIABLE aus.
3. Gehen Sie für jede Zeile wie folgt vor:
 - a. Führen Sie DBMS_SQL.FETCH_ROWS aus, um eine Zeile abzurufen und die Anzahl der abgerufenen Zeilen zurückzugeben. Stoppen Sie die weitere Verarbeitung, wenn der Wert 0 zurückgegeben wird.
 - b. Führen Sie DBMS_SQL.COLUMN_VALUE aus, um die einzelnen gewählten Spaltenwerte zur Verarbeitung in jede PL/SQL-Variable abzurufen.

Dieser Codierungsprozess ist zwar nicht komplex, doch dauert seine Erstellung länger und ist fehleranfälliger als die Verwendung von nativem dynamischem SQL.

Quiz

Der vollständige Text der dynamischen SQL-Anweisung ist möglicherweise erst zur Laufzeit bekannt. Die Anweisungsyntax wird daher nicht bei der *Kompilierung*, sondern erst zur *Laufzeit* geprüft.

- a. Richtig
- b. Falsch



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Richtige Antwort: a

Zusammenfassung

In dieser Lektion haben Sie Folgendes gelernt:

- Ausführungsablauf von SQL-Anweisungen beschreiben
- SQL-Anweisungen dynamisch mit nativem dynamischem SQL (NDS) erstellen und ausführen
- Situationen erkennen, in denen für die dynamische Erstellung und Ausführung von SQL-Anweisungen anstelle von NDS das Package `DBMS_SQL` verwendet werden muss



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion haben Sie gelernt, SQL-Anweisungen dynamisch zu erstellen und mit nativen dynamischen SQL-Anweisungen auszuführen. Die dynamische Ausführung von SQL- und PL/SQL-Code erweitert die Funktionsmöglichkeiten von PL/SQL über Abfrage- und Transaktionsvorgänge hinaus. In früheren Releases der Datenbank konnten Sie mit dem Package `DBMS_SQL` ähnliche Ergebnisse erzielen.

Übungen zu Lektion 7 – Übersicht: Dynamisches SQL

Diese Übung behandelt folgende Themen:

- Package erstellen, das mithilfe von nativem dynamischem SQL eine Tabelle erstellt oder löscht und Zeilen in einer Tabelle füllt, ändert und löscht
- Package erstellen, das den PL/SQL-Code in Ihrem Schema kompiliert

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In diesen Übungen erstellen Sie Code, um folgende Aufgaben auszuführen:

- Package erstellen, das mithilfe von nativem dynamischem SQL eine Tabelle erstellt oder löscht und Zeilen in der Tabelle füllt, ändert und löscht
- Package erstellen, das den PL/SQL-Code in Ihrem Schema kompiliert – entweder den gesamten PL/SQL-Code oder nur Code, der in der Tabelle `USER_OBJECTS` den Status `INVALID` aufweist.

Überlegungen zum Design von PL/SQL-Code

8

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ziele

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Standardkonstanten und Exceptions erstellen
- Lokale Unterprogramme erstellen und aufrufen
- Laufzeitberechtigungen von Unterprogrammen steuern
- Autonome Transaktionen ausführen
- PL/SQL-Packages und Standalone Stored Subprograms Rollen erteilen
- Parameter mit dem Hint NOCOPY per Referenz übergeben
- Mit dem Hint PARALLEL ENABLE eine Optimierung vornehmen
- Sessionübergreifenden Ergebniscache für PL/SQL-Funktionen verwenden
- Klausel DETERMINISTIC mit Funktionen verwenden
- Bulk Binding und Klausel RETURNING mit DML verwenden

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion lernen Sie, Namen von Konstanten und Exceptions mit Hilfe von Packagespezifikationen zu standardisieren. Sie erfahren, wie im Bereich Declaration von PL/SQL-Blöcken Unterprogramme zur lokalen Verwendung in einem Block erstellt werden. Die Beschreibung der Compileranweisung AUTHID soll Ihnen zeigen, wie Sie Laufzeitberechtigungen des PL/SQL-Codes verwalten und mit der Anweisung AUTONOMOUS TRANSACTION unabhängige Transaktionen für Unterprogramme erstellen.

Außerdem werden in dieser Lektion performancebezogene Überlegungen behandelt, die in PL/SQL-Anwendungen verwendet werden können, beispielsweise Bulk Binding-Vorgänge mit einer einzigen SQL-Anweisung, die Klausel RETURNING und die Hints NOCOPY und PARALLEL ENABLE.

Lektionsagenda

- Konstanten und Exceptions standardisieren, lokale Unterprogramme verwenden, Laufzeitberechtigungen von Unterprogrammen steuern und autonome Transaktionen ausführen
- PL/SQL-Packages und Standalone Stored Subprograms Rollen erteilen
- Hints NOCOPY und PARALLEL ENABLE, sessionübergreifenden Ergebniscache für PL/SQL-Funktionen und Klausel DETERMINISTIC verwenden
- Bulk Binding und Klausel RETURNING mit DML verwenden

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Konstanten und Exceptions standardisieren

Konstanten und Exceptions werden normalerweise mit einem Package ohne Body implementiert (also in einer Packagespezifikation).

- Vorteile der Standardisierung:
 - Konsistente Programme entwickeln
 - Code häufiger wiederverwenden
 - Codeverwaltung vereinfachen
 - Unternehmensstandards anwendungsübergreifend implementieren
- Standardisierung beginnen mit:
 - Exception-Namen
 - Konstantendefinitionen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wenn mehrere Entwickler eigene Exception Handler in einer Anwendung erstellen, kann dies zu einer inkonsistenten Behandlung von Fehlersituationen führen. Werden bestimmte Standards nicht eingehalten, können verwirrende Situationen entstehen, weil entweder derselbe Fehler mit unterschiedlichen Verfahren behandelt wird oder widersprüchliche, den Benutzer verunsichernde Fehlermeldungen angezeigt werden. Um dies zu vermeiden, können Sie:

- Unternehmensstandards implementieren, die in der gesamten Anwendung ein konsistentes Verfahren zur Fehlerbehandlung gewährleisten
- vordefinierte, allgemeine Exception Handler erstellen, die für Konsistenz in der Anwendung sorgen
- Programme erstellen und aufrufen, die konsistente Fehlermeldungen erzeugen

Alle hochwertigen Programmierumgebungen verwenden Benennungs- und Codierungsstandards. Ein geeigneter Ausgangspunkt für Benennungs- und Codierungsstandards in PL/SQL sind häufig verwendete Konstanten und Exceptions, die in der Anwendungsdomäne auftreten.

Das PL/SQL-Konstrukt einer Packagespezifikation eignet sich ausgezeichnet für die Unterstützung der Standardisierung, da alle in der Packagespezifikation deklarierten IDs öffentlich sind. Sie sind für die Unterprogramme, die vom Eigentümer des Packages entwickelt werden, sowie für den gesamten Code mit EXECUTE-Rechten für die Packagespezifikation sichtbar.

Exceptions standardisieren

Standardisiertes Fehlerbehandlungspackage erstellen, das alle benannten und vom Programmierer definierten Exceptions enthält, die in der Anwendung verwendet werden sollen

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE error_pkg IS
    e_fk_err      EXCEPTION;
    e_seq_nbr_err EXCEPTION;
    PRAGMA EXCEPTION_INIT (e_fk_err, -2292);
    PRAGMA EXCEPTION_INIT (e_seq_nbr_err, -2277);
    ...
END error_pkg;
/
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Package `error_pkg` im Beispiel auf der Folie ist ein standardisiertes Exception-Package. Es deklariert eine Gruppe vom Programmierer definierter Exception-IDs. Da viele der in der Oracle-Datenbank vordefinierten Exceptions keinen identifizierenden Namen haben, ordnet das auf der Folie gezeigte Beispieldackage mithilfe der Anweisung `PRAGMA EXCEPTION_INIT` bestimmte Exception-Namen einer Fehlernummer der Oracle-Datenbank zu. So können Sie in Ihren Anwendungen mit einem Standardverfahren auf beliebige Exceptions verweisen. Beispiel:

```
BEGIN
    DELETE FROM departments
    WHERE department_id = deptno;
    ...
EXCEPTION
    WHEN error_pkg.e_fk_err THEN
    ...
    WHEN OTHERS THEN
    ...
END;
/
```

Exception-Behandlung standardisieren

Gründe zum Erstellen von Unterprogrammen zur allgemeinen Exception-Behandlung:

- Fehler auf Grundlage der Exception-Werte SQLCODE und SQLERRM anzeigen
- Laufzeitfehler bequem mit Parametern im Code protokollieren, um Folgendes zu ermitteln:
 - Die Prozedur, in der der Fehler auftrat
 - Die Position (Zeilennummer) des Fehlers
 - RAISE_APPLICATION_ERROR mit Stacktrace-Funktionen, wobei das dritte Argument auf TRUE eingestellt ist



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Eine standardisierte Exception-Behandlung kann als Standalone-Unterprogramm oder als dem Package hinzugefügtes Unterprogramm implementiert werden, das die Standard-Exceptions definiert. Erstellen Sie ein Package mit folgendem Inhalt:

- Alle benannten Exceptions, die in der Anwendung zu verwenden sind
- Alle unbenannten, vom Programmierer definierten Exceptions, die in der Anwendung zu verwenden sind. Dies sind die Fehlernummern 20000 bis 20999.
- Ein Programm zum Aufruf von RAISE_APPLICATION_ERROR auf Grundlage von Package-Exceptions
- Ein Programm zum Anzeigen von Fehlern auf Grundlage der Werte für SQLCODE und SQLERRM
- Zusätzliche Objekte wie Fehlerlogtabellen und Programme für den Zugriff auf die Tabellen

Eine übliche Vorgehensweise besteht darin, Parameter zu verwenden, die den Namen der Prozedur und die Position angeben, an der der Fehler auftrat. Dies erleichtert Ihnen die Verfolgung von Laufzeitfehlern. Eine Alternative ist die Built In-Prozedur RAISE_APPLICATION_ERROR. Mit dieser Prozedur können Sie einen Stacktrace der Exceptions führen und damit die Folge der Aufrufe verfolgen, die zu dem Fehler führte. Stellen Sie dazu das dritte, optionale Argument auf TRUE ein. Beispiel:

```
RAISE_APPLICATION_ERROR(-20001, 'My first error', TRUE);
```

Dies ist sinnvoll, wenn auf diese Weise mehrere Exceptions ausgelöst werden.

Konstanten standardisieren

Bei Programmen, die lokale Variablen verwenden, deren Werte nicht geändert werden dürfen:

- Variablen in Konstanten konvertieren, um den Aufwand für Verwaltung und Debugging zu verringern
- Zentrale Packagespezifikation mit allen Konstanten erstellen

```
CREATE OR REPLACE PACKAGE constant_pkg IS  
    c_order_received CONSTANT VARCHAR(2) := 'OR';  
    c_order_shipped   CONSTANT VARCHAR(2) := 'OS';  
    c_min_sal         CONSTANT NUMBER(3)  := 900;  
END constant_pkg;
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Definitionsgemäß ändern sich Werte von Variablen, während Werte von Konstanten nicht geändert werden dürfen. Wenn Sie Programme mit lokalen Variablen haben, deren Werte sich nicht ändern (dürfen), konvertieren Sie die Variablen in Konstanten. Dies erleichtert die Verwaltung und das Debugging des Codes.

Erstellen Sie ein einziges, gemeinsam genutztes Package, das alle Konstanten enthält. Dies vereinfacht die Verwaltung und Änderung der Konstanten erheblich. Sie können die Prozedur oder das Package zur Performancesteigerung beim Systemstart laden.

Das Beispiel auf der Folie zeigt das Package `constant_pkg` mit einigen wenigen Konstanten. Verweisen Sie in der Anwendung bei Bedarf auf die Packagekonstanten. Beispiel:

```
BEGIN  
    UPDATE employees  
        SET salary = salary + 200  
        WHERE salary <= constant_pkg.c_min_sal;  
END;  
/
```

Lokale Unterprogramme

Ein lokales Unterprogramm ist eine am Ende des deklarativen Bereichs definierte Prozedur oder Funktion in einem Unterprogramm.

```
CREATE PROCEDURE employee_sal(p_id NUMBER) IS
    v_emp employees%ROWTYPE;
    FUNCTION tax(p_salary VARCHAR2) RETURN NUMBER IS
    BEGIN
        RETURN p_salary * 0.825;
    END tax;
BEGIN
    SELECT * INTO v_emp
    FROM EMPLOYEES WHERE employee_id = p_id;
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Tax: ' || tax(v_emp.salary));
END;
/
EXECUTE employee_sal(100)
```

```
PROCEDURE EMPLOYEE_SAL compiled
anonymous block completed
Tax: 19800
```

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Lokale Unterprogramme können ein Top-Down-Design fördern. Sie entfernen überflüssigen Code und verringern dadurch die Modulgröße. Dies ist einer der wichtigsten Gründe für das Erstellen von lokalen Unterprogrammen. Wenn ein Modul dieselbe Routine mehrmals benötigt, diese aber von keinem anderen Modul benötigt wird, definieren Sie die Routine als lokales Unterprogramm.

Sie können benannte PL/SQL-Blöcke im deklarativen Bereich beliebiger PL/SQL-Programme, Prozeduren, Funktionen oder anonymer Blöcke definieren, *sofern die Deklaration am Ende des Bereichs Declaration erfolgt*. Lokale Unterprogramme weisen folgende Eigenschaften auf:

- Sie sind nur für den Block zugänglich, in dem sie definiert werden.
- Sie werden zusammen mit den sie einschließenden Blöcken kompiliert.

Vorteile von lokalen Unterprogrammen:

- Verringerung von sich wiederholendem Code
- Bessere Lesbarkeit und einfache Wartung des Codes
- Weniger Verwaltungsaufwand, da statt zwei Programmen nur ein Programm zu verwalten ist

Das Konzept ist einfach. Auf der Folie wird dies mit einem einfachen Beispiel zur Berechnung der Einkommensteuer aus dem Gehalt eines Mitarbeiters veranschaulicht.

Rechte des Eigentümers und Rechte des ausführenden Benutzers – Vergleich

Rechte des Eigentümers:

- Programme werden mit den Berechtigungen des erstellenden Benutzers ausgeführt.
- Benutzer benötigen keine Berechtigungen für zugrunde liegende Objekte, auf die die Prozedur zugreift. Benutzer benötigen lediglich eine Berechtigung zum Ausführen einer Prozedur.

Rechte des ausführenden Benutzers:

- Programme werden mit den Berechtigungen des aufrufenden Benutzers ausgeführt.
- Benutzer benötigen Berechtigungen für zugrunde liegende Objekte, auf die die Prozedur zugreift.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Modell der Rechte des Eigentümers

Alle Programme werden standardmäßig mit den Berechtigungen des Benutzers ausgeführt, der das Unterprogramm erstellt hat. Dieses sogenannte "Modell der Rechte des Eigentümers" weist folgende Eigenschaften auf:

- Der aufrufende Benutzer hat die Berechtigung, die Prozedur auszuführen, jedoch keine Berechtigungen für die zugrunde liegenden Objekte, auf die die Prozedur zugreift.
- Der Eigentümer benötigt alle erforderlichen Objektberechtigungen für die Objekte, die die Prozedur referenziert.

Wenn beispielsweise Benutzer Scott ein PL/SQL-Unterprogramm namens `get_employees` erstellt, das anschließend von Sarah aufgerufen wird, erfolgt die Ausführung der Prozedur `get_employees` mit den Berechtigungen von Eigentümer Scott.

Modell der Rechte des ausführenden Benutzers

Beim Modell der Rechte des ausführenden Benutzers, das in Oracle8i eingeführt wurde, werden die Programme mit den Berechtigungen des aufrufenden Benutzers ausgeführt. Benutzer einer Prozedur, die mit Rechten des ausführenden Benutzers ausgeführt wird, benötigen Berechtigungen für die zugrunde liegenden Objekte, die die Prozedur referenziert.

Wird beispielsweise Scotts PL/SQL-Unterprogramm `get_employees` von Sarah aufgerufen, erfolgt die Ausführung der Prozedur `get_employees` mit den Berechtigungen von Sarah, der ausführenden Benutzerin.

Rechte des ausführenden Benutzers angeben – AUTHID auf CURRENT_USER einstellen

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE add_dept (
    p_id NUMBER, p_name VARCHAR2) AUTHID CURRENT_USER IS
BEGIN
    INSERT INTO departments
    VALUES (p_id, p_name, NULL, NULL);
END;
```

Bei Verwendung mit Standalone-Funktionen, -Prozeduren oder -Packages:

- Namen in Abfragen, DML, nativem dynamischem SQL und dem Package DBMS_SQL werden im Schema des ausführenden Benutzers aufgelöst.
- Aufrufe anderer Packages, Funktionen und Prozeduren werden im Schema des Eigentümers aufgelöst.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Rechte des ausführenden Benutzers angeben

Sie können wie folgt die Rechte des ausführenden Benutzers für unterschiedliche PL/SQL-Unterprogrammkonstrukte einstellen:

```
CREATE FUNCTION name RETURN type AUTHID CURRENT_USER IS...
CREATE PROCEDURE name AUTHID CURRENT_USER IS...
CREATE PACKAGE name AUTHID CURRENT_USER IS...
CREATE TYPE name AUTHID CURRENT_USER IS OBJECT...
```

Der Standardwert AUTHID DEFINER gibt an, dass das Unterprogramm mit den Berechtigungen des jeweiligen Eigentümers ausgeführt wird. Die meisten bereitgestellten PL/SQL-Packages (DBMS_LOB, DBMS_ROWID und so weiter) verwenden das Modell der Rechte des ausführenden Benutzers.

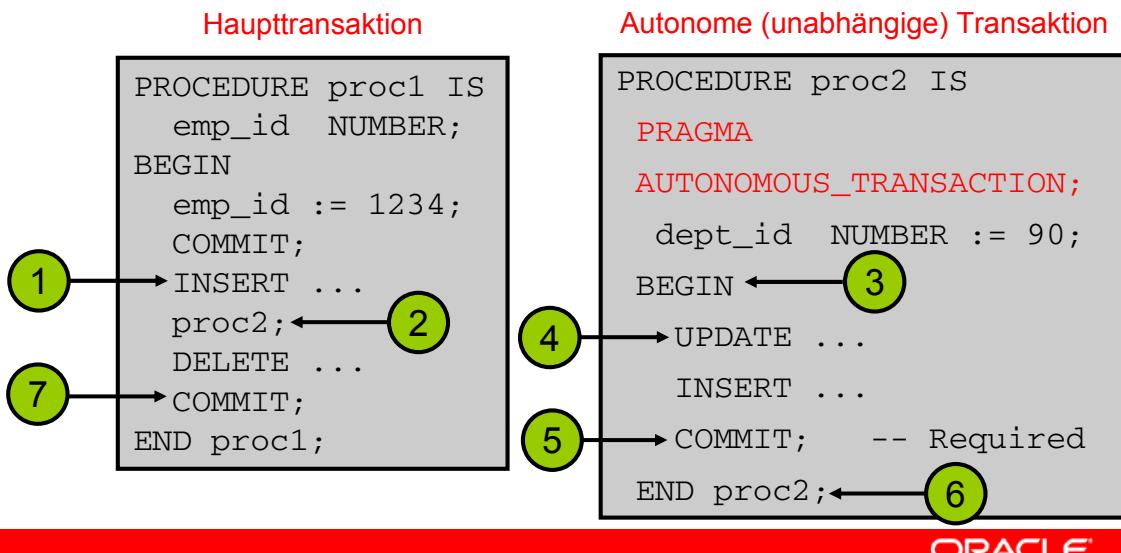
Namensauflösung

Bei Prozeduren mit Rechten des Eigentümers werden alle externen Referenzen im Schema des Eigentümers aufgelöst. Bei Prozeduren mit Rechten des ausführenden Benutzers richtet sich die Auflösung externer Referenzen nach der Art der Anweisung, in der sie sich befinden:

- Namen in Abfragen, DML-Anweisungen, dynamischem SQL und DBMS_SQL werden im Schema des ausführenden Benutzers aufgelöst.
- Alle übrigen Anweisungen wie Aufrufe anderer Packages, Funktionen und Prozeduren werden im Schema des Eigentümers aufgelöst.

Autonome Transaktionen

- Sind unabhängige Transaktionen, die von einer anderen Haupttransaktion gestartet werden
- Werden mit PRAGMA AUTONOMOUS_TRANSACTION angegeben



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Eine Transaktion umfasst eine Reihe von Anweisungen zur Ausführung einer logischen Arbeitseinheit, die als Ganzes gelingt oder fehlschlägt. Oft startet eine Transaktion eine weitere, die möglicherweise außerhalb des Bereichs der ersten Transaktion operieren muss. Mit anderen Worten: In einer vorhandenen Transaktion ist möglicherweise eine unabhängige Transaktion erforderlich, um Änderungen festzuschreiben oder zurückzurollen, ohne das Ergebnis der startenden Transaktion zu beeinflussen. Beispiel: Bei einer Aktienkauftransaktion müssen die Kundeninformationen unabhängig davon festgeschrieben werden, ob der Aktienkauf als solcher durchgeführt wird. Oder Sie möchten während derselben Transaktion Meldungen in einer Tabelle protokollieren, auch wenn die gesamte Transaktion zurückgerollt wird.

Seit Oracle8i sind autonome Transaktionen zur Erstellung unabhängiger Transaktionen verfügbar. Eine autonome Transaktion ist eine unabhängige Transaktion, die von einer anderen Haupttransaktion gestartet wird. Auf der Folie wird das Verhalten einer autonomen Transaktion dargestellt:

1. Die Haupttransaktion beginnt.
2. Eine Prozedur proc2 wird aufgerufen, um die autonome Transaktion zu starten.
3. Die Haupttransaktion wird unterbrochen.
4. Die Aktion der autonomen Transaktion beginnt.
5. Die autonome Transaktion endet damit, dass sie festgeschrieben oder zurückgerollt wird.
6. Die Haupttransaktion wird fortgesetzt.
7. Die Haupttransaktion endet.

Autonome Transaktionen – Merkmale

- Sind unabhängig von der Haupttransaktion
- Unterbrechen die aufrufende Transaktion, bis die autonomen Transaktionen abgeschlossen sind
- Sind keine verschachtelten Transaktionen
- Werden beim Zurückrollen der Haupttransaktion nicht zurückgerollt
- Machen die Änderungen durch Festschreiben für andere Transaktionen sichtbar
- Werden durch individuelle Unterprogramme und nicht durch verschachtelte oder anonyme PL/SQL-Blöcke gestartet und beendet

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Autonome Transaktionen weisen folgende Merkmale auf:

- Autonome Transaktionen werden zwar innerhalb einer Transaktion aufgerufen, sind von dieser jedoch unabhängig. Das heißt, es handelt sich nicht um verschachtelte Transaktionen.
- Beim Zurückrollen der Haupttransaktion werden autonome Transaktionen nicht zurückgerollt.
- Änderungen, die eine autonome Transaktion vornimmt, werden durch Festschreiben für andere Transaktionen sichtbar.
- Aufgrund der stackartigen Funktionalität ist stets nur die "oberste" Transaktion zugänglich. Nach dem Abschluss einer autonomen Transaktion wird diese vom Stack genommen, und die aufrufende Transaktion wird fortgesetzt.
- Außer den Ressourcengrenzen gibt es keinerlei Einschränkungen für die Anzahl der rekursiven Aufrufe autonomer Transaktionen.
- Autonome Transaktionen müssen explizit festgeschrieben oder zurückgerollt werden. Andernfalls wird beim Versuch, aus dem autonomen Block zurückzukehren, ein Fehler zurückgegeben.
- Sie können mit PRAGMA nicht alle Unterprogramme in einem Package als autonom markieren. Dies ist nur für einzelne Routinen möglich.
- Verschachtelte oder anonyme PL/SQL-Blöcke können nicht als autonom markiert werden.

Autonome Transaktionen – Beispiel

```
CREATE TABLE usage (card_id NUMBER, loc NUMBER)
/
CREATE TABLE txn (acc_id NUMBER, amount NUMBER)
/
CREATE OR REPLACE PROCEDURE log_usage (p_card_id NUMBER, p_loc NUMBER)
IS
    PRAGMA AUTONOMOUS_TRANSACTION;
BEGIN
    INSERT INTO usage
    VALUES (p_card_id, p_loc);
    COMMIT;
END log_usage;
/
CREATE OR REPLACE PROCEDURE bank_trans(p_cardnbr NUMBER, p_loc NUMBER) IS
BEGIN
    INSERT INTO txn VALUES (9001, 1000);
    log_usage (p_cardnbr, p_loc);
END bank_trans;
/
EXECUTE bank_trans(50, 2000)
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Autonome Transaktionen definieren Sie mit `PRAGMA AUTONOMOUS_TRANSACTION`. `PRAGMA` weist den PL/SQL-Compiler an, eine Routine als autonom (unabhängig) zu markieren. In diesem Kontext umfasst der Begriff "Routine": anonyme PL/SQL-Blöcke der obersten Ebene (nicht verschachtelt); lokale, Standalone- und in Packages integrierte Funktionen und Prozeduren; Methoden eines SQL-Objekttyps; Datenbanktrigger. Sie können `PRAGMA` an einer beliebigen Stelle des deklarativen Bereichs einer Routine codieren. Die beste Lesbarkeit erzielen Sie jedoch am Anfang des Bereichs `Declaration`.

Im Beispiel auf der Folie protokollieren Sie die Einsatzorte der Bankkarte unabhängig vom Erfolg der einzelnen Transaktionen. Autonome Transaktionen weisen bestimmte Vorteile auf:

- Nach dem Start sind autonome Transaktionen völlig unabhängig. Sie verwenden keine Sperren, Ressourcen oder Festschreibungsabhängigkeiten gemeinsam mit der Haupttransaktion. Dadurch können Sie auch beim Zurückrollen der Haupttransaktion Ereignisse protokollieren, Wiederholungszähler schrittweise erhöhen und so weiter.
- Noch wichtiger ist die Tatsache, dass Sie mithilfe autonomer Transaktionen modulare, wiederverwendbare Softwarekomponenten erstellen können. Stored Procedures beispielsweise können autonome Transaktionen eigenständig starten und beenden. Einer aufrufenden Anwendung müssen keine Informationen über die autonomen Vorgänge einer Prozedur vorliegen, und der Prozedur muss der Transaktionskontext der Anwendung nicht bekannt sein. Dadurch sind autonome Transaktionen benutzerfreundlicher und weniger fehleranfällig als normale Transaktionen.

Das Beispiel auf der vorherigen Folie generiert die folgende Ausgabe für die Tabellen TXN und USAGE:

```
table USAGE created.  
table TXN created.  
PROCEDURE LOG_USAGE compiled  
PROCEDURE BANK_TRANS compiled  
anonymous block completed
```

Um den Code auf der vorherigen Seite auszuführen, geben Sie folgenden Code ein:

```
EXECUTE bank_trans(50, 2000)
```

Zeigen Sie im Object Navigator-Baum in der Registerkarte **Data** des Knotens **Tables** wie folgt die Werte in den Tabellen TXN und USAGE an:

The screenshot shows the Oracle Database Object Navigator interface with two tables displayed side-by-side.

TXN Table:

ACC_ID	AMOUNT
1	9001
	1000

USAGE Table:

CARD_ID	LOC
1	50
	2000

Lektionsagenda

- Konstanten und Exceptions standardisieren, lokale Unterprogramme verwenden, Laufzeitberechtigungen von Unterprogrammen steuern und autonome Transaktionen ausführen
- PL/SQL-Packages und Standalone Stored Subprograms Rollen erteilen
- Hints NOCOPY und PARALLEL ENABLE, session-übergreifenden Ergebniscache für PL/SQL-Funktionen und Klausel DETERMINISTIC verwenden
- Bulk Binding und Klausel RETURNING mit DML verwenden

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

PL/SQL-Packages und Standalone Stored Subprograms Rollen erteilen

- Mit dem SQL-Befehl GRANT werden PL/SQL-Packages und Standalone-Unterprogrammen Rollen erteilt:
 - Einheit mit Rechten des ausführenden Benutzers erstellen
 - Einheit mit Rechten des ausführenden Benutzers Rollen erteilen
- Die Einheit mit Rechten des ausführenden Benutzers wird mit den Berechtigungen des ausführenden Benutzers und den Berechtigungen der Rollen ausgeführt.



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Vor Oracle Database 12c wurde eine Einheit mit Rechten des Eigentümers immer mit den Berechtigungen des Eigentümers und eine Einheit mit Rechten des ausführenden Benutzers immer mit den Berechtigungen des ausführenden Benutzers ausgeführt. Um damals eine PL/SQL-Einheit zu erstellen, die alle Benutzer aufrufen konnten, selbst wenn deren Berechtigungen niedriger angesiedelt waren als Ihre eigenen, mussten Sie eine Einheit mit Rechten des Eigentümers verwenden. Diese Einheit wurde immer mit all Ihren Berechtigungen ausgeführt, ungeachtet des Benutzers, der sie aufgerufen hat.

Seit Oracle Database 12c können Sie einzelnen PL/SQL-Packages und Standalone-Unterprogrammen Rollen erteilen. Anstelle einer Einheit mit Rechten des Eigentümers können Sie eine Einheit mit Rechten des ausführenden Benutzers erstellen und dieser dann Rollen erteilen. Die Einheit mit Rechten des ausführenden Benutzers wird mit den Berechtigungen des ausführenden Benutzers und den Berechtigungen der Rollen ausgeführt, jedoch nicht mit eventuellen weiteren Berechtigungen, die Sie besitzen.

Sie erteilen einer Einheit mit Rechten des ausführenden Benutzers Rollen, sodass Benutzer, die über weniger Berechtigungen verfügen als Sie, diese Einheit nur mit den dafür erforderlichen Berechtigungen ausführen können. Es gibt keinen Grund, einer Einheit mit Rechten des Eigentümers Rollen zu erteilen, da deren ausführende Benutzer die Einheit mit all Ihren Berechtigungen ausführen.

Mit dem SQL-Befehl GRANT können Sie PL/SQL-Packages und Standalone Stored Subprograms Rollen erteilen. Die einer PL/SQL-Einheit erteilten Rollen wirken sich nicht auf die Kompilierung aus. Sie beeinflussen die Berechtigungsprüfung von SQL-Anweisungen, die von der Einheit zur Laufzeit abgesetzt werden. Die Einheit wird mit den Berechtigungen ihrer eigenen Rollen und allen anderen derzeit aktivierten Rollen ausgeführt.

Lektionsagenda

- Konstanten und Exceptions standardisieren, lokale Unterprogramme verwenden, Laufzeitberechtigungen von Unterprogrammen steuern und autonome Transaktionen ausführen
- PL/SQL-Packages und Standalone Stored Subprograms Rollen erteilen
- Hints NOCOPY und PARALLEL ENABLE, session-übergreifenden Ergebniscache für PL/SQL-Funktionen und Klausel DETERMINISTIC verwenden
- Bulk Binding und Klausel RETURNING mit DML verwenden

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Hint NOCOPY

- Ermöglicht dem PL/SQL-Compiler die Übergabe von OUT- und IN OUT-Parametern per Referenz anstatt mit einem Wert
- Erhöht die Performance durch geringeren Overhead bei der Übergabe von Parametern

```
DECLARE
    TYPE      rec_emp_type IS TABLE OF employees%ROWTYPE;
    rec_emp  rec_emp_type;
    PROCEDURE populate(p_tab IN OUT NOCOPY emptabtype) IS
        BEGIN
            . . .
        END;
BEGIN
    populate(rec_emp);
END;
/
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

PL/SQL-Unterprogramme unterstützen drei Modi der Parameterübergabe: IN, OUT und IN OUT. Standardmäßig gilt:

- IN-Parameter werden per Referenz übergeben. Ein Zeiger auf den tatsächlichen IN-Parameter wird an den entsprechenden formalen Parameter übergeben. Somit referenzieren beide Parameter denselben Speicherort, der den Wert des tatsächlichen Parameters enthält.
- OUT- und IN OUT-Parameter werden mit einem Wert übergeben. Der Wert des tatsächlichen OUT- oder IN OUT-Parameters wird dabei in die entsprechenden formalen Parameter kopiert. Anschließend werden, sofern das Unterprogramm ordnungsgemäß beendet wird, die den formalen OUT- und IN OUT-Parametern zugewiesenen Werte in die entsprechenden tatsächlichen Parameter kopiert.

Das Kopieren von Parametern, die für große Datenstrukturen stehen (zum Beispiel Collections, Records oder Objekttypinstanzen), mit den OUT- und IN OUT-Parametern führt zu einer verlangsamten Ausführung und einem erhöhten Speicherbedarf. Zur Vermeidung dieses Overheads können Sie den Hint NOCOPY angeben, der dem PL/SQL-Compiler die Übergabe derartiger Parameter per Referenz ermöglicht.

Das Beispiel auf der Folie zeigt die Deklaration eines IN OUT-Parameters mit dem Hint NOCOPY.

Auswirkungen des Hints NOCOPY

- Wenn das Unterprogramm mit einer nicht behandelten Exception beendet wird:
 - Können Sie sich nicht auf die Werte der tatsächlichen Parameter verlassen, die an einen NOCOPY-Parameter übergeben werden
 - werden unvollständige Änderungen nicht "zurückgerollt"
- Mit dem Protokoll Remote Procedure Call (RPC) können Sie Parameter nur mit einem Wert übergeben.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit dem Hint NOCOPY erreichen Sie eine bessere Performance, die jedoch zu Lasten einer klar definierten Exception-Semantik geht. Der Hint wirkt sich wie folgt auf die Exception-Behandlung aus:

- Da NOCOPY keine Anweisung, sondern ein Hint ist, kann der Compiler NOCOPY-Parameter mit einem Wert oder per Referenz an ein Unterprogramm übergeben. Wenn also das Unterprogramm mit einer nicht behandelten Exception beendet wird, können Sie sich nicht auf die Werte der tatsächlichen NOCOPY-Parameter verlassen.
- Bei Beendigung eines Unterprogramms mit einer nicht behandelten Exception werden die Werte, die den formalen OUT- und IN OUT-Parametern zugewiesen wurden, standardmäßig nicht in die entsprechenden tatsächlichen Parameter kopiert, und Änderungen scheinen zurückgerollt zu werden. Wenn Sie dagegen NOCOPY angeben, wirken sich die Zuordnungen zu den formalen Parametern auch sofort auf die tatsächlichen Parameter aus. Wenn also das Unterprogramm mit einer nicht behandelten Exception beendet wird, werden die (möglicherweise unvollständigen) Änderungen nicht "zurückgerollt".
- Mit dem Protokoll RPC können Sie derzeit Parameter nur mit einem Wert übergeben. Somit kann sich die Exception-Semantik beim Partitionieren von Anwendungen ohne Benachrichtigung ändern. Wenn Sie beispielsweise eine lokale Prozedur mit NOCOPY-Parametern an eine Remote-Site verschieben, werden diese Parameter nicht mehr per Referenz übergeben.

Wann ignoriert der PL/SQL-Compiler den Hint NOCOPY?

In folgenden Situationen hat der Hint NOCOPY keine Auswirkung:

- Der tatsächliche Parameter:
 - ist ein Element von assoziativen Arrays (INDEX BY-Tabellen)
 - verfügt über ein Constraint (zum Beispiel Anzahl der Nachkommastellen oder NOT NULL)
 - und der formale Parameter sind Records, wobei einer oder beide Records mit %ROWTYPE oder %TYPE deklariert wurden und unterschiedliche Constraints für die entsprechenden Felder in den Records aufweisen
 - benötigt eine implizite Datentypkonvertierung
- Das Unterprogramm ist am Aufruf einer externen Prozedur oder Remote-Prozedur beteiligt.



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In den folgenden Fällen ignoriert der PL/SQL-Compiler den Hint NOCOPY und übergibt die Parameter mit einem Wert (ohne Fehlergenerierung):

- Der aktuelle Parameter ist ein Element von assoziativen Arrays (INDEX BY-Tabellen). Diese Einschränkung gilt nicht für komplett assoziative Arrays.
- Der tatsächliche Parameter verfügt über ein Constraint (zum Beispiel Anzahl der Nachkommastellen oder NOT NULL). Diese Einschränkung erstreckt sich nicht auf Elemente oder Attribute mit Constraints. Außerdem gilt sie nicht für Zeichenfolgen mit Größenbeschränkungen.
- Der tatsächliche Parameter und der formale Parameter sind Records, wobei einer oder beide Records mit %ROWTYPE oder %TYPE deklariert wurden und unterschiedliche Constraints für die entsprechenden Felder in den Records aufweisen.
- Der tatsächliche Parameter und der formale Parameter sind Records, wobei der tatsächliche Parameter (implizit) als Index einer Cursor FOR-Schleife deklariert wurde und die beiden Parameter unterschiedliche Constraints für die entsprechenden Felder in den Records aufweisen.
- Für die Übergabe des tatsächlichen Parameters ist eine implizite Datentypkonvertierung erforderlich.
- Das Unterprogramm ist am Aufruf einer externen Prozedur oder Remote-Prozedur beteiligt.

Hint PARALLEL_ENABLE

- Kann in Funktionen als Optimierungs-Hint verwendet werden
- Zeigt an, dass eine Funktion in parallelisierten Abfragen oder DML-Anweisungen verwendet werden kann

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION f2 (p_p1 NUMBER)
  RETURN NUMBER PARALLEL_ENABLE IS
BEGIN
  RETURN p_p1 * 2;
END f2;
```

FUNCTION F2 compiled

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit dem Schlüsselwort PARALLEL_ENABLE können Sie in der Syntax eine Funktion deklarieren. Dieser Optimierungs-Hint zeigt an, dass die Funktion in parallelisierten Abfragen oder DML-Anweisungen verwendet werden kann. Das Oracle-Feature der parallelen Ausführung verteilt die Ausführung einer SQL-Anweisung auf mehrere Prozesse. Bei Funktionen, die aus einer parallel ausgeführten SQL-Anweisung aufgerufen werden, kann in jedem dieser Prozesse eine separate Kopie ausgeführt werden. Dabei wird jede Kopie nur für die Zeilen aufgerufen, die von dem entsprechenden Prozess verarbeitet werden.

Vor Oracle8i suchte die Parallelisierungsoptimierung in DML-Anweisungen nach Funktionen, bei denen RNDS, WNDS, RNPS und WNPS gemeinsam in einer PRAGMA RESTRICT_REFERENCES-Deklaration angegeben waren. Diese Funktionen, die weder Lese- noch Schreibvorgänge für die Datenbank- oder Packagevariablen durchführten, konnten parallel ausgeführt werden. Bei Funktionen wiederum, die mit einer CREATE FUNCTION-Anweisung definiert wurden, erfolgte eine implizite Codeprüfung daraufhin, ob sie wirklich rein genug waren. Eine parallelisierte Ausführung war gegebenenfalls möglich, obwohl PRAGMA in diesen Funktionen nicht angegeben werden konnte.

Das Schlüsselwort PARALLEL_ENABLE steht in der Deklaration der Funktion hinter dem Typ des Rückgabewertes (siehe Beispiel auf der Folie).

Hinweis: Die Funktion darf keinen Sessionzustand verwenden, beispielsweise Packagevariablen, da die für die parallele Ausführung zuständigen Server diese Variablen möglicherweise nicht gemeinsam verwenden können.

Sessionübergreifender Ergebniscache für PL/SQL-Funktionen

- Bei jedem Aufruf einer ergebnisgecachten PL/SQL-Funktion mit wechselnden Parameterwerten werden sowohl die Parameter als auch ihre Ergebnisse im Ergebniscache abgelegt.
- Der Ergebniscache für Funktionen ist in einer Shared Global Area (SGA) abgelegt und damit für jede Session verfügbar, in der die Anwendung ausgeführt wird.
- Bei künftigen Aufrufen dieser Funktion mit denselben Parametern werden die Ergebnisse aus dem Cache verwendet.
- Performance und Skalierbarkeit werden verbessert.
- Dieses Feature eignet sich für häufig aufgerufene Funktionen mit selten aktualisierten Informationen.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In Oracle Database 11g ist erstmals der sessionübergreifende Ergebniscache für PL/SQL-Funktionen verfügbar. Dieser Caching-Mechanismus stellt eine sprachunterstützte und systemverwaltete Methode zur Speicherung der Ergebnisse von PL/SQL-Funktionen in einer Shared Global Area (SGA) bereit, die allen Sessions zugänglich ist, in denen die Anwendung ausgeführt wird. Dank dieser effizienten und benutzerfreundlichen Methode brauchen Sie künftig keine eigenen Caches und Cacheverwaltungs-Policies mehr zu entwerfen und zu entwickeln.

Bei jedem Aufruf einer ergebnisgecachten PL/SQL-Funktion mit wechselnden Parameterwerten werden sowohl die Parameter als auch ihre Ergebnisse im Cache abgelegt. Wird dieselbe Funktion nachfolgend mit denselben Parameterwerten erneut aufgerufen, wird das Ergebnis nicht neu berechnet, sondern aus dem Cache abgerufen. Wird ein Datenbankobjekt aktualisiert, das zur Berechnung von zwischengespeicherten Ergebnissen verwendet wurde, wird das Cacheergebnis ungültig und muss erneut berechnet werden.

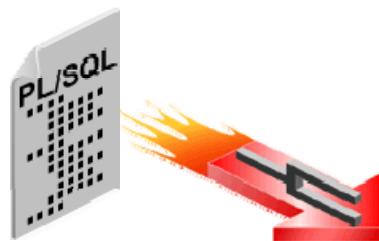
Der Ergebniscache eignet sich für Funktionen, die häufig aufgerufen werden und von Informationen abhängen, die sich nie oder nur selten ändern.

Hinweis: Weitere Informationen zum *sessionübergreifenden Ergebniscache für PL/SQL-Funktionen* finden Sie in den Kursen *Oracle Database: Fortgeschrittene PL/SQL-Programmierung* und *Oracle Database SQL und PL/SQL New Features* sowie im Dokument *Oracle Database PL/SQL Language Reference*.

Ergebniscache für Funktionen aktivieren

Ergebnis-Caching für Funktionen aktivieren:

- Klausel RESULT_CACHE aufnehmen in:
 - Funktionsdeklaration
 - Funktionsdefinition
- Optionale RELIES_ON-Klausel aufnehmen, um alle Tabellen oder Views anzugeben, von denen die Funktionsergebnisse abhängen



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Ergebnis-Caching für eine PL/SQL-Funktion aktivieren Sie mit der Klausel RESULT_CACHE. Bei jedem Aufruf einer ergebnisgecacheten Funktion prüft das System den Ergebniscache. Ist dort bereits das Ergebnis aus einem früheren Aufruf der Funktion mit denselben Parameterwerten enthalten, gibt das System das gecachte Ergebnis an den Aufrufer zurück, ohne den Funktionsbody erneut auszuführen. Andernfalls führt das System den Funktionsbody aus und nimmt das Ergebnis (für diese Parameterwerte) in den Cache auf, bevor die Kontrolle an den Aufrufer zurückgegeben wird.

Im Cache kann sich eine große Anzahl von Ergebnissen für die einzelnen Kombinationen aus Parameterwerten ansammeln, mit denen die betreffende Funktion bislang aufgerufen wurde. Benötigt das System mehr Speicher, werden gecachte Ergebnisse als veraltet gelöscht.

Hinweis: Wenn die Ausführung der Funktion zu einer nicht behandelten Exception führt, wird das Ergebnis der Exception nicht im Cache gespeichert.

Ergebnisgecachte Funktionen deklarieren und definieren – Beispiel

- Ergebnis-Caching für eine Funktion mit der Klausel RESULT_CACHE aktivieren
- Beispiel:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION get_hire_date (emp_id NUMBER)
  RETURN VARCHAR
RESULT_CACHE
AUTHID CURRENT_USER
IS
  date_hired DATE;
BEGIN
  SELECT hire_date INTO date_hired
  from employees
  WHERE employee_id = emp_id;
  RETURN TO_CHAR(date_hired);
END;
/
SELECT get_hire_date(206) from DUAL;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Vor Oracle Database 12c konnte das Ergebnis der Funktion für die Rechte des ausführenden Benutzers nicht gecacht werden. Seit 12c ist dies möglich.

Das Ergebnis-Caching für eine Funktion aktivieren Sie mit der Klausel RESULT_CACHE. Bei jedem Aufruf einer ergebnisgecachten Funktion prüft das System den Cache. Ist dort bereits das Ergebnis aus einem früheren Aufruf der Funktion mit denselben Parameterwerten enthalten, gibt das System das gecachte Ergebnis an den ausführenden Benutzer zurück, ohne den Funktionsbody erneut auszuführen. Andernfalls führt das System den Funktionsbody aus und nimmt das Ergebnis (für diese Parameterwerte) in den Cache auf, bevor die Kontrolle an den ausführenden Benutzer zurückgegeben wird.

Im Codebeispiel auf der Folie wird die Funktion `get_hire_date` erstellt, die `employee_id` als Parameter annimmt und `hire_date` zurückgibt. Im Beispiel führt die Funktion folgende Aufgaben aus:

- Stellt die Eigenschaft AUTHID auf die Rechte des ausführenden Benutzers ein
- Konvertiert mithilfe der Funktion TO_CHAR ein DATE-Element in ein VARCHAR-Element

Da die Funktion hier keine Formatmaske angibt, wird standardmäßig die unter NLS_DATE_FORMAT angegebene Formatmaske verwendet.

Fügen Sie `HireDate` wie folgt einen Formatmaskenparameter hinzu:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION get_hire_date (emp_id NUMBER, fmt VARCHAR)
  RETURN VARCHAR
RESULT_CACHE
AUTHID CURRENT_USER
IS
  date_hired DATE;
BEGIN
  SELECT hire_date INTO date_hired
  from employees
  WHERE employee_id = emp_id;
  RETURN TO_CHAR(date_hired, fmt);
END;
```

Klausel DETERMINISTIC mit Funktionen

- Mithilfe von DETERMINISTIC geben Sie an, dass die Funktion bei jedem Aufruf mit denselben Argumentwerten den gleichen Ergebniswert zurückgibt.
- Damit kann der Optimizer überflüssige Funktionsaufrufe vermeiden.
- Wurde eine Funktion bereits mit denselben Argumenten aufgerufen, kann der Optimizer das entsprechende Ergebnis verwenden.
- Geben Sie DETERMINISTIC nicht für Funktionen an, deren Ergebnis vom Status der Sessionvariablen oder Schemaobjekte abhängt.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mithilfe der Funktionsklausel DETERMINISTIC können Sie angeben, dass die Funktion bei jedem Aufruf mit denselben Argumentwerten den gleichen Ergebniswert zurückgibt.

Sie müssen dieses Schlüsselwort angeben, wenn Sie beabsichtigen, die Funktion im Ausdruck eines funktionsbasierten Index oder aus der Abfrage einer als REFRESH FAST oder ENABLE QUERY REWRITE markierten Materialized View aufzurufen. Trifft die Oracle-Datenbank in einem solchen Kontext auf eine DETERMINISTIC-Funktion, versucht sie soweit möglich, die bereits berechneten Ergebnisse zu verwenden, anstatt die Funktion erneut auszuführen. Wenn Sie die Semantik der Funktion zu einem späteren Zeitpunkt ändern, müssen Sie alle abhängigen funktionsbasierten Indizes und Materialized Views manuell neu erstellen.

Geben Sie diese Klausel nicht bei der Definition einer Funktion an, die Packagevariablen verwendet oder in einer Weise auf die Datenbank zugreift, die möglicherweise Auswirkungen auf das Rückgabergebnis der Funktion haben kann. Andernfalls werden keine Ergebnisse erfasst, wenn die Oracle-Datenbank die Funktion nicht erneut ausführt.

Hinweise

- Geben Sie DETERMINISTIC nicht für Funktionen an, deren Ergebnis vom Status der Sessionvariablen oder Schemaobjekte abhängt, da die Ergebnisse in diesem Fall von Aufruf zu Aufruf variieren können. Erwägen Sie stattdessen, Ergebnis-Caching für die Funktion zu aktivieren.
- Weitere Informationen über die Klausel DETERMINISTIC finden Sie im Dokument *Oracle Database SQL Language Reference*.

Lektionsagenda

- Konstanten und Exceptions standardisieren, lokale Unterprogramme verwenden, Laufzeitberechtigungen von Unterprogrammen steuern und autonome Transaktionen ausführen
- PL/SQL-Packages und Standalone Stored Subprograms Rollen erteilen
- Hints NOCOPY und PARALLEL_ENABLE, sessionübergreifenden Ergebniscache für PL/SQL-Funktionen und Klausel DETERMINISTIC verwenden
- Bulk Binding und Klausel RETURNING mit DML verwenden

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

RETURNING-Klauseln

- Verbessert die Performance durch Rückgabe von Spaltenwerten mit INSERT-, UPDATE- und DELETE-Anweisungen
- Macht SELECT-Anweisungen überflüssig

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE update_salary(p_emp_id
    NUMBER) IS
    v_name      employees.last_name%TYPE;
    v_new_sal   employees.salary%TYPE;
BEGIN
    UPDATE employees
        SET salary = salary * 1.1
    WHERE employee_id = p_emp_id
    RETURNING last_name, salary INTO v_name, v_new_sal;
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_name || ' new salary is ' ||
        v_new_sal);
END update_salary;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Anwendungen benötigen häufig Angaben zu der von einem SQL-Vorgang betroffenen Zeile, zum Beispiel um Berichte zu generieren oder nachfolgende Aktionen durchzuführen. INSERT-, UPDATE- und DELETE-Anweisungen können eine RETURNING-Klausel enthalten, die Spaltenwerte aus der betroffenen Zeile in PL/SQL-Variablen oder Hostvariablen zurückgibt. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, die Zeile nach einem Vorgang vom Typ INSERT oder UPDATE beziehungsweise vor einem DELETE-Vorgang mit SELECT zu wählen. Als Folge davon sind weniger Netzwerkumläufe (Roundtrips), Server-CPU-Zeit, Cursor und Serverspeicher erforderlich. Das Beispiel auf der Folie zeigt, wie Sie das Gehalt eines Mitarbeiters aktualisieren und gleichzeitig dessen Nachnamen und neues Gehalt in eine lokale PL/SQL-Variable abrufen. Um das Codebeispiel zu testen, setzen Sie die folgenden Befehle ab, die das Gehalt von employee_id 108 vor der Aktualisierung prüfen. Danach wird die Prozedur aufgerufen und die employee_id 108 als Parameter übergeben.

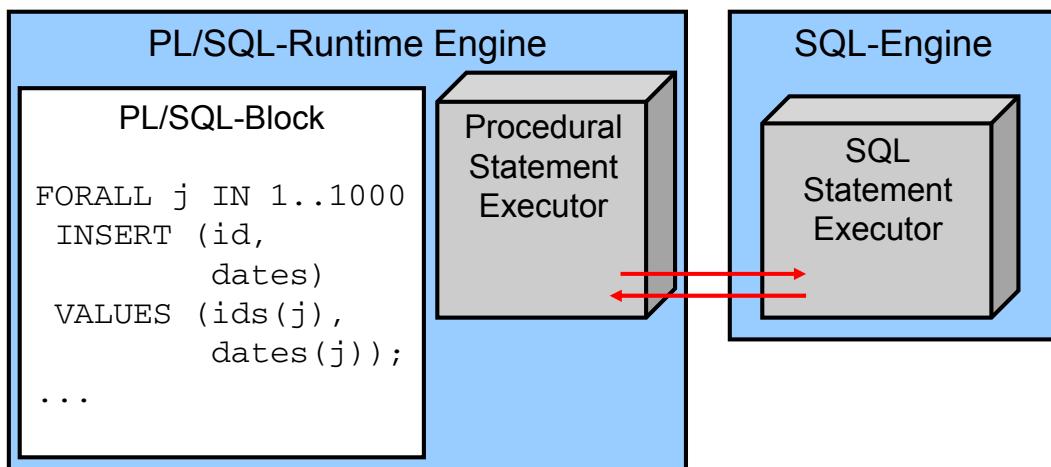
```
1 SET SERVEROUTPUT ON
2 /
3 SELECT last_name, salary
4 FROM employees
5 WHERE employee_id = 108;
6 /
7 EXECUTE update_salary(108)
```

LAST_NAME	SALARY
Greenberg	12008

anonymous block completed
Greenberg new salary is 13208.8

Bulk Binding

Bindet ganze Arrays von Werten in einem einzigen Vorgang.
FETCH-, INSERT-, UPDATE- und DELETE-Vorgänge müssen somit nicht mehrmals in einer Schleife ausgeführt werden.



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Der Oracle-Server führt PL/SQL-Blöcke und -Unterprogramme mit zwei Engines aus:

- Die PL/SQL-Runtime Engine führt prozedurale Anweisungen aus, übergibt SQL-Anweisungen jedoch an die SQL-Engine.
- Die SQL-Engine parst die SQL-Anweisung, führt sie aus und gibt in bestimmten Fällen Daten an die PL/SQL-Engine zurück.

Bei der Ausführung verursacht jede SQL-Anweisung einen Kontextwechsel zwischen den beiden Engines, was zu einer exzessiven SQL-Verarbeitung und damit zu Performanceeinbußen führt. Dies ist typisch für Anwendungen mit einer SQL-Anweisung in einer Schleife, die Werte aus indizierten Collections verwendet. Zu Collections gehören Nested Tables, variable Arrays (VARARRAYs), INDEX BY-Tabellen und Hostarrays.

Eine geringere Anzahl an Kontextwechseln mithilfe von Bulk Binding kann eine erhebliche Performancesteigerung bewirken. Bulk Binding bindet eine ganze Collection mit einem einzigen Aufruf, einem Kontextwechsel, an die SQL-Engine. Beim Bulk Binding wird also die ganze Wertecollection in einem einzigen Kontextwechsel zwischen den beiden Engines hin und her übertragen. Im Gegensatz dazu erfolgt bei der Iteration einer Schleife für jedes Element der Collection ein Kontextwechsel. Je mehr Zeilen von einer SQL-Anweisung betroffen sind, desto größer ist die Performancesteigerung beim Bulk Binding.

Bulk Binding – Syntax und Schlüsselwörter

- Das Schlüsselwort `FORALL` weist die *PL/SQL-Engine* an, Eingabe-Collections vor dem Senden per Bulk Binding an die SQL-Engine zu binden.

```
FORALL index IN lower_bound .. upper_bound
  [SAVE EXCEPTIONS]
  sql_statement;
```

- Das Schlüsselwort `BULK COLLECT` weist die *SQL-Engine* an, Ausgabe-Collections vor der Rückgabe per Bulk Binding an die PL/SQL-Engine zu binden.

```
... BULK COLLECT INTO
  collection_name[,collection_name] ...
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Verbessern Sie mit Bulk Binding die Performance von:

- DML-Anweisungen, die Elemente von Collections referenzieren
- SELECT-Anweisungen, die Elemente von Collections referenzieren
- Cursor FOR-Schleifen, die Collections und die Klausel `RETURNING INTO` referenzieren

Das Schlüsselwort `FORALL` weist die PL/SQL-Engine an, Eingabe-Collections vor dem Senden an die SQL-Engine per Bulk Binding zu binden. Die Anweisung `FORALL` enthält zwar ein Iterationsschema, dieses ist jedoch nicht für eine `FOR`-Schleife gedacht.

Das Schlüsselwort `BULK COLLECT` weist die SQL-Engine an, Ausgabe-Collections vor der Rückgabe per Bulk Binding an die PL/SQL-Engine zu binden. Dadurch können Sie Speicherorte binden, an die SQL die abgerufenen Werte mit einem einzigen Bulk-Vorgang zurückgeben kann. Die Schlüsselwörter lassen sich somit in den Klauseln `SELECT INTO`, `FETCH INTO` und `RETURNING INTO` verwenden.

Das Schlüsselwort `SAVE EXCEPTIONS` ist optional. Wenn allerdings einige DML-Vorgänge erfolgreich sind und andere nicht, möchten Sie sicherlich die misslungenen Vorgänge protokollieren beziehungsweise entsprechende Berichte darüber erstellen. Mithilfe des Schlüsselwortes `SAVE EXCEPTIONS` können Sie nicht erfolgreiche Vorgänge in einem Cursorattribut namens `%BULK_EXCEPTIONS` speichern. Dies ist eine Collection mit Records, die die Bulk-DML-Iterationsnummer und den entsprechenden Fehlercode angeben.

FORALL Exceptions mit dem Attribut %BULK_EXCEPTIONS behandeln

Um die Exceptions zu verwalten und das Bulk Binding auch bei Fehlern vollständig durchzuführen, fügen Sie nach den Bindebefehlen und vor der DML-Anweisung das Schlüsselwort `SAVE EXCEPTIONS` in die Anweisung `FORALL` ein.

Alle bei der Ausführung ausgelösten Exceptions werden im Cursorattribut `%BULK_EXCEPTIONS` gespeichert, das eine Collection von Records umfasst. Jeder Record enthält zwei Felder:

`%BULK_EXCEPTIONS(i).ERROR_INDEX` enthält die "Iteration" der `FORALL`-Anweisung, bei der die Exception ausgelöst wurde, und `%BULK_EXCEPTIONS(i).ERROR_CODE` enthält den entsprechenden Oracle-Fehlercode.

Die in `%BULK_EXCEPTIONS` gespeicherten Werte verweisen auf die zuletzt ausgeführte `FORALL`-Anweisung. Ihre untergeordneten Skripte weisen einen Bereich von 1 bis `%BULK_EXCEPTIONS.COUNT` auf.

Hinweis: Weitere Informationen über Bulk Binding und die Behandlung von Bulk Binding Exceptions finden Sie im Dokument *Oracle Database PL/SQL User's Guide and Reference*.

Bulk Binding mit FORALL – Beispiel

```
CREATE PROCEDURE raise_salary(p_percent NUMBER) IS
    TYPE numlist_type IS TABLE OF NUMBER
        INDEX BY BINARY_INTEGER;
    v_id  numlist_type; -- collection
BEGIN
    v_id(1):= 100; v_id(2):= 102; v_id(3):= 104; v_id(4) := 110;
    -- bulk-bind the PL/SQL table
    FORALL i IN v_id.FIRST .. v_id.LAST
        UPDATE employees
            SET salary = (1 + p_percent/100) * salary
            WHERE employee_id = v_id(i);
END;
/
```

```
EXECUTE raise_salary(10)
```

anonymous block completed

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Hinweise

Bevor Sie das auf der Folie gezeigte Beispiel ausführen können, müssen Sie wie folgt den Trigger `update_job_history` deaktivieren:

```
ALTER TRIGGER update_job_history DISABLE;
```

Im Beispiel auf der Folie erhöht der PL/SQL-Block das Gehalt der Mitarbeiter mit der ID 100, 102, 104 oder 110. Das Bulk Binding der Collection erfolgt mit dem Schlüsselwort `FORALL`. Ohne Bulk Binding hätte der PL/SQL-Block für jeden zu aktualisierenden Mitarbeiter-Record eine SQL-Anweisung an die SQL-Engine gesendet. Wenn viele Mitarbeiter-Records aktualisiert werden müssen, kann die große Anzahl der Kontextwechsel zwischen der PL/SQL-Engine und der SQL-Engine zu Performanceeinbußen führen. Das Schlüsselwort `FORALL` dagegen bindet die Collection per Bulk Binding, um die Performance zu steigern.

Bei Verwendung dieses Features ist kein Schleifenkonstrukt mehr erforderlich.

Zusätzliches Cursorattribut für DML-Vorgänge

Ein anderes, zur Unterstützung von Bulk-Vorgängen hinzugefügtes Cursorattribut ist %BULK_ROWCOUNT. Das Attribut %BULK_ROWCOUNT ist eine zusammengesetzte Struktur zur Verwendung mit der Anweisung FORALL. Dieses Attribut verhält sich wie eine INDEX BY-Tabelle. Sein *i*-tes Element speichert die Anzahl der von der *i*-ten Ausführung einer UPDATE- oder DELETE-Anweisung verarbeiteten Zeilen. Wenn die *i*-te Ausführung sich auf keine Zeilen auswirkt, gibt %BULK_ROWCOUNT(*i*) 0 zurück.

Beispiel:

```
CREATE TABLE num_table (n NUMBER);
DECLARE
    TYPE num_list_type IS TABLE OF NUMBER
        INDEX BY BINARY_INTEGER;
    v_nums num_list_type;
BEGIN
    v_nums(1) := 1;
    v_nums(2) := 3;
    v_nums(3) := 5;
    v_nums(4) := 7;
    v_nums(5) := 11;
    FORALL i IN v_nums.FIRST .. v_nums.LAST
        INSERT INTO v_num_table (n) VALUES (v_nums(i));
    FOR i IN v_nums.FIRST .. v_nums.LAST
        LOOP
            dbms_output.put_line('Inserted ' ||
                SQL%BULK_ROWCOUNT(i) || ' row(s)' ||
                ' on iteration ' || i);
        END LOOP;
    END;
/
DROP TABLE num_table;
```

Dieses Beispiel generiert die folgenden Ergebnisse:

```
table NUM_TABLE created.
anonymous block completed
Inserted 1 row(s) on iteration 1
Inserted 1 row(s) on iteration 2
Inserted 1 row(s) on iteration 3
Inserted 1 row(s) on iteration 4
Inserted 1 row(s) on iteration 5

table NUM_TABLE dropped.
```

BULK COLLECT INTO mit Abfragen

SELECT-Anweisungen unterstützen die Syntax BULK COLLECT INTO.

```
CREATE PROCEDURE get_departments(p_loc NUMBER) IS
  TYPE dept_tab_type IS
    TABLE OF departments%ROWTYPE;
  v_depts dept_tab_type;
BEGIN
  SELECT * BULK COLLECT INTO v_depts
  FROM departments
  WHERE location_id = p_loc;
  FOR i IN 1 .. v_depts.COUNT LOOP
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_depts(i).department_id
      || ' ' || v_depts(i).department_name);
  END LOOP;
END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Seit Oracle Database 10g können Sie für SELECT-Anweisungen in PL/SQL die im Beispiel auf der Folie gezeigte Syntax für Bulk Collections verwenden. Auf diese Weise lässt sich eine Zeilengruppe schnell ohne Cursorverfahren abrufen.

Das Beispiel liest alle Abteilungszeilen einer angegebenen Region in eine PL/SQL-Tabelle ein, deren Inhalt mit der auf die SELECT-Anweisung folgenden FOR-Schleife angezeigt wird.

BULK COLLECT INTO mit Cursorn

FETCH-Anweisungen wurden um die Unterstützung der Syntax BULK COLLECT INTO erweitert.

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE get_departments(p_loc NUMBER) IS
  CURSOR cur_dept IS
    SELECT * FROM departments
    WHERE location_id = p_loc;
  TYPE dept_tab_type IS TABLE OF cur_dept%ROWTYPE;
  v_depts dept_tab_type;
BEGIN
  OPEN cur_dept;
  FETCH cur_dept BULK COLLECT INTO v_depts;
  CLOSE cur_dept;
  FOR i IN 1 .. v_depts.COUNT LOOP
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_depts(i).department_id
      || ' ' || v_depts(i).department_name);
  END LOOP;
END;
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Seit Oracle Database 10g können Sie für Cursor in PL/SQL eine Form der FETCH-Anweisung verwenden, die die im Beispiel auf der Folie gezeigte Syntax für Bulk Collections unterstützt.

Das Beispiel zeigt, wie sich BULK COLLECT INTO mit Cursorn einsetzen lässt.

Sie können auch eine LIMIT-Klausel hinzufügen, um die Anzahl der in jedem Vorgang abgerufenen Zeilen zu steuern. Das Codebeispiel auf der Folie kann wie folgt geändert werden:

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE get_departments(p_loc NUMBER,
  p_nrows NUMBER) IS
  CURSOR dept_csr IS SELECT *
    FROM departments
    WHERE location_id = p_loc;
  TYPE dept_tabtype IS TABLE OF dept_csr%ROWTYPE;
  depts dept_tabtype;
BEGIN
  OPEN dept_csr;
  FETCH dept_csr BULK COLLECT INTO depts LIMIT nrows;
  CLOSE dept_csr;
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(depts.COUNT||' rows read');
END;
```

BULK COLLECT INTO mit RETURNING-Klauseln

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE raise_salary(p_rate NUMBER)
IS
  TYPE emplist_type IS TABLE OF NUMBER;
  TYPE numlist_type IS TABLE OF employees.salary%TYPE
    INDEX BY BINARY_INTEGER;
  v_emp_ids emplist_type :=
    emplist_type(100,101,102,104);
  v_new_sals numlist_type;
BEGIN
  FORALL i IN v_emp_ids.FIRST .. v_emp_ids.LAST
    UPDATE employees
      SET commission_pct = p_rate * salary
    WHERE employee_id = v_emp_ids(i)
    RETURNING salary BULK COLLECT INTO v_new_sals;
  FOR i IN 1 .. v_new_sals.COUNT LOOP
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_new_sals(i));
  END LOOP;
END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Bulk Binding kann die Performance von FOR-Schleifen verbessern, die Collections referenzieren und DML zurückgeben. Wenn Sie PL/SQL-Code haben oder erstellen möchten, der dies bewirkt, können Sie zur Performancesteigerung das Schlüsselwort FORALL gemeinsam mit den Schlüsselwörtern RETURNING und BULK COLLECT INTO verwenden.

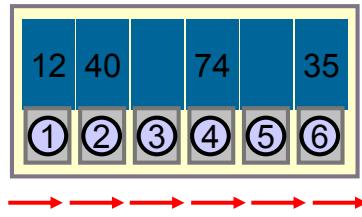
Im Beispiel auf der Folie werden die Gehaltsinformationen (salary) aus der Tabelle EMPLOYEES abgerufen und im Array new_sals gesammelt. Die Collection new_sals wird als Ganzes an die PL/SQL-Engine zurückgegeben.

Das Beispiel auf der Folie zeigt eine unvollständige FOR-Schleife zur Iteration durch die neuen, mit dem UPDATE-Vorgang erhaltenen Gehaltsdaten und zur Verarbeitung der Ergebnisse.

Bulk Binding in wenig gefüllten Collections

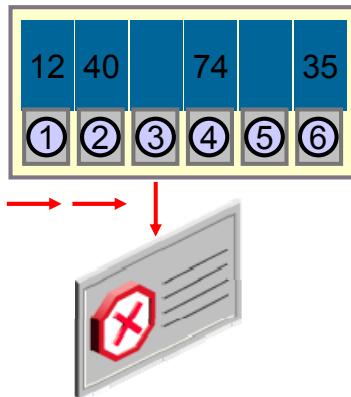
Aktuelle Releases:

```
INDEX BY  
PLS_INTEGER  
  
FOR ALL . . .  
IN INDICES OF
```



Vor 10g:

```
INDEX BY  
BINARY_INTEGER
```



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

FORALL-Unterstützung für wenig gefüllte Collections

- In früheren Releases gab es keine PL/SQL-Unterstützung für die Verwendung von wenig gefüllten Collections mit der Anweisung FORALL.
- Wenn das Schlüsselwort `SAVE EXCEPTIONS` nicht angegeben war, wurde die Anweisung beim ersten gelöschten Element abgebrochen. Auch beim Einsatz von `SAVE EXCEPTION` versuchte die PL/SQL-Engine, die Iterationen für alle (vorhandenen und nicht vorhandenen) Elemente auszuführen. Dies führte bei einem relativ hohen Anteil von gelöschten Elementen zu beträchtlichen Performanceeinbußen für den DML-Vorgang.
- Wenn Sie das Schlüsselwort `INDICES` (verfügbar in Oracle Database 10g und höher) verwenden, können Sie eine wenig gefüllte Collection erfolgreich mit der Anweisung `FORALL` in Schleifen durchlaufen. Diese Syntax bindet wenig gefüllte Collections effizienter und unterstützt auch ein allgemeineres Verfahren, bei dem ein Indexarray für die Iteration über Collections angegeben werden kann.
- Durch die Verwendung von wenig gefüllten Collections und Indexarrays in Bulk-Vorgängen lässt sich die Performance verbessern.

Bulk Binding in wenig gefüllten Collections

```
-- The INDICES OF syntax allows the bound arrays  
-- themselves to be sparse.  
  
FORALL index_name IN INDICES OF sparse_array_name  
    BETWEEN LOWER_BOUND AND UPPER_BOUND -- optional  
    SAVE EXCEPTIONS -- optional, but recommended  
        INSERT INTO table_name VALUES  
        sparse_array(index_name);  
    . . .
```

```
-- The VALUES OF syntax lets you indicate a subset  
-- of the binding arrays.  
  
FORALL index_name IN VALUES OF index_array_name  
    SAVE EXCEPTIONS -- optional, but recommended  
        INSERT INTO table_name VALUES  
        binding_array_name(index_name);  
    . . .
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

FORALL-Unterstützung für wenig gefüllte Collections

- Sie können die Syntax INDICES OF und VALUES OF mit der Anweisung FORALL verwenden.
- Die Syntax zum Bulk Binding für wenig gefüllte Arrays kann in jeder DML-Syntax eingesetzt werden.
- In der Syntax gilt: Das Indexarray muss dicht gefüllt sein, die Binding Arrays können dicht oder wenig gefüllt sein, und die indizierten Elemente müssen vorhanden sein.

Bulk Binding in wenig gefüllten Collections

Die typische Anwendung für dieses Feature ist ein System für die Auftragseingabe und -abwicklung, in dem:

- Benutzer über das Web Aufträge eingeben
- Aufträge vor der Validierung in einer Staging-Tabelle gespeichert werden
- Daten später auf Grundlage komplexer Geschäftsregeln validiert werden (normalerweise mit PL/SQL programmgesteuert implementiert)
- ungültige Aufträge von gültigen Aufträgen getrennt werden
- gültige Aufträge für die Verarbeitung in eine permanente Tabelle eingefügt werden



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Feature kann in jeder Anwendung genutzt werden, die von einer dicht gefüllten PL/SQL-Record-Tabelle oder skalaren Tabelle ausgeht, die mit Bulk Collect gefüllt wurde. Diese wird als Binding-Array verwendet. Ein dicht gefülltes (Pointer-)Array, dessen Elemente die Indizes des Binding-Arrays angeben, wird auf Grundlage der Anwendungslogik in ein wenig gefülltes Array umgewandelt. Dieses Pointer-Array wird dann in der FORALL-Anweisung verwendet, um Bulk-DML mit den Binding-Arrays auszuführen. Eventuell auftretende Exceptions können gespeichert und im Bereich zur Exception-Behandlung weiter verarbeitet werden, möglicherweise mithilfe einer weiteren FORALL-Anweisung.

Bulk Binding mit Indexarray

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE ins_emp2 AS
    TYPE emptab_type IS TABLE OF employees%ROWTYPE;
    v_emp emptab_type;
    TYPE values_of_tab_type IS TABLE OF PLS_INTEGER
        INDEX BY PLS_INTEGER;
    v_num    values_of_tab_type;
    . . .
BEGIN
    . . .
    FORALL k IN VALUES OF v_num
        INSERT INTO new_employees VALUES v_emp(k);
END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Sie können eine Index-Collection vom Typ `PLS_INTEGER` oder `BINARY_INTEGER` (oder einer ihrer Subtypen) verwenden, deren Werte die Indizes für die am Bulk Binding-DML-Vorgang mit `FORALL` beteiligten Collections sind. Diese Index-Collections können dann in einer `FORALL`-Anweisung zur Verarbeitung von Bulk-DML mit der Klausel `VALUES OF` verwendet werden.

Im Beispiel auf der Folie ist `V_NUM` eine Collection vom Typ `PLS_INTEGER`. Das Beispiel zeigt die Erstellung einer Prozedur namens `INS_EMP2`, die pro Anfangsbuchstabe des Nachnamens nur jeweils einen Mitarbeiter angibt. Diese werden dann von der Prozedur mit der Syntax `FORALL . . . IN VALUES OF` in die zuvor erstellte Tabelle `NEW_EMPLOYEES` eingefügt.

Quiz

Der Hint `NOCOPY` ermöglicht dem PL/SQL-Compiler die Übergabe von `OUT`- und `IN OUT`-Parametern per Referenz anstatt mit einem Wert. Dies erhöht die Performance durch geringeren Overhead bei der Übergabe von Parametern.

- a. Richtig
- b. Falsch



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Richtige Antwort: a

PL/SQL-Unterprogramme unterstützen drei Modi der Parameterübergabe: `IN`, `OUT` und `IN OUT`.

Standardmäßig gilt:

- `IN`-Parameter werden per Referenz übergeben. Ein Zeiger auf den tatsächlichen `IN`-Parameter wird an den entsprechenden formalen Parameter übergeben. Somit referenzieren beide Parameter denselben Speicherort, der den Wert des tatsächlichen Parameters enthält.
- `OUT`- und `IN OUT`-Parameter werden mit einem Wert übergeben. Der Wert des tatsächlichen `OUT`- oder `IN OUT`-Parameters wird dabei in die entsprechenden formalen Parameter kopiert. Anschließend werden, sofern das Unterprogramm ordnungsgemäß beendet wird, die den formalen `OUT`- und `IN OUT`-Parametern zugewiesenen Werte in die entsprechenden tatsächlichen Parameter kopiert.

Das Kopieren von Parametern, die für große Datenstrukturen stehen (zum Beispiel Collections, Records oder Objekttypinstanzen), mit den `OUT`- und `IN OUT`-Parametern führt zu einer verlangsamten Ausführung und einem erhöhten Speicherbedarf. Zur Vermeidung dieses Overheads können Sie den Hint `NOCOPY` angeben, der dem PL/SQL-Compiler die Übergabe derartiger Parameter per Referenz ermöglicht.

Zusammenfassung

In dieser Lektion haben Sie Folgendes gelernt:

- Standardkonstanten und Exceptions erstellen
- Lokale Unterprogramme erstellen und aufrufen
- Laufzeitberechtigungen von Unterprogrammen steuern
- Autonome Transaktionen ausführen
- PL/SQL-Packages und Stored Subprograms Rollen erteilen
- Parameter mit dem Hint NOCOPY per Referenz übergeben
- Mit dem Hint PARALLEL ENABLE eine Optimierung vornehmen
- Sessionübergreifenden Ergebniscache für PL/SQL-Funktionen verwenden
- Klausel DETERMINISTIC mit Funktionen verwenden
- Bulk Binding und Klausel RETURNING mit DML verwenden



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion haben Sie einen Einblick in die Verwaltung von PL/SQL-Code durch die Festlegung von Konstanten und Exceptions in einer Packagespezifikation erhalten. Dadurch wird der Code in hohem Maße wiederverwendbar und standardisiert.

Mithilfe lokaler Unterprogramme können Sie Codeblöcke vereinfachen und in Module unterteilen. Dabei wird die Funktionalität der Unterprogramme im lokalen Block mehrmals verwendet.

Sie können die Sicherheitsberechtigungen von Unterprogrammen für die Laufzeit mit Rechten des Eigentümers oder des ausführenden Benutzers ändern.

Autonome Transaktionen können ohne Auswirkungen auf eine vorhandene Haupttransaktion ausgeführt werden.

Sie wissen jetzt, wie Sie mit dem Hint NOCOPY, Bulk Binding und den RETURNING-Klauseln in SQL-Anweisungen sowie mit dem Hint PARALLEL_ENABLE zur Optimierung von Funktionen die Performance steigern können.

Übungen zu Lektion 8 – Übersicht: Überlegungen zum Design von PL/SQL-Code

Diese Übung behandelt folgende Themen:

- Package erstellen, das Bulk-Abrufoperationen verwendet
- Lokales Unterprogramm erstellen, um mit einer autonomen Transaktion einen Geschäftsvorgang zu prüfen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Übung erstellen Sie ein Package, das einen Bulk-Abruf der Mitarbeiter aus einer bestimmten Abteilung durchführt. Die Daten werden im Package in einer PL/SQL-Tabelle gespeichert. Außerdem stellen Sie eine Prozedur zum Anzeigen des Tabelleninhalts bereit.

Sie fügen dem Package eine Prozedur namens `add_employee` hinzu, um neue Mitarbeiter einzufügen. Diese Prozedur schreibt mit einem lokalen, autonomen Unterprogramm bei jedem Aufruf der Prozedur `add_employee` einen Log-Record, unabhängig davon, ob ein Record erfolgreich hinzugefügt wurde oder nicht.

9

Trigger erstellen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ziele

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

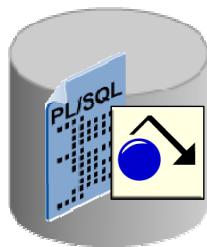
- Datenbanktrigger und ihre Anwendungsmöglichkeiten beschreiben
- Verschiedene Triggertypen beschreiben
- Datenbanktrigger erstellen
- Regeln für das Auslösen von Triggern beschreiben
- Datenbanktrigger entfernen
- Triggerinformationen anzeigen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Trigger – Definition

- Ein Trigger ist ein PL/SQL-Block, der in der Datenbank gespeichert ist und als Reaktion auf ein bestimmtes Ereignis ausgelöst (ausgeführt) wird.
- Die Oracle-Datenbank führt Trigger automatisch aus, sobald eine bestimmte Bedingung eintritt.



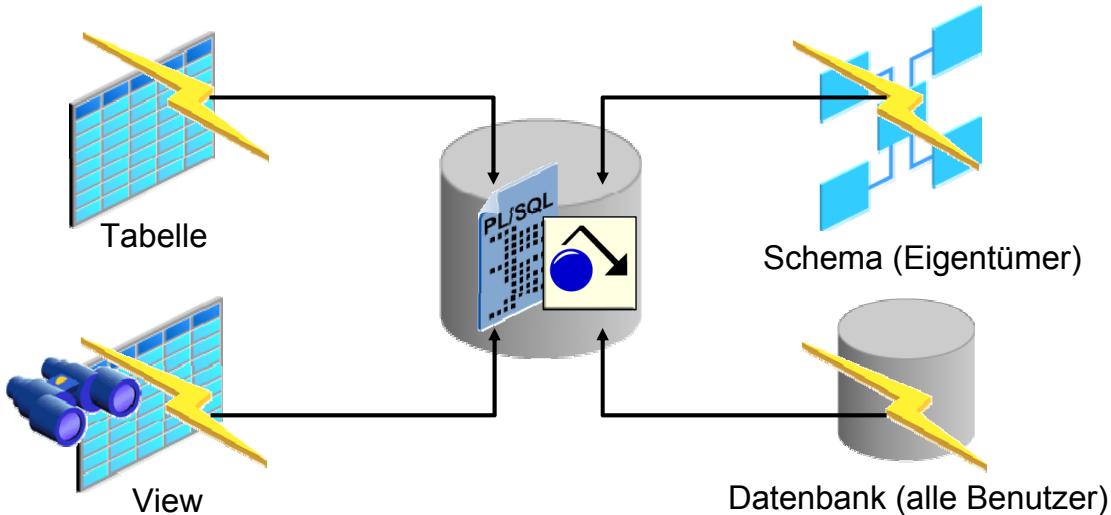
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Trigger ähneln Stored Procedures. Ein in der Datenbank gespeicherter Trigger enthält PL/SQL in Form eines anonymen Blockes, einer Aufrufanweisung oder eines komplexen Triggerblockes. Allerdings unterscheiden sich Prozeduren und Trigger in der Art ihres Aufrufs. Während Prozeduren explizit von einem Benutzer, einer Anwendung oder einem Trigger ausgeführt werden, werden Trigger implizit von der Oracle-Datenbank ausgelöst, sobald ein bestimmtes auslösendes Ereignis eintritt. Dabei spielt es keine Rolle, welcher Benutzer angemeldet ist oder welche Anwendung verwendet wird.

Trigger definieren

Trigger können für eine Tabelle, eine View, ein Schema (den Schemaeigentümer) oder die Datenbank (alle Benutzer) definiert werden.



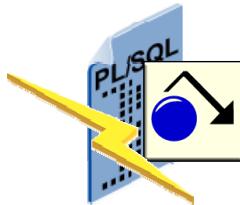
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Triggerereignistypen

Sie können Trigger erstellen, die ausgelöst werden, sobald einer der folgenden Vorgänge in der Datenbank ausgeführt wird:

- Database Manipulation Language-(DML-)Anweisung (DELETE, INSERT oder UPDATE)
- Database Definition Language-(DDL-)Anweisung (CREATE, ALTER oder DROP)
- Datenbankvorgang wie SERVERERROR, LOGON, LOGOFF, STARTUP oder SHUTDOWN



ORACLE®

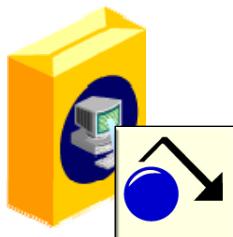
Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Als auslösende Ereignisse beziehungsweise Anweisungen werden die SQL-Anweisungen, Datenbank- oder Benutzerereignisse bezeichnet, die die Ausführung des Triggers verursachen. Ein auslösendes Ereignis kann aus einem oder mehreren der folgenden Vorgänge bestehen:

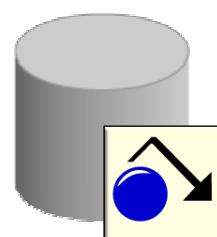
- Anweisung vom Typ INSERT, UPDATE oder DELETE für eine bestimmte Tabelle (oder in einigen Fällen auch eine View)
- Anweisung vom Typ CREATE, ALTER oder DROP für ein beliebiges Schemaobjekt
- Hoch- oder Herunterfahren einer Datenbankinstanz
- Eine bestimmte oder eine beliebige Fehlermeldung
- An- oder Abmeldung eines Benutzers

Anwendungs- und Datenbanktrigger

- Datenbanktrigger (in diesem Kurs behandelt):
 - werden ausgelöst, sobald ein DML-, DLL- oder Systemereignis in einem Schema oder einer Datenbank eintritt
- Anwendungstrigger:
 - werden ausgelöst, sobald in einer bestimmten Anwendung ein Ereignis eintritt



Anwendungstrigger



Datenbanktrigger

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Anwendungstrigger werden implizit immer dann ausgeführt, wenn ein bestimmtes DML-Ereignis innerhalb einer Anwendung eintritt. Beispielsweise werden Trigger häufig in Anwendungen verwendet, die mit Oracle Forms Developer entwickelt wurden.

Die Ausführung von Datenbanktriggern erfolgt implizit, wenn eines der folgenden Ereignisse eintritt:

- DML-Vorgänge in einer Tabelle
- DML-Vorgänge in einer View mit einem INSTEAD OF-Trigger
- DDL-Anweisungen, beispielsweise CREATE und ALTER

Die Trigger werden unabhängig davon ausgeführt, welcher Benutzer angemeldet ist oder welche Anwendung verwendet wird. Datenbanktrigger werden auch implizit ausgeführt, wenn bestimmte Benutzeraktionen oder Aktionen des Datenbanksystems eintreten. (Beispiel: Ein Benutzer meldet sich an, oder der Datenbankadministrator fährt die Datenbank herunter.)

Datenbanktrigger können Systemtrigger für eine Datenbank oder ein Schema sein. (Dieses Thema wird in der nächsten Lektion behandelt.) Im Falle von Datenbanken werden Trigger bei jedem Ereignis für alle Benutzer ausgelöst. Im Falle von Schemas werden die Trigger hingegen bei jedem Ereignis für den jeweiligen Benutzer ausgelöst. Oracle Forms kann ebenfalls Trigger definieren, speichern und ausführen. Die Oracle Forms-Trigger sind jedoch nicht mit den in dieser Lektion behandelten Triggern zu verwechseln.

Trigger implementieren – Szenarios für Geschäftsanwendungen

Sie können Trigger für folgende Zwecke einsetzen:

- Sicherheit
- Auditing
- Datenintegrität
- Referenzielle Integrität
- Tabellenreplikation
- Automatisches Berechnen abgeleiteter Daten
- Ereignisprotokollierung



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Sie entwickeln Datenbanktrigger, um Features zu verbessern, die andernfalls vom Oracle-Server nicht implementiert werden können, oder um Alternativen zu den vom Oracle-Server bereitgestellten Features anzubieten.

- **Sicherheit:** Der Oracle-Server ermöglicht Benutzern oder Rollen den Tabellenzugriff. Trigger lassen einen Tabellenzugriff entsprechend den jeweiligen Datenwerten zu.
- **Auditing:** Der Oracle-Server überwacht die Datenvorgänge in Tabellen. Trigger überwachen die Werte der Datenvorgänge in Tabellen.
- **Datenintegrität:** Der Oracle-Server setzt Integritäts-Constraints durch. Trigger implementieren komplexe Integritätsregeln.
- **Referenzielle Integrität:** Der Oracle-Server erzwingt standardmäßige referenzielle Integritätsregeln. Trigger implementieren eine Nicht-Standardfunktionalität.
- **Tabellenreplikation:** Der Oracle-Server kopiert die Tabellen asynchron in Snapshots. Trigger kopieren die Tabellen synchron in Replikate.
- **Abgeleitete Daten:** Der Oracle-Server berechnet die Werte abgeleiteter Daten manuell. Trigger berechnen die Werte abgeleiteter Daten automatisch.
- **Ereignisprotokollierung:** Der Oracle-Server protokolliert Ereignisse explizit. Trigger protokollieren Ereignisse transparent.

Verfügbare Triggertypen

- Einfache DML-Trigger
 - BEFORE
 - AFTER
 - INSTEAD OF
- Komplexe Trigger
- Nicht-DML-Trigger
 - DDL-Ereignistrigger
 - Datenbankereignistrigger

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Hinweis: In dieser Lektion werden die Trigger BEFORE, AFTER und INSTEAD OF erläutert. Die übrigen Triggertypen werden in der Lektion "Komplexe Trigger, DDL-Trigger und Datenbank-ereignistrigger erstellen" behandelt.

Triggerereignistypen und Triggerbody

- Vom Triggerereignistyp hängt ab, welche DML-Anweisung den Trigger auslöst. Mögliche Ereignisse sind:
 - INSERT
 - UPDATE [OF column]
 - DELETE
- Der Triggerbody besteht aus einem PL/SQL-Block oder einem Prozederaufruf (`CALL`) und entscheidet darüber, welche Aktion ausgeführt wird.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das auslösende Ereignis kann eine Anweisung vom Typ `INSERT`, `UPDATE` oder `DELETE` für eine Tabelle sein.

- Wenn das auslösende Ereignis eine `UPDATE`-Anweisung ist, können Sie eine Liste von Spalten aufnehmen und damit angeben, welche Spalten geändert werden müssen, um den Trigger auszulösen. Für die Anweisungen `INSERT` und `DELETE` lässt sich keine Spaltenliste angeben, da diese Anweisungen immer ganze Zeilen betreffen.

```
    . . . UPDATE OF salary . . .
```
- Das auslösende Ereignis kann einen, zwei oder alle drei der folgenden DML-Vorgänge enthalten.

```
    . . . INSERT or UPDATE or DELETE
    . . . INSERT or UPDATE OF job_id . . .
```

Der Triggerbody definiert die Aktion, das heißt, die bei Eintritt des auslösenden Ereignisses auszuführenden Aufgaben. Der PL/SQL-Block kann SQL- und PL/SQL-Anweisungen enthalten und PL/SQL-Konstrukte definieren, beispielsweise Variablen, Cursor oder Exceptions. Sie können auch eine PL/SQL-Prozedur oder eine Java-Prozedur aufrufen.

Hinweis: Die Größe eines Triggers darf 32 KB nicht überschreiten.

DML-Trigger mit der Anweisung CREATE TRIGGER erstellen

```
CREATE [OR REPLACE] TRIGGER trigger_name
timing -- when to fire the trigger
event1 [OR event2 OR event3]
ON object_name
[REFERENCING OLD AS old / NEW AS new]
FOR EACH ROW -- default is statement level trigger
WHEN (condition) ]
DECLARE]
BEGIN
... trigger_body -- executable statements
[EXCEPTION . . .]
END [trigger_name];
```

timing = BEFORE | AFTER | INSTEAD OF

event = INSERT | DELETE | UPDATE | UPDATE OF column_list

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Triggersyntax setzt sich wie folgt zusammen:

- *trigger_name* identifiziert den Trigger eindeutig.
- *timing* gibt an, wann der Trigger im Verhältnis zum auslösenden Ereignis ausgelöst wird.
Werte: BEFORE, AFTER oder INSTEAD OF
- *event* identifiziert den DML-Vorgang, der den Trigger auslöst.
Werte: INSERT, UPDATE [OF column] und DELETE
- *object_name* gibt die Tabelle oder View an, die mit dem Trigger verknüpft ist.
- Für Row-Trigger können Sie Folgendes angeben:
 - Eine REFERENCING-Klausel zum Auswählen von Korrelationsnamen, um die alten und neuen Werte der aktuellen Zeile zu referenzieren (Standardwerte: OLD und NEW)
 - FOR EACH ROW, um den Trigger als Row-Trigger anzugeben
 - Eine WHEN-Klausel, mit der ein Bedingungsprädikat (in Klammern) angeben wird. Das Bedingungsprädikat wird für jede Zeile ausgewertet, um zu bestimmen, ob der Triggerbody ausgeführt wird.

- *trigger_body* ist die vom Trigger ausgeführte Aktion, die mit einer der folgenden Möglichkeiten implementiert wird:
 - Als anonymer Block, der mit `DECLARE` oder `BEGIN` beginnt und mit `END` endet
 - Mit einer `CALL`-Klausel, die eine Stored Procedure (Standalone oder in ein Package integriert) aufruft. Beispiel:

```
CALL my_procedure;
```

Triggerauslösung angeben (Timing)

Sie können festlegen, ob die Triggeraktion vor oder nach der auslösenden Anweisung ausgeführt werden soll:

- BEFORE: Führt den Triggerbody vor dem auslösenden DML-Ereignis für eine Tabelle aus.
- AFTER: Führt den Triggerbody nach dem auslösenden DML-Ereignis für eine Tabelle aus
- INSTEAD OF: Führt den Triggerbody anstelle der auslösenden Anweisung aus. Diese Funktion wird für Views verwendet, die sonst nicht geändert werden können.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

BEFORE-Trigger werden häufig in folgenden Situationen verwendet:

- Um festzustellen, ob die auslösende Anweisung beendet werden darf. (Dadurch werden unnötige Verarbeitungen vermieden. In Fällen, in denen eine Exception in der auslösenden Aktion ausgelöst wird, kann zudem ein Rollback durchgeführt werden.)
- Zur Ableitung von Spaltenwerten, bevor eine INSERT- oder UPDATE-Anweisung abgeschlossen ist
- Zur Initialisierung von globalen Variablen oder Flags und zur Validierung komplexer Geschäftsregeln

AFTER-Trigger werden häufig in folgenden Situationen verwendet:

- Zum Abschließen der auslösenden Anweisung, bevor die auslösende Aktion ausgeführt wird
- Zur Durchführung verschiedener Aktionen mit derselben auslösenden Anweisung, wenn bereits ein BEFORE-Trigger vorhanden ist

INSTEAD OF-Triggere bieten eine transparente Möglichkeit, Views zu ändern, die nicht zu den direkt mit SQL-DML-Anweisungen bearbeitbaren Views zählen. Sie können entsprechende DML-Anweisungen im Body eines INSTEAD OF-Triggers erstellen, um Aktionen direkt in den zugrunde liegenden View-Tabellen auszuführen.

Sofern sinnvoll, können Sie einzelne Trigger, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten ausgelöst werden sollen, auch durch einen einzelnen, komplexen Trigger ersetzen, der die Aktionen explizit in der beabsichtigten Reihenfolge codiert. Wenn zwei oder mehr Trigger für denselben Ausführungszeitpunkt definiert werden und die Reihenfolge ihrer Auslösung von Bedeutung ist, können Sie die Auslösereihenfolge über die Klauseln `FOLLOWERS` und `PRECEDES` steuern.

Trigger auf Anweisungsebene und Trigger auf Zeilenebene – Vergleich

Trigger auf Anweisungsebene (Statement-Trigger)	Trigger auf Zeilenebene (Row-Trigger)
Sind die standardmäßig erstellten Trigger	Verwenden bei der Triggererstellung die Klausel FOR EACH ROW
Werden für das auslösende Ereignis einmal ausgelöst	Werden einmal für jede vom auslösenden Ereignis betroffene Zeile ausgelöst
Werden einmal ausgelöst, auch wenn keine Zeilen betroffen sind	Werden nicht ausgelöst, wenn keine Zeilen vom auslösenden Ereignis betroffen sind

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

DML-Triggertypen

Sie können angeben, ob der Trigger einmal für jede Zeile ausgeführt werden soll, die von der auslösenden Anweisung betroffen ist (zum Beispiel bei einer Multiple Row-Anweisung vom Typ UPDATE), oder einmalig für die auslösende Anweisung, unabhängig davon, wie viele Zeilen betroffen sind.

Statement-Trigger (Trigger auf Anweisungsebene)

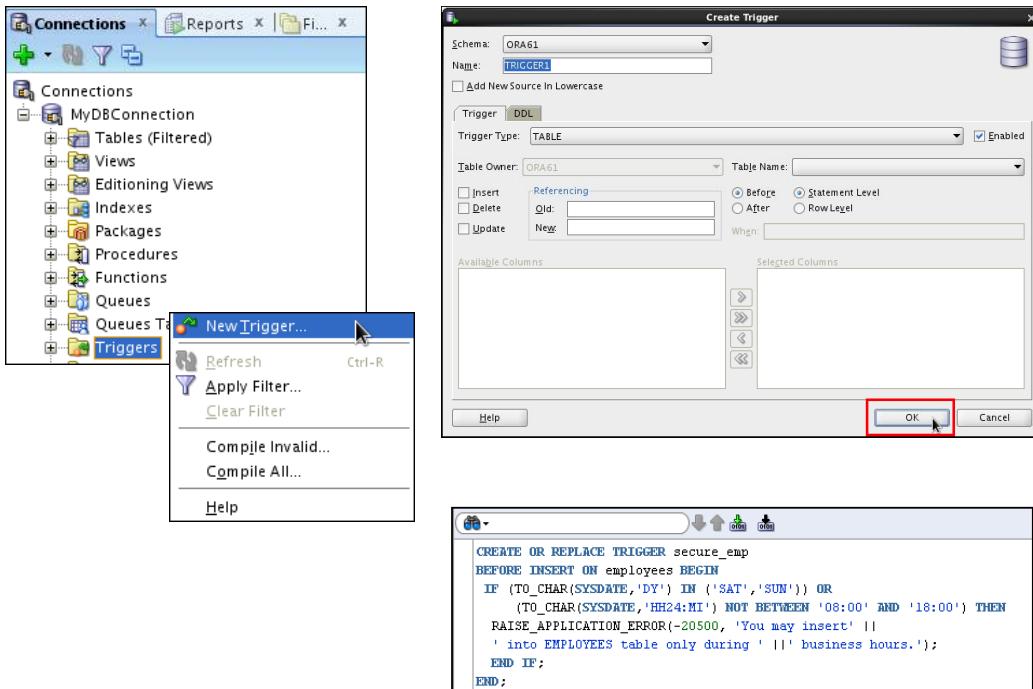
Ein Statement-Trigger wird einmal für das auslösende Ereignis ausgelöst, selbst wenn keine Zeilen betroffen sind. Statement-Trigger sind nützlich, wenn die Aktion des Triggers nicht von Daten aus betroffenen Zeilen abhängt oder von Daten, die durch das auslösende Ereignis selbst bereitgestellt werden (beispielsweise ein Trigger, der eine komplexe Sicherheitsprüfung für den aktuellen Benutzer durchführt).

Row-Trigger (Trigger auf Zeilenebene)

Ein Row-Trigger wird jedes Mal ausgelöst, wenn die Tabelle vom auslösenden Ereignis betroffen ist. Wenn das auslösende Ereignis keine Zeilen betrifft, wird der Row-Trigger nicht ausgeführt. Row-Trigger sind nützlich, wenn die Aktion des Triggers von Daten aus betroffenen Zeilen abhängt oder von Daten, die durch das auslösende Ereignis selbst bereitgestellt werden.

Hinweis: Row-Trigger verwenden Korrelationsnamen, um auf die alten und neuen Spaltenwerte der Zeile zuzugreifen, die durch den Trigger verarbeitet wird.

DML-Trigger mit SQL Developer erstellen



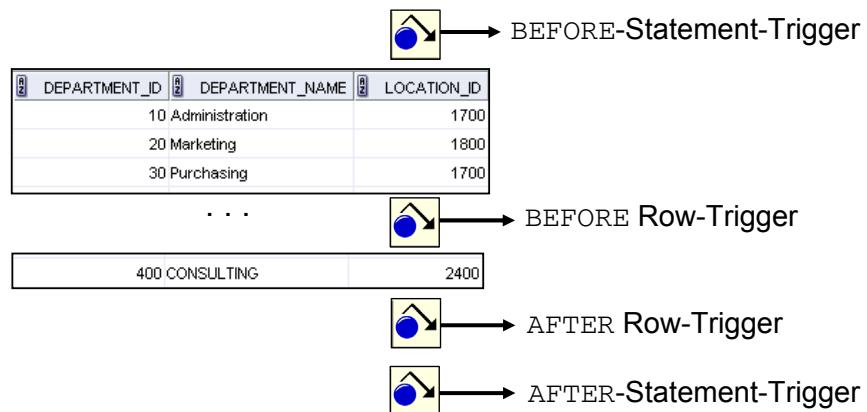
ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Auslösereihenfolge der Trigger – Single-Row-Bearbeitung

Auslösereihenfolge für einen Tabellentrigger, wenn eine einzelne Zeile bearbeitet wird:

```
INSERT INTO departments
  (department_id, department_name, location_id)
VALUES (400, 'CONSULTING', 2400);
```



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ob Sie einen Statement-Trigger oder Row-Trigger erstellen, hängt davon ab, ob der Trigger für jede von der auslösenden Anweisung betroffene Zeile ausgelöst werden soll oder lediglich einmal für die auslösende Anweisung, unabhängig von der Anzahl der betroffenen Zeilen.

Wenn die auslösende DML-Anweisung eine einzelne Zeile betrifft, wird sowohl der Statement-Trigger als auch der Row-Trigger genau einmal ausgelöst.

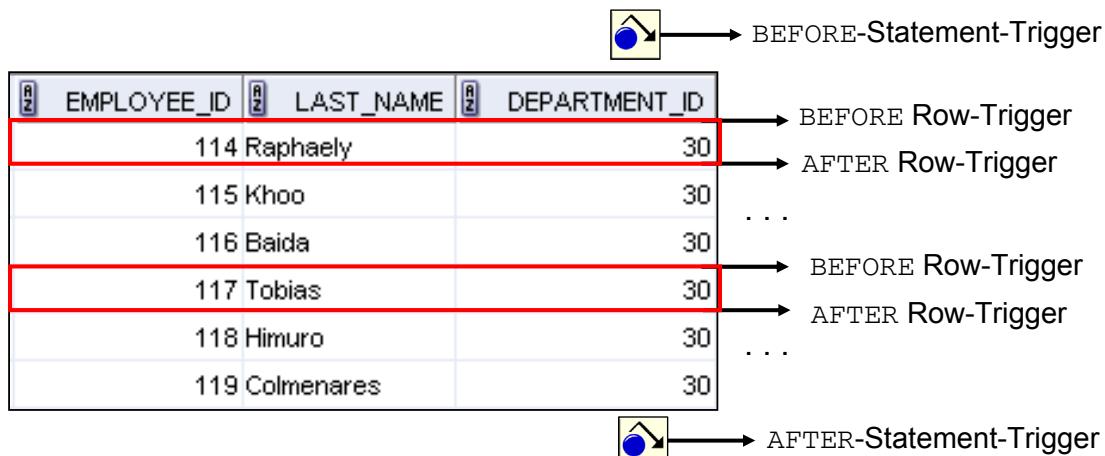
Beispiel

Die SQL-Anweisung auf der Folie unterscheidet nicht zwischen Statement-Triggern und Row-Triggern, da genau eine Zeile in die Tabelle eingefügt wurde, wobei die auf der Folie dargestellte `INSERT`-Anweisungssyntax verwendet wurde.

Auslösereihenfolge der Trigger – Multiple-Row-Bearbeitung

Auslösereihenfolge für einen Tabellentrigger, wenn mehrere Zeilen bearbeitet werden:

```
UPDATE employees  
SET salary = salary * 1.1  
WHERE department_id = 30;
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

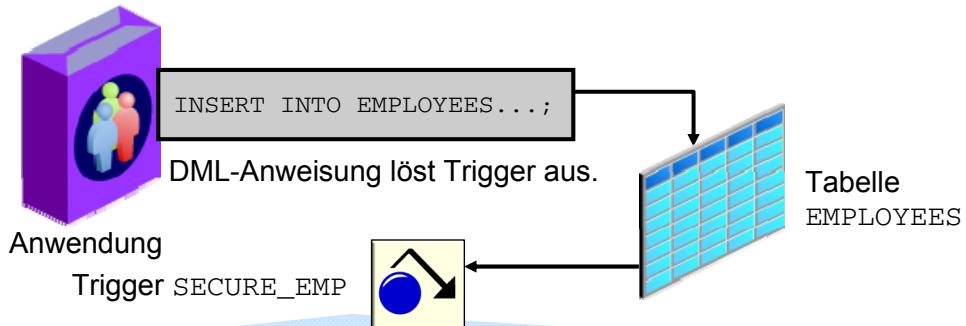
ORACLE

Wenn die auslösende DML-Anweisung mehrere Zeilen betrifft, wird ein Statement-Trigger genau einmal ausgelöst und ein Row-Trigger einmal für jede von der Anweisung betroffene Zeile.

Beispiel

Mit der SQL-Anweisung auf der Folie wird ein Trigger auf Zeilenebene mehrmals entsprechend der Anzahl von Zeilen ausgelöst, die die WHERE-Klausel erfüllen, also entsprechend der Anzahl der Mitarbeiter in Abteilung 30.

DML-Statement-Trigger erstellen – Beispiel: SECURE_EMP



```
CREATE OR REPLACE TRIGGER secure_emp
BEFORE INSERT ON employees
BEGIN
  IF (TO_CHAR(SYSDATE, 'DY') IN ('SAT', 'SUN')) OR
     (TO_CHAR(SYSDATE, 'HH24:MI')
      NOT BETWEEN '08:00' AND '18:00') THEN
    RAISE_APPLICATION_ERROR(-20500, 'You may insert'
                           || ' into EMPLOYEES table only during '
                           || ' normal business hours.');
  END IF;
END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

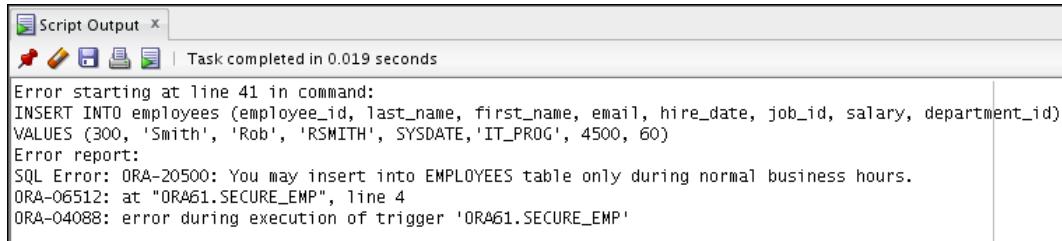
Im Beispiel auf der Folie ist der Datenbanktrigger `SECURE_EMP` ein BEFORE-Statement-Trigger, der die erfolgreiche Ausführung des `INSERT`-Vorgangs verhindert, wenn gegen die Geschäftsbedingung verstößen wird. In diesem Fall beschränkt der Trigger `INSERT`-Vorgänge in der Tabelle `EMPLOYEES` auf bestimmte Geschäftzeiten von Montag bis Freitag.

Wenn ein Benutzer am Samstag versucht, eine Zeile in die Tabelle `EMPLOYEES` einzufügen, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Der Trigger ist nicht erfolgreich, und die auslösende Anweisung wird zurückgerollt. `RAISE_APPLICATION_ERROR` ist eine serverseitige Built-In-Prozedur, die eine Fehlermeldung an den Benutzer zurückgibt und bewirkt, dass der PL/SQL-Block nicht erfolgreich ist.

Wenn ein Datenbanktrigger nicht erfolgreich ist, rollt der Oracle-Server die auslösende Anweisung automatisch zurück.

Trigger SECURE_EMP testen

```
INSERT INTO employees (employee_id, last_name,
    first_name, email, hire_date, job_id, salary,
    department_id)
VALUES (300, 'Smith', 'Rob', 'RSMITH', SYSDATE,
    'IT_PROG', 4500, 60);
```



The screenshot shows the 'Script Output' window from Oracle SQL Developer. The title bar says 'Script Output X'. Below it, there are icons for redo, undo, cut, copy, paste, and execute. The status bar indicates 'Task completed in 0.019 seconds'. The main area displays the following text:

```
Error starting at Line 41 in command:  
INSERT INTO employees (employee_id, last_name, first_name, email, hire_date, job_id, salary, department_id)  
VALUES (300, 'Smith', 'Rob', 'RSMITH', SYSDATE,'IT_PROG', 4500, 60)  
Error report:  
SQL Error: ORA-20500: You may insert into EMPLOYEES table only during normal business hours.  
ORA-06512: at "ORAG1.SECURE_EMP", line 4  
ORA-04088: error during execution of trigger 'ORAG1.SECURE_EMP'
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Um den Trigger zu testen, fügen Sie außerhalb der normalen Geschäftszeiten eine Zeile in die Tabelle EMPLOYEES ein. Wenn Datum und Uhrzeit außerhalb der im Trigger angegebenen Geschäftszeiten liegen, wird die auf der Folie gezeigte Fehlermeldung ausgegeben.

Bedingungsprädikate

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER secure_emp BEFORE
INSERT OR UPDATE OR DELETE ON employees
BEGIN
    IF (TO_CHAR(SYSDATE,'DY') IN ('SAT','SUN')) OR
       (TO_CHAR(SYSDATE,'HH24') NOT BETWEEN '08' AND '18') THEN
        IF DELETING THEN RAISE_APPLICATION_ERROR(
            -20502,'You may delete from EMPLOYEES table'|||
            'only during normal business hours.');
        ELSIF INSERTING THEN RAISE_APPLICATION_ERROR(
            -20500,'You may insert into EMPLOYEES table'|||
            'only during normal business hours.');
        ELSIF UPDATING ('SALARY') THEN
            RAISE_APPLICATION_ERROR(-20503, 'You may '|||
            'update SALARY only normal during business hours.');
        ELSE RAISE_APPLICATION_ERROR(-20504,'You may' |||
            ' update EMPLOYEES table only during'|||
            ' normal business hours.');
        END IF;
    END IF;
END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Triggerauslösenden DML-Vorgang ermitteln

Wenn unterschiedliche Typen von DML-Vorgängen einen Trigger auslösen können (beispielsweise ON INSERT OR DELETE OR UPDATE OF Emp_tab), kann der Triggerbody mithilfe der Bedingungsprädikate INSERTING, DELETING und UPDATING prüfen, welcher Anweisungstyp den Trigger ausgelöst hat.

Sie können mehrere auslösende Ereignisse zu einem Ereignis kombinieren, indem Sie die speziellen Bedingungsprädikate INSERTING, UPDATING und DELETING im Triggerbody nutzen.

Beispiel

Sie erstellen einen Trigger, um alle DML-Ereignisse für die Tabelle EMPLOYEES auf bestimmte Geschäftszeiten von Montag bis Freitag (8 bis 18 Uhr) zu beschränken.

DML-Row-Trigger erstellen

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER restrict_salary
BEFORE INSERT OR UPDATE OF salary ON employees
FOR EACH ROW
BEGIN
    IF NOT (:NEW.job_id IN ('AD_PRES', 'AD_VP'))
        AND :NEW.salary > 15000 THEN
        RAISE_APPLICATION_ERROR (-20202,
            'Employee cannot earn more than $15,000.');
    END IF;
END;
```

```
UPDATE employees
SET salary = 15500
WHERE last_name = 'Russell';
```

```
Error starting at line 1 in command:
UPDATE employees
SET salary = 15500
WHERE last_name = 'Russell'
Error report:
SQL Error: ORA-20202: Employee cannot earn more than $15,000.
ORA-06512: at "ORA62.RESTRICT_SALARY", line 4
ORA-04088: error during execution of trigger 'ORA62.RESTRICT_SALARY'
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Sie können einen BEFORE Row-Trigger erstellen, um zu verhindern, dass der auslösende Vorgang erfolgreich ist, wenn gegen eine bestimmte Bedingung verstößen wird.

Im ersten Beispiel auf der Folie wird ein Trigger erstellt, um zu gewährleisten, dass nur Mitarbeiter mit der Job-ID AD_PRES oder AD_VP ein Gehalt von über 15.000 verdienen. Wenn Sie versuchen, das Gehalt des Mitarbeiters Russell mit der Job-ID SA_MAN zu aktualisieren, löst der Trigger die auf der Folie gezeigte Exception aus.

Hinweis: Deaktivieren Sie vor Ausführung des ersten Codebeispiels auf der Folie unbedingt die Trigger secure_emp und secure_employees.

Qualifier OLD und NEW

- Bei der Auslösung eines Triggers auf Zeilenebene erstellt und füllt die PL/SQL-Runtime Engine zwei Datenstrukturen:
 - OLD: Speichert die ursprünglichen Werte des vom Trigger verarbeiteten Records
 - NEW: Enthält die neuen Werte
- NEW und OLD weisen die gleiche Struktur auf wie ein Record, in dem die dem Trigger zugeordnete Tabelle mit %ROWTYPE deklariert wurde.

Datenvorgänge	Alter Wert	Neuer Wert
INSERT	NULL	Eingefügter Wert
UPDATE	Wert vor Aktualisierung	Wert nach Aktualisierung
DELETE	Wert vor dem Löschen	NULL

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In einem ROW-Trigger können Sie den Wert einer Spalte vor und nach der Datenänderung referenzieren, indem Sie den Qualifier OLD und NEW als Präfix hinzufügen.

Hinweise

- Die Qualifier OLD und NEW sind nur in Triggern auf Zeilenebene verfügbar.
- Stellen Sie diesen Qualifiern in allen SQL- und PL/SQL-Anweisungen einen Doppelpunkt (:) voran.
- Es wird kein Doppelpunkt (:) vorangestellt, wenn die Qualifier in einer einschränkenden WHEN-Bedingung referenziert werden.
- Row-Trigger können die Performance beeinträchtigen, wenn Sie viele Aktualisierungen in großen Tabellen ausführen.

Qualifier OLD und NEW – Beispiel

```
CREATE TABLE audit_emp (
    user_name      VARCHAR2(30),
    time_stamp     date,
    id             NUMBER(6),
    old_last_name VARCHAR2(25),
    new_last_name VARCHAR2(25),
    old_title      VARCHAR2(10),
    new_title      VARCHAR2(10),
    old_salary     NUMBER(8,2),
    new_salary     NUMBER(8,2) )
/
CREATE OR REPLACE TRIGGER audit_emp_values
AFTER DELETE OR INSERT OR UPDATE ON employees
FOR EACH ROW
BEGIN
    INSERT INTO audit_emp(user_name, time_stamp, id,
        old_last_name, new_last_name, old_title,
        new_title, old_salary, new_salary)
    VALUES (USER, SYSDATE, :OLD.employee_id,
        :OLD.last_name, :NEW.last_name, :OLD.job_id,
        :NEW.job_id, :OLD.salary, :NEW.salary);
END;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie wird der Trigger AUDIT_EMP_VALUES für die Tabelle EMPLOYEES erstellt. Der Trigger protokolliert die Aktivitäten eines Benutzers in der Tabelle EMPLOYEES und fügt einer Benutzertabelle (AUDIT_EMP) entsprechende Zeilen hinzu. Der Trigger speichert die Werte verschiedener Spalten vor und nach den Datenänderungen und verwendet dabei die Qualifier OLD und NEW mit dem jeweiligen Spaltennamen.

Qualifier OLD und NEW – Beispiel

```
INSERT INTO employees (employee_id, last_name, job_id,
salary, email, hire_date)
VALUES (999, 'Temp emp', 'SA_REP', 6000, 'TEMPEMP',
TRUNC(SYSDATE))
/
UPDATE employees
SET salary = 7000, last_name = 'Smith'
WHERE employee_id = 999
/
SELECT *
FROM audit_emp;
```

USER_NAME	TIME_STAMP	ID	OLD_LAST_NAME	NEW_LAST_NAME	OLD_TITLE	NEW_TITLE	OLD_SALARY	NEW_SALARY
1 ORA61	20-NOV-12	(null)	(null)	Temp emp	(null)	SA_REP	(null)	6000
2 ORA61	20-NOV-12	999	Temp emp	Smith	SA_REP	SA_REP	6000	7000

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Erstellen Sie einen Trigger für die Tabelle EMPLOYEES, um Zeilen in eine Benutzertabelle namens AUDIT_EMP einzufügen, mit der die Aktivitäten eines Benutzers in der Tabelle EMPLOYEES protokolliert werden. Der Trigger speichert die Werte verschiedener Spalten vor und nach den Datenänderungen und verwendet dabei die Qualifier OLD und NEW mit dem jeweiligen Spaltennamen.

Durch Einfügen des Mitarbeiter-Records in die Tabelle EMPLOYEES wird folgendes Ergebnis erzielt:

EMPLOYEE_ID	FIRST_NAME	LAST_NAME	EMAIL	PHONE_NUMBER	HIRE_DATE	JOB_ID	SALARY	COMMISSION_PCT	MANAGER_ID	DEPARTMENT_ID
999 (null)	Smith	TEMPEMP	(null)	04-JUN-09	SA_REP	7000	(null)	(null)	(null)	(null)
300 Rob	Smith	RSMITH	(null)	04-JUN-09	IT_PROG	4500	(null)	(null)	(null)	60
206 William	Gietz	WGIETZ	515.123.8181	07-JUN-94	AC_ACC...	8300	(null)	(null)	205	110

Durch Aktualisieren des Gehalts für den Mitarbeiter Smith wird folgendes Ergebnis erzielt:

EMPLOYEE_ID	FIRST_NAME	LAST_NAME	EMAIL	PHONE_NUMBER	HIRE_DATE	JOB_ID	SALARY	COMMISSION_PCT	MANAGER_ID	DEPARTMENT_ID
999 (null)	Smith	TEMPEMP	(null)	04-JUN-09	SA_REP	7000	(null)	(null)	(null)	(null)

Row-Trigger mit WHEN-Klausel bedingt auslösen

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER derive_commission_pct
BEFORE INSERT OR UPDATE OF salary ON employees
FOR EACH ROW
WHEN (NEW.job_id = 'SA_REP')
BEGIN
  IF INSERTING THEN
    :NEW.commission_pct := 0;
  ELSIF :OLD.commission_pct IS NULL THEN
    :NEW.commission_pct := 0;
  ELSE
    :NEW.commission_pct := :OLD.commission_pct+0.05;
  END IF;
END;
/
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Optional können Sie in die Definition eines Row-Triggers eine Triggereinschränkung aufnehmen, indem Sie in einer WHEN-Klausel einen booleschen SQL-Ausdruck angeben. Wenn Sie eine WHEN-Klausel in den Trigger aufnehmen, wird der Ausdruck in der Klausel für jede vom Trigger betroffene Zeile ausgewertet.

Ergibt die Auswertung des Ausdrucks für eine Zeile TRUE, wird der Triggerbody für diese Zeile ausgeführt. Ergibt die Auswertung des Ausdrucks für eine Zeile dagegen FALSE oder NOT TRUE (unbekannt, zum Beispiel bei NULL-Werten), wird der Triggerbody für diese Zeile nicht ausgeführt. Die Auswertung der WHEN-Klausel hat keine Auswirkung auf die Ausführung der auslösenden SQL-Anweisung. Mit anderen Worten, die auslösende Anweisung wird nicht zurückgerollt, wenn die Auswertung eines WHEN-Klauselausdrucks FALSE ergibt.

Hinweis: Eine WHEN-Klausel kann nicht in die Definition eines Statement-Triggers aufgenommen werden.

Im Beispiel auf der Folie wird ein Trigger für die Tabelle EMPLOYEES erstellt, um die Provision eines Mitarbeiters zu berechnen, wenn eine Zeile in der Tabelle EMPLOYEES eingefügt oder das Gehalt eines Mitarbeiters geändert wird.

Der Qualifier NEW darf in der WHEN-Klausel nicht mit einem Doppelpunkt als Präfix versehen werden, da sich die WHEN-Klausel außerhalb der PL/SQL-Blöcke befindet.

Triggerausführungsmodell – Zusammenfassung

1. Führen Sie alle BEFORE STATEMENT-Trigger aus.
2. Verwenden Sie Schleifen für *jede* von der SQL-Anweisung betroffene Zeile:
 - a. Führen Sie alle BEFORE ROW-Trigger *für diese Zeile* aus.
 - b. Führen Sie die DML-Anweisung aus, und prüfen Sie Integritäts-Constraints *für diese Zeile*.
 - c. Führen Sie alle AFTER ROW-Trigger *für diese Zeile* aus.
3. Führen Sie alle AFTER STATEMENT-Trigger aus.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Eine einzelne DML-Anweisung kann bis zu vier Triggertypen auslösen:

- BEFORE- und AFTER-Statement-Trigger
- BEFORE und AFTER Row-Trigger

Ein auslösendes Ereignis oder eine Anweisung innerhalb des Triggers kann die Prüfung eines oder mehrerer Integritäts-Constraints zur Folge haben. Sie können die Constraint-Prüfung jedoch verzögern, bis ein COMMIT-Vorgang ausgeführt wird.

Trigger können auch andere Trigger auslösen (sogenannte kaskadierende Trigger).

Alle Aktionen und Prüfungen, die als Folge einer SQL-Anweisung ausgeführt werden, müssen erfolgreich sein. Wenn eine Exception innerhalb eines Triggers ausgelöst und nicht explizit behandelt wird, werden alle aufgrund der ursprünglichen SQL-Anweisung ausgeführten Aktionen zurückgerollt (einschließlich Aktionen, die durch das Auslösen von Triggern ausgeführt wurden). Auf diese Weise wird gewährleistet, dass Trigger niemals Integritäts-Constraints verletzen.

Wenn ein Trigger ausgelöst wird, können die in der Triggeraktion referenzierten Tabellen durch Transaktionen anderer Benutzer geändert werden. In allen Fällen ist ein lesekonsistentes Image für die geänderten Werte sichergestellt, in denen der Trigger Lesevorgänge (Abfragen) oder Schreibvorgänge (Aktualisierungen) durchführen muss.

Hinweis: Die Integritätsprüfung kann bis zur Ausführung des COMMIT-Vorgangs verzögert werden.

Integritäts-Constraints mit After-Triggern implementieren

```
-- Integrity constraint violation error -2991 raised.  
UPDATE employees SET department_id = 999  
WHERE employee_id = 170;
```

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER employee_dept_fk_trg  
AFTER UPDATE OF department_id ON employees  
FOR EACH ROW  
BEGIN  
    INSERT INTO departments VALUES (:new.department_id,  
                                    'Dept ' || :new.department_id, NULL, NULL);  
EXCEPTION  
    WHEN DUP_VAL_ON_INDEX THEN  
        NULL; -- mask exception if department exists  
END;  
/
```

```
-- Successful after trigger is fired  
UPDATE employees SET department_id = 999  
WHERE employee_id = 170;
```

1 rows updated

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

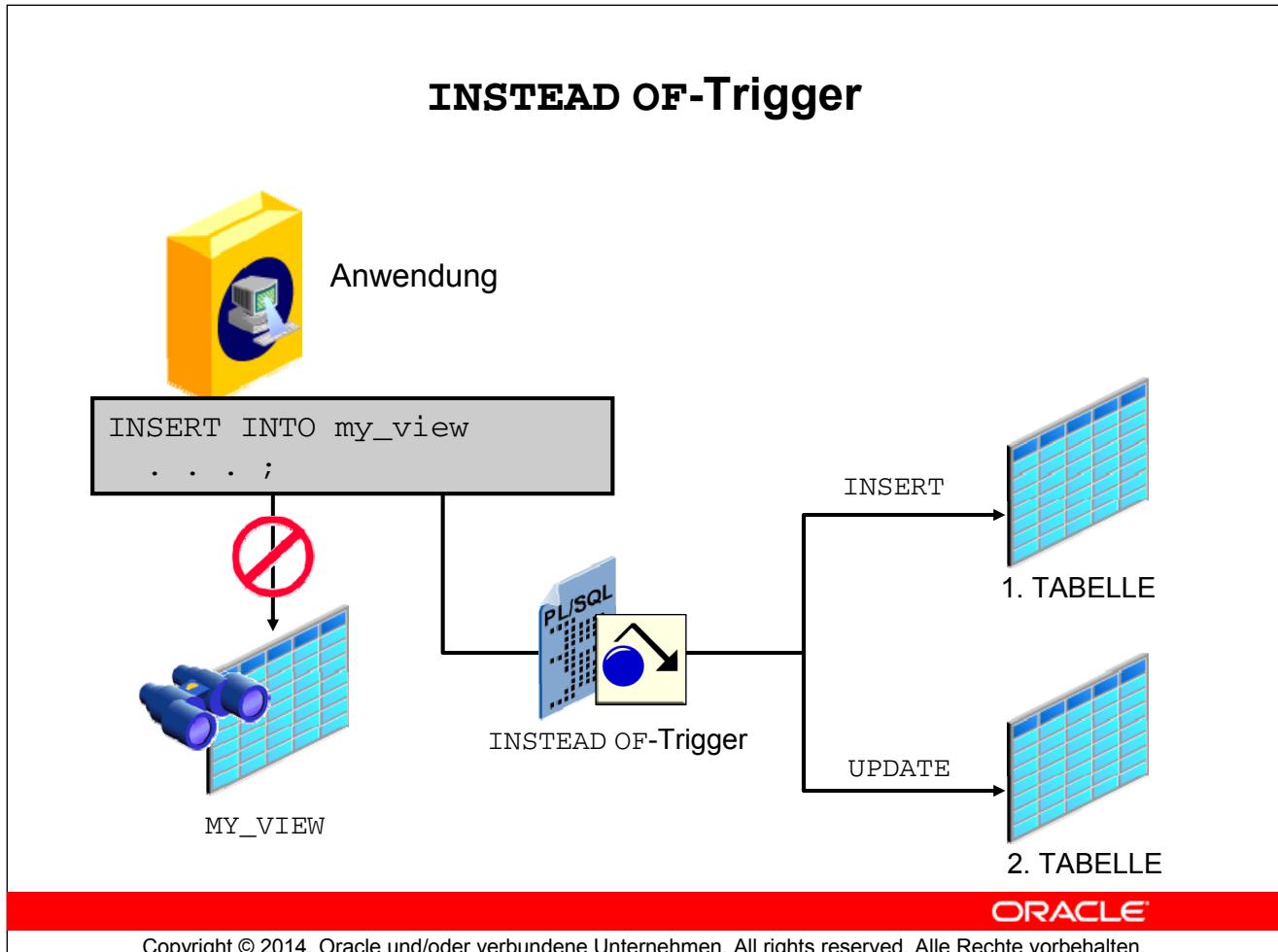
Das Beispiel auf der Folie zeigt eine Situation, in der das Integritäts-Constraint mithilfe eines AFTER-Triggers behandelt werden kann. Die Tabelle EMPLOYEES weist ein FOREIGN KEY Constraint für die Spalte DEPARTMENT_ID der Tabelle DEPARTMENTS auf.

In der ersten SQL-Anweisung wird die DEPARTMENT_ID von Mitarbeiter 170 in 999 geändert. Da Abteilung 999 in der Tabelle DEPARTMENTS nicht vorhanden ist, löst die Anweisung die Exception -2291 für eine Verletzung des Integritäts-Constraints aus.

Der Trigger EMPLOYEE_DEPT_FK_TRG wird erstellt. Er fügt eine neue Zeile in die Tabelle DEPARTMENTS ein, indem er :NEW.DEPARTMENT_ID für den Wert der DEPARTMENT_ID der neuen Abteilung verwendet. Der Trigger wird ausgelöst, wenn die UPDATE-Anweisung die DEPARTMENT_ID von Mitarbeiter 170 in 999 ändert. Die Prüfung des FOREIGN KEY Constraints verläuft erfolgreich, da Abteilung 999 durch den Trigger in die Tabelle DEPARTMENTS eingefügt wurde. Aus diesem Grund tritt keine Exception auf, es sei denn, die Abteilung ist bereits vorhanden, wenn der Trigger versucht, die neue Zeile einzufügen. Der Exception Handler fängt die Exception jedoch ab und verbirgt sie, sodass der Vorgang erfolgreich ausgeführt werden kann.

Hinweis: Das Beispiel auf der Folie wirkt zwar aufgrund der beschränkten Daten im Schema HR etwas konstruiert, verdeutlicht jedoch: Wenn Sie die Constraint-Prüfung bis zum Commit verzögern, können Sie einen Trigger entwickeln, der diesen Constraint-Fehler erkennt und vor der Commit-Aktion korrigiert.

INSTEAD OF-Trigger

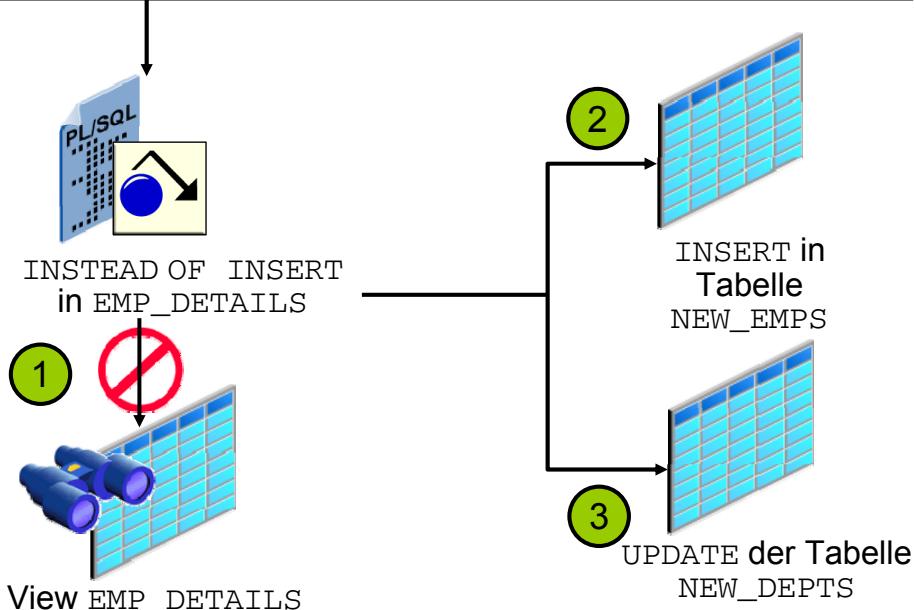


Verwenden Sie `INSTEAD OF`-Trigger, um Daten zu ändern, bei denen eine DML-Anweisung für eine View abgesetzt wird, die implizit nicht aktualisierbar ist. Diese Trigger werden `INSTEAD OF`-Trigger genannt, da der Oracle-Server im Gegensatz zu anderen Triggertypen nicht die auslösende Anweisung ausführt, sondern den Trigger auslöst. Mit diesen Triggern werden Vorgänge vom Typ `INSERT`, `UPDATE` und `DELETE` direkt für die zugrunde liegenden Tabellen ausgeführt. Sie können Anweisungen vom Typ `INSERT`, `UPDATE` und `DELETE` für eine View erstellen, und der `INSTEAD OF`-Trigger arbeitet unsichtbar im Hintergrund und sorgt für die Ausführung der gewünschten Aktionen. Views können nicht mit normalen DML-Anweisungen geändert werden, wenn die View-Abfrage festgelegte Operatoren, Gruppenfunktionen, Klauseln wie `GROUP BY`, `CONNECT BY` und `START`, den Operator `DISTINCT` oder Joins enthält. Beispiel: Wenn eine View aus mehreren Tabellen besteht, kann ein `INSERT`-Vorgang in die View einen `INSERT`-Vorgang in eine Tabelle und einen `UPDATE`-Vorgang einer anderen Tabelle mit sich bringen. Daher erstellen Sie einen `INSTEAD OF`-Trigger, der ausgelöst wird, wenn Sie einen `INSERT`-Vorgang für die View erstellen. Anstelle der ursprünglichen Einfügung wird der Triggerbody ausgeführt. Dies hat zur Folge, dass Daten in eine Tabelle eingefügt werden und eine andere Tabelle aktualisiert wird.

Hinweis: Wenn eine View implizit aktualisierbar ist und `INSTEAD OF`-Trigger enthält, haben die Trigger Priorität. `INSTEAD OF`-Trigger sind Row-Trigger. Die Option `CHECK` für Views wird nicht erzwungen, wenn `INSERT`- oder `UPDATE`-Vorgänge für die View mithilfe von `INSTEAD OF`-Triggern ausgeführt werden. Der Body des `INSTEAD OF`-Triggers muss die Prüfung erzwingen.

INSTEAD OF-Trigger erstellen – Beispiel

```
INSERT INTO emp_details  
VALUES (9001, 'ABBOTT', 3000, 10, 'Administration');
```



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Sie können einen INSTEAD OF-Trigger erstellen, um die Basistabellen zu verwalten, auf denen eine View basiert.

Das Beispiel auf der Folie zeigt einen Mitarbeiter, der in die View EMP_DETAILS eingefügt wird, deren Abfrage auf den Tabellen EMPLOYEES und DEPARTMENTS basiert. Der Trigger NEW_EMP_DEPT (INSTEAD OF) wird anstelle des INSERT-Vorgangs ausgeführt, der den Trigger auslöst. Der INSTEAD OF-Trigger setzt dann die entsprechenden INSERT- und UPDATE-Anweisungen für die Basistabellen ab, die von der View EMP_DETAILS verwendet werden. Aus diesem Grund wird der neue Mitarbeiter-Record nicht in die Tabelle EMPLOYEES eingefügt. Stattdessen werden die folgenden Aktionen ausgeführt:

1. Der INSTEAD OF-Trigger NEW_EMP_DEPT wird ausgelöst.
2. In die Tabelle NEW_EMPS wird eine Zeile eingefügt.
3. Die Spalte DEPT_SAL der Tabelle NEW_DEPTS wird aktualisiert. Das Gehalt für den neuen Mitarbeiter wird zum vorhandenen Gesamtgehalt der Abteilung addiert, in die der neue Mitarbeiter aufgenommen wurde.

Hinweis: Bevor Sie das Beispiel auf der Folie ausführen, müssen Sie die auf den folgenden beiden Folien gezeigten erforderlichen Strukturen erstellen.

INSTEAD OF-Trigger zum Ausführen von DML für komplexe Views erstellen

```
CREATE TABLE new_emps AS
  SELECT employee_id, last_name, salary, department_id
    FROM employees;

CREATE TABLE new_depts AS
  SELECT d.department_id, d.department_name,
         sum(e.salary) dept_sal
    FROM employees e, departments d
   WHERE e.department_id = d.department_id;

CREATE VIEW emp_details AS
  SELECT e.employee_id, e.last_name, e.salary,
         e.department_id, d.department_name
    FROM employees e, departments d
   WHERE e.department_id = d.department_id
  GROUP BY d.department_id, d.department_name;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie werden zwei neue Tabellen erstellt, NEW_EMPS und NEW_DEPTS, die jeweils auf der Tabelle EMPLOYEES beziehungsweise DEPARTMENTS basieren. Außerdem wird eine View namens EMP_DETAILS aus den Tabellen EMPLOYEES und DEPARTMENTS erstellt.

Bei Views mit komplexen Abfragestrukturen können DML-Anweisungen nicht immer direkt ausgeführt werden, um die zugrunde liegenden Tabellen zu beeinflussen. Im Beispiel muss ein INSTEAD OF-Trigger namens NEW_EMP_DEPT erstellt werden, der auf der nächsten Seite zu sehen ist. Der Trigger NEW_DEPT_EMP behandelt DML wie folgt:

- Zeilen werden nicht direkt in die View EMP_DETAILS eingefügt, sondern mit den über die INSERT-Anweisung bereitgestellten Datenwerten in die Tabellen NEW_EMPS und NEW_DEPTS.
- Werden Zeilen über die View EMP_DETAILS geändert oder gelöscht, wirkt sich dies auf die entsprechenden Zeilen in den Tabellen NEW_EMPS und NEW_DEPTS aus.

Hinweis: INSTEAD OF-Triggers können nur für Views erstellt werden. Die Timingoptionen BEFORE und AFTER sind ungültig.

```

CREATE OR REPLACE TRIGGER new_emp_dept
INSTEAD OF INSERT OR UPDATE OR DELETE ON emp_details
FOR EACH ROW
BEGIN
    IF INSERTING THEN
        INSERT INTO new_emps
        VALUES (:NEW.employee_id, :NEW.last_name,
                :NEW.salary, :NEW.department_id);
        UPDATE new_depts
        SET dept_sal = dept_sal + :NEW.salary
        WHERE department_id = :NEW.department_id;
    ELSIF DELETING THEN
        DELETE FROM new_emps
        WHERE employee_id = :OLD.employee_id;
        UPDATE new_depts
        SET dept_sal = dept_sal - :OLD.salary
        WHERE department_id = :OLD.department_id;
    ELSIF UPDATING ('salary') THEN
        UPDATE new_emps
        SET salary = :NEW.salary
        WHERE employee_id = :OLD.employee_id;
        UPDATE new_depts
        SET dept_sal = dept_sal +
                    (:NEW.salary - :OLD.salary)
        WHERE department_id = :OLD.department_id;
    ELSIF UPDATING ('department_id') THEN
        UPDATE new_emps
        SET department_id = :NEW.department_id
        WHERE employee_id = :OLD.employee_id;
        UPDATE new_depts
        SET dept_sal = dept_sal - :OLD.salary
        WHERE department_id = :OLD.department_id;
        UPDATE new_depts
        SET dept_sal = dept_sal + :NEW.salary
        WHERE department_id = :NEW.department_id;
    END IF;
END;
/

```

DEPARTMENT_ID	DEPARTMENT_NAME	DEPT_SAL
10	Administration	7400

1 rows selected

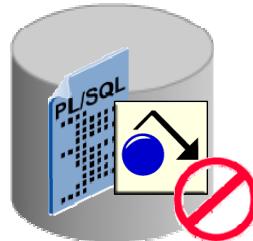
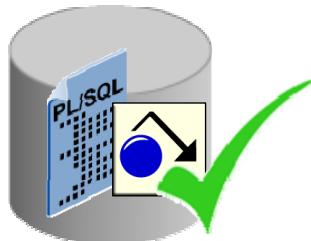
EMPLOYEE_ID	LAST_NAME	SALARY	DEPARTMENT_ID
200	Whalen	4400	10
9001	ABBOTT	3000	10

2 rows selected

Triggerstatus

Ein Trigger befindet sich in einem der beiden folgenden Modi:

- Aktiviert: Der Trigger führt die entsprechende Aktion aus, wenn eine auslösende Anweisung abgesetzt wird und die Auswertung der Triggereinschränkung (sofern vorhanden) TRUE ergibt (Standard).
- Deaktiviert: Der Trigger führt die entsprechende Aktion auch dann nicht aus, wenn eine auslösende Anweisung abgesetzt wird und die Auswertung der Triggereinschränkung (sofern vorhanden) TRUE ergeben würde.



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Deaktivierte Trigger erstellen

- Vor Oracle Database 11g war DML für eine Tabelle nicht erfolgreich, wenn ein Triggerbody mit einem PL/SQL-Kompilierungsfehler erstellt wurde.
- In Oracle Database 11g können Sie einen deaktivierten Trigger erstellen und diesen erst dann aktivieren, wenn Sie sicher sind, dass die Kompilierung erfolgreich sein wird.

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER mytrg
  BEFORE INSERT ON mytable FOR EACH ROW
  DISABLE
BEGIN
  :New.ID := my_seq.Nextval;
  . . .
END;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Vor Oracle Database 11g war DML für eine Tabelle nicht erfolgreich, wenn ein Triggerbody mit einem PL/SQL-Kompilierungsfehler erstellt wurde. Die folgende Fehlermeldung wurde angezeigt:
ORA-04098: trigger 'TRG' is invalid and failed re-validation

In Oracle Database 11g können Sie einen deaktivierten Trigger erstellen und diesen erst dann aktivieren, wenn Sie sicher sind, dass die Kompilierung erfolgreich sein wird.

Außerdem können Sie einen Trigger in folgenden Situationen vorübergehend deaktivieren:

- Ein vom Trigger referenziertes Objekt ist nicht verfügbar.
- Sie müssen große Datenmengen laden und möchten dies möglichst schnell ausführen, ohne Trigger auszulösen.
- Sie laden Daten erneut.

Hinweis: Für den Beispielcode auf der Folie wird angenommen, dass bereits eine Sequence namens `my_seq` vorhanden ist.

Trigger mit SQL-Anweisungen

ALTER und DROP verwalten

```
-- Disable or reenable a database trigger:
```

```
ALTER TRIGGER trigger_name DISABLE | ENABLE;
```

```
-- Disable or reenable all triggers for a table:
```

```
ALTER TABLE table_name DISABLE | ENABLE ALL TRIGGERS;
```

```
-- Recompile a trigger for a table:
```

```
ALTER TRIGGER trigger_name COMPILE;
```

```
-- Remove a trigger from the database:
```

```
DROP TRIGGER trigger_name;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Trigger verwalten

Trigger besitzen zwei Modi oder Zustände: ENABLED und DISABLED. Wenn ein Trigger neu erstellt wird, ist er standardmäßig aktiviert. Der Oracle-Server prüft die Integritäts-Constraints für aktivierte Trigger und stellt sicher, dass die Trigger sie nicht verletzen können. Außerdem bietet der Oracle-Server lesekonsistente Views für Abfragen und Constraints, verwaltet Abhängigkeiten und stellt einen Two-Phase Commit-Prozess bereit, wenn ein Trigger Remote-Tabellen in einer verteilten Datenbank aktualisiert.

Trigger deaktivieren

Mit dem Befehl ALTER TRIGGER deaktivieren Sie einen Trigger. Mithilfe des Befehls ALTER TABLE können Sie auch alle Trigger für eine Tabelle deaktivieren. Die Deaktivierung von Triggern kann dazu beitragen, die Performance zu steigern oder Datenintegritätsprüfungen beim Laden großer Datenmengen mit Utilities wie SQL*Loader zu vermeiden. Deaktivieren Sie einen Trigger auch dann, wenn er ein Datenbankobjekt referenziert, das derzeit aufgrund einer nicht erfolgreichen Netzwerkverbindung, eines Plattenfehlers, einer Offlinedatendatei oder eines Offline-Tablespace nicht verfügbar ist.

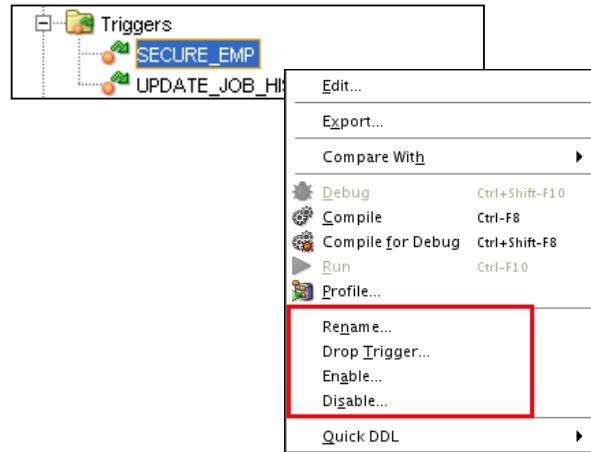
Trigger rekompilieren

Mit dem Befehl ALTER TRIGGER rekompilieren Sie einen ungültigen Trigger explizit.

Trigger entfernen

Nicht länger benötigte Trigger können über eine SQL-Anweisung in SQL Developer oder SQL*Plus entfernt werden. Beim Löschen einer Tabelle werden auch alle damit verbundenen Trigger gelöscht.

Trigger mit SQL Developer verwalten



ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Trigger können im Connections Navigator-Baum im Knoten **Triggers** verwaltet werden. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf einen Triggernamen, und wählen Sie anschließend eine der folgenden Optionen:

- **Edit**
- **Compile**
- **Compile for Debug**
- **Rename**
- **Drop Trigger**
- **Enable**
- **Disable**

Trigger testen

- Alle auslösenden und nicht auslösenden Datenvorgänge testen
- Jedes Vorkommen einer WHEN-Klausel testen
- Trigger direkt aus einem Basisdatenvorgang sowie indirekt aus einer Prozedur auslösen
- Auswirkung des Triggers auf andere Trigger testen
- Auswirkung anderer Trigger auf den Trigger testen

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Das Testen von Code kann zeitaufwändig sein. Gehen Sie beim Testen von Triggern wie folgt vor:

- Vergewissern Sie sich, dass ein Trigger ordnungsgemäß funktioniert, indem Sie einige Fälle separat testen:
 - Testen Sie zunächst die häufigsten Erfolgsszenarios.
 - Testen Sie die häufigsten Fehlerbedingungen, um zu prüfen, ob sie ordnungsgemäß verwaltet werden.
- Je komplexer der Trigger ist, desto detaillierter wird der Test ausfallen. Beispiel: Bei einem Row-Trigger mit einer WHEN-Klausel sollten Sie sicherstellen, dass der Trigger ausgelöst wird, wenn die Bedingungen erfüllt sind. Bei einem kaskadierenden Trigger müssen Sie die Auswirkungen der Trigger untereinander testen, um sich zu vergewissern, dass Sie die gewünschten Ergebnisse erhalten.
- Debuggen Sie Trigger mit dem Package DBMS_OUTPUT.

Triggerinformationen anzeigen

Sie können die folgenden Triggerinformationen anzeigen:

Data Dictionary View	Beschreibung
USER_OBJECTS	Zeigt Objektinformationen an
USER/ALL/DBA_TRIGGERS	Zeigt Triggerinformationen an
USER_ERRORS	Zeigt PL/SQL-Syntaxfehler für einen Trigger an



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Die Folie zeigt die Data Dictionary Views, auf die Sie zugreifen können, um Informationen über Trigger abzurufen.

Die View `USER_OBJECTS` enthält den Namen und Status des Triggers sowie das Datum und die Uhrzeit der Triggererstellung.

Die View `USER_ERRORS` enthält Details zu den Kompilierungsfehlern, die während der Kompilierung bei einem Trigger aufgetreten sind. Der Inhalt dieser Views entspricht weitestgehend dem Inhalt von Unterprogrammen.

Die View `USER_TRIGGERS` enthält Details wie den Namen und Typ, das auslösende Ereignis, die Tabelle, für die der Trigger erstellt wird, und den Triggerbody.

Die Anweisung `SELECT Username FROM USER_USERS;` enthält nicht den Namen des Benutzers, der die Tabelle aktualisiert, sondern den Namen des Triggereigentümers.

USER_TRIGGERS

```
DESCRIBE user_triggers
```

```
DESCRIBE user_triggers
Name          Null Type
-----
TRIGGER_NAME    VARCHAR2(128)
TRIGGER_TYPE     VARCHAR2(16)
TRIGGERING_EVENT VARCHAR2(246)
TABLE_OWNER      VARCHAR2(128)
BASE_OBJECT_TYPE VARCHAR2(18)
TABLE_NAME       VARCHAR2(128)
COLUMN_NAME      VARCHAR2(4000)
REFERENCING_NAMES VARCHAR2(422)
WHEN_CLAUSE      VARCHAR2(4000)
STATUS          VARCHAR2(8)
DESCRIPTION      VARCHAR2(4000)
ACTION_TYPE      VARCHAR2(11)
TRIGGER_BODY      LONG()
CROSSEDITION    VARCHAR2(7)
BEFORE_STATEMENT VARCHAR2(3)
BEFORE_ROW        VARCHAR2(3)
AFTER_ROW         VARCHAR2(3)
AFTER_STATEMENT   VARCHAR2(3)
INSTEAD_OF_ROW    VARCHAR2(3)
FIRE_ONCE         VARCHAR2(3)
APPLY_SERVER_ONLY VARCHAR2(3)
```

```
SELECT trigger_type, trigger_body
FROM user_triggers
WHERE trigger_name = 'SECURE_EMP' ;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Wenn die Quelldatei nicht verfügbar ist, können Sie sie über das SQL Worksheet in SQL Developer oder SQL*Plus aus USER_TRIGGERS regenerieren. Außerdem können Sie die Views ALL_TRIGGERS und DBA_TRIGGERS prüfen, die beide eine Zusatzspalte namens OWNER für den Eigentümer des Objekts enthalten. Das zweite Beispiel auf der Folie führt zu folgendem Ergebnis:

```
TRIGGER_TYPE      TRIGGER_BODY
-----
BEFORE STATEMENT BEGIN
    IF (TO_CHAR(SYSDATE, 'DY') IN ('SAT', 'SUN')) OR
        (TO_CHAR(SYSDATE, 'HH24'
```

Quiz

Ein auslösendes Ereignis kann eines oder mehrere der folgenden Elemente sein:

- a. INSERT-, UPDATE- oder DELETE-Anweisung für eine bestimmte Tabelle (oder in einigen Fällen auch für eine bestimmte View)
- b. CREATE-, ALTER- oder DROP-Anweisung für ein beliebiges Schemaobjekt
- c. Hoch- oder Herunterfahren einer Datenbankinstanz
- d. Eine bestimmte oder eine beliebige Fehlermeldung
- e. An- oder Abmeldung eines Benutzers

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Richtige Antworten: a, b, c, d, e

Zusammenfassung

In dieser Lektion haben Sie Folgendes gelernt:

- Datenbanktrigger erstellen, die von DML-Vorgängen aufgerufen werden
- Statement- und Row-Triggertypen erstellen
- Regeln zum Auslösen von Datenbanktriggern verwenden
- Datenbanktrigger aktivieren, deaktivieren und verwalten
- Strategie zum Testen von Triggern entwickeln
- Datenbanktrigger entfernen

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In dieser Lektion wurde die Erstellung von Datenbanktriggern behandelt, die vor, nach oder anstelle eines angegebenen DML-Vorgangs ausgeführt werden. Trigger sind mit Datenbanktabellen oder Views verknüpft. Die Timingangaben BEFORE und AFTER gelten für DML-Vorgänge in Tabellen. Mit INSTEAD OF-Triggern werden DML-Vorgänge für eine View durch geeignete DML-Anweisungen für andere Tabellen in der Datenbank ersetzt.

Trigger sind standardmäßig aktiviert, können jedoch deaktiviert werden, um ihre Ausführung bis zur erneuten Aktivierung zu unterdrücken. Wenn sich Geschäftsregeln ändern, können Trigger nach Bedarf entfernt oder geändert werden.

Übungen zu Lektion 9 – Übersicht: Statement- und Row-Trigger erstellen

Diese Übung behandelt folgende Themen:

- Row-Trigger erstellen
- Statement-Trigger erstellen
- Prozeduren aus einem Trigger aufrufen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Komplexe Trigger, DDL-Trigger und Datenbankereignistrigger erstellen

10

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ziele

Nach Ablauf dieser Lektion haben Sie folgende Ziele erreicht:

- Komplexe Trigger beschreiben
- Sich verändernde Tabellen beschreiben
- Trigger für DDL-Anweisungen erstellen
- Trigger für Systemereignisse erstellen
- Informationen zu Triggern anzeigen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Komplexe Trigger – Definition

Einzelner tabellenbezogener Trigger, mit dem sich Aktionen für die vier folgenden Ausführungszeitpunkte angeben lassen:

- Vor der auslösenden Anweisung
- Vor jeder Zeile, die von der auslösenden Anweisung betroffen ist
- Nach jeder Zeile, die von der auslösenden Anweisung betroffen ist
- Nach der auslösenden Anweisung



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ab Oracle Database 11g können komplexe Trigger eingesetzt werden. Ein komplexer Trigger ist ein einzelner tabellenbezogener Trigger, mit dem Sie Aktionen für die vier folgenden Ausführungszeitpunkte angeben können:

- Vor der auslösenden Anweisung
- Vor jeder Zeile, die von der auslösenden Anweisung betroffen ist
- Nach jeder Zeile, die von der auslösenden Anweisung betroffen ist
- Nach der auslösenden Anweisung

Hinweis: Weitere Informationen über Trigger finden Sie im Dokument *Oracle Database PL/SQL Language Reference*.

Mit komplexen Triggern arbeiten

- Der Body von komplexen Triggern unterstützt einen allgemeinen PL/SQL-Status, auf den der für den jeweiligen Ausführungszeitpunkt relevante Code zugreifen kann.
- Der allgemeine Status für komplexe Trigger wird:
 - beim Start der triggerauslösenden Anweisung erstellt
 - nach Abschluss der triggerauslösenden Anweisung gelöscht
- Ein komplexer Trigger verfügt über einen deklarativen Bereich und je einen Bereich für die einzelnen Ausführungszeitpunkte.

ORACLE®

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Der Body von komplexen Triggern unterstützt einen allgemeinen PL/SQL-Status, auf den der für den jeweiligen Ausführungszeitpunkt relevante Code zugreifen kann. Der allgemeine Status wird automatisch gelöscht, sobald die auslösende Anweisung abgeschlossen ist – selbst dann, wenn die auslösende Anweisung einen Fehler verursacht. Um in Anwendungen den sogenannten "Mutating Table Error" zu vermeiden, können Sie zulassen, dass Zeilen, die für eine zweite Tabelle (zum Beispiel eine Historien- oder Auditabelle) bestimmt sind, gesammelt und anschließend per Bulk Insert eingefügt werden.

Vor Oracle Database 11g Release 1 (11.1) mussten Sie den allgemeinen Status mit einem Hilfspackage modellieren. Dieser Ansatz war programmieraufwändig und anfällig für Speicherlecks, wenn die auslösende Anweisung einen Fehler verursachte und der After-Statement-Trigger nicht ausgelöst wurde. Komplexe Trigger erhöhen die Benutzerfreundlichkeit von PL/SQL und verbessern die Laufzeitperformance und Skalierbarkeit.

Komplexe Trigger – Einsatzmöglichkeiten

Sie können komplexe Trigger für folgende Zwecke einsetzen:

- Ansatz programmieren, mit dem die für die einzelnen Ausführungszeitpunkte implementierten Aktionen gemeinsame Daten verwenden
- Zeilen, die für eine zweite Tabelle bestimmt sind, sammeln und in Abständen per Bulk Insert einfügen
- Mutating Table Error (ORA-04091) vermeiden, indem Zeilen für eine zweite Tabelle gesammelt und anschließend per Bulk Insert eingefügt werden



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ausführungszeitbereiche von komplexen tabellenbezogenen Triggern

Für Tabellen definierte komplexe Trigger haben einen oder mehrere der folgenden Ausführungszeitbereiche. Die Ausführungszeitbereiche müssen in der folgenden Reihenfolge angeordnet sein.

Ausführungszeitpunkt	Bereich im komplexen Trigger
Vor Ausführung der triggerauslösenden Anweisung	BEFORE-Anweisung
Nach Ausführung der triggerauslösenden Anweisung	AFTER-Anweisung
Vor jeder Zeile, die von der triggerauslösenden Anweisung betroffen ist	BEFORE EACH ROW
Nach jeder Zeile, die von der triggerauslösenden Anweisung betroffen ist	AFTER EACH ROW

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Hinweis: Bereiche für Ausführungszeitpunkte müssen in der auf der Folie gezeigten Reihenfolge angeordnet sein. Fehlt ein Bereich, wird an der entsprechenden Stelle keine Aktion ausgeführt.

Komplexe Trigger für Tabellen – Struktur

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER schema.trigger  
FOR dml_event_clause ON schema.table  
COMPOUND TRIGGER
```

```
-- Initial section  
-- Declarations  
-- Subprograms
```

1

```
-- Optional section  
BEFORE STATEMENT IS ...;
```

```
-- Optional section  
AFTER STATEMENT IS ...;
```

```
-- Optional section  
BEFORE EACH ROW IS ...;
```

```
-- Optional section  
AFTER EACH ROW IS ...;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Ein komplexer Trigger hat zwei Hauptbereiche:

- Einen Anfangsbereich, in dem Variablen und Unterprogramme deklariert werden. Der Code in diesem Bereich wird vor dem Code im optionalen Bereich ausgeführt.
- Einen optionalen Bereich, in dem der Code für mögliche Triggerpunkte definiert ist. Die triggerauslösenden Punkte sind unterschiedlich, je nachdem, ob Sie komplexe Trigger für Tabellen oder Views definieren (siehe Folien auf dieser und der nächsten Seite). Der Code für die triggerauslösenden Punkte muss in der auf der Folie gezeigten Reihenfolge angeordnet sein.

Hinweis: Weitere Informationen über komplexe Trigger finden Sie im Dokument *Oracle Database PL/SQL Language Reference*.

Komplexe Trigger für Views – Struktur

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER
schema.trigger
FOR dml_event_clause ON schema.view
COMPOUND TRIGGER
    -- Initial section
    -- Declarations
    -- Subprograms
    -- Optional section (exclusive)
    INSTEAD OF EACH ROW IS
    ...;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Für Views ist ausschließlich eine Klausel vom Typ INSTEAD OF EACH ROW zulässig.

Komplexe Trigger – Einschränkungen

- Komplexe Trigger müssen DML-Trigger sein und für Tabellen oder Views definiert werden.
- Der Body von komplexen Triggern muss ein in PL/SQL erstellter komplexer Triggerblock sein.
- Der Body eines komplexen Triggers kann keinen Initialisierungsblock haben; er kann damit auch keinen Exception-Bereich enthalten.
- Exceptions müssen in dem Bereich behandelt werden, in dem sie auftreten. Die Kontrolle kann nicht an einen anderen Bereich übergeben werden.
- :OLD und :NEW dürfen im deklarativen Bereich und in den Bereichen BEFORE STATEMENT und AFTER STATEMENT nicht vorkommen.
- Der Wert von :NEW kann nur im Bereich BEFORE EACH ROW geändert werden.
- Die Auslösereihenfolge von komplexen Triggern ist nur mit der Klausel `FOLLOWERS` gewährleistet.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Für komplexe Trigger gelten unter anderem folgende Einschränkungen:

- Der Body von komplexen Triggern muss ein in PL/SQL erstellter komplexer Triggerblock sein.
- Ein komplexer Trigger muss ein DML-Trigger sein.
- Ein komplexer Trigger muss für eine Tabelle oder eine View definiert werden.
- Der Body von komplexen Triggern enthält keinen Initialisierungsblock und daher auch keinen Exception-Bereich. Dies ist unproblematisch, da der Bereich BEFORE STATEMENT vor Ausführung der anderen Zeitbereiche immer genau einmal ausgeführt wird.
- Exceptions müssen in dem Bereich behandelt werden, in dem sie auftreten. Die Kontrolle kann nicht an einen anderen Bereich übergeben werden.
- :OLD, :NEW und :PARENT dürfen im deklarativen Bereich und in den Bereichen BEFORE STATEMENT oder AFTER STATEMENT nicht vorkommen.
- Die Auslösereihenfolge von komplexen Triggern ist nur mit der Klausel `FOLLOWERS` gewährleistet.

Triggereinschränkungen für sich verändernde Tabellen

- Eine sich verändernde Tabelle (Mutating Table) ist eine Tabelle, die:
 - von UPDATE-, DELETE- oder INSERT-Anweisungen bearbeitet wird oder
 - durch die Auswirkungen eines DELETE CASCADE Constraints aktualisiert werden kann
- Die Session, in der die triggerauslösende Anweisung abgesetzt wird, kann eine sich verändernde Tabelle nicht abfragen oder ändern.
- Diese Einschränkung verhindert, dass einem Trigger eine inkonsistente Datenmenge angezeigt wird.
- Die Einschränkung gilt für alle Trigger, die die Klausel FOR EACH ROW verwenden.
- Views, die über den INSTEAD OF-Trigger modifiziert werden, zählen nicht zu den sich verändernden Views.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Regeln für Trigger

Für das Lesen und Schreiben von Daten mithilfe von Triggern gelten bestimmte Regeln. Diese Einschränkungen gelten jedoch nur für Row-Trigger, es sei denn, ein Statement-Trigger wird als Ergebnis von ON DELETE CASCADE ausgelöst.

Sich verändernde Tabellen (Mutating Tables)

Eine sich verändernde Tabelle (Mutating Table) ist eine Tabelle, die derzeit durch eine UPDATE-, DELETE- oder INSERT-Anweisung geändert wird oder die unter Umständen infolge einer deklarativen referenziellen DELETE CASCADE-Integritätsaktion aktualisiert werden muss. Für STATEMENT-Trigger werden Tabellen nicht als sich verändernde Tabellen betrachtet.

Ein Mutating Table Error (ORA-4091) tritt auf, wenn ein Trigger auf Zeilenebene versucht, eine Tabelle zu bearbeiten oder zu prüfen, die bereits über eine DML-Anweisung geändert wird.

Die ausgelöste Tabelle selbst und auch alle anderen Tabellen, die diese Tabelle mit dem FOREIGN KEY Constraint referenzieren, sind sich verändernde Tabellen. Diese Einschränkung verhindert, dass einem Row-Trigger eine inkonsistente Datenmenge angezeigt wird.

Sich verändernde Tabellen – Beispiel

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER check_salary
  BEFORE INSERT OR UPDATE OF salary, job_id
  ON employees
  FOR EACH ROW
  WHEN (NEW.job_id <> 'AD_PRES')
DECLARE
  v_minsalary employees.salary%TYPE;
  v_maxsalary employees.salary%TYPE;
BEGIN
  SELECT MIN(salary), MAX(salary)
    INTO v_minsalary, v_maxsalary
   FROM employees
  WHERE job_id = :NEW.job_id;
  IF :NEW.salary < v_minsalary OR :NEW.salary > v_maxsalary THEN
    RAISE_APPLICATION_ERROR(-20505,'Out of range');
  END IF;
END;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie soll durch den Trigger `CHECK_SALARY` sichergestellt werden, dass das Gehalt neuer Mitarbeiter in der Tabelle `EMPLOYEES` und das Gehalt vorhandener Mitarbeiter nach einer Gehalts- oder Tätigkeits-ID-Änderung innerhalb der für die betreffende Tätigkeit festgelegten Gehaltsspanne liegt.

Nach der Aktualisierung eines Mitarbeiter-Records wird für jede aktualisierte Zeile der Trigger `CHECK_SALARY` ausgelöst. Der Triggercode führt eine Abfrage in der Tabelle durch, die gerade aktualisiert wird. Daher wird die Tabelle `EMPLOYEES` als sich verändernde Tabelle betrachtet.

Sich verändernde Tabellen – Beispiel

```
UPDATE employees  
SET salary = 3400  
WHERE last_name = 'Stiles';
```

The screenshot shows the 'Script Output' window from Oracle SQL Developer. The output window has a toolbar with icons for script, edit, run, save, and refresh. Below the toolbar, it says 'Task completed in 0.016 seconds'. The main area displays an error message:

```
Error starting at line 1 in command:  
UPDATE employees  
SET salary = 3400  
WHERE last_name = 'Stiles'  
Error report:  
SQL Error: ORA-04091: table ORA$1.EMPLOYEES is mutating, trigger/function may not see it  
ORA-06512: at "ORA$1.CHECK_SALARY", line 5  
ORA-04088: error during execution of trigger 'ORA$1.CHECK_SALARY'  
04091. 00000 - "table %s.%s is mutating, trigger/function may not see it"  
*Cause: A trigger (or a user defined plsql function that is referenced in  
this statement) attempted to look at (or modify) a table that was  
in the middle of being modified by the statement which fired it.  
*Action: Rewrite the trigger (or function) so it does not read that table.
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Im Beispiel auf der Folie versucht der Triggercode, Daten in einer sich verändernden Tabelle zu lesen oder zu wählen.

Wenn Sie das Gehalt auf einen Betrag zwischen dem vorhandenen Mindestwert und dem vorhandenen Höchstwert einschränken, erhalten Sie einen Laufzeitfehler. Die Tabelle EMPLOYEES wird geändert beziehungsweise befindet sich in einem veränderbaren Zustand. Daher kann der Trigger keine Daten aus dieser Tabelle lesen.

Denken Sie daran, dass auch Funktionen einen Mutating Table Error verursachen können, wenn sie in einer DML-Anweisung aufgerufen werden.

Mögliche Lösungen

Sie können das Problem sich verändernder Tabellen beispielsweise wie folgt lösen:

- Verwenden Sie einen komplexen Trigger, wie sie in dieser Lektion behandelt werden.
- Speichern Sie die Summandaten (die Mindest- und Höchstgehälter) in einer anderen Summentabelle, die durch weitere DML-Trigger auf dem aktuellen Stand gehalten wird.
- Speichern Sie die Summandaten in einem PL/SQL-Package, und greifen Sie über das Package auf die Daten zu. Dies ist mit einem BEFORE-Statement-Trigger möglich.

Je nach Art des Problems kann die Komplexität einer Lösung zunehmen. Erwägen Sie in diesem Fall, die Regeln in der Anwendung oder der Middle Tier zu implementieren, und vermeiden Sie die Ausführung übermäßig komplexer Geschäftsregeln mit Datenbanktriggern. Eine INSERT-Anweisung generiert im Codebeispiel auf der Folie kein Beispiel für eine sich verändernde Tabelle.

Mutating Table Error mit komplexem Trigger beheben

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER check_salary
  FOR INSERT OR UPDATE OF salary, job_id
  ON employees
  WHEN (NEW.job_id <> 'AD_PRES')
  COMPOUND TRIGGER

    TYPE salaries_t          IS TABLE OF employees.salary%TYPE;
    min_salaries            salaries_t;
    max_salaries            salaries_t;

    TYPE department_ids_t   IS TABLE OF employees.department_id%TYPE;
    department_ids          department_ids_t;

    TYPE department_salaries_t IS TABLE OF employees.salary%TYPE
      INDEX BY VARCHAR2(80);
    department_min_salaries department_salaries_t;
    department_max_salaries department_salaries_t;

  -- example continues on next slide
```



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Der komplexe Trigger `CHECK_SALARY` behebt den Mutating Table Error aus dem vorherigen Beispiel. Dazu werden die Werte in PL/SQL-Collections gespeichert und anschließend im Bereich "Before Statement" des komplexen Triggers in einem Bulk-Vorgang eingefügt/aktualisiert. Dieser Code funktioniert ab Oracle Database 11g. Im Beispiel auf der Folie werden PL/SQL-Collections verwendet. Die verwendeten Elementtypen basieren auf den Spalten `SALARY` und `DEPARTMENT_ID` aus der Tabelle `EMPLOYEES`. Um Collections zu erstellen, definieren Sie einen Collection-Typ und deklarieren anschließend Variablen von diesem Typ. Collections werden instanziert, wenn Sie einen Block oder ein Unterprogramm starten, und bleiben so lange bestehen, bis Sie den Block oder das Unterprogramm beenden. `min_salaries` enthält das Mindestgehalt sowie `max_salaries` das Höchstgehalt für die jeweilige Abteilung.

`department_ids` enthält die Abteilungs-IDs. Ist dem Mitarbeiter mit dem Mindest- oder Höchstgehalt keine Abteilung zugeordnet, verwenden Sie die `NVL`-Funktion, um statt `NULL` den Wert -1 für die Abteilungsnummer zu speichern. Anschließend erfassen Sie Mindest- und Höchstgehalt sowie Abteilungsnummer per Bulk Insert in `min_salaries`, `max_salaries` und `department_ids`, wobei diese Angaben nach Abteilungsnummer gruppiert werden. Die `SELECT`-Anweisung gibt 13 Zeilen zurück. Die Werte für Abteilungsnummern werden als Index für die Tabellen `department_min_salaries` und `department_max_salaries` verwendet. Der Index für diese beiden Tabellen (`VARCHAR2`) entspricht somit den tatsächlichen Abteilungsnummern (`department_ids`).

Mutating Table Error mit komplexem Trigger beheben

```
.
.
.
BEFORE STATEMENT IS
BEGIN
  SELECT MIN(salary), MAX(salary), NVL(department_id, -1)
  BULK COLLECT INTO min_Salaries, max_salaries, department_ids
  FROM employees
  GROUP BY department_id;
  FOR j IN 1..department_ids.COUNT() LOOP
    department_min_salaries(department_ids(j)) := min_salaries(j);
    department_max_salaries(department_ids(j)) := max_salaries(j);
  END LOOP;
END BEFORE STATEMENT;

AFTER EACH ROW IS
BEGIN
  IF :NEW.salary < department_min_salaries(:NEW.department_id)
  OR :NEW.salary > department_max_salaries(:NEW.department_id) THEN
    RAISE_APPLICATION_ERROR(-20505, 'New Salary is out of acceptable
                                range');
  END IF;
END AFTER EACH ROW;
END check_salary;
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Nach jeder Hinzufügung einer neuen Zeile wird eine Fehlermeldung angezeigt, wenn das neue Gehalt unter dem Mindestgehalt beziehungsweise über dem Höchstgehalt für die Abteilung liegt.
Um den neu erstellten komplexen Trigger zu testen, setzen Sie die folgende Anweisung ab:

```
UPDATE employees
SET salary = 3400
WHERE last_name = 'Stiles';
```

1 rows updated

Um sicherzustellen, dass das Gehalt für den Mitarbeiter Stiles aktualisiert wurde, setzen Sie in SQL Developer mit Taste F9 die folgende Abfrage ab:

```
SELECT employee_id, first_name, last_name, job_id, department_id,
       salary
  FROM employees
 WHERE last_name = 'Stiles';
```

	EMPLOYEE_ID	FIRST_NAME	LAST_NAME	JOB_ID	DEPARTMENT_ID	SALARY
1	138	Stephen	Stiles	ST_CLERK	50	3400

Trigger für DDL-Anweisungen erstellen

```
CREATE [OR REPLACE] TRIGGER trigger_name
BEFORE | AFTER -- Timing
[ddl_event1 [OR ddl_event2 OR ...]]
ON {DATABASE | SCHEMA}
trigger_body
```

DDL-Beispielereignisse	Ausführungszeitpunkt
CREATE	Ein Datenbankobjekt wird mit dem CREATE-Befehl erstellt.
ALTER	Ein Datenbankobjekt wird mit dem ALTER-Befehl geändert.
DROP	Ein Datenbankobjekt wird mit dem DROP-Befehl gelöscht.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Sie können einen oder mehrere Typen von DDL-Anweisungen angeben, die den Trigger auslösen. Sofern nicht anders angegeben, lassen sich für diese Ereignisse DATABASE- oder SCHEMA-Trigger erstellen. Außerdem können Sie für das Triggertimeing BEFORE und AFTER angeben. Die Oracle-Datenbank löst den Trigger in der bestehenden Benutzertransaktion aus.

Sie können als auslösendes Ereignis keinen DDL-Vorgang angeben, der durch eine PL/SQL-Prozedur ausgeführt wird.

Der Triggerbody in der Syntax auf der Folie stellt einen vollständigen PL/SQL-Block dar.

DDL-Triggers werden nur ausgelöst, wenn die folgenden Objekte erstellt werden: Cluster, Funktionen, Indizes, Packages, Prozeduren, Rollen, Sequences, Synonyme, Tabellen, Tablespaces, Trigger, Typen, Views oder Benutzer.

Datenbankereignistrigger erstellen

- Auslösende Benutzerereignisse:
 - CREATE, ALTER oder DROP
 - An- oder Abmeldung
- Auslösende Datenbank- oder Systemereignisse:
 - Datenbank herunter- oder hochfahren
 - Bestimmter (oder beliebiger) ausgelöster Fehler

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Bevor Sie den Triggerbody codieren, legen Sie die Triggerkomponenten fest.

Trigger für Systemereignisse können auf Datenbank- oder Schemaebene definiert werden. So wird beispielsweise ein Trigger zum Herunterfahren einer Datenbank auf der Datenbankebene definiert. Die Trigger für DDL-Anweisungen oder eine Benutzeranmeldung beziehungsweise -abmeldung können ebenfalls auf Datenbank- oder Schemaebene definiert werden. Die Trigger für DML-Anweisungen werden für eine bestimmte Tabelle oder View definiert.

Ein auf Datenbankebene definierter Trigger wird für alle Benutzer ausgelöst. Ein auf Schema- oder Tabellenebene definierter Trigger hingegen wird nur dann ausgelöst, wenn das auslösende Ereignis dieses Schema oder diese Tabelle betrifft.

Folgende Ereignisse können einen Trigger auslösen:

- Datendefinitionsanweisung für ein Objekt in der Datenbank oder im Schema
- An- oder Abmelden eines bestimmten Benutzers (oder eines beliebigen Benutzers)
- Hoch- oder Herunterfahren einer Datenbank
- Beliebiger Fehler

Trigger für Systemereignisse erstellen

```
CREATE [OR REPLACE] TRIGGER trigger_name
BEFORE | AFTER -- timing
[database_event1 [OR database_event2 OR ...]]
ON {DATABASE | SCHEMA}
trigger_body
```

Datenbankereignis	Ausführungszeitpunkt
AFTER SERVERERROR	Beim Auslösen eines Oracle-Fehlers
AFTER LOGON	Nach der Anmeldung eines Benutzers bei der Datenbank
BEFORE LOGOFF	Vor der Abmeldung eines Benutzers bei der Datenbank
AFTER STARTUP	Nach dem Öffnen der Datenbank
BEFORE SHUTDOWN	Vor dem regulären Herunterfahren der Datenbank



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

DATABASE- oder SCHEMA-Trigger können für die in der Tabelle auf der Folie genannten Ereignisse erstellt werden. Die Ereignisse SHUTDOWN und STARTUP sind jedoch nur für DATABASE-Trigger gültig.

LOGON- und LOGOFF-Trigger – Beispiel

```
-- Create the log_trig_table shown in the notes page
-- first
```

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER logon_trig
AFTER LOGON ON SCHEMA
BEGIN
    INSERT INTO log_trig_table(user_id,log_date,action)
    VALUES (USER, SYSDATE, 'Logging on');
END;
/
```

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER logoff_trig
BEFORE LOGOFF ON SCHEMA
BEGIN
    INSERT INTO log_trig_table(user_id,log_date,action)
    VALUES (USER, SYSDATE, 'Logging off');
END;
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Sie können diese Trigger erstellen, um zu überwachen, wie oft Sie sich an- beziehungsweise abmelden. Sie können aber auch einen Bericht erstellen, der festhält, wie lange Sie angemeldet sind. Wenn Sie **ON SCHEMA** angeben, wird der Trigger nur für den spezifischen Benutzer ausgelöst. Bei Angabe von **ON DATABASE** wird der Trigger dagegen für alle Benutzer ausgelöst.

Die Definition für **log_trig_table** in den Beispielen auf der Folie lautet:

```
CREATE TABLE log_trig_table(
    user_id  VARCHAR2(30),
    log_date DATE,
    action   VARCHAR2(40))
/
```

CALL-Anweisungen in Triggern

```
CREATE [OR REPLACE] TRIGGER trigger_name
timing
event1 [OR event2 OR event3]
ON table_name
[REFERENCING OLD AS old | NEW AS new]
[FOR EACH ROW]
[WHEN condition]
CALL procedure_name
/
```

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE log_execution IS
BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('log_execution: Employee Inserted');
END;
/
CREATE OR REPLACE TRIGGER log_employee
BEFORE INSERT ON EMPLOYEES
CALL log_execution -- no semicolon needed
/
```

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Mit einer CALL-Anweisung können Sie eine Stored Procedure aufrufen und müssen den PL/SQL-Body nicht im Trigger selbst codieren. Die Prozedur kann in PL/SQL, C oder Java implementiert werden.

Der Aufruf kann die Triggerattribute :NEW und :OLD als Parameter referenzieren. Beispiel:

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER salary_check
BEFORE UPDATE OF salary, job_id ON employees
FOR EACH ROW
WHEN (NEW.job_id <> 'AD_PRES')
CALL sal_status(:NEW.job_id, :NEW.salary)
```

Hinweis: Am Ende der CALL-Anweisung steht kein Semikolon.

Im vorherigen Beispiel ruft der Trigger die Prozedur sal_status auf. Diese Prozedur vergleicht das neue Gehalt mit der Gehaltsspanne für die neue Tätigkeits-ID aus der Tabelle JOBS.

Datenbankereignistrigger – Vorteile

- Verbesserte Datensicherheit:
 - Erweiterte und komplexe Sicherheitsprüfungen
 - Erweitertes und komplexes Auditing
- Verbesserte Datenintegrität:
 - Durchsetzung dynamischer Datenintegritäts-Constraints
 - Durchsetzung komplexer referenzieller Integritäts-Constraints
 - Gewährleistung der impliziten gemeinsamen Ausführung zusammengehöriger Vorgänge

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Sie können Datenbanktrigger für folgende Zwecke einsetzen:

- Als Alternative zu den vom Oracle-Server bereitgestellten Features
- Wenn Ihre Anforderungen komplexer oder einfacher sind als die vom Oracle-Server zur Verfügung gestellten
- Wenn Ihre Anforderungen vom Oracle-Server überhaupt nicht zur Verfügung gestellt werden

Erforderliche Systemberechtigungen zur Triggerverwaltung

Zum Verwalten von Triggern sind folgende Systemberechtigungen erforderlich:

- Berechtigungen zum Erstellen, Ändern und Löschen von Triggern in beliebigen Schemas:
 - GRANT CREATE TRIGGER TO ora61
 - GRANT ALTER ANY TRIGGER TO ora61
 - GRANT DROP ANY TRIGGER TO ora61
- Berechtigung zum Erstellen eines Triggers für die Datenbank:
 - GRANT ADMINISTER DATABASE TRIGGER TO ora61
- Berechtigung EXECUTE (sofern der Trigger Objekte referenziert, die nicht in Ihrem Schema enthalten sind)



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Zum Erstellen eines Triggers in Ihrem Schema benötigen Sie die Systemberechtigung CREATE TRIGGER. Außerdem müssen Sie Eigentümer der in der auslösenden Anweisung angegebenen Tabelle sein, über die Berechtigung ALTER für die Tabelle in der auslösenden Anweisung verfügen oder die Systemberechtigung ALTER ANY TABLE besitzen. Zum Ändern und Löschen Ihrer Trigger sind keine weiteren Berechtigungen erforderlich.

Wenn das Schlüsselwort ANY verwendet wird, können Sie sowohl Ihre eigenen Trigger als auch die in einem anderen Schema enthaltenen Trigger erstellen, ändern oder löschen. Außerdem können Sie die Trigger einer beliebigen Benutzertabelle zuordnen.

Sie benötigen keine Berechtigungen, um einen Trigger in Ihrem Schema aufzurufen. Trigger werden von den von Ihnen abgesetzten DML-Anweisungen aufgerufen. Wenn Ihr Trigger jedoch auf andere, nicht in Ihrem Schema enthaltene Objekte verweist, muss der Benutzer, der den Trigger erstellt, über die Berechtigung EXECUTE für die referenzierten Prozeduren, Funktionen oder Packages verfügen. Rollen sind nicht ausreichend.

Um einen DATABASE-Trigger zu erstellen, benötigen Sie die Berechtigung ADMINISTER DATABASE TRIGGER. Wenn diese Berechtigung zu einem späteren Zeitpunkt wieder zurückgenommen wird, können Sie den Trigger zwar löschen, aber nicht ändern.

Hinweis: Ähnlich wie bei Stored Procedures verwenden Anweisungen im Triggerbody nicht die Berechtigungen des Benutzers, der den Vorgang zur Auslösung des Triggers ausführt, sondern die Berechtigungen des Triggereigentümers.

Trigger entwerfen – Richtlinien

- Sie können Trigger entwerfen, um:
 - zusammengehörige Aktionen auszuführen
 - globale Vorgänge zu zentralisieren
- Sie dürfen keine Trigger entwerfen, wenn:
 - die Funktionalität bereits im Oracle-Server vordefiniert ist
 - andere Trigger dadurch dupliziert werden
- Sie können Stored Procedures erstellen und diese in einem Trigger aufrufen, wenn der PL/SQL-Code sehr lang ist.
- Eine übermäßige Verwendung von Triggern kann zu komplexen gegenseitigen Abhängigkeiten führen, die in großen Anwendungen schwer zu verwalten sind.

ORACLE

Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

- Verwenden Sie Trigger, um sicherzustellen, dass für einen bestimmten Vorgang zusammengehörige Aktionen ausgeführt werden. Verwenden Sie Trigger außerdem für zentralisierte globale Vorgänge, die für die Triggeranweisung ausgelöst werden sollen, wobei es keine Rolle spielt, von welchem Benutzer oder welcher Anwendung die Anweisung abgesetzt wird.
- Definieren Sie keine Trigger, die Funktionen duplizieren oder ersetzen, die bereits in der Oracle-Datenbank vordefiniert sind. Implementieren Sie beispielsweise Integritätsregeln mithilfe von deklarativen Constraints und nicht mit Triggern. Um die korrekte Reihenfolge beim Entwurf einer Geschäftsregel einzuhalten, beachten Sie folgende Punkte:
 - Verwenden Sie Built-In Constraints im Oracle-Server, zum Beispiel Primärschlüssel.
 - Entwickeln Sie einen Datenbanktrigger oder eine Anwendung wie ein Servlet oder Enterprise JavaBean (EJB) auf der Middle Tier.
 - Verwenden Sie eine Präsentationsschnittstelle wie Oracle Forms, HTML oder JavaServer Pages (JSP) für Datenpräsentationsregeln.
- Eine übermäßige Verwendung von Triggern kann zu komplexen gegenseitigen Abhängigkeiten führen, die möglicherweise schwer zu verwalten sind. Verwenden Sie Trigger nur, wenn es nötig ist, und achten Sie auf rekursive und kaskadierende Auswirkungen.
- Vermeiden Sie lange Triggerlogik, indem Sie Stored Procedures oder in einem Package integrierte Prozeduren erstellen, die im Triggerbody aufgerufen werden.
- Datenbanktrigger werden für jeden Benutzer immer dann ausgelöst, wenn das Ereignis für den erstellten Trigger eintritt.

Quiz

Welche der folgenden Aussagen treffen auf einen Trigger zu?

- a. Ein Trigger wird mit einer CREATE TRIGGER-Anweisung definiert.
- b. Der Quellcode eines Triggers ist im Data Dictionary USER_TRIGGERS enthalten.
- c. Ein Trigger wird explizit aufgerufen.
- d. Ein Trigger wird implizit von DML aufgerufen.
- e. COMMIT, SAVEPOINT und ROLLBACK sind im Zusammenhang mit Triggern nicht zulässig.



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Richtige Antworten: a, b, d, e

Zusammenfassung

In dieser Lektion haben Sie Folgendes gelernt:

- Komplexe Trigger beschreiben
- Sich verändernde Tabellen beschreiben
- Trigger für DDL-Anweisungen erstellen
- Trigger für Systemereignisse erstellen
- Informationen zu Triggern anzeigen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

Übungen zu Lektion 10 – Übersicht: Komplexe Trigger, DDL-Trigger und Datenbankereignistrigger erstellen

Diese Übung behandelt folgende Themen:

- Komplexe Trigger zur Verwaltung von Datenintegritätsregeln erstellen
- Trigger erstellen, die eine Mutating Table Exception auslösen
- Trigger erstellen, die mithilfe des Packagestatus das Mutating Table-Problem lösen



Copyright © 2014, Oracle und/oder verbundene Unternehmen. All rights reserved. Alle Rechte vorbehalten.

In diese Übung implementieren Sie eine einfache Geschäftsregel, um die Datenintegrität der Gehälter von Mitarbeitern hinsichtlich der gültigen Gehaltsspanne für ihre Tätigkeit sicherzustellen. Für diese Regel erstellen Sie einen Trigger.

Während dieses Prozesses wirken sich die neuen Trigger kaskadierend auf Trigger aus, die in den Übungen zur vorherigen Lektion erstellt wurden. Der kaskadierende Effekt führt zu einer Mutating Table Exception für die Tabelle JOBS. Anschließend erstellen Sie ein PL/SQL-Package und zusätzliche Trigger, um das Mutating Table-Problem zu beheben.

