

## Trigger schreiben

SQL1 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

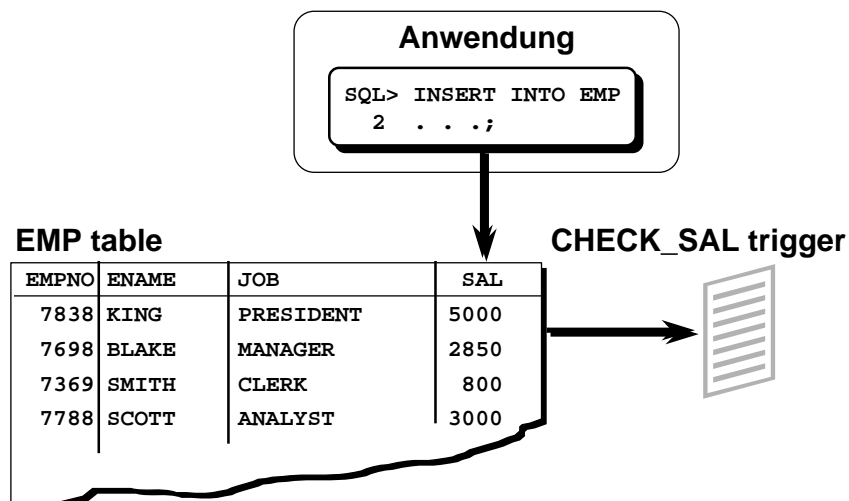
## Überblick über Trigger

- Ein Trigger ist ein PL/SQL Block, der implizit aufgerufen wird, wenn ein bestimmtes Ereignis eintritt.
- Ein Trigger kann ein Datenbanktrigger oder ein Anwendungstrigger sein.

SQL2 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Datenbank Trigger: Beispiel



SQL3 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Aufbau eines Triggers

- Trigger timing: BEFORE oder AFTER
- Triggering event: INSERT oder UPDATE oder DELETE
- Tabellename: On table
- Trigger Typ: Row oder Statement
- WHEN Klausel: Einschränkungsbedingung
- Trigger body: DECLARE  
BEGIN  
END;

SQL4 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Trigger Komponenten

**Trigger Timing: Wann soll der Trigger feuern?**

- **BEFORE:** Der Code im Trigger-Body soll ausgeführt werden bevor das DML Ereignis ausgeführt wurde.
- **AFTER:** Der Code im Trigger-Body soll ausgeführt werden nachdem das DML Ereignis ausgeführt wurde.

SQL5 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Trigger Komponenten

**Trigger Timing: Wann soll der Trigger feuern?**

- **INSTEAD OF:** Der Code im Trigger-Body soll an Stelle des Ereignisses ausgeführt werden.  
Wird für VIEWS verwendet, die nicht anders modifiziert werden können.

SQL6 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Trigger Komponenten

**Trigger Event:**

**Welche DML Operation soll die Ausführung des Triggers verursachen?**

- **INSERT**
- **UPDATE**
- **DELETE**
- **Beliebige Kombination davon**

SQL7 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Trigger Komponenten

**Trigger Typ:**

**Wie oft soll der Trigger ausgeführt werden, wenn das Triggerereignis eintritt?**

- **Statement:** Der Trigger wird nur einmal für das Ereignis ausgeführt (Standard).
- **Row:** Der Trigger wird für jedes Tupel ausgeführt, bei dem das Ereignis auftritt.

SQL8 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Trigger Komponenten

Trigger Body:

Welche Aktion soll der Trigger ausführen?

- Der Trigger Body ist definiert wie ein anonymer PL/SQL Block.

```
[DECLARE]
BEGIN
[EXCEPTION]
END;
```

SQL9 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Ausführungssequenz eines Datenbank Triggers für ein einzelnes Tupel

DEPT table

DEPTNO	DNAME	LOC
10	ACCOUNTING	NEW YORK
20	RESEARCH	DALLAS
30	SALES	CHICAGO
40	OPERATIONS	BOSTON

→ BEFORE statement trigger

→ BEFORE row trigger  
→ AFTER row trigger

→ AFTER statement trigger

SQL10 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Statement und Row Trigger

Beispiel 1

```
SQL> INSERT INTO dept (deptno, dname, loc)
2 VALUES (50, 'EDUCATION', 'NEW YORK');
```

Beispiel 2

```
SQL> UPDATE emp
2 SET sal = sal * 1.1
3 WHERE deptno = 30;
```

SQL11 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Ausführungssequenz von Datenbank Triggern bei mehreren Tupeln

EMPNO	ENAME	DEPTNO
7839	KING	30
7698	BLAKE	30
7788	SMITH	30

→ BEFORE statement trigger

→ BEFORE row trigger  
→ AFTER row trigger  
→ BEFORE row trigger  
→ AFTER row trigger  
→ BEFORE row trigger  
→ AFTER row trigger

→ AFTER statement trigger

SQL12 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Syntax zum Schreiben eines Statement Triggers

```
CREATE [OR REPLACE] TRIGGER trigger_name
timing event1 [OR event2 OR event3]
ON table_name
PL/SQL block;
```

SQL13 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Before Statement Trigger: Beispiel

```
SQL> CREATE OR REPLACE TRIGGER secure_emp
2 BEFORE INSERT ON emp
3 BEGIN
4 IF (TO_CHAR (sysdate,'DY') IN ('SAT','SUN'))
5 OR (TO_CHAR(sysdate,'HH24')NOT BETWEEN
6 '08' AND '18'
7 THEN RAISE_APPLICATION_ERROR (-20500,
8 'You may only insert into EMP during normal
9 hours.');
```

SQL14 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Beispiel

```
SQL> INSERT INTO emp (empno, ename, deptno)
2 VALUES (7777, 'BAUWENS', 40);
INSERT INTO emp (empno, ename, deptno)
*
ERROR at line 1:
ORA-20500: You may only insert into EMP during
normal hours.
ORA-06512: at "SCOTT.SECURE_EMP", line 4
ORA-04088: error during execution of trigger
'SCOTT.SECURE_EMP'
```

SQL15 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Unterschiedliche Bedingungen

```
SQL>CREATE OR REPLACE TRIGGER secure_emp
2 BEFORE INSERT OR UPDATE OR DELETE ON emp
3 BEGIN
4 IF (TO_CHAR (sysdate,'DY') IN ('SAT','SUN')) OR
5 (TO_CHAR (sysdate, 'HH24') NOT BETWEEN '08' AND '18') THEN
6 IF DELETING THEN
7 RAISE_APPLICATION_ERROR (-20502,
8 'You may only delete from EMP during normal hours.');
```

SQL16 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## After Statement Trigger: Beispiel

```
SQL>CREATE OR REPLACE TRIGGER check_salary_count
2 AFTER UPDATE OF sal ON emp
3 DECLARE
4   v_salary_changes NUMBER;
5   v_max_changes    NUMBER;
6 BEGIN
7   SELECT upd, max_upd
8   INTO   v_salary_changes, v_max_changes
9   FROM   audit_table
10  WHERE  user_name = user
11  AND    table_name = 'EMP'
12  AND    column_name = 'SAL';
13  IF v_salary_changes > v_max_changes THEN
14    RAISE_APPLICATION_ERROR (-20501,
15    'You may only make a maximum of ' ||
16    TO_CHAR (v_max_changes) ||
17    ' changes to the SAL column');
18  END IF;
19 END;
20 /
```

SQL17 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Prüfungstabelle AUDIT

USER_NAME	TABLENAME	COLUMN_NAME	INS	UPD	DEL
SCOTT	EMP		1	1	1
SCOTT	EMP	SAL		1	
JONES	EMP		0	0	0

Weiter

MAX_INS	MAX_UPD	MAX_DEL
5	5	5
	5	
5	0	0

SQL18 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Row Trigger schreiben

```
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]
PL/SQL block;
```

SQL19 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## After Row Trigger: Beispiel

```
SQL>CREATE OR REPLACE TRIGGER audit_emp
2 AFTER DELETE OR INSERT OR UPDATE ON emp
3 FOR EACH ROW
4 BEGIN
5   IF DELETING THEN
6     UPDATE audit_table SET del = del + 1
7     WHERE user_name = user AND table_name = 'EMP'
8     AND    column_name IS NULL;
9   ELSIF INSERTING THEN
10    UPDATE audit_table SET ins = ins + 1
11    WHERE user_name = user AND table_name = 'EMP'
12    AND    column_name IS NULL;
13  ELSIF UPDATING ('SAL') THEN
14    UPDATE audit_table SET upd = upd + 1
15    WHERE user_name = user AND table_name = 'EMP'
16    AND    column_name = 'SAL';
17  ELSE /* The data manipulation operation is a general UPDATE. */
18    UPDATE audit_table SET upd = upd + 1
19    WHERE user_name = user AND table_name = 'EMP'
20    AND    column_name IS NULL;
21  END IF;
22 END;
23 /
```

SQL20 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Verwendung von Old und New

- Mit Hilfe der Korrelations-Identifizier **:old** und **:new** kann im Trigger auf die aktuellen Daten zugreifen.
- Beide sind Bindvariable vom Typ **:trigger\_table%ROWTYPE**.
- Eine Referenz wie **:new.attribut** ist gültig, wenn **attribut** ein Attribut der triggernden Tabelle ist.
- **:new** und **:old** sind Pseudodatensätze.

SQL21 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Bedeutung von Old und New

Triggernde Anweisung	:old	:new
INSERT	Undefiniert – alle Felder sind NULL	Werte, die eingefügt werden, wenn die Anweisung beendet ist
UPDATE	Ursprüngliche Werte für die Zeile vor dem UPDATE	Neue Werte, die aktualisiert werden, wenn die Anweisung beendet ist
DELETE	Ursprüngliche Werte für die Zeile vor dem DELETE	Undefiniert – alle Felder sind NULL

SQL22 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Verwendung von Old und New

```
SQL>CREATE OR REPLACE TRIGGER audit_emp_values
2 AFTER DELETE OR INSERT OR UPDATE ON emp
3 FOR EACH ROW
4 BEGIN
5   INSERT INTO audit_emp_values (user_name,
6     timestamp, id, old_last_name, new_last_name,
7     old_title, new_title, old_salary, new_salary)
8   VALUES (USER, SYSDATE, :old.empno, :old.ename,
9     :new.ename, :old.job, :new.job,
10    :old.sal, :new.sal);
11 END;
12 /
```

SQL23 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Audit\_Emp\_Values Tabelle

USER_NAME	TIMESTAMP	ID	OLD_LAST_NAME	NEW_LAST_NAME
EGRAVINA	12-NOV-97	7950	NULL	HUTTON
NGREENBE	10-DEC-97	7844	MAGEE	TURNER

### Weiter

OLD_TITLE	NEW_TITLE	OLD_SALARY	NEW_SALARY
NULL	ANALYST	NULL	3500
CLERK	SALESMAN	1100	1100

SQL24 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Row Trigger

```
SQL>CREATE OR REPLACE TRIGGER derive_commission_pct
2 BEFORE INSERT OR UPDATE OF sal ON emp
3 FOR EACH ROW
4 WHEN (new.job = 'SALESMAN')
5 BEGIN
6 IF INSERTING THEN :new.comm := 0;
7 ELSE /* UPDATE of salary */
8 IF :old.comm IS NULL THEN
9 :new.comm :=0;
10 ELSE
11 :new.comm := :old.comm * (:new.sal/:old.sal);
12 END IF;
13 END IF;
14 END;
15 /
```

SQL25 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Unterschiede zwischen Triggern und Stored Procedures

Trigger	Prozeduren
CREATE TRIGGER	CREATE PROCEDURE
Das Data Dictionary enthält Quell- und p-code	Das Data Dictionary enthält Quell- und p-code
Wird implizit aufgerufen	Wird explizit aufgerufen
COMMIT, SAVEPOINT, ROLLBACK nicht erlaubt	COMMIT, SAVEPOINT, ROLLBACK erlaubt

SQL26 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Behandeln von Triggern

### Aus- und Einschalten von Triggern

```
ALTER TRIGGER trigger_name DISABLE | ENABLE
```

### Aus- und Einschalten aller Trigger der Tabelle

```
ALTER TABLE table_name DISABLE | ENABLE ALL TRIGGERS
```

### Neu-Übersetzen eines Triggers für die Tabelle

```
ALTER TRIGGER trigger_name COMPILE
```

SQL27 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Löschen von Triggern

### Mit DROP:

```
DROP TRIGGER trigger_name
```

SQL28 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Trigger Test Fälle

- Teste jeden der Datenkonstellationen. Sowohl die Triggeroperationen als auch die nicht-Triggeroperationen.
- Teste jeden Fall der WHEN Klausel.
- Teste die Ursache der Triggerfeuerung sowohl mit Datenoperationen als auch indirekt als Prozedur.
- Teste den Effekt des Triggers auf andere Trigger.
- Teste den Effekt anderer Trigger auf den Trigger.

SQL29 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Regeln zur Beherrschung der Trigger

- Regel 1: Ändere *nicht* Primärschlüssel, Fremdschlüssel oder Alternativschlüssel einer constraining Tabelle.
- Regel 2: Lies *nicht* Daten von einer mutierenden Tabelle.

SQL30 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Einschränkung: Mutierende Tabellen

- Eine mutierende Tabelle wurde aktuell von einer DML-Anweisung geändert. Für einen Trigger ist es die Tabelle, auf die der Trigger definiert ist.
- Eine beschränkende Tabelle ist eine Tabelle, von der für einen referenziellen Integritäts-Constraint zu lesen ist.

Die folgenden Einschränkungen gelten nur für Trigger auf Zeilenebene:

SQL31 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Einschränkung: Mutierende Tabellen

SQL-Anweisungen in einem Trigger-body können nicht:

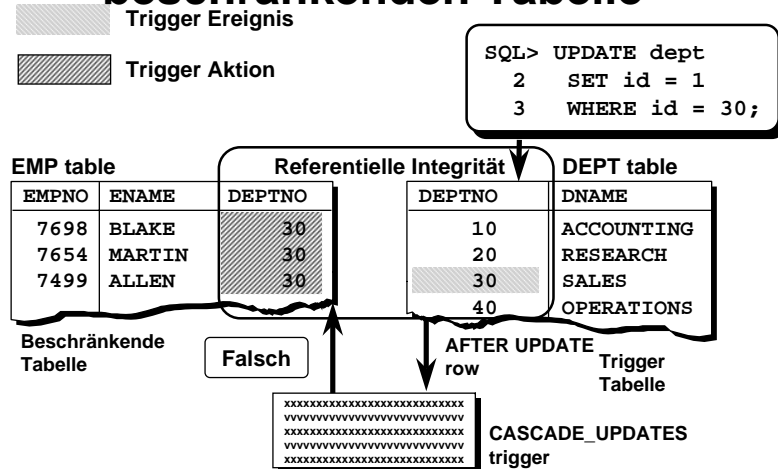
- von einer mutierenden Tabelle lesen.
- die Primär-, Unique- und Fremdschlüssel einer beschränkenden Tabelle lesen oder ändern. Andere Spalten lassen sich hingegen ändern

SQL32 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®



## Änderung von Daten in einer beschränkenden Tabelle



SQL33 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Beschränkende Tabelle: Beispiel

```
SQL>CREATE OR REPLACE TRIGGER cascade_updates
2 AFTER UPDATE OF deptno on DEPT
3 FOR EACH ROW
4 BEGIN
5 UPDATE emp
6 SET emp.deptno = :new.deptno
7 WHERE emp.deptno = :old.deptno;
8 END;
9 /
```

SQL34 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

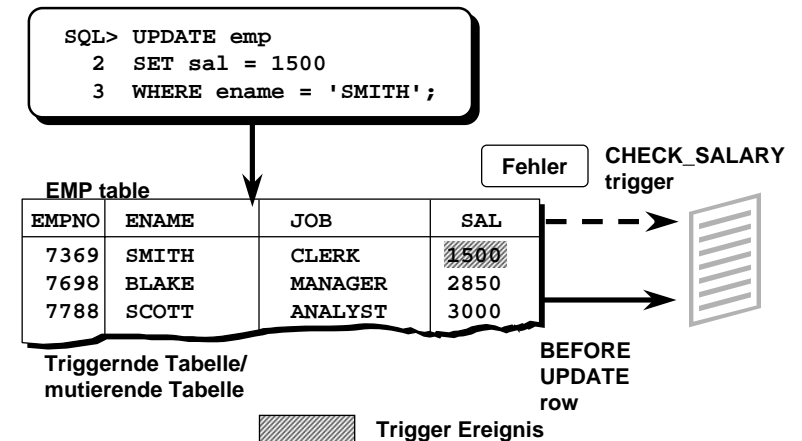
## Beschränkende Tabelle: Beispiel

```
SQL> UPDATE dept
2 SET deptno = 1
3 WHERE deptno = 30;
*
ERROR at line 1:
ORA-04091: table DEPT is mutating, trigger/function
may not see it
```

SQL35 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Daten von einer mutierenden Tabelle lesen



SQL36 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Mutierende Tabelle: Beispiel

```
SQL>CREATE OR REPLACE TRIGGER check_salary
  2 BEFORE INSERT OR UPDATE OF sal, job ON emp
  3 FOR EACH ROW
  4 WHEN (new.job <> 'PRESIDENT')
  5 DECLARE
  6     v_minsalary emp.sal%TYPE;
  7     v_maxsalary emp.sal%TYPE;
```

SQL37 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Mutierende Tabelle: Beispiel

```
 8 BEGIN
 9     SELECT MIN(sal), MAX(sal)
10     INTO   v_minsalary, v_maxsalary
11     FROM   emp
12     WHERE  job = :new.job;
13     IF :new.sal < v_minsalary OR
14        :new.sal > v_maxsalary THEN
15         RAISE_APPLICATION_ERROR(-20505,
16                                'Out of range');
17     END IF;
18 END;
19 /
```

SQL38 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®

## Mutierende Tabelle: Beispiel

```
SQL> UPDATE emp
  2 SET sal = 1500
  3 WHERE ename = 'SMITH';
*
ERROR at line 2
ORA_4091 : Table EMP is mutating, trigger/function
may not see it
ORA_06512: at line 4
ORA_04088: error during execution of trigger
'check_salary'
```

SQL39 basierend auf OAI-Kurs Copyright © Oracle Corporation, 1998. All rights reserved.

ORACLE®