

# Auf einen Blick

1	Einführung .....	17
2	Verwendete Werkzeuge und Ressourcen .....	29
	<b>TEIL I Grundlagen .....</b>	<b>53</b>
3	Aufbau der Datenbank aus Sicht eines Programmierers .....	55
4	Datensicherheit, -konsistenz und Transaktion .....	127
5	Die Datenbank in der Anwendungsarchitektur .....	181
6	Programmierung der Datenbank .....	223
	<b>TEIL II Die Sprache PL/SQL .....</b>	<b>247</b>
7	Die Blockstruktur und Syntax von PL/SQL .....	249
8	Events in der Datenbank: Programmierung von Triggern .....	345
9	Das Arbeiten mit Daten .....	395
10	Packages .....	441
11	Fehlerbehandlung .....	483
	<b>TEIL III PL/SQL im Einsatz .....</b>	<b>511</b>
12	Erweiterung von SQL .....	513
13	Arbeiten mit großen Datenstrukturen .....	559
14	Arbeiten mit XML .....	603
15	Objektorientierung .....	681
16	Integration von Oracle in Applikationen .....	725
	<b>TEIL IV Workshops .....</b>	<b>755</b>
17	Workshop 1: Die Keimzelle sicherer Datenbankanwendungen .....	757
18	Workshop 2: Ein Logging-Package .....	777

# Inhalt

## 1 Einführung 17

1.1	Für wen ist dieses Buch geschrieben? .....	17
1.2	Der Aufbau des Buches .....	21
1.2.1	Teil 1: Grundlagen .....	21
1.2.2	Teil 2: Die Sprache PL/SQL .....	23
1.2.3	Teil 3: PL/SQL im Einsatz .....	24
1.2.4	Teil 4: Workshops .....	26
1.3	Danksagung .....	27

## 2 Verwendete Werkzeuge und Ressourcen 29

2.1	Oracles Online-Dokumentation .....	29
2.1.1	Wo finde ich die benötigten Informationen? .....	30
2.1.2	PL/SQL-Grundlagen .....	33
2.1.3	Oracle Packages .....	34
2.1.4	Weiterführende Literatur .....	34
2.2	Aufsetzen einer Beispieldatenbank .....	35
2.3	SQL*Plus .....	38
2.4	SQL-Developer .....	40
2.5	»explain plan« .....	41
2.6	Autotrace .....	43
2.7	RunStats .....	45
2.8	Trace und TKProf .....	46
2.9	DBMS_Profiler .....	50
2.10	Debugger .....	51
2.11	Die Beispieldateien .....	52

## TEIL I Grundlagen

## 3 Aufbau der Datenbank aus Sicht eines Programmierers 55

3.1	Instanz und Speicherstrukturen .....	56
3.1.1	Die Speicherbereiche der SGA .....	57
3.1.2	Shared Pool .....	59
3.1.3	Die Hintergrundprozesse .....	60
3.2	Die physikalische Datenbank .....	65
3.2.1	Datendateien .....	65

3.2.2	Redo-Log-Dateien .....	66
3.2.3	Kontrolldatei .....	67
3.3	Parameter- und Passwortdatei .....	67
3.3.1	Parameterdatei .....	67
3.3.2	Passwortdatei .....	68
3.4	Start der Datenbank .....	69
3.5	Verbindungsaufbau zur Datenbank .....	70
3.5.1	Verbindungsarten und Treiber .....	72
3.5.2	DEDICATED SERVER-Verbindung .....	78
3.5.3	Shared-Server-Verbindung .....	79
3.5.4	Database Resident Connection Pool .....	81
3.5.5	Und nun? Entscheidungshilfen für den Verbindungsaufbau .....	84
3.6	Logischer Aufbau: Schema, Tablespace & Co. ....	87
3.6.1	Schema .....	88
3.6.2	Tablespace .....	93
3.6.3	Auswirkungen auf die Architektur einer Applikation.....	96
3.7	Datenbankobjekte .....	99
3.7.1	Tabellen .....	99
3.7.2	Index .....	105
3.7.3	Materialisierte Sichten .....	113
3.7.4	PL/SQL-Konstrukte .....	115
3.7.5	Sonstige Datenbankobjekte .....	115
3.8	Exkurs: Zeichensatzkodierung .....	120
3.8.1	Zeichensatzkodierung im Überblick .....	120
3.8.2	Zeichensatzkodierung bei Oracle .....	122

## 4 Datensicherheit, -konsistenz und Transaktion .....

127

4.1	Lese- und Schreibkonsistenz .....	128
4.1.1	Lesekonsistenz .....	128
4.1.2	Schreibkonsistenz .....	132
4.2	Transaktion .....	132
4.2.1	Transaktion zum Schutz der Lesekonsistenz .....	133
4.2.2	Transaktion zur Definition eines Geschäftsvorfalls.....	135
4.2.3	Zusammenfassung .....	136
4.3	Datenkonsistenz und referentielle Integrität .....	137
4.3.1	Datenintegrität .....	138
4.3.2	Performanzüberlegungen zu Datenbank-Constraints .....	143
4.3.3	Datenkonsistenz .....	146
4.3.4	Zusammenfassung .....	150

4.4	Explizites Sperren von Daten durch die Anwendung .....	150
4.4.1	Das Problem: Lost Updates .....	151
4.4.2	Das optimistische Sperren .....	153
4.4.3	Das pessimistische Sperren .....	155
4.4.4	Do it the Oracle way: das vorsichtig optimistische Sperren .....	156
4.4.5	Und nun? Wann sollte welche Sperrstrategie verwendet werden? .....	157
4.5	Verarbeitung einer SQL-Anweisung .....	158
4.5.1	Parsen und Optimierung .....	159
4.5.2	Datenlieferung über Cursor .....	164
4.6	Die Sperrmechanismen von Oracle .....	165
4.6.1	Locks .....	165
4.6.2	Latches .....	166
4.7	Datensicherheit .....	166
4.8	Beispiel zum Einfluss der Programmierung .....	169
4.8.1	Das Ziel unserer Programmierung .....	170
4.8.2	Implementierung des Tests .....	171

## 5 Die Datenbank in der Anwendungsarchitektur 181

5.1	Das Problem des Impedance Mismatch .....	183
5.1.1	Das Problem der Identität .....	183
5.1.2	Das Problem der Datensuche .....	184
5.1.3	Das Problem der Lesestrategie .....	186
5.1.4	Das Problem der Vererbung .....	188
5.1.5	Das Problem der Kopplung von Logik und Daten .....	191
5.1.6	Das Problem der referenziellen Integrität .....	192
5.2	Lösungsansatz 1: Die Vision der generischen Datenbank .....	193
5.2.1	Generisches SQL .....	193
5.2.2	Generisches Abfragewerkzeug .....	197
5.2.3	Die Kosten generischer Datenbankprogrammierung .....	198
5.3	Lösungsansatz 2: Objektrelationale Mappingwerkzeuge .....	200
5.3.1	Abbildung der Objekte auf Tabellen .....	200
5.3.2	Kapselung der SQL-Dialekte .....	201
5.3.3	Caching-Mechanismen, Lazy Load .....	201
5.3.4	Transaktionsverwaltung .....	201
5.3.5	Zusammenfassung .....	202
5.4	Lösungsansatz 3: Die Datenbank als Datenframework .....	203
5.4.1	Performanz der Datenbearbeitung .....	204
5.4.2	Sicherheitsdomäne .....	205
5.4.3	Integration von PL/SQL und SQL .....	208

5.5	Mächtigkeit von SQL .....	209
5.5.1	Analytische Funktionen .....	210
5.5.2	Hierarchische Abfragen .....	212
5.5.3	Error Logging .....	216
5.5.4	Fazit .....	221

## 6 Programmierung der Datenbank ..... 223

6.1	Erweiterung der Datenbankfunktionalität .....	223
6.2	Programmierung der Datenkonsistenz .....	225
6.2.1	Datenbanktrigger .....	225
6.2.2	Datenzugriff über PL/SQL .....	229
6.2.3	Datenkonsistenz jenseits referenzieller Integrität.....	232
6.3	Programmierung der Datensicherheit .....	233
6.4	Anwendungsprogrammierung mit PL/SQL .....	236
6.4.1	PL/SQL auf der Clientseite .....	237
6.4.2	Webanwendungen mit PL/SQL entwickeln .....	238
6.5	Unterstützung der Administration durch PL/SQL .....	242
6.5.1	Einsatz von PL/SQL in Skripten .....	243
6.5.2	Verwaltung wiederkehrender Aufgaben mit Scheduler und Jobs .....	244
6.5.3	Datenbanktrigger im Umfeld der Datensicherung und des Auditings .....	245

## TEIL II Die Sprache PL/SQL

### 7 Die Blockstruktur und Syntax von PL/SQL ..... 249

7.1	Vom anonymen Block zum Package .....	250
7.1.1	Das Grundgerüst: Der PL/SQL-Block .....	250
7.1.2	Prozeduren .....	256
7.1.3	Funktionen .....	266
7.1.4	Datenbanktrigger .....	269
7.1.5	Packages .....	272
7.1.6	Ausführungsrechte von PL/SQL-Blöcken (AUTHID-Klausel) .....	276
7.1.7	Kompileranweisungen (PRAGMA-Klausel) .....	279
7.1.8	Best Practices .....	281
7.2	PL/SQL-Datentypen .....	282
7.2.1	SQL-Datentypen .....	282
7.2.2	Basistypen und Subtypen in PL/SQL .....	284

7.2.3	SQL-Datentypen mit abweichender Definition in PL/SQL .....	286
7.2.4	SQL-Datentypen, die in PL/SQL nicht existieren .....	287
7.2.5	PL/SQL-Datentypen, die in SQL nicht existieren .....	287
7.2.6	Benutzerdefinierte Datentypen .....	288
7.2.7	Ableitung von VariablenTypen aus dem Data Dictionary .....	288
7.3	Kontrollstrukturen .....	291
7.3.1	Bedingte Anweisung 1 (IF-THEN-ELSE-Anweisung) .....	291
7.3.2	Bedingte Anweisung 2 (CASE-Anweisung) .....	292
7.3.3	Konditionale Kompilierung .....	295
7.3.4	Einfache Schleifen (LOOP-Anweisung) .....	300
7.3.5	Abweisende Schleife 1 (FOR-LOOP-Anweisung) .....	301
7.3.6	Abweisende Schleife 2 (WHILE-LOOP-Anweisung) .....	303
7.3.7	Best Practices .....	304
7.3.8	Aus der Mottenkiste: Konzepte, die Sie nicht verwenden sollten .....	307
7.4	Kollektionen in PL/SQL .....	310
7.4.1	Record .....	310
7.4.2	Assoziative Tabellen .....	314
7.4.3	Cursor .....	316
7.5	Dynamisches SQL .....	324
7.5.1	Natives dynamisches SQL (Execute-Immediate-Anweisung) .....	325
7.5.2	Dynamisches SQL mit Cursorvariablen .....	328
7.5.3	DBMS_SQL-Package .....	330
7.5.4	Sicherheit bei dynamischem SQL .....	333
7.6	Objektorientierte Datentypen .....	337
7.6.1	VARRAY .....	337
7.6.2	Geschachtelte Tabellen (nested tables) .....	341

## 8 Ereignisse in der Datenbank: Programmierung von Triggern ... 345

8.1	DML-Trigger .....	345
8.1.1	Anweisungs- versus Zeilentrigger .....	347
8.1.2	Wann wird ein Trigger ausgelöst? .....	351
8.1.3	Das Mutating-Table-Problem .....	353
8.1.4	Compound-Trigger .....	355
8.1.5	Instead-Of-Trigger .....	357
8.2	Datenbank-Trigger .....	359
8.2.1	Ereignisattribute .....	360

8.2.2	Datenbankereignisse .....	362
8.2.3	Benutzerbezogene Ereignisse .....	364
8.3	Einsatzbereiche von Triggern .....	367
8.3.1	Datenintegrität durchsetzen .....	367
8.3.2	DML-Ereignisse, die von Triggern überwacht werden....	369
8.3.3	Auditierung mithilfe von Triggern .....	375
8.3.4	Historisierung von Daten .....	377
8.3.5	Trigger und Datensichten (INSTEAD-OF-Trigger).....	381
8.3.6	DDL-Ereignisse .....	389
8.3.7	System-Ereignisse .....	391
8.4	Zusammenfassung .....	391

## 9 Das Arbeiten mit Daten 395

9.1	Strukturierte Variablen: Records und Typen .....	395
9.1.1	Bindung an das Data Dictionary mit »%TYPE« und »%ROWTYPE« .....	395
9.1.2	Insert- und Update-Anweisungen mit Records .....	398
9.1.3	Verwendung explizit deklarerter Records .....	401
9.1.4	Verwendung der Returning-Klausel mit Records .....	404
9.1.5	Alternative zum Record: Objekt .....	406
9.2	PL/SQL-Kollektionen .....	407
9.2.1	Verwendung von assoziativen Tabellen .....	407
9.2.2	Massenverarbeitung mit assoziativen Tabellen .....	409
9.2.3	Tabellenfunktionen (PIPELINED-Functions) .....	415
9.3	Mengenverarbeitung mit Cursorn .....	423
9.3.1	Implizite versus explizite Cursor .....	423
9.3.2	Top-N-Analyse .....	429
9.3.3	Cursorvariablen (REF-Cursor) .....	432
9.3.4	Cursor-Ausdrücke .....	435

## 10 Packages 441

10.1	Warum sollten Packages genutzt werden? .....	441
10.1.1	Trennung von öffentlicher und privater Logik .....	442
10.1.2	Überladung in Packages .....	452
10.1.3	Packages und die Abhängigkeitskette .....	458
10.1.4	Verschlüsselung von Package-Code .....	464
10.2	Oracle-Packages .....	470
10.2.1	Das Package »standard« .....	473
10.2.2	Wichtige Oracle-Packages .....	474

**11 Fehlerbehandlung** 483

11.1	Oracle-Fehler .....	483
11.1.1	Benannte Fehler .....	489
11.1.2	»SQLERRM« und »SQLCODE«-Funktionen und der Fehlerstack .....	491
11.1.3	Nicht benannte Fehler benennen .....	494
11.2	Applikationsfehler erstellen und bearbeiten .....	495
11.2.1	Fehler direkt mit RAISE_APPLICATION_ERROR erzeugen .....	495
11.2.2	Fehler aus einem Fehlerpackage erstellen lassen .....	496
11.2.3	Zentralisierung der Fehlermeldungen über »LMSGEN« .....	498
11.3	Zentralisierter Fehlerhandler mit einem Trigger .....	505
11.4	Zusammenfassung .....	510

**TEIL III PL/SQL im Einsatz****12 Erweiterung von SQL** 513

12.1	Wann SQL erweitert werden sollte .....	513
12.1.1	Bleiben Sie auf dem aktuellen Wissensstand! .....	514
12.1.2	Voraussetzungen für die Erweiterung von SQL .....	517
12.2	SQL mit eigenen Funktionen erweitern .....	519
12.2.1	Anforderungen an den PL/SQL-Block .....	519
12.2.2	Nebenwirkungsfreiheit (Purity) .....	520
12.2.3	Optimizer Hints .....	520
12.2.4	Das Pragma »restrict_references« .....	521
12.2.5	Beispieldfunktion .....	522
12.3	Code-Beispiel: Berechnung der Fakultät .....	528
12.4	Gruppenfunktionen selbst erstellen .....	538
12.4.1	Arbeitsweise von Gruppenfunktionen .....	539
12.4.2	Beispiel .....	542
12.4.3	Test der Gruppenfunktion .....	547
12.4.4	Zusammenfassung .....	548
12.5	Code-Beispiel: Codegenerator für Gruppenfunktionen .....	549

**13 Arbeiten mit großen Datenstrukturen** 559

13.1	Technische Struktur .....	560
13.1.1	Einsatz von LOB-Datentypen in der Datenbank .....	560
13.1.2	LOBs als PL/SQL-Variablen .....	565

13.1.3	LOBs als Methodenparameter .....	571
13.1.4	Secure Files .....	572
13.2	Die Datentypen CLOB, NCLOB, BLOB und BFILE .....	575
13.2.1	CLOB und NCLOB .....	575
13.2.2	Der binäre Datentyp BLOB .....	576
13.2.3	BFILE .....	576
13.3	Das Package DBMS_LOB .....	578
13.3.1	Schreibzugriff auf temporäre oder persistente LOBs .....	579
13.3.2	Verwaltung temporärer und persistenter LOBs .....	581
13.3.3	API für Bfile-LOBs .....	583
13.4	Hilfsfunktionen zum Arbeiten mit LOBs .....	584
13.4.1	Hilfsfunktion zum Laden von CLOBs und BLOBs aus dem Dateisystem in die Datenbank .....	584
13.4.2	Hilfsfunktion zum Lesen von CLOBs und BLOBs aus der Datenbank .....	592

## 14 Arbeiten mit XML 603

14.1	Der Datentyp »XMLType« .....	606
14.1.1	Verwendung von »XMLType« als Tabellen- oder Spaltentyp .....	606
14.1.2	»XMLType«-Methoden .....	611
14.2	Die Speicherung von XML-Daten in der Datenbank .....	613
14.3	XML aus relationalen Daten erzeugen .....	615
14.3.1	Der SQL/XML-Standard .....	615
14.3.2	Das Package »dbms_xmlgen« .....	621
14.4	Relationale Daten aus XML extrahieren .....	631
14.5	XML mit PL/SQL verarbeiten .....	638
14.5.1	Die Programmierung von XML .....	638
14.5.2	Die XML-Packages .....	640
14.6	Die XML-Datenbank .....	651
14.6.1	Einführung in die XML-Datenbank .....	652
14.6.2	Speicherung und Veröffentlichung binärer und XML-Dokumente .....	654
14.6.3	Dokumente über XDB verwalten .....	659
14.6.4	Zugriffsschutz und Sicherheit der XDB .....	670
14.6.5	Versionierung von Ressourcen .....	676

**15. Objektorientierung****681**

15.1	Einführung in die Objektorientierung .....	683
15.1.1	Alles ist ein Objekt .....	684
15.1.2	Das zweite Reizwort: Vererbung! .....	686
15.1.3	Abstrakte und finale Klassen .....	687
15.1.4	Statische Methoden .....	688
15.1.5	Objektidentität versus »Statement of Truth« .....	689
15.1.6	Klassen haben komplexe Strukturen .....	691
15.1.7	Auswirkungen auf die Datenbankprogrammierung .....	693
15.2	Typen .....	695
15.3	Anwendungsbeispiel: Der Datentyp »MoneyType« .....	697
15.3.1	Vorüberlegungen .....	697
15.3.2	Implementierung des »MoneyType« .....	699
15.3.3	Der Typkörper .....	701
15.3.4	Implementierung des Packages »coa_money« .....	705
15.3.5	Der Package-Körper .....	707
15.3.6	Die Rechtesituation in Version 11g .....	718
15.3.7	Erweiterung durch Vererbung .....	721
15.4	Best Practices .....	723

**16. Integration von Oracle in Applikationen****725**

16.1	Sperrung von Daten bei der Datenänderung .....	726
16.1.1	Pessimistisches Locking .....	727
16.1.2	Optimistisches Locking .....	733
16.1.3	Database-Change-Notification-basiertes Locking .....	741
16.2	Zugriff auf Daten über PL/SQL-Packages .....	743
16.2.1	Kapselung von DML-Operationen in Packages .....	744
16.2.2	Vermeidung von Triggern durch Packages .....	745
16.2.3	Integration datenbezogener Geschäftsregeln .....	746
16.3	Zugriff auf Daten über das Web .....	748
16.3.1	Veröffentlichung von Packages über HTTP .....	749
16.3.2	Schreiben von Daten in einen HTTP-Stream .....	749
16.3.3	Webservices aus PL/SQL .....	750
16.4	Gemeinsamer Zugriff auf Daten über verteilte Cursor .....	751
16.4.1	Prozeduren mit »REF_CURSOR«-Parametern .....	751
16.4.2	Arbeit mit LOBs .....	752
16.5	Zusammenfassung und Bewertung .....	753

## TEIL IV Workshops

<b>17 Workshop 1: Die Keimzelle sicherer Datenbankanwendungen</b>	<b>757</b>
17.1 Das Projekt .....	757
17.1.1 Übersicht über die Architektur .....	758
17.1.2 Die Logon-Prozedur .....	761
17.2 Aufsetzen der Schemata .....	762
17.3 Die Packages .....	766
17.4 Test der Architektur .....	772
17.5 Zusammenfassung und Ausblick .....	774
<b>18 Workshop 2: Ein Logging-Package</b>	<b>777</b>
18.1 Überblick: Die Idee und die Architektur .....	778
18.1.1 Meldung .....	780
18.1.2 Kontext .....	781
18.1.3 Ausgabemodule .....	782
18.1.4 Parameter- und Meldungstabelle .....	784
18.1.5 Meldungspacke .....	789
18.2 Umsetzung des Logging-Packages .....	790
18.2.1 Die Parametertabelle .....	790
18.2.2 Die Meldungstabelle .....	791
18.2.3 Das Meldungsobjekt .....	794
18.2.4 Das Grundmodul .....	800
18.2.5 Kontext .....	808
18.2.6 Parameterliste .....	809
18.3 Implementierung des Logging-Packages .....	811
18.3.1 Die Package-Spezifikation des Logging-Packages .....	811
18.3.2 Der Package-Körper des Logging-Packages .....	814
18.3.3 Test des Logging-Packages .....	827
18.4 Implementierung des Log-Administrations-Packages .....	828
18.4.1 Funktionsüberblick und Implementierungsstrategie .....	828
18.4.2 Implementierung der Log-Administration-Package-Spezifikation .....	830
18.4.3 Implementierung des Log-Administration-Package-Körpers .....	832
18.5 Weitere Ausgabemodule .....	846
18.5.1 Ausgabe in eigene Fehlerdateien .....	847
18.5.2 Ausgabe in Alert-Log- oder Trace-Dateien .....	855

18.5.3 Ausgabe in Logging-Tabellen .....	856
18.5.4 Meldung als E-Mail versenden .....	857
18.5.5 Meldungen in JMS integrieren .....	859
<b>Index .....</b>	<b>865</b>