

Auf einen Blick

1	Einführung	17
2	Verwendete Werkzeuge und Ressourcen	29
TEIL I Grundlagen		53
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
TEIL II Die Sprache PL/SQL		247
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
TEIL III PL/SQL im Einsatz		511
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
TEIL IV Workshops		755
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 Beispieldatenbank	52

TEIL I Grundlagen

3 Aufbau der Datenbank aus Sicht eines Programmiers 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 Geschäftsvorfalles.....	135
4.2.3	Zusammenfassung	136
4.3	Datenkonsistenz und referenzielle 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 Events 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 deklarierter 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 Cursors	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	Beispielfunktion	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

17 Workshop 1: Die Keimzelle sicherer Datenbank Anwendungen	757
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
18 Workshop 2: Ein Logging-Package	777
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 Meldungspackage	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
Index		865