

Uwe Hohenstein • Volkmar Pleßer

# Oracle8

Effiziente Anwendungsentwicklung  
mit objektrelationalen Konzepten



dpunkt.verlag

Technische Universität Darmstadt  
FACHBEREICH INFORMATIK

B I B L I O T H E K

Inventar-Nr.: 1100-00212

Sachgebiete: \_\_\_\_\_

Standort: \_\_\_\_\_

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen der objektorientierten Technologie</b>	<b>7</b>
2.1	Konzepte der Objektorientierung	8
2.1.1	Objekte, Typen und Klassen	8
2.1.2	Beziehungen	10
2.1.3	Subtypen und Vererbung	12
2.1.4	Polymorphie	14
2.1.5	Kollektionen	15
2.1.6	Methoden	15
2.2	Aspekte der Objektorientierung in Oracle8	16
2.2.1	Datenmodellierung	16
2.2.2	SQL	17
2.2.3	Umgang mit objektorientierten Konzepten in den Sprachschnittstellen	18
2.2.4	Systemarchitektur	19
<b>3</b>	<b>Das Datenmodell von Oracle8</b>	<b>21</b>
3.1	Grundlagen des relationalen Modells von Oracle	21
3.1.1	Tabellen	22
3.1.2	Oracle-Schemata und Schemaobjekte	25
3.1.3	Skalare Datentypen	25
3.1.4	Sequenzen	29
3.2	Objektorientierte Konzepte im Oracle-Datenmodell	31
3.2.1	Objekttypen und Objekttabellen	31
3.2.2	Wertebereiche für Attribute	32
3.2.3	Übersicht	33
3.3	Benutzerdefinierte Typen (CREATE TYPE)	33
3.3.1	Tabellen-Typen	34
3.3.2	VArray-Typen	35
3.3.3	Objekttypen	35
3.3.4	Änderung von Typdefinitionen	39

3.4	Tabellen .....	40
3.4.1	Definition von Objekttabellen .....	40
3.4.2	Definition von Tupeltabellen .....	41
3.4.3	Geschachtelte Tabellen .....	42
3.4.4	Änderung von Tabellendefinitionen .....	42
3.5	Neue Möglichkeiten zur Modellierung von Beziehungen .....	43
3.5.1	Beziehungen mit Referenzen .....	43
3.5.2	Beziehungen mit geschachtelten Tabellen .....	44
3.5.3	Beziehungen mit geschachtelten Tabellen über Referenzen .....	45
3.5.4	Beziehungen mit VArrays .....	46
3.5.5	Hinweise zur Beziehungsmodellierung .....	47
3.6	Subtypen .....	50
3.7	Nullwerte .....	52
3.7.1	Erweitertes Nullwertkonzept .....	52
3.7.2	Verbot von Nullwerten .....	53
3.8	Integritätsbedingungen .....	54
3.8.1	Allgemeine Syntax von Integritätsbedingungen .....	56
3.8.2	Formen von Integritätsbedingungen .....	57
3.8.3	Kontrollzeitpunkt .....	61
3.8.4	Aktivierung und Deaktivierung .....	62
3.8.5	Indexunterstützung .....	63
3.8.6	Nachträgliches Einrichten von Integritätsbedingungen .....	63
3.9	Sichten und Objektsichten .....	64
3.9.1	Klassische Sichten .....	64
3.9.2	Operationen auf Sichten .....	65
3.9.3	Objektsichten .....	66
3.9.4	Erzeugen von Sichten .....	67
3.9.5	Erweiterung von SQL für die Sichtdefinition .....	68
3.9.6	Ändern von Sichten .....	68
3.9.7	Einsatzgebiete .....	69
<b>4</b>	<b>Das erweiterte SQL von Oracle</b>	<b>71</b>
4.1	Einführung in SQL .....	72
4.1.1	Anfragen .....	72
4.1.2	Datenmanipulationen .....	83
4.2	Neue SQL-Konzepte .....	85
4.2.1	Konvertierungsfunktionen .....	85
4.2.2	Pfadausdrücke .....	86
4.2.3	Unteranfragen als Wertebereich für eine Variable .....	88
4.2.4	Konstruktion von Objekten und Tabellen .....	89
4.2.5	Aufruf von Methoden .....	90
4.2.6	Qualifizierung von inneren Tabellen mit dem Operator THE .....	91
4.2.7	Innere Tabellen als TABLE-Wertebereich einer Variablen .....	92
4.2.8	MULTISET und CAST .....	93
4.2.9	Nullwertbehandlung .....	94

4.3	Bearbeitung von VArrays .....	96
4.4	Objekte, Referenzen und Kollektionen in SQL .....	97
4.4.1	Belegen von Objekten, Referenzen und Kollektionen .....	98
4.4.2	Einfügeoperationen .....	99
4.4.3	DELETE von Objekten und Referenzen in Tupeln .....	100
4.5	Bearbeitung von inneren Tabellen .....	100
4.6	Beziehungstraversierungen in SQL .....	100
4.6.1	Traversierungen über Referenzen .....	101
4.6.2	Traversierungen bei geschachtelten Tabellen mit Referenzen .....	101
4.6.3	Traversierungen bei eingebetteten geschachtelten Tabellen	103
4.6.4	Traversierungen bei VArrays .....	103
4.7	Funktionale Defizite .....	104
4.8	Einschränkungen bei interaktiven Anfragen mit SQL*Plus .....	105
<b>5</b>	<b>Eingebettetes SQL in Pro*C/C++</b> .....	<b>107</b>
5.1	Grundprinzip der SQL-Einbettung in C .....	109
5.2	Hostvariablen .....	110
5.2.1	Deklaration .....	110
5.2.2	Datentypen für Hostvariablen .....	111
5.2.3	Nullwertindikatoren .....	114
5.2.4	Benutzung von Host- und Indikatorvariablen .....	114
5.3	Statische Einbettung von SQL .....	116
5.3.1	Anfragen .....	116
5.3.2	Manipulationen .....	118
5.3.3	Strukturen als Wertebereich für Hostvariablen .....	119
5.3.4	Fehlerbehandlung .....	121
5.3.5	Effiziente Array-Fetches .....	123
5.3.6	Zugriff auf Sonderdatentypen .....	127
5.3.7	Aufruf von PL/SQL-Anweisungen .....	128
5.4	Dynamisches SQL .....	129
5.5	Der Objekttyp-Translator OTT .....	132
5.5.1	Der OTT-Befehl .....	132
5.5.2	Eingabeformat .....	134
5.5.3	Der Umsetzungsprozeß .....	135
5.6	Verarbeitung von Objekten und Kollektionen .....	138
5.6.1	Objekt-, Referenz- und Kollektionstypen als Wertebereiche .....	138
5.6.2	Der Objekt-Cache .....	139
5.6.3	Verarbeitung von Objekten und Referenzen in C .....	141
5.6.4	Objekt-Cache-Funktionen .....	145
5.6.5	Wichtige Präcompiler-Optionen für die Objektbearbeitung	148
5.6.6	Verarbeitung von Kollektionen .....	149

5.7	Einbettung in C++ .....	151
5.7.1	Grundlegende Maßnahmen .....	151
5.7.2	C++-Ankopplung .....	151
5.7.3	Ein Beispiel für die C++-Einbettung .....	153
5.8	Präcompiler-Aufruf und Optionen .....	155
5.8.1	Setzen von Optionen .....	155
5.8.2	Präcompiler-Aufruf .....	156
5.8.3	Präcompiler-Optionen .....	156
<b>6</b>	<b>Das Oracle Call Interface (OCI)</b> .....	<b>163</b>
6.1	Einführung und Neuheiten .....	163
6.2	Einrichten und Beenden einer Sitzung .....	165
6.2.1	OCIInitialize .....	165
6.2.2	OCIEnvInit .....	166
6.2.3	OCIHandleAlloc .....	167
6.2.4	Aktionen bei Beendigung der Anwendung .....	173
6.3	Bearbeiten von SQL-Anweisungen .....	174
6.3.1	Definition der auszuführenden SQL-Anweisungen .....	175
6.3.2	Analyse und Übersetzung der Anweisung .....	175
6.3.3	Zuordnung von Eingabevariablen .....	176
6.3.4	Zuordnung von Ausgabevariablen .....	178
6.3.5	Ausführung der Anweisung .....	179
6.3.6	Übergabe weiterer Ergebniswerte .....	181
6.4	Arbeiten mit Objekten .....	181
6.4.1	Voraussetzungen .....	181
6.4.2	Beschaffen einer Objektreferenz .....	182
6.4.3	Transferieren von Objekten in den Objekt-Cache .....	185
6.4.4	Bearbeitung der Objektattribute .....	186
6.4.5	Durchführung von Änderungen .....	187
6.4.6	Bearbeitung von eingebetteten Objekten .....	188
6.4.7	Bearbeitung von komplexen Objekten (COR) .....	188
6.4.8	Traversierungen .....	191
6.4.9	Anlegen neuer Objekte .....	192
6.5	OCI-Datentypen .....	194
6.5.1	Datentyp-Abbildung .....	194
6.5.2	Bearbeitung von skalaren Datentypen .....	195
6.5.3	Bearbeitung von Kollektionen .....	196
<b>7</b>	<b>PL/SQL – Die Datenbankprogrammiersprache</b> .....	<b>201</b>
7.1	PL/SQL-Blöcke und ihre Verwendung .....	203
7.2	Deklarationen in PL/SQL .....	205
7.2.1	Variablen und Konstanten .....	205
7.2.2	Vordefinierte Datentypen .....	206
7.2.3	Komplexe Typen und Subtypen .....	210
7.2.4	Cursor und Cursor-Variablen .....	212
7.2.5	Prozeduren und Funktionen .....	214
7.2.6	Ausnahmen .....	215

7.3	Anweisungen in PL/SQL .....	215
7.3.1	Elementare Anweisungen .....	215
7.3.2	Verzweigungen .....	216
7.3.3	Geschachtelte Blöcke .....	217
7.3.4	Marken und Sprünge .....	218
7.3.5	Schleifen .....	218
7.3.6	Prozeduraufrufe .....	219
7.4	SQL-Einbettung .....	220
7.4.1	Anfragebearbeitung .....	220
7.4.2	Aufruf von Änderungsoperationen .....	224
7.5	Ausnahmebehandlung .....	225
7.5.1	Benutzerdefinierte Ausnahmebehandlung .....	225
7.5.2	Vordefinierte Ausnahmen .....	229
7.5.3	Anwenderdefinierte Ausnahmen zu Oracle-Fehlern .....	230
7.5.4	Ausgabe von Fehlermeldungen .....	230
7.6	Objekte und Referenzen .....	230
7.6.1	Objekterzeugung und -belegung .....	231
7.6.2	Objektbearbeitung .....	232
7.6.3	Referenzen .....	233
7.6.4	Nullwerte .....	235
7.7	Kollektionen .....	235
7.7.1	Deklaration von Kollektionen .....	236
7.7.2	Interaktion mit SQL .....	237
7.7.3	Behandlung von Kollektionen in PL/SQL .....	238
7.8	Gespeicherte Prozeduren und Pakete .....	242
7.8.1	Gespeicherte Prozeduren (»Stored Procedures«) .....	242
7.8.2	Externe Prozeduren .....	243
7.8.3	PL/SQL-Pakete .....	246
7.8.4	Standardpakete .....	249
7.8.5	Das Standardpaket DBMS_LOB .....	250
7.9	Trigger .....	252
7.9.1	Definition von Triggern .....	252
7.9.2	Auslösende Ereignisse .....	254
7.9.3	Trigger-Bedingungen .....	254
7.9.4	Trigger-Typen .....	255
7.9.5	INSTEAD OF-Trigger .....	256
7.9.6	Trigger-Ausführung .....	256
7.9.7	Anwendung von Triggern .....	259
7.9.8	Interna und Migration .....	260
7.9.9	Ändern von Trigger-Definitionen .....	260
7.10	Methodenimplementierung .....	261
7.11	Einbettung in Pro*C und SQL*Plus .....	264
7.11.1	Anonyme PL/SQL-Blöcke .....	264
7.11.2	Datenaustausch zwischen Pro*C und PL/SQL .....	265

<b>8</b>	<b>Transaktionssteuerung</b>	<b>267</b>
8.1	Transaktionen	267
8.1.1	Transaktionsgrenzen	267
8.1.2	Sicherungspunkte (Savepoints)	268
8.1.3	Transaktionen in verteilten Datenbanken	269
8.1.4	Tuningmöglichkeiten	270
8.2	Isolation von Transaktionen	270
8.2.1	Isolationsstufen	270
8.2.2	Konsistenz auf Anweisungsebene	271
8.2.3	Fehlersituationen	272
8.3	Sperrverhalten	272
8.3.1	Überblick	272
8.3.2	Sperren auf Daten	273
<b>9</b>	<b>Physische Speicherung und Tuning</b>	<b>281</b>
9.1	Die logische Speicherorganisation	281
9.1.1	Datenbanken	281
9.1.2	Tablespaces	282
9.1.3	Segmente, Extents und Datenblöcke	284
9.1.4	Speicherplatzzuordnung und -organisation	285
9.1.5	Interne Speicherung von Kollektionen	286
9.1.6	Änderung der Speicherorganisation von Tabellen	288
9.2	Indexe	289
9.2.1	Allgemeine Syntax von CREATE INDEX	289
9.2.2	Indexorganisierte Tabellen	290
9.2.3	Bitmap-Indexe	291
9.2.4	Cluster-Indexe	295
9.2.5	Indexe über systeminterne Attribute	299
9.2.6	Ändern der Indexorganisation	301
<b>10</b>	<b>Cartridges</b>	<b>303</b>
10.1	Image-Cartridge	303
10.1.1	Übersicht über die Funktionalität	303
10.1.2	Typen und Methoden	304
10.1.3	Beispiele zur Benutzung der ConText-Cartridge	307
10.2	ConText-Cartridge	310
10.2.1	Textanfragen	311
10.2.2	Anfragemethoden	315
10.2.3	Linguistische Dienste	319
10.2.4	Technische Einzelheiten	319
10.3	Spatial-Cartridge (Spatial Data Option)	322
10.3.1	Prinzipielle Arbeitsweise	323
10.3.2	Das Spatial-Cartridge-Datenmodell	323
10.3.3	Struktur der Layer-Tabellen	325
10.3.4	Erzeugen und Füllen der Tabellen	328
10.3.5	Geometrische Anfragen	329
10.3.6	Partitionierte Punkte-Tabellen	332

<b>11</b>	<b>Weitere Konzepte</b>	<b>333</b>
11.1	Grundlagen der Oracle-Systemarchitektur .....	334
11.1.1	Datenbanken und Instanzen .....	334
11.1.2	Oracle auf verschiedenen Rechnerarchitekturen .....	337
11.2	Verteilung und Replikation .....	338
11.2.1	Verteilung .....	338
11.2.2	Replikation .....	340
11.3	Partitionierung .....	341
11.4	Zugriffsschutz .....	342
11.5	Systemtabellen .....	343
11.6	Verbesserung der Performanz für Data-Warehouse-Anwendungen	344
11.7	Oracle-Werkzeuge .....	345
11.8	Web-Assistent .....	348
11.8.1	Einführung .....	348
11.8.2	Aufbau der HTML-Musterseiten .....	349
11.8.3	Steuerung der Seitenerzeugung .....	351
11.9	Java und offene Schnittstellen .....	352
11.10	SQL-Standardisierung .....	352
11.11	Abschließende Bemerkung .....	353
<b>Anhang A</b>	<b>– Syntax</b>	<b>355</b>
<b>Anhang B</b>	<b>– Weltausschnitt in UML</b>	<b>357</b>
B.1	Weltausschnitt .....	357
B.2	Die Unified Modeling Language (UML) .....	358
<b>Anhang C</b>	<b>– Das Beispielschema in Oracle8</b>	<b>361</b>
C.1	Benutzerdefinierte Typen .....	361
C.2	Objekttabellen .....	362
C.3	Graphische Darstellung des Schemas .....	363
<b>Anhang D</b>	<b>– OCI-Beispiele</b>	<b>365</b>
D.1	Rahmen für eine Session .....	365
D.2	Bearbeitung einer Select-Anweisung .....	367
D.3	Lesen und Traversieren von Objektreferenzen .....	368
<b>Literatur</b>		<b>371</b>
<b>Index</b>		<b>379</b>