

Themen-Überblick

1	Relationales Modell	1
1.1	Allgemeine Entwicklungsgeschichte	1
1.2.	Terminologie	36
1.3	Anforderungen an ein relationales DBMS	49
1.4	Standardisierung von Datenbank-Methoden und Techniken	68
2	DB2-System-Aufbau	76
2.1	DB2-System-Komponenten und Zusatz-Produkte	76
2.2	Betriebssystem-Komponenten	79
2.3	Allied Agents: Ankoppelbare Trägersysteme	86
2.4	Verteilung und gemeinsame Nutzung der Daten	89
2.5	DB2-Daten-Objekt-Typen	103
2.6	Routinen (Stored Procedures, User-defined Functions) und Trigger	129
3	Voraussetzungen für eine DB2-Einführung	145
3.1	Allgemeine Voraussetzungen	145
3.2	Abgrenzung Produktionssystem -Testsystem	159
3.3	Datenbank-Hierarchie	161
3.4	Informations-Aktualität	162
3.5	Was ist neu im DB2?	163
3.6	Migration ins DB2	165
4	DB2-Sprachschnittstellen	167
4.1	Benutzergruppen und deren Anforderungen	167
4.2	DB2-Sprachschnittstellen für die Benutzergruppen	168
4.3	DB2I: Masken der interaktiven DB2-Oberfläche	190
5	SQL-DDL-Data Definition Language	216
5.1	Dynamische DB2-Objektverwaltung	216
5.2	Anlegen DB2-Objekte: CREATE	218
5.3	Ändern DB2-Objekte: ALTER und RENAME	226
5.4	Löschen DB2-Objekte: DROP	230
6	SQL-DML-Data Manipulation Language	235
6.1	SQL-DML-Anwendungsformen	235
6.2	SELECT - Datenabfragen	236
6.3	INSERT - Dateneinfügung	288
6.4	UPDATE - Datenveränderung	291
6.5	DELETE - Datenlöschung	293
7	SQL-DCL-Data Control Language	295
7.1	DB2-Zugriffsschutzkonzept	295
7.2	GRANT - Erteilen DB2-Privilegien	319
7.3	REVOKE - Aufheben DB2-Privilegien	325
7.4	VIEW - Inhaltsbezogener Datenschutz	329
8	DB2-Katalog	332
8.1	Aufbau und Inhalte	332
8.2	Katalog-Abfragen	336
8.3	Katalog-Veränderungen	347
9	Unabhängigkeit zwischen Daten und Funktionen	348
9.1	Abgrenzung logischer und physischer Aspekte	348
9.2	Unterstützung der Unabhängigkeit durch DB2	352
9.3	Vorteile und Grenzen des DB2-View-Konzepts	363
9.4	Nutzung von Stored Procedures, User-defined Functions und Triggern	368
9.5	Auswirkungen auf das Anwendungs-Design	373

10 Datenentwurf unter DB2	390
10.1 Rolle des ANSI-SPARC-3-Schemata-Ansatzes	390
10.2 Vorgehens-Modell	392
10.3 Logisches Design	403
10.4 Physisches Design	443
11 DB2-Datenspeicherung intern und extern	502
11.1 Übersicht der Speicherungsformen	502
11.2 Space-Management	504
11.3 Datenpool- und Bufferpool-Konzept	537
11.4 VSAM-Datasets	550
11.5 DB2-Utilities für die Unterstützung der Datenspeicherung	553
12 DB2-Datensicherheitseinrichtungen	555
12.1 DB2-Sicherheitsinstrumentarium	555
12.2 Transaktionsabwicklung	557
12.3 LUW-, UOW- und UOR-Konzept	561
12.4 Probleme und Lösungswege der Konkurrenzverarbeitung	567
12.5 DB2-Sperrverfahren	575
12.6 Logging-Einrichtungen	606
12.7 Utilities für die Datensicherheitsunterstützung	617
12.8 AUDIT TRACE	625
12.9 Problembereiche der Datensicherheitseinrichtungen	626
13 Anwendungsprogrammierung unter DB2	628
13.1 Einsatzspektrum von DB2	628
13.2 Programmierung unter DB2	646
13.3 SQL-Spracheinsatz in Anwendungsprogrammen	673
13.4 Besondere Programmier-Techniken unter DB2	727
13.5 CAF - Call Attachment Facility	777
13.6 RRSAF - Recoverable Resource Manager Services Attachment Facility	780
13.7 Dynamic SQL	782
13.8 Programmier-Empfehlungen	797
14 SQL-Performance	800
14.1 Grundlagen der SQL-Performance	800
14.2 Zugriffspfadanalyse des DB2-Optimizers	813
14.3 DB2-Zugriffspfade auf die Daten	830
14.4 Zusammenfassung der relevanten Performance-Komponenten	890
A1 - Anhang - DB2-Basis-Sprachelemente	A1-902
A2 - Anhang - Definition der wichtigsten DB2-Sprachelemente	A2-1022
A3 - Anhang - Definition der DB2-Katalog-Tabellen	A3-1522
A4 - Anhang - Definition der CDB - Communications Database	A4-1574
A5 - Anhang - Definition allgemeiner Strukturen	A5-1578
A6 - Anhang - DB2-Warnungen und Fehlermeldungen	A6-1630
A7 - Anhang 7 - Installations-System-Parameter	A7-1660
A8 - Anhang 8 - Literaturverzeichnis	A8-1665
Index	I - 1666

Inhaltsverzeichnis

1	Relationales Modell	1
1.1	Allgemeine Entwicklungsgeschichte	1
1.1.1	Entwicklung innerhalb IBM	1
1.1.2	Entwicklung außerhalb IBM	1
1.1.3	Produkt-Kompatibilität	2
1.1.3.1	Kompatibilität zwischen den IBM-DB2-Produkten	2
1.1.3.2	Kompatibilität zwischen Fremdhersteller-Produkten und DB2-Produkten	2
1.1.4	Entwicklungsgeschichte von DB2-MVS bzw. DB2 for OS/390	3
1.1.4.1	Grober Überblick	3
1.1.4.2	Die wesentlichen Funktionen der Release-Entwicklungen	4
1.1.4.2.1	Version 2 - Release 1	4
1.1.4.2.2	Version 2 - Release 2	4
1.1.4.2.3	Version 2 - Release 3	5
1.1.4.2.4	Version 3	7
1.1.4.2.5	Version 4	9
1.1.4.2.6	Version 5 - DB2 for OS/390	12
1.1.4.2.7	Version 6 - DB2 Universal Database (UDB) for OS/390	17
1.1.4.2.8	Version 6 nach GA - nach der generellen Verfügbarkeit von V6	22
1.1.4.2.9	Version 7 - DB2 Universal Database (UDB) for OS/390 and z/OS	25
1.1.4.2.10	... und was kommt nach Version 7?	28
1.1.5	Entwicklungsgeschichte von Produkten auf Nicht-OS/390-Plattformen	29
1.1.5.1	Grober Überblick	29
1.1.5.2	Die wesentlichen Release-Entwicklungen für UNIX, Windows und OS/2	30
1.1.5.2.1	Version 5.1	30
1.1.5.2.2	Version 5.2	31
1.1.5.2.3	Version 6.1	32
1.1.5.2.4	Version 7.1	34
1.2.	Terminologie	36
1.2.1	Informationsablage in Tabellenform	36
1.2.1.1	Tabelle (Table, Relation)	36
1.2.1.2	Spalte (Attribut)	36
1.2.1.3	Zeile (Tupel)	37
1.2.1.4	Datenwert (Value)	37
1.2.1.5	Primary-Key (PK)	38
1.2.1.6	Foreign-Key (FK)	38
1.2.1.7	Index	41
1.2.1.8	Daten-Repräsentation und -Ablage	42
1.2.2	Informationsbeziehungen	42
1.2.3	Relationale Sprachschnittstelle	43
1.2.3.1	SQL	46
1.2.3.2	QUEL	47
1.2.3.3	QBE	47
1.2.4	Terminologievergleich konventionelle Systeme - RDBMS	48
1.2.5	Schwächen des Relationen-Modells	48
1.3	Anforderungen an ein relationales DBMS	49
1.3.1	Codd'sches Anforderungsprofil - RM/V2	49
1.3.2	Problembereiche konventioneller DBMS-Typen	61
1.3.2.1	Strukturierte DBMS	61
1.3.2.2	Lineare DBMS	62
1.3.2.3	Komplexe DBMS (OODBMS)	64
1.3.2.4	Fazit	67
1.4	Standardisierung von Datenbank-Methoden und Techniken	68
1.4.1	Standardisierungs-Organisationen	68
1.4.2	Wichtige allgemeine Standards	68
1.4.2.1	Datenbank-Standards	69
1.4.2.1.1	ANSI/SPARC 3-Schemata-Modell	70
1.4.2.1.2	SQL-Standards	71
1.4.3	Die Auswirkungen der bisherigen Standardisierungsmaßnahmen	75
2	DB2-System-Aufbau	76
2.1	DB2-System-Komponenten und Zusatz-Produkte	76
2.1.1	DB2-System-Komponenten	76
2.1.2	DB2-Zusatz-Produkte von IBM	76
2.1.2.1	Zusatz-Features	76
2.1.2.2	Workstation-Plattform	76
2.1.2.3	Daten-Management-Tools	77

2.1.3	Sonstige Tools von IBM	77
2.1.4	Sonstige Tools diverser Software-Hersteller	77
2.1.4.1	Entwicklungswerzeuge für die PAEs	77
2.1.4.2	Verwaltungswerzeuge für die DBADMs	78
2.2	Betriebssystem-Komponenten	79
2.2.1	System-Schichten von OS/390 bzw. z/OS	79
2.2.2	DB2-Subsystem (Lokation oder Server)	80
2.2.3	DB2-Adressraum-Konzept	82
2.2.3.1	Betriebssystem-Features	83
2.2.3.2	Trägersysteme (Allied Agents)	83
2.2.3.3	DB2-System-Adressräume	83
2.2.3.3.1	System-Dienste (System services)	83
2.2.3.3.2	Datenbank-Dienste (Database services)	84
2.2.3.3.3	Internal Resource-Lock-Manager (IRLM)	84
2.2.3.3.4	Distributed Data Facilities (DDF)	84
2.2.3.4	Adressräume für Stored Procedures und/oder User-defined Functions	85
2.3	Allied Agents: Ankoppelbare Trägersysteme	86
2.3.1	Attach-Facility, Connection und Thread	86
2.3.2	Zugriff auf DB2-Ressourcen aus Anwendungen heraus	86
2.3.2.1	Schnittstellen zu den Trägersystem-Typen	86
2.3.2.1.1	TSO-Schnittstelle (DSNELI)	86
2.3.2.1.2	CICS-Schnittstelle (DSNCL)	87
2.3.2.1.3	IMS-Schnittstelle (DFSL1000)	87
2.3.2.1.4	Batch-Schnittstelle mit CAF (DSNALI)	87
2.3.2.1.5	Recoverable Resource Manager-Schnittstelle (DSNRLI)	88
2.3.2.2	Dateiverarbeitungsmöglichkeiten der Trägersystem-Typen	88
2.4	Verteilung und gemeinsame Nutzung der Daten	89
2.4.1	Verteilung der DB2-Daten (distributed data)	89
2.4.1.1	Die Client-Server-Architektur (C/S)	90
2.4.1.2	DRDA - Distributed Relational Database Architecture	91
2.4.1.2.1	Vor Version 6: Systemgesteuerter Zugriff	94
2.4.1.2.2	Vor Version 6: Anwendungsgesteuerter Zugriff	95
2.4.1.2.3	Ab Version 6: DB2-Privat-Protokoll-Zugriff und DRDA-Zugriff	96
2.4.1.3	Technologische Grenzen der Verteilung von Daten	97
2.4.2	Gemeinsame Nutzung der DB2-Daten (shared data)	98
2.4.2.1	DB2 Data Sharing (DS)	99
2.4.2.1.1	Argumente für Data Sharing	99
2.4.2.1.2	Data Sharing im Sysplex	100
2.4.3	DPROP - Data Propagator (IMS-DB2, DB2-IMS)	101
2.5	DB2-Daten-Objekt-Typen	103
2.5.1	Meta-Objekt-Typen für die Speicherung von Daten	103
2.5.1.1	Domain-Konzept und Daten-Typen	104
2.5.1.1.1	Grundsätzliche Überlegungen und Ausgangssituation	104
2.5.1.1.2	Builtin Daten-Typen	104
2.5.1.1.3	Benutzerdefinierte Daten-Typen (UDT = User-defined Data-Types)	105
2.5.1.1.4	LOB = Large Object	105
2.5.1.1.5	Vergleichbarkeit und Konvertierbarkeit der Daten-Typen	106
2.5.1.2	UDT - User-defined Distinct Data-Types	107
2.5.1.2.1	Definition der Daten-Typen	107
2.5.1.2.2	Automatisch generierte Cast-Funktionen	108
2.5.1.2.3	Nutzungsmöglichkeit der Distinct Data-Types	108
2.5.1.2.4	User-defined LOB-Data Types	108
2.5.1.3	Benutzerorientierte DB2-Objekt-Typen	109
2.5.1.3.1	Tabelle/Table (Base Table)	109
2.5.1.3.2	Temporäre Tabelle	113
2.5.1.3.2.1	Created Global Temporary Table	113
2.5.1.3.2.2	Declared Global Temporary Table	113
2.5.1.3.3	DB2-View (Virtual Table)	114
2.5.1.3.4	Synonym	116
2.5.1.3.5	Alias	117
2.5.1.4	Systemorientierte DB2-Objekt-Typen	118
2.5.1.4.1	Index	118
2.5.1.4.2	Tablespace	121
2.5.1.4.3	Indexspace	122
2.5.1.4.4	DB2-Database	122
2.5.1.4.5	Storage Group	123
2.5.1.4.6	LOB-Objekte: Auxiliary Table, Auxiliary Index, LOB-Tablespace	124
2.5.2	DB2-System-Ressourcen	126
2.5.2.1	DB2-Directory - Database DSNDB01	126
2.5.2.2	DB2-Katalog- Database DSNDB06	127
2.5.2.3	Workfiles - Database DSNDB07	127

2.5.2.4	Datenspeicherung von System- und Benutzerdaten	128
2.5.2.5	Utility-Arbeitsdateien	128
2.5.2.6	Log-Dateien	128
2.5.2.7	Bootstrap-Dateien	128
2.5.2.8	DB2-Bibliotheken	128
2.6	Routinen (Stored Procedures, User-defined Functions) und Trigger	129
2.6.1	Terminologie	129
2.6.2	Identifikation von Stored Procedures, Functions und Triggern	131
2.6.2.1	SQL-Pfad, Schema, Specific Name und External Name	131
2.6.2.2	Function Overloading und Function Resolution	131
2.6.3	Der Einsatz von Stored Procedures	132
2.6.3.1	DB2 External Stored Procedures und SQL Procedures	132
2.6.3.2	System-Konzept von DB2 External Stored Procedures	133
2.6.3.2.1	Aufruf einer remote Stored Procedure und Ablauf	134
2.6.3.2.2	Übergabe von Query Result Sets	136
2.6.3.3	Stored Procedures Builder	137
2.6.3.4	Vorteile und Nachteile von Stored Procedures	137
2.6.4	Der Einsatz von benutzerdefinierten Funktionen (User-defined Functions)	138
2.6.4.1	Überblick der Funktions-Typen	138
2.6.4.2	Sourced Function	139
2.6.4.3	External Scalar Function	139
2.6.4.4	External Table Function	139
2.6.4.5	SQL Scalar Function	139
2.6.5	Der Einsatz von Triggern	140
2.6.5.1	Überblick der Trigger-Typen	140
2.6.5.2	Before-Trigger	142
2.6.5.3	After-Trigger	143
2.6.5.3.1	Cascading Effekte bei After Trigger	144
3	Voraussetzungen für eine DB2-Einführung	145
3.1	Allgemeine Voraussetzungen	145
3.1.1	Personelle Voraussetzungen	146
3.1.1.1	Objekt- (OA) bzw. Daten-Administration (DA)	146
3.1.1.2	Datenbank-Administration (DBA)	146
3.1.2	Organisatorische Voraussetzungen	147
3.1.2.1	Auswirkung auf die Anwendungs-Entwicklung	147
3.1.3	Technische Voraussetzungen für DB2 Version 6 for OS/390	149
3.1.3.1	Hardware	149
3.1.3.2	Betriebssystem-Software	150
3.1.3.3	Betriebssystemnahe Standard-Software	150
3.1.3.4	Programmiersprachen	150
3.1.3.5	TP-Manager	151
3.1.3.6	Anwendungsentwicklungs-Tools	151
3.1.3.7	Funktionspezifische Abhängigkeiten	151
3.1.4	Weitere Voraussetzungen für DB2	152
3.1.4.1	Integritätsicherung	153
3.1.4.2	Namenskonventionen	154
3.1.4.2.1	Lokale DB2-Objekte	155
3.1.4.2.2	Verteilte DB2-Objekte (remote)	156
3.1.4.2.3	Sprechende Objektnamen versus nichtsprechende Namen	157
3.2	Abgrenzung Produktionssystem -Testsystem	159
3.3	Datenbank-Hierarchie	161
3.4	Informations-Aktualität	162
3.5	Was ist neu im DB2?	163
3.6	Migration ins DB2	165
4	DB2-Sprach Schnittstellen	167
4.1	Benutzergruppen und deren Anforderungen	167
4.2	DB2-Sprach Schnittstellen für die Benutzergruppen	168
4.2.1	Übersicht der TSO-DSN-Commands	170
4.2.2	Übersicht der SQL-Statements	171
4.2.3	DB2-Befehle/DB2-Commands	179
4.2.4	DB2-Hilfsprogramme/DB2-Utilities	182
4.2.4.1	Utility Job Control	184
4.2.5	Standalone Utilities/Service Aids	185
4.2.6	IMS-Commands	186
4.2.7	CICS-Commands	187

DB2 - Theorie und Praxis

Inhaltsverzeichnis

4.2.8	IRLM-Commands	188
4.2.9	TSO-CLISTS	189
4.3	DB2I: Masken der interaktiven DB2-Oberfläche	190
4.3.1	Einstiegs-Menü (Primary Option Menu)	190
4.3.2	D - DB2I-Defaults	191
4.3.2.1	Cobol-Defaults	191
4.3.3	1 - SPUFI: SQL Processor Using File Input	192
4.3.3.1	SPUFI-Steuerungsmaske	192
4.3.3.2	SPUFI-Defaults	194
4.3.3.3	SPUFI-Edit-Maske	195
4.3.3.4	SPUFI-Browse-Maske	196
4.3.4	2 - DCLGEN: Declarations Generator	197
4.3.4.1	Eingabemaske	197
4.3.4.2	Beispiel einer generierten Ausgabe	199
4.3.5	3 - Program Preparation	200
4.3.5.1	Steuerungsmaske	200
4.3.5.2	Program Preparation 'Compile, Link and Run Panel'	201
4.3.5.3	Include des Attachment-Facilities von SYSLIB	202
4.3.5.4	Beispiel einer generierten Umwandlungs-Prozedur	202
4.3.6	4 - Precompile	203
4.3.7	5 - BIND / REBIND / FREE	204
4.3.7.1	BIND PACKAGE	204
4.3.7.1.1	Steuerungsmaske	204
4.3.7.1.2	Default Panel BIND PACKAGE	205
4.3.7.1.3	System Connection Type Panel	206
4.3.7.1.4	Connection Names Panel	206
4.3.7.2	BIND PLAN	207
4.3.7.2.1	Steuerungsmaske	207
4.3.7.2.2	Default Panel BIND PLAN	208
4.3.7.2.3	Package List Panel	209
4.3.7.3	REBIND PACKAGE	209
4.3.7.4	REBIND PLAN	209
4.3.7.5	REBIND TRIGGER PACKAGE	209
4.3.7.5.1	Steuerungsmaske	209
4.3.8	6 - Run	210
4.3.8.1	Anstoß über Panel	210
4.3.8.2	JCL-Beispiel eines Batch-Ausführungs-Jobs	210
4.3.9	7 - DB2-Commands	211
4.3.10	8 - DB2-Utilities	212
4.3.10.1	Steuerungsmaske	212
4.3.10.2	Panel für Dataset Names	213
4.3.10.3	Panel für Control Statements für LISTDEF- und TEMPLATE-Dataset Names	214
4.3.10.4	Beispiel für generierte Utility-Macros	214
4.3.10.5	Beispiel eines LOAD-Eingabebestandes	214
4.3.10.6	Beispiel von LOAD-Utility-Steuerkarten	215
4.3.10.7	Beispiel des generierten LOAD-Utility-Jobs	215
5	SQL-DDL-Data Definition Language	216
5.1	Dynamische DB2-Objektverwaltung	216
5.2	Anlegen DB2-Objekte: CREATE	218
5.2.1	Beispiele CREATE	221
5.2.1.1	Systemorientierte Daten-Objekte	221
5.2.1.2	Benutzerorientierte Daten-Objekte	222
5.2.1.3	Funktionsorientierte Objekte	224
5.3	Ändern DB2-Objekte: ALTER und RENAME	226
5.3.1	Beispiele ALTER	228
5.3.1.1	Systemorientierte Daten-Objekte	228
5.3.1.2	Benutzerorientierte Daten-Objekte	229
5.3.1.3	Funktionsorientierte Objekte	229
5.3.2	Beispiel RENAME	229
5.4	Löschen DB2-Objekte: DROP	230
5.4.1	Beispiele DROP	233
5.4.1.1	Systemorientierte Daten-Objekte	233
5.4.1.2	Benutzerorientierte Daten-Objekte	234
5.4.1.3	Funktionsorientierte Objekte	234

6 SQL-DML-Data Manipulation Language	235
6.1 SQL-DML-Anwendungsformen	235
6.2 SELECT - Datenabfragen	236
6.2.1 SELECT-Typen	236
6.2.2 Syntax des SELECT-Statements	238
6.2.2.1 Grundformat des SELECT-Statements	238
6.2.2.2 Die logische Abarbeitungsfolge der SELECT-Parameter	239
6.2.2.3 SELECT-Klausel	240
6.2.2.3.1 Bereitstellung von Daten aus einer einzelnen Tabelle	240
6.2.2.3.2 Bereitstellung von Daten aus mehreren Tabellen (Join)	240
6.2.2.3.3 Verdichtung der Result Table (DISTINCT)	240
6.2.2.4 FROM-Klausel	241
6.2.2.4.1 Bereitstellung von Daten aus Basis-Tabellen bzw. Views	241
6.2.2.4.2 Inner und Outer Join	241
6.2.2.4.3 Subselect (Nested Table Expression)	241
6.2.2.5 WHERE-Klausel	242
6.2.2.5.1 Einfache Vergleichsoperatoren	242
6.2.2.5.2 Subquery	242
6.2.2.5.3 Row Expression (Row-Value-Expression)	243
6.2.2.6 ORDER BY-Klausel	243
6.2.2.7 GROUP BY-Klausel	243
6.2.3 Tabelleninhalte der Beispieldtabellen aus Abbildung 1-2	244
6.2.4 Einfache SELECT-Abfragebeispiele aus einer Tabelle	245
6.2.4.1 Einfache Spaltenauswahl (PROJECT)	245
6.2.4.2 Konstante und arithmetisch errechnete Werte	245
6.2.4.3 Vergabe von Namen für Spalten der Result Table	246
6.2.4.4 Auswahl bestimmter Zeilen mit WHERE	246
6.2.4.5 Variable Auswahl bestimmter Zeilen mit WHERE und CASE	247
6.2.5 Boolesche Verknüpfungen und Prädikate	248
6.2.5.1 AND-Verknüpfung	248
6.2.5.2 OR-Verknüpfung	248
6.2.5.3 NOT-Verknüpfung	249
6.2.5.4 BETWEEN-Prädikat	249
6.2.5.5 IN-Prädikat	250
6.2.5.6 LIKE-Prädikat	250
6.2.5.7 NULL-Prädikat	252
6.2.5.8 Mix von Prädikaten und Klammerung	252
6.2.6 Sortierung - ORDER BY	253
6.2.6.1 Auf- und absteigende Sortierung	253
6.2.6.2 Sortierung von abgeleiteten Spalten	254
6.2.7 Funktion (Built-in-Function)	255
6.2.7.1 Column Function	255
6.2.7.2 Scalar Function	256
6.2.7.2.1 Konvertierungs-Funktion	256
6.2.7.2.2 DateTime-Funktion	257
6.2.7.2.3 Sonstige Funktion	259
6.2.7.3 Verschachtelung von Column Function und Scalar Function	260
6.2.8 Gruppierung/ GROUP BY	261
6.2.8.1 HAVING	263
6.2.9 UNION und UNION ALL	264
6.2.10 Selektion aus mehreren Tabellen - JOIN	266
6.2.10.1 Kartesisches Produkt	266
6.2.10.2 Equi-Join	267
6.2.10.3 Join einer Tabelle mit sich selbst	268
6.2.10.4 Inner Join und Outer Join	269
6.2.10.4.1 Übersicht der Ergebnis-Typen	269
6.2.10.4.2 Inner Join	271
6.2.10.4.3 Left Outer Join	271
6.2.10.4.4 Right Outer Join	272
6.2.10.4.5 Full Outer Join	273
6.2.10.4.6 Subselect als Nested Table Expression	274
6.2.10.4.7 Verknüpfung mehrerer Join-Typen und Joins	276
6.2.10.4.8 Verschachtelte Mehrstufige-Joins mit Subselect	277
6.2.10.4.9 Die Wirkung der ON-Klausel	278
6.2.11 Subquery (Sub-Query)	280
6.2.11.1 Allgemeine Syntax	280
6.2.11.2 Non-correlated Subquery	282
6.2.11.2.1 Subquery direkt nach einem Vergleichsoperator	282
6.2.11.2.2 Subquery nach IN	283
6.2.11.2.3 Subquery nach EXISTS	284
6.2.11.2.4 Subquery nach ANY bzw. SOME und ALL	285

DB2 - Theorie und Praxis

Inhaltsverzeichnis

6.2.11.3	Correlated Subquery	286
6.2.11.3.1	Verarbeitungsunterschiede zu non-correlated	286
6.2.11.3.2	Subquery direkt nach einem Vergleichsoperator	287
6.2.11.3.3	Subquery nach EXISTS	287
6.3	INSERT - Dateneinfügung	288
6.3.1	Beispiele für SQL-Dateneinfügungen	289
6.3.1.1	INSERT einer einzelnen Zeile	289
6.3.1.2	INSERT mehrerer Zeilen (Massen-Insert)	290
6.4	UPDATE - Datenveränderung	291
6.4.1	Beispiele für SQL-Datenveränderungen	292
6.5	DELETE - Datenlöschung	293
6.5.1	Beispiele für SQL-Datenlösungen	294
7	SQL-DCL-Data Control Language	295
7.1	DB2-Zugriffsschutzkonzept	295
7.1.1	Überblick	295
7.1.1.1	Vorüberlegungen	295
7.1.1.2	Welche Ressourcen können von DB2 geschützt werden?	296
7.1.1.3	Konsequenzen bei einer vollständigen Auslagerung auf einen ESM	297
7.1.1.4	Aufteilung der Sicherheitsfunktionen zwischen DB2 und einem ESM	298
7.1.2	Autorisierungs-Konzept	299
7.1.2.1	Übergabe der Autorisierungs-Identifikatoren	299
7.1.2.2	Primär-, Sekundär- und Current-Autorisierungs-Id	300
7.1.2.3	Zeitpunkt der Autorisierungsprüfung	301
7.1.2.3.1	Autorisierungsprüfung zur Bind-Zeit	301
7.1.2.3.2	Autorisierungsprüfung zur Ausführungs-Zeit	302
7.1.2.3.3	Autorisierungsprüfung zum Zeitpunkt der Definition einer Package	303
7.1.2.3.4	Autorisierungsprüfung zum Zeitpunkt der Ausführung einer Package	303
7.1.2.4	Autorisierungsprüfung zur Ausführung einer Statement	304
7.1.3	Privilegien-Konzept	304
7.1.3.1	Privilegien-Struktur	304
7.1.3.2	Eigentümer (Owner) und Ersteller (Creator) eines Objektes	305
7.1.3.3	Explizite Privilegien	306
7.1.3.3.1	Grant-Typen und Privilegienbereiche	307
7.1.3.3.2	Zuordnung der Einzel-Privilegien zu DB2-Ressource-Typen	308
7.1.3.4	Implizite Privilegien	309
7.1.3.4.1	Owner eines Objekts	309
7.1.3.4.2	Administrations-Gruppen	311
7.1.4	Welche Privilegien werden wann benötigt?	314
7.1.4.1	Erforderliche Privilegien zur Verwaltung der DB2-Objekte	314
7.1.4.2	Die erforderlichen Privilegien eines Anwendungsentwicklers	316
7.1.4.3	Zusammenspiel von Autorisierungs-Id-Typen und Privilegien	317
7.1.4.3.1	Ausführung von Dynamic SQL-Statements	317
7.1.4.3.2	Plan- und Package-Aktivitäten	318
7.2	GRANT - Erstellen DB2-Privilegien	319
7.2.1	Privilegien-Kategorien	319
7.2.2	Hierarchisches GRANT-Konzept	320
7.2.3	Beispiele GRANT	322
7.3	REVOKE - Aufheben DB2-Privilegien	325
7.3.1	Beispiele REVOKE	328
7.4	VIEW - Inhaltsbezogener Datenschutz	329
7.4.1	Besonderheiten bei der Anwendung in Programmen	330
8	DB2-Katalog	332
8.1	Aufbau und Inhalte	332
8.1.1	Zuordnung der Objekte zu Katalog-Tabellen	334
8.1.2	Referentielle Beziehungen der wichtigsten Katalog-Tabellen	335
8.2	Katalog-Abfragen	336
8.2.1	Katalog-Abfragen der Katalogbeschreibungen	336
8.2.2	Objekt-Abfragen für Anwendungs-Entwickler	337
8.2.3	Abfragen zur Überwachung der optimalen Speicherorganisation	339
8.2.3.1	Katalogspalten-Inhalte und kritische Werte	339
8.2.3.2	Katalog-Queries	342
8.2.4	Katalog-Queries über referentielle Beziehungen	345
8.2.5	Katalog-Queries zur Unterstützung und Kontrolle des Datenschutzes	346
8.3	Katalog-Veränderungen	347

9	Unabhängigkeit zwischen Daten und Funktionen	348
9.1	Abgrenzung logischer und physischer Aspekte	348
9.2	Unterstützung der Unabhängigkeit durch DB2	352
9.2.1	Katalog-Konzept	352
9.2.2	Unabhängigkeit zwischen Programmen und Daten	353
9.2.2.1	Verlagerung von Programmlogik in den DB2-Katalog	355
9.2.2.2	Abhängigkeit von DB2-Katalogstrukturen und SQL-Spracheinsatz	356
9.2.2.3	Konzepte zur Erreichung einer möglichst hohen Anwendungsportabilität	359
9.2.2.3.1	Normungs-Effekt durch den SQL-Spracheinsatz	359
9.2.2.3.2	Open Database Connectivity (ODBC) und der CLI-Spracheinsatz	359
9.2.2.3.3	Einsatz von Standard-Routinen	360
9.2.2.4	Abweichungen von der Katalog-Dynamik	361
9.3	Vorteile und Grenzen des DB2-View-Konzepts	363
9.3.1	Vorteile des DB2-View-Konzepts	363
9.3.2	Nachteile und Grenzen des View-Konzepts	366
9.4	Nutzung von Stored Procedures, User-defined Functions und Triggern	368
9.4.1	Integritätsbewahrung als Aufgabenstellung für die Datenbank	368
9.4.1.1	Komponenten einer "aktiven Datenbank"	369
9.4.1.2	Argumente für und wider eine "aktive Datenbank"	370
9.4.2	Nutzung von Stored Procedures	371
9.4.2.1	Daten-Bereitstellung und Manipulation in einer 'Black Box'	371
9.4.2.2	Vorteile einer Stored Procedure gegenüber einem Unterprogramm	372
9.5	Auswirkungen auf das Anwendungs-Design	373
9.5.1	Sicht des Anwendungs-Programmes auf die Daten	373
9.5.2	Auswirkung der Daten-Modellierung auf die Programm-Sicht	374
9.5.2.1	Sicht auf unnormalierte Daten	375
9.5.2.2	Sicht auf Daten in der ersten Normalform (1 NF)	376
9.5.2.3	Sicht auf Daten in höheren Normalformen (2 NF, 3NF,..)	377
9.5.3	Separierung der Daten-Beschaffung und -Manipulation	378
9.5.3.1	Varianten beim Einsatz von Unterprogrammen und Stored Procedures	380
9.5.3.2	Verlagerung sämtlicher datennaher Dienste in den DB2-Bereich	381
9.5.3.3	Objektorientierte Verwaltung der Daten	382
9.5.3.3.1	Daten-Verwaltung immer über eine zuständige Funktion	383
9.5.4	Konsequenzen eines Client-Server-Konzeptes (CS)	384
9.5.4.1	Zentralisierung versus Dezentralisierung	384
9.5.4.1.1	CS sollte in den Köpfen des Managements beginnen ..	384
9.5.4.1.2	CS benötigt klare Konzepte	385
9.5.4.1.3	Argumente für eine dezentrale Organisationsform (Verteilung)	386
9.5.4.1.4	Argumente für eine zentrale Organisationsform	386
9.5.4.1.5	Fazit	386
9.5.4.2	Varianten der CS-Verarbeitung	387
9.5.4.3	Verteilungsaspekte	388
9.5.4.3.1	Lokale Zuordnung der Ressourcen	388
9.5.4.3.2	Verfügbarkeit der Ressourcen	388
9.5.4.4	Konsequenzen einer Verteilung	389
10	Datenentwurf unter DB2	390
10.1	Rolle des ANSI-SPARC-3-Schemata-Ansatzes	390
10.2	Vorgehens-Modell	392
10.2.1	Entwicklungsgeschichte der relevanten Daten-Modelle	394
10.2.2	ERM - Entity-Relationship-Modell	395
10.2.3	Relationen-Modell (RM)	397
10.2.4	Gemeinsamkeiten von ERM und RM	399
10.3	Logisches Design	403
10.3.1	Normalisierung	404
10.3.1.1	Unnormalisierte Daten	405
10.3.1.2	1NF - Atomic Attribute ohne Wiederhol-Elemente	407
10.3.1.3	2NF - Volle funktionale Abhängigkeit zu allen PK-Bestandteilen	409
10.3.1.4	3NF - Keine transitiven Abhängigkeiten der Nicht-PK-Attribute	411
10.3.1.4.1	Kritische Analyse der erreichten 3NF - Struktur-Qualität	412
10.3.1.5	BCNF - Volle Abhängigkeit zum Candidate Key	413
10.3.1.6	4NF - Keine paarweisen mehrwertigen Abhängigkeiten	414
10.3.1.7	5NF - Ultimative Normal Form - Project-Join-Normalform (PJ/NF)	417
10.3.1.8	Abschlussüberlegungen zur Normalisierung	420
10.3.2	Dokumentation der Daten-Design-Ergebnisse	421
10.3.2.1	Bubbles/Blasendiagramme	421
10.3.2.2	Relationale Notation	422

10.3.2.3	Dependency Diagram	423
10.3.2.4	Netzwerk Diagramm	424
10.3.2.5	Objektorientiertes State Transition Diagram	425
10.3.2.6	DB2-Unterstützungstools	426
10.3.3	Festlegung der referenziellen Verarbeitungs-Regeln	427
10.3.3.1	Darstellung der referenziellen Verarbeitungs-Maßnahmen (RI)	429
10.3.4	Festlegung der Geschäfts-Regeln (Business-Rules)	431
10.3.4.1	Übersicht der Prüf-Regeln für die Business-Rules	432
10.3.4.2	Festlegung der logischen Trigger für die Business-Rules	433
10.3.5	Übersicht der kompletten Integritäts-Regeln und -Maßnahmen	434
10.3.6	Festlegung der konzeptionellen Views	436
10.3.6.1	Bilden von Schemata für spezielle Daten-Sichten	436
10.3.6.1.1	OLAP	436
10.3.7	Checkliste für das logische Daten-Design	440
10.3.7.1	Fachliches Daten-Modell	440
10.3.7.2	Konzeptionelles Daten-Modell	441
10.4	Physisches Design	443
10.4.1	Ableiten der physischen Benutzerobjekte aus logischen Relationen	444
10.4.1.1	Zielsetzungen eines physischen Daten-Modells	444
10.4.1.2	Kandidaten für die physische Implementierung	445
10.4.2	Bewertung der Auswirkungen logisch definierter Zugriffspfade	445
10.4.2.1	Aufwand bei der Datenbeschaffung	447
10.4.2.2	Individuelle Performance-Relevanz	450
10.4.2.3	Auswirkungen der Sperr-Maßnahmen	451
10.4.3	De-Normalisierungs-Maßnahmen	452
10.4.3.1	Daten-Zusammenführung	452
10.4.3.2	Trennung der Daten (Verteilung)	454
10.4.3.3	Bilden zusätzlicher Redundanzen	455
10.4.3.4	Bilden von Schemata für spezielle Datenhaltungs-Konzepte	457
10.4.3.4.1	Data Warehouse	457
10.4.3.4.1.1	Terminologie und Komponenten	457
10.4.3.4.1.2	MOLAP und ROLAP	459
10.4.3.4.1.3	Star-Schema	461
10.4.3.4.1.4	Snowflake-Schema	462
10.4.3.5	Konsequenzen der De-Normalisierung	463
10.4.4	Indizes	464
10.4.4.1	Vor- und Nachteile von Indizes	465
10.4.5	Unterstützung der referenziellen Integrität (RI) durch DB2	467
10.4.5.1	Terminologie und Einrichtung unter DB2	467
10.4.5.2	Definierbare Strukturen	469
10.4.5.2.1	Zulässige Einzel-Struktur-Beziehungen	469
10.4.5.2.2	Logische referenzielle Struktur	471
10.4.5.2.3	Physische referenzielle Struktur (Tablespace-Set)	477
10.4.5.3	Gesamt-Überblick über die DB2-RI-Unterstützung	479
10.4.5.4	Anforderungen an PK und FK	481
10.4.5.4.1	DB2-Primary-Key (PK) und Parent Key	481
10.4.5.4.2	DB2-Foreign-Key (FK)	482
10.4.5.5	Verwaltung der RI-Definitionen im Katalog	483
10.4.5.5.1	Katalog-Informationen für RI	483
10.4.5.5.2	RI-DDL-Beispiele	484
10.4.5.6	Argumente für und wider den Einsatz von DB2-RI	486
10.4.6	Unterstützung der Business Rules mit Funktionen und Triggern	487
10.4.6.1	De-Normalisierungs-Auswirkungen	487
10.4.6.2	Zuordnung der Regeln und Maßnahmen zu den physischen Strukturen	487
10.4.6.3	Funktionale Konsequenzen bei Nicht-Nutzung von DB2-RI	489
10.4.6.4	Funktionale Konsequenzen bei Struktur-De-Normalisierungen	490
10.4.7	Festlegung der sonstigen DB2-Objekte mit ihren Ausprägungen	492
10.4.7.1	Zuordnung Tabelle zu Tablespace	492
10.4.7.1.1	Zuordnung wichtiger Speicher-Charakteristiken	495
10.4.7.1.2	Sperrniveau und Lock-Maßnahmen	497
10.4.7.2	Einsatz von DB2-Views	498
10.4.7.3	Einsatz von DB2-Synonymen und DB2-Alias	498
10.4.7.4	Zuordnung Tablespace und Indexspace zur Database	498
10.4.8	Festlegung der sonstigen physischen Ressourcen	499
10.4.9	DB2-Unterstützungstools	499
10.4.10	Checkliste für das physische DB2-Design	500

11 DB2-Datenspeicherung intern und extern	502
11.1 Übersicht der Speicherungsformen	502
11.2 Space-Management	504
11.2.1 Verwaltung und Adressierung der Daten innerhalb des Page Sets	504
11.2.2 Page Sets	507
11.2.2.1 Linear Page Sets	507
11.2.2.2 Partitioned Page Sets	508
11.2.2.3 LOB-Page Sets	509
11.2.3 Page Typen des File Page Sets	510
11.2.3.1 Header Page	511
11.2.3.2 Space Map Pages	512
11.2.3.3 Daten Pages	514
11.2.3.3.1 Adressierung der Daten-Zeilen	516
11.2.3.3.2 Insert-Strategie innerhalb der Daten-Pages	517
11.2.3.3.3 Update-Strategie bei variablen Zeilen	518
11.2.3.3.4 Delete-Strategie innerhalb der Daten-Pages	518
11.2.3.3.5 Freespace-Verwaltung der Daten-Pages	519
11.2.3.3.6 Plattenplatz-Bedarfs-Ermittlung	521
11.2.3.4 Kompression der Daten (ESA Compression)	524
11.2.4 Page Typen des Index Page Sets	526
11.2.4.1 Header Page	526
11.2.4.2 Space Map Pages	526
11.2.4.3 Index Pages	527
11.2.4.3.1 Non-Leaf Pages	528
11.2.4.3.2 Leaf Pages	529
11.2.4.3.3 Adressierung der Index Pages und der Daten Pages	530
11.2.4.3.4 Insert-Strategie innerhalb der Index-Pages	532
11.2.4.3.5 Update-Strategie innerhalb der Index-Pages	532
11.2.4.3.6 Delete-Strategie innerhalb der Index-Pages	532
11.2.4.3.7 Freespace-Verwaltung der Pages	533
11.2.4.3.8 Verteilung der Non-Partitioned-Index Daten mit Hilfe von PIECESIZE	533
11.2.4.3.9 Plattenplatz-Bedarfs-Ermittlung	534
11.3 Datenpool- und Bufferpool-Konzept	537
11.3.1 Group Bufferpools (GBP)	540
11.3.2 Virtuelles Bufferkonzept	541
11.3.2.1 Lese-Anforderungen	542
11.3.2.2 Schreib-Anforderungen	544
11.3.2.3 Bufferpool-Thresholds	545
11.3.2.4 Mögliche Strategien der Bufferpool-Einrichtung	546
11.3.3 Parallel-Verarbeitung	548
11.4 VSAM-Datasets	550
11.4.1 Nutzung von DFSMS (Storage Management Subsystem)	552
11.5 DB2-Utilities für die Unterstützung der Datenspeicherung	553
12 DB2-Datensicherheitseinrichtungen	555
12.1 DB2-Sicherheitsinstrumentarium	555
12.2 Transaktionsabwicklung	557
12.3 LUW-, UOW- und UOR-Konzept	561
12.3.1 Die Wirkung von SAVEPOINT und ROLLBACK TO SAVEPOINT	564
12.3.2 2-Phasen-Commit (Two-Phase-Commit)	565
12.4 Probleme und Lösungswege der Konkurrenzverarbeitung	567
12.4.1 Verlorener Update	568
12.4.2 Zugriff zu Daten, deren UOW noch nicht abgeschlossen ist	569
12.4.3 Wiederholtes Einlesen von Daten innerhalb einer UOW	570
12.4.4 Lösungswege zum Abbau der Konkurrenz-Problematiken	571
12.4.5 Deadlock	573
12.4.5.1 Vermeidung von Deadlocks	574
12.5 DB2-Sperrverfahren	575
12.5.1 Überblick	575
12.5.2 Transaction Lock	576
12.5.2.1 Lock-Charakteristiken	576
12.5.2.1.1 Lock-Objekt	578
12.5.2.1.1.1 Implizite Lock-Auswirkungen auf die DB2-Systemressourcen	578
12.5.2.1.2 Lock-Dauer	580
12.5.2.1.3 Lock-Niveau	581
12.5.2.1.4 Isolation-Level	585
12.5.2.1.5 Lock-Modus	588
12.5.2.2 LOCK-Besonderheiten bei LOB-Daten	592

12.5.3	Drain Lock	593
12.5.3.1	Drains und Claims	593
12.5.3.2	Utility-Kompatibilitäten	594
12.5.4	IRLM - Internal Resource Lock Manager	595
12.5.4.1	Deadlock/Timeout-Behandlung der Anwendungen	595
12.5.5	Die Konsistenzbewahrung bei Data Sharing (DS)	596
12.5.5.1	Lock-Typen bei Data Sharing	596
12.5.5.2	Zusammenspiel zwischen IRLM und Coupling Facility	598
12.5.6	Konsequenzen für die Anwendungsentwicklung	599
12.5.6.1	Zusammenspiel von Isolation-Level, Lock-Modus und -Dauer	599
12.5.6.2	Verhinderung eines Parallel-Updates	600
12.5.6.2.1	Einsatz des Cursor-Konzeptes	600
12.5.6.2.2	Cursor-Konzept oder SELECT WITH RR bzw. RS?	601
12.5.6.3	Parallelverarbeitung von Online- und Batch-Anwendungen	602
12.5.7	Zusammenfassung der DB2-Lock-Mechanismen	603
12.5.7.1	Welche relevanten Parameter steuern die Lock-Mechanismen?	603
12.5.7.2	Checkliste für den Einsatz der DB2-Lock-Mechanismen	604
12.6	Logging-Einrichtungen	606
12.6.1	Steuerungsfunktionen für die Logging-Abwicklung	608
12.6.1.1	Logging-Philosophie	608
12.6.1.2	Logging-Hierarchie	609
12.6.2	Führen und Ausschreiben von LOG-Informationen	611
12.6.2.1	Maßnahmen zur Reduzierung des LOG-Aufwands	612
12.6.3	Konsistenzsicherung innerhalb des DB2-Subsystems (REDO, UNDO)	613
12.6.3.1	Manuelle, nicht durch DB2 überwachte Konsistenz-Maßnahmen	615
12.6.4	Konsistenzsicherung mit Allied Agents	615
12.6.5	Konsistenzsicherung bei DB2 Data Sharing (DS)	616
12.7	Utilities für die Datensicherheitsunterstützung	617
12.7.1	DB2-Utilities für Sicherungs- und Wiederherstellungs-Maßnahmen	617
12.7.1.1	Zurücksetzen auf konsistenten, aktuellen synchronisierbaren Zeitpunkt	618
12.7.1.2	Zurücksetzen auf früheren, nicht mehr synchronisierbaren Zeitpunkt	621
12.7.1.3	Zurücksetzen von Katalogtischen	621
12.7.1.4	Pending Status	622
12.7.2	Sicherungs- und Wiederherstellungs-Maßnahmen außerhalb von DB2	624
12.7.2.1	ESS - Enterprise Storage Server	624
12.8	AUDIT TRACE	625
12.9	Problembereiche der Datensicherheitseinrichtungen	626
13	Anwendungsprogrammierung unter DB2	628
13.1	Einsatzspektrum von DB2	628
13.1.1	Die verschiedenen Programm-Typen	629
13.1.1.1	Abgrenzung Dialog-, Online-, Batch- und Client/Server-Verarbeitung	629
13.1.1.1.1	Was versteht man unter Batch-Verarbeitung?	630
13.1.1.1.2	Brauchen wir noch die Batch-Verarbeitung?	631
13.1.1.1.3	Abgrenzung der Online- und Batch-Charakteristiken	633
13.1.1.1.4	Client/Server-Charakteristiken	634
13.1.2	Wahl des geeigneten Trägersystems	635
13.1.2.1	Dialog-Verarbeitung	635
13.1.2.1.1	Foreground-Verarbeitung	635
13.1.2.1.2	Background-Verarbeitung	636
13.1.2.2	Batch-Verarbeitung	637
13.1.3	Die verschiedenen Betriebsformen	638
13.1.3.1	Normale Betriebszeiten	638
13.1.3.2	Erweiterte Betriebszeiten (erweiterte Verfügbarkeit)	638
13.1.3.3	24-Stunden-Betrieb (permanente Verfügbarkeit)	639
13.1.3.3.1	Zielsetzungen eines Multi-User-Betriebs	640
13.1.3.3.2	Ein Wort zur 'Permanenz'	640
13.1.4	Programm-Design-Überlegungen	641
13.1.4.1	Programmübergreifende Maßnahmen	641
13.1.4.2	Der Einsatz von SQL: Möglichkeiten und Restriktionen	643
13.2	Programmentwicklung unter DB2	646
13.2.1	Unterstützte Programmiersprachen	646
13.2.1.1	EXEC-SQL-Sprachschnittstelle	646
13.2.1.2	ODBC- bzw. CLI-Sprachschnittstelle (Call Level Interface)	646
13.2.1.3	Java-Sprachschnittstellen (JDBC und SQLJ)	647
13.2.2	Erforderliche Entwicklungsschritte	648
13.2.2.1	DB2I: DCLGEN-Generierung	649

13.2.2.2	DB2-Precompiler	650
13.2.2.2.1	Aufgaben des Precompilers	650
13.2.2.2.2	Precompiler-Optionen	651
13.2.2.2.3	Standard-SQL	654
13.2.2.2.4	Modifikationen der Programm-Source durch den Precompiler	656
13.2.2.3	COBOL SQL-Statement-Coprozessor	657
13.2.2.4	BIND-Prozess	658
13.2.2.4.1	Aufgaben des BIND-Prozesses	658
13.2.2.4.2	Die verschiedenen BIND- und REBIND-Typen	659
13.2.2.4.3	Abgrenzung DBRM, Package und Plan	661
13.2.2.4.4	Die Verwaltung der Packages (BIND, REBIND, DROP, FREE)	662
13.2.2.4.5	Die Zuordnung einer Package aus einem Programm heraus	664
13.2.2.4.6	Die Verwaltung der Pläne (BIND, REBIND, FREE)	665
13.2.2.4.7	Die Zuordnung eines Plans zu einem Programm	667
13.2.2.4.8	Dynamische Plan-Zuordnung im CICS	668
13.2.2.5	Linkage Editor	669
13.2.2.5.1	Aktivieren der Attach-Facility-Schnittstellen	669
13.2.3	Beispiel- und Hilfs-Programme: DSNTIAD, DSNTEP2 und DSNTIAUL	670
13.2.3.1	Übersicht	670
13.2.3.2	DSNTIAUL-Beispiel	671
13.2.3.3	DSNTEP2-Beispiel	672
13.3	SQL-Spracheinsatz in Anwendungsprogrammen	673
13.3.1	Übersicht der Sprachschnittstellen	673
13.3.1.1	Interactive SQL, Embedded SQL, CLI, Static SQL und Dynamic SQL	673
13.3.1.2	SQL-Statements und ihre Programm-Nutzung	674
13.3.1.3	EXEC-Level-Interface: Embedded SQL	675
13.3.1.4	Behandlung von Datenmengen	676
13.3.1.5	CLI: Call-Level-Interface bzw. ODBC-Schnittstelle	677
13.3.1.6	Java-Schnittstellen	679
13.3.1.6.1	JDBC - Java Database Connectivity	681
13.3.1.6.2	SQLJ - SQL for Java	682
13.3.1.7	REXX-Schnittstellen	684
13.3.2	Grundstruktur eines DB2-Programmes im EXEC-Level	685
13.3.2.1	Relevante Komponenten	685
13.3.2.2	Basis-Codier-Regeln für SQL-Statements	686
13.3.2.2.1	Allgemeine Regeln	686
13.3.2.2.2	Assembler-Besonderheiten	687
13.3.2.2.3	C-Besonderheiten	687
13.3.2.2.4	COBOL-Besonderheiten	688
13.3.2.2.5	PL/I-Besonderheiten	690
13.3.2.3	Definition der SQLCA (SQL Communication Area)	691
13.3.2.4	Tabellen- und View-Deklarationen	691
13.3.2.5	Host-Variablen und NULL-Indikatoren	692
13.3.2.5.1	Typen: Host-Variablen und Host-Strukturen	692
13.3.2.5.2	Einlesen von NULL-Markierungen	694
13.3.2.5.3	Setzen von NULL-Markierungen	696
13.3.2.5.4	Einsatzspektrum von Host-Variablen und Indikatoren	697
13.3.2.6	Unterstützte Datentypen	698
13.3.2.6.1	Konvertierungsregeln zwischen DB2-Spalten und Host-Variablen	699
13.3.2.7	Fehlerbehandlung	701
13.3.2.7.1	Überblick	701
13.3.2.7.2	Returncode-Analyse	701
13.3.2.7.3	Auszug einiger relevanter SQLCODEs und SQLSTATEs	703
13.3.2.7.4	WHENEVER	704
13.3.2.7.5	DSNTIAR, DSNTIAC	704
13.3.2.7.6	Behandlung schwerer Fehler	705
13.3.3	Cursor-Konzept	706
13.3.3.1	Übersicht der Sprachmittel	706
13.3.3.2	Überblick über die Cursor-Typen	709
13.3.3.2.1	Positionierung oder Materialisierung der Result Table	710
13.3.3.2.2	Ist die Result Table des Cursors read-only oder updateable?	711
13.3.3.3	Non-Scrollable Cursor	712
13.3.3.3.1	Deklaration des Cursors: DECLARE CURSOR	712
13.3.3.3.2	Eröffnen des Cursors: OPEN	714
13.3.3.3.3	Bereitstellen einzelner Zeilen der Result Table: FETCH	714
13.3.3.3.4	Positioned Update und Delete: WHERE CURRENT OF	715
13.3.3.3.5	Schließen des Cursors: CLOSE	715
13.3.3.3.6	Wann wird die Result Table eines Non-Scrollable Cursors materialisiert?	716
13.3.3.4	Scrollable Cursor	718
13.3.3.4.1	Deklaration des Cursors, DECLARE CURSOR . SCROLL ..	718
13.3.3.4.2	Cursor- und FETCH-Typen und ihre Sichten auf die Daten der Result Table	719
13.3.3.4.3	Informationsbereitstellung eines Scrollable Cursors	720
13.3.3.4.4	Positionierung in der Result Table eines Scrollable Cursors	722
13.3.3.4.5	Manipulationen über die Result Table eines Scrollable Cursors	723

13.3.3.5	Mengenverarbeitung auf Realtime-Daten: das ewige Rätsel	724
13.3.3.6	Einfluss des UOW/UOR-Konzepts auf die Cursor-Verarbeitung	725
13.4 Besondere Programmier-Techniken unter DB2		727
13.4.1	Effiziente Bereitstellung einer Result Table	727
13.4.1.1	Relevante WHERE- und ORDER BY-Komponenten	728
13.4.1.2	Aufsetzen auf einen Composite Key	729
13.4.1.3	Regeln für das Aufsetzen	730
13.4.2	Online-Anwendungen	731
13.4.2.1	Online-Parallel-Update	731
13.4.2.2	Online-Browsing/Blättern	734
13.4.3	Batch- und Multi-User-Anwendungen	735
13.4.3.1	Langlaufende oder ressourceneintensive Anwendungen	735
13.4.3.2	Konsequenzen eines COMMIT-Einsatzes	736
13.4.3.3	Wann wird eine UOW beendet?	737
13.4.3.4	Wirkungen beim Abschluß einer UOR	738
13.4.3.5	Unterstützung von Rollback und Restart der Batch-Programme	739
13.4.3.6	Empfehlungen zum Design von Batch-Langläufern	740
13.4.4	Anwendungen in verteilten Datenbankumgebungen	741
13.4.4.1	Zugriffstypen und Protokolle	741
13.4.4.1.1	DB2-Privat-Protokoll-Zugriff und DRDA-Zugriff	741
13.4.4.1.2	2-Phasen-Commit in einer verteilten Datenbank-Umgebung	742
13.4.4.1.3	Syntax-Anforderungen unterschiedlicher Systeme	742
13.4.4.2	Programmvorbereitungen, Pläne und Packages	743
13.4.4.3	SQL-Statement-Einsatz in Programmen	744
13.4.4.4	Vorteile und Beschränkungen der Nutzung von dreiteiligen Objektnamen	746
13.4.4.5	Behandlung von LOBs bei remote Zugriffen	746
13.4.4.6	Performance- und Integritäts-Aspekte	747
13.4.5	Behandlung von LOB-Werten	749
13.4.5.1	Grundsätzliche Verarbeitungsmöglichkeiten	749
13.4.5.2	LOB-Daten-Typen und ihre Host-Variablen-Repräsentation	750
13.4.5.3	LOB-Locator-Daten-Typen und ihre Host-Variablen-Repräsentation	751
13.4.5.4	LOB-Materialisierung	752
13.4.5.5	LOB-Referenzierung mittels LOB-Locator	752
13.4.6	Entwicklung und Einsatz von Stored Procedures	754
13.4.6.1	Verbesserungen der Version 7	754
13.4.6.2	Aufruf-Varianten einer Stored Procedure	754
13.4.6.3	Parameter der Stored Procedure	755
13.4.6.4	Codier-Beispiele: Aufruf und Parameterübergabe	757
13.4.7	Entwicklung und Einsatz von User-defined Functions	759
13.4.7.1	Überblick der Nutzungsmöglichkeiten	759
13.4.7.2	Aufruf-Varianten einer externen Funktion	759
13.4.7.3	Programmtechnische Besonderheiten	760
13.4.7.3.1	Scratchpad-Bereich	760
13.4.7.3.2	Parallelau-Besonderheiten	760
13.4.7.4	Parameter der User-defined Function	761
13.4.7.5	Codier-Beispiele: Aufruf und Parameterübergabe	762
13.4.7.5.1	External Scalar Function	762
13.4.7.5.2	External Table Function	764
13.4.8	Entwicklung und Einsatz von Triggern	767
13.4.8.1	Programmtechnische Besonderheiten	767
13.4.8.2	Trigger-Beispiele	767
13.4.8.3	Codier-Beispiele: Aufruf mit Übergabe einer Transition-Table	769
13.4.9	Technische Einsatzbedingungen von externen Routinen	770
13.4.9.1	Charakteristiken von externen Routinen	770
13.4.9.2	Zulässige und unzulässige Funktionen	770
13.4.9.3	Behandlung von Spezialregistern	771
13.4.9.4	Haupt- oder Unterprogramm	771
13.4.9.5	Entwicklungs-Komponenten	772
13.4.9.6	Programm- und Adressraum-Konzept	773
13.4.9.6.1	Parametrisierung für WLM-established Adressräume	773
13.4.9.7	Zuordnung von Plan und Packages	774
13.4.10	Sonstige Besonderheiten	775
13.4.10.1	Vergabe einer Ifd. Nummer durch DB2 (z.B. für den PK)	775
13.4.10.2	Änderung des Codier-Sets für Host Variablen	776
13.5 CAF - Call Attachment Facility		777
13.5.1	Vorteile der CAF-Nutzung	777
13.5.2	Entwicklung eines CAF-Programms	777

13.5.3	Nutzbare Funktionen	778
13.5.3.1	Implizite Connection	779
13.5.3.2	Explizite Connection	779
13.5.3.3	Generelle Ausprägungen einer CAF-Connection	779
13.6	RRSAF - Recoverable Resource Manager Services Attachment Facility	780
13.6.1	Vorteile der RRSAF-Nutzung	780
13.6.2	Entwicklung eines RRSAF-Programms	780
13.6.3	Nutzbare Funktionen	781
13.6.3.1	Abschluss einer UOW	781
13.7	Dynamic SQL	782
13.7.1	Abgrenzung zu Static SQL	782
13.7.2	Verhalten von Dynamic SQL-Statements (Statement Behavior)	783
13.7.3	Funktionsspektrum von Dynamic SQL	784
13.7.3.1	Manipulationen und Informationsanforderungen	784
13.7.3.2	Parameter Markers (?)	785
13.7.3.3	SQLDA - SQL Descriptor Area	786
13.7.4	Manipulationen (Non-SELECT)	787
13.7.4.1	Feste Parameter	787
13.7.4.2	Variable Parameter	789
13.7.5	Informations-Anforderungen (SELECT)	790
13.7.5.1	Feste Parameter: Fixed-List-SELECT	790
13.7.5.2	Variable Parameter: Varying-List-SELECT	790
13.7.6	Statement Caching (KEEPDYNAMIC (YES))	794
13.7.7	Resource Limit Facility (RLF) - DB2 Governor	795
13.7.8	Vor- und Nachteile von Dynamic SQL	796
13.8	Programmier-Empfehlungen	797
14	SQL-Performance	800
14.1	Grundlagen der SQL-Performance	800
14.1.1	Einleitung, Ansätze der Optimierung	800
14.1.1.1	Leistungsbeeinflussende Faktoren	800
14.1.1.2	Optimierungs-Möglichkeiten und -Maßnahmen	801
14.1.2	Komponenten der Datenbeschaffung	803
14.1.2.1	Aufgabenteilung von RDS, DM und BM	803
14.1.2.2	Bufferpool-Hit Ratio und MUPA	805
14.1.3	DB2-Tools zur Unterstützung von Performance-Maßnahmen	806
14.1.3.1	Übersicht	806
14.1.3.2	Statistikdaten des Katalogs	807
14.1.4	Die relevanten Zeiten einer Statement-Abwicklung	808
14.1.4.1	DB2-Accounting-Zeiten	808
14.1.5	Parallel-Verarbeitung	810
14.1.5.1	Parallel-Verarbeitungs-Typen	810
14.1.5.2	Query-Typ: CPU bound oder I/O bound	810
14.1.5.3	Effekte der Parallel-Verarbeitung	810
14.1.5.4	Voraussetzungen für die Parallel-Verarbeitung	811
14.1.5.5	Restriktionen bei der Nutzung der Parallel-Verarbeitung	812
14.2	Zugriffspfadanalyse des DB2-Optimizers	813
14.2.1	Aufgaben des Optimizers	813
14.2.2	Parsing	814
14.2.3	Optimization	815
14.2.3.1	Prädikate	815
14.2.3.1.1	Bedingte Verarbeitungsanweisungen (Prädikate)	815
14.2.3.1.2	Prädikat-Kategorien	815
14.2.3.2	Filterung	816
14.2.3.2.1	Inhaltliche Verteilung von Datenwerten	817
14.2.3.2.2	Filter-Faktor (FF)	817
14.2.3.3	STAGE1, STAGE2 und INDEXABLE	821
14.2.3.3.1	Indexable Prädikate	823
14.2.3.3.2	Komplexe Prädikatvorgaben	824
14.2.3.3.3	Column-Correlation	825
14.2.3.3.4	Reihenfolge der Prädikat-Bewertung	826
14.2.3.4	Aufwands-Kalkulation der SQL-Anforderung	827
14.2.3.4.1	Prozess-Kostenschätzung	827
14.2.3.4.2	Auswahl des Zugriffspfades	827
14.2.3.4.3	IO-Kostenermittlung	828
14.2.3.4.4	Timeron	829

DB2 - Theorie und Praxis

Inhaltsverzeichnis

14.3 DB2-Zugriffspfade auf die Daten	830
14.3.1 Analysemöglichkeit der Zugriffspfade	830
14.3.1.1 Rahmenbedingungen	830
14.3.1.2 EXPLAIN und PLAN_TABLE	831
14.3.1.2.1 Einsatz von Host-Variablen beim EXPLAIN	832
14.3.1.2.2 Beeinflussung der Optimizer-Entscheidungen durch OPTHINT	832
14.3.1.3 EXPLAIN und DSN_STATEMNT_TABLE	833
14.3.2 I/O-Zugriffs-Typ	834
14.3.2.1 Sequential Prefetch	835
14.3.2.2 List Prefetch	836
14.3.3 Einfache Zugriffspfade	838
14.3.3.1 Tablespace Scan (File Page Set Scan)	840
14.3.3.2 Index-Zugriffe	841
14.3.3.2.1 Matching Index Scan	841
14.3.3.2.2 Non-Matching Index Scan	843
14.3.3.2.3 Equal Unique Index Access	844
14.3.3.2.4 IN-List Index Scan	845
14.3.3.2.5 One-Fetch Access	846
14.3.3.2.6 Index-Only Access	847
14.3.3.2.7 Multiple Index Access	848
14.3.3.3 Direkter Zeilen-Zugriff über die ROWID	849
14.3.4 Komplexe Zugriffspfade	850
14.3.4.1 Join	851
14.3.4.1.1 Composite Table und New Table, Outer Table und Inner Table	851
14.3.4.1.2 Ausweis von Joins in der PLAN_TABLE	852
14.3.4.1.3 Nested Loop Join	854
14.3.4.1.4 Merge Scan Join	857
14.3.4.1.5 Hybrid Join	859
14.3.4.1.6 Star Join	861
14.3.4.2 UNION	863
14.3.4.3 Nested Table Expression	864
14.3.4.4 Einige Worte zu Outer Joins	865
14.3.4.5 Subquery	867
14.3.4.5.1 Non-correlated Subquery	868
14.3.4.5.2 Correlated Subquery	870
14.3.4.6 Sortierung	872
14.3.4.7 Einige Worte zum Scrollable Cursor	873
14.3.4.8 Parallelverarbeitung	874
14.3.4.9 Materialisierung	875
14.3.5 Beeinflussung der Zugriffspfadentscheidungen	876
14.3.5.1 Statement-Modifikationen durch den Optimizer	876
14.3.5.2 Vorgabe von Zugriffspfad-Empfehlungen für den Optimizer (OPTHINT)	878
14.3.5.3 Möglichkeiten für Anwendungsentwickler	881
14.3.5.3.1 Veränderung von Objekt-Strukturen	881
14.3.5.3.2 Manipulation der Statistiken	884
14.3.5.3.3 Umschreiben von SQL-Statements	885
14.3.5.3.4 OPTIMIZE FOR n ROWS	888
14.3.5.3.5 Die Wirkungen von Host-Variablen beim BIND	889
14.4 Zusammenfassung der relevanten Performance-Komponenten	890
14.4.1 DB2-interne Automatismen	891
14.4.1.1 Zugriffspfad-Effizienz	891
14.4.1.2 Mögliche Zugriffspfade	892
14.4.2 Systemgenerierungs- und Installations-Optionen	893
14.4.3 Objekt-Definitionen	895
14.4.4 Anwendungs-Design und -Programmierung	897
14.4.4.1 SQL-Query-Empfehlungen	899
14.4.4.2 Was tun bei langlaufenden Statements?	900

A1 - Anhang - DB2-Basis-Sprachelemente	A1-902
Große Inhalts-Beschreibung	A1-902
Bedeutung und Aussagen des Syntax-Diagramms	A1-903
Grund-Definitionen der Sprachmittel	A1-904
Zulässige Zeichensätze und Codier-Schemata	A1-904
Zulässige Zeichen und Strings	A1-905
Identifikatoren	A1-906
Namenskonventionen der Objekt-Typen	A1-907
Qualifizierung von unqualifizierten Objekt-Namen	A1-909
Alias, Table, View und Index	A1-909
Qualifizierung von Daten-Typen, Funktionen, Stored Procedures und Triggern	A1-909
Schema und SQL-Pfad	A1-910
Reservierte Worte im SQL	A1-911
Daten-Typen und Daten-Typ-Gruppen	A1-912
Built-in Daten-Typen	A1-913
Zeichenketten/Strings	A1-914
Character Strings	A1-914
Graphic Strings	A1-914
Binary Strings	A1-914
Numerische Daten	A1-915
Binärzahlen	A1-915
Dezimalzahlen	A1-915
Gleitkommazahlen	A1-915
ROWID	A1-915
DateTime	A1-916
Distinct Daten-Typen	A1-917
Konstante	A1-918
Character Strings	A1-918
Graphic Strings	A1-918
Numeric	A1-918
Hierarchische Umwandlung von Daten-Typen (Promotion)	A1-919
Format-Änderung zwischen unterschiedlichen Daten-Typen (Casting)	A1-920
Unterstützte Format-Änderungen von Distinct Daten-Typen	A1-920
Unterstützte Format-Änderungen von Built-in Daten-Typen	A1-921
Daten-Zuweisungen und -Vergleiche	A1-922
String Zuweisungen	A1-923
Speicher-Zuweisungen	A1-923
Ergebnis-Zuweisungen	A1-923
ROWID-Zuweisungen	A1-923
Numerische Zuweisung	A1-924
Zuweisungen von Distinct Daten-Typen	A1-925
Zuweisungen von Werten zu Host-Variablen	A1-925
Zuweisungen von Werten zu sonstigen Empfangsfeldern	A1-925
Numerischer Vergleich	A1-926
String-Vergleich	A1-926
DateTime-Vergleich	A1-926
ROWID-Vergleich	A1-926
Vergleich von Distinct Daten-Typen	A1-927
Regeln für Ergebnis-Daten-Typen (Kompatibilitäts-Regeln)	A1-929
Spezial-Register	A1-930
CURRENT APPLICATION ENCODING SCHEME **	A1-930
CURRENT DATE * ^	A1-930
CURRENT_DATE	A1-930
CURRENT DEGREE **	A1-931
CURRENT LC_CTYPE **	A1-931
CURRENT_LC_CTYPE	A1-931
CURRENT LOCALE LC_CTYPE	A1-931
CURRENT MEMBER	A1-932
CURRENT OPTIMIZATION HINT **	A1-932
CURRENT PACKAGESET **	A1-933
CURRENT PATH **	A1-933
CURRENT_PATH	A1-933
CURRENT FUNCTION PATH	A1-933
CURRENT PRECISION **	A1-934
CURRENT RULES **	A1-934
CURRENT SERVER	A1-935
CURRENT_SQLID **	A1-935
CURRENT TIME *	A1-936

DB2 - Theorie und Praxis

Inhaltsverzeichnis

CURRENT_TIME	A1-936
CURRENT_TIMESTAMP	A1-936
USER	A1-937
Host-Variablen und Host-Strukturen	A1-938
Host-Variablen für die Verarbeitung von LOBs	A1-939
Host- und Indikator-Strukturen	A1-940
Basis-Sprach-Elemente	A1-941
Expression / Ausdruck	A1-942
Operator	A1-944
Expression mit arithmetischen Operanden	A1-944
Expression mit DateTime-Operanden (Duration)	A1-945
DateTime-Arithmetik	A1-946
Case Expression	A1-947
CAST-Spezifikation	A1-949
Predicate / Prädikat	A1-952
Basis-Prädikat	A1-952
Expression und Vergleichs-Operator	A1-952
Row-Value-Expression (Row Expression)	A1-953
Quantifiziertes Prädikat	A1-954
BETWEEN Prädikat	A1-955
EXISTS Prädikat	A1-956
IN Prädikat	A1-957
LIKE Prädikat	A1-958
NULL Prädikat	A1-959
Search Condition / Such-Bedingung	A1-960
AND, OR, NOT und Klammern, eine unendliche Geschichte	A1-961
Function / Funktion	A1-962
Funktions-Typen	A1-962
Funktions-Auflösung (Function Resolution)	A1-964
Bestmögliche Übereinstimmung der Argumente (best fit)	A1-964
Builtin Functions	A1-965
Column Function	A1-966
AVG	A1-966
COUNT	A1-967
COUNT_BIG	A1-968
MAX	A1-968
MIN	A1-969
STDDEV oder STDDEV_POP	A1-970
STDDEV_SAMP	A1-971
SUM	A1-971
VARIANCE oder VAR	A1-972
VARIANCE_SAMP oder VAR_SAMP	A1-972
Scalar Function	A1-973
ABS oder ABSVAL - absoluter Wert aus numerischem Wert	A1-973
ACOS - Arkus-Cosinus aus numerischem Wert	A1-973
ADD_MONTHS - Additon von Monaten	A1-974
ASIN - Arkus-Sinus aus numerischem Wert	A1-974
ATAN - Arkus-Tangens aus numerischem Wert	A1-974
ATANH - Hyperbolischer Arkus-Tangens aus numerischem Wert	A1-975
ATAN2 - Arkus-Tangens aus x- und y-Koordinaten	A1-975
BLOB - Konvertieren Binary Large Object aus String oder ROWID	A1-975
CCSID_ENCODING - Bereitstellen des aktuellen Codier-Schemas	A1-976
CEIL oder CEILING - Aufgerundeter Ganzahlenwert aus einer Nummer	A1-976
CHAR - Konvertieren Character aus Character	A1-976
CHAR - Konvertieren Character aus DateTime	A1-977
CHAR - Konvertieren Character aus Decimal	A1-977
CHAR - Konvertieren Character aus Floating Point	A1-978
CHAR - Konvertieren Character aus Integer	A1-979
CHAR - Konvertieren Character aus ROWID	A1-979
CLOB - Konvertieren Character Large Object aus String oder ROWID	A1-980
COALESCE - Zurückgabe des ersten Wertes ungleich NULL	A1-980
CONCAT - Verkettung von zwei Strings	A1-981
COS - Cosinus aus numerischem Wert	A1-981
COSH - Hyperbolischer Cosinus aus numerischem Wert	A1-982
DATE - Konvertieren Datum aus Character-Wert, Date oder Timestamp	A1-982
DAY - Tag aus Datum oder Date Duration extrahieren	A1-982
DAYOFMONTH - Tag aus Datum extrahieren	A1-983
DAYOFWEEK - Relativen Wochentag aus Datum extrahieren	A1-983
DAYOFWEEK_ISO - Relativen Wochentag aus Datum extrahieren (ISO-Format)	A1-984
DAYOFEYEAR - Relativen Jahrestag aus Datum extrahieren	A1-984
DAYS - Relativen Tag bezogen auf den 01.01.0001 extrahieren	A1-984
DBCLOB - Konvertieren Double Byte Character Large Object aus String	A1-985
DECIMAL oder DEC - Konvertieren Dezimalwert aus numerischem Daten-Typ	A1-985
DECIMAL oder DEC - Konvertieren Dezimalwert aus einer Zahl im String	A1-986

Inhaltsverzeichnis

DEGREES - Konvertieren Grad aus einem Radian-Ausdruck	A1-986
DIGITS - Konvertieren Character aus Dezimalwert oder Binärwert	A1-987
DOUBLE oder DOUBLE_PRECISION - Konvertieren Gleitkommazahl aus Wert	A1-987
EXP - Exponentialfunktion aus Argument extrahieren	A1-988
FLOAT - Konvertieren Gleitkommazahl aus Wert	A1-988
FLOOR - Abgerundeter Ganzahlenwert aus einer Nummer	A1-988
GRAPHIC - Konvertieren Graphic String aus einem String	A1-989
HEX - Hexadezimale Repräsentation eines Arguments	A1-989
HOUR - Stunden aus Datum oder Date Duration extrahieren	A1-990
IDENTITY_VAL_LOCAL - Bereitstellen des zuletzt vergebenen Identity-Wertes	A1-990
IFNULL - Zurückgabe des ersten Wertes ungleich NULL	A1-991
INSERT - Austausch von String-Teilen	A1-991
INTEGER oder INT - Konvertieren Binärwert aus Zahl	A1-991
JULIAN_DAY - Relativen Tag des julian. Datums aus Datum extrahieren	A1-991
LAST_DAY - Letzten Tag eines Monats aus Datum extrahieren	A1-992
LCASE oder LOWER - Konvertieren String in Kleinschrift	A1-992
LEFT - Linken Teil-String aus String extrahieren	A1-993
LENGTH - Länge eines Arguments ermitteln	A1-993
LN oder LOG - Zurückgabe des natürlichen Logarithmus	A1-994
LOCATE - Start-Position eines Suchstrings in String ermitteln	A1-994
LOG10 - Zurückgabe des Zehner-Logarithmus eines Arguments	A1-995
LTRIM - Entfernen linksbündige Blanks im String	A1-995
MAX oder GREATEST - Höchstwert aus einer Werte-Liste ermitteln	A1-995
MICROSECOND - Mikrosekunden aus Timestamp extrahieren	A1-996
MIDNIGHT_SECONDS - Relative Sekunden seit Mitternacht extrahieren	A1-996
MIN oder LEAST - Niedrigsten Wert aus einer Werte-Liste ermitteln	A1-996
MINUTE - Minuten aus Zeit extrahieren	A1-997
MOD - Rest einer Division von zwei Argumenten ermitteln	A1-997
MONTH - Monat aus Datum extrahieren	A1-998
MULTIPLY_ALT - Multiplikation	A1-998
NEXT_DAY - Timestamp eines nächstfolgenden Wochentages bereitstellen	A1-999
NULLIF - NULL erzeugen, wenn zwei Argumente gleich sind	A1-999
POSSTR - Start-Position eines Suchstrings in String ermitteln	A1-1000
POWER - Potenz eines Argumentes ermitteln	A1-1000
QUARTER - Jahres-Quartal aus Datum extrahieren	A1-1001
RADIANS - Konvertieren Radian aus einem Grad-Ausdruck	A1-1001
RAISE_ERROR - Rückgabe eines Fehlercodes mit einem SQLSTATE	A1-1001
RAND - Zufallszahl aus einem Argument bereitstellen	A1-1002
REAL - Konvertieren Gleitkommazahl aus Wert	A1-1002
REPEAT - Wiederholen String n-mal	A1-1003
REPLACE - Teilstring in String ersetzen oder löschen	A1-1003
RIGHT - Rechten Teil-String aus String extrahieren	A1-1004
ROUND - Rundung eines Wertes	A1-1004
ROUND_TIMESTAMP - Rundung eines Timestamps	A1-1005
ROWID - Konvertieren ROWID aus String	A1-1006
RTRIM - Entfernen rechtsbündige Blanks im String	A1-1006
SECOND - Sekunden aus Zeit oder Timestamp extrahieren	A1-1006
SIGN - Indikator des Vorzeichens eines Argumentes extrahieren	A1-1007
SIN - Sinus aus numerischem Wert	A1-1007
SINH - Hyperbolischer Sinus aus numerischem Wert	A1-1007
SMALLINT - Konvertieren Binärwert aus Zahl im String	A1-1008
SPACE - Blank-String erzeugen	A1-1008
SQRT - Quadratwurzel eines Argumentes ermitteln	A1-1008
STRIP - Entfernen Zeichen links- bzw. rechtsbündig im String	A1-1009
SUBSTR - Teilstring aus einem String herauslösen	A1-1009
TAN - Tangens aus numerischem Wert	A1-1010
TANH - Hyperbolischer Tangens aus numerischem Wert	A1-1010
TIME - Konvertieren Zeit aus Character-Wert, Zeit oder Timestamp	A1-1010
TIMESTAMP - Konvertieren Timestamp aus diversen Argumenten	A1-1011
TIMESTAMP_FORMAT - Konvertieren Timestamp aus einem String	A1-1011
TRANSLATE - Übersetzen eines oder mehrerer Zeichen	A1-1012
TRUNCATE oder TRUNC - Abschneiden eines Wertes	A1-1013
TRUNC_TIMESTAMP - Abschneiden eines Timestamps	A1-1013
UCASE oder UPPER - Konvertieren String in Großschrift	A1-1014
VALUE - Zurückgabe des ersten Wertes ungleich NULL	A1-1014
VARCHAR - Konvertieren variable Character aus Character	A1-1014
VARCHAR - Konvertieren variable Character aus Date	A1-1015
VARCHAR - Konvertieren variable Character aus Decimal	A1-1015
VARCHAR - Konvertieren variable Character aus Floating Point	A1-1015
VARCHAR - Konvertieren variable Character aus GRAPHIC	A1-1015
VARCHAR - Konvertieren variable Character aus Integer	A1-1016
VARCHAR - Konvertieren variable Character aus ROWID	A1-1016
VARCHAR_FORMAT - Konvertieren Timestamp aus einem String	A1-1016
VARGRAPHIC - Konvertieren variablen Graphic String aus einem String	A1-1017
WEEK - Woche des Jahres extrahieren	A1-1017
WEEK_ISO - Woche des Jahres extrahieren (nach ISO)	A1-1018
YEAR - Jahr aus Datum extrahieren	A1-1018
	A1-1019

A2 - Anhang - Definition der wichtigsten DB2-Sprachelemente	A2-1022
Grobe Inhalts-Beschreibung	A2-1022
Utility-Kompatibilitäts-Matrix	A2-1023
ALLOCATE CURSOR	A2-1024
-ALTER BUFFERPOOL	A2-1025
ALTER DATABASE	A2-1029
ALTER FUNCTION (External)	A2-1030
ALTER FUNCTION (SQL Scalar)	A2-1036
-ALTER GROUPBUFFERPOOL	A2-1039
ALTER INDEX	A2-1041
ALTER PROCEDURE (External Procedure)	A2-1045
ALTER PROCEDURE (SQL Procedure)	A2-1050
ALTER STOGROUP	A2-1053
ALTER TABLE	A2-1054
ALTER TABLESPACE	A2-1060
-ALTER UTILITY	A2-1064
-ARCHIVE LOG	A2-1066
ASSOCIATE LOCATORS	A2-1068
BEGIN DECLARE SECTION	A2-1070
BIND PACKAGE	A2-1071
BIND PLAN	A2-1079
CALL	A2-1086
-CANCEL THREAD	A2-1089
/CHANGE	A2-1090
CHECK DATA	A2-1091
CHECK INDEX	A2-1095
CHECK LOB	A2-1097
CLOSE	A2-1099
COMMENT ON	A2-1101
COMMIT	A2-1103
CONNECT Übersicht	A2-1104
CONNECT Typ 1	A2-1106
CONNECT Typ 2	A2-1108
COPY	A2-1114
COPYTOCOPY	A2-1119
CREATE ALIAS	A2-1122
CREATE AUXILIARY TABLE	A2-1123
CREATE DATABASE	A2-1124
CREATE DISTINCT TYPE	A2-1126
CREATE FUNCTION Übersicht	A2-1129
CREATE FUNCTION (External Scalar)	A2-1130
CREATE FUNCTION (External Table)	A2-1142
CREATE FUNCTION (Sourced)	A2-1151
CREATE FUNCTION (SQL Scalar)	A2-1156
CREATE GLOBAL TEMPORARY TABLE	A2-1161
CREATE INDEX	A2-1164
CREATE PROCEDURE (External Procedure)	A2-1171
CREATE PROCEDURE (SQL Procedure)	A2-1179
SQL Procedure Body	A2-1186
Mögliche Statement-Typen	A2-1186
Assignment-Statement (SQL-Procedure)	A2-1187
Call-Statement (SQL-Procedure)	A2-1188
CASE-Statement (SQL-Procedure)	A2-1189
Compound-Statement (SQL-Procedure)	A2-1191
GET DIAGNOSTICS-Statement (SQL-Procedure)	A2-1196
GOTO-Statement (SQL-Procedure)	A2-1197
IF-Statement (SQL-Procedure)	A2-1198
LEAVE-Statement (SQL-Procedure)	A2-1199
LOOP-Statement (SQL-Procedure)	A2-1200
REPEAT-Statement (SQL-Procedure)	A2-1201
WHILE-Statement (SQL-Procedure)	A2-1202
CREATE SCHEMA	A2-1203
CREATE STOGROUP	A2-1204
CREATE SYNONYM	A2-1205
CREATE TABLE	A2-1206

CREATE TABLESPACE	A2-1219
CREATE TRIGGER	A2-1228
CREATE VIEW	A2-1234
DCLGEN	A2-1237
DECLARE CURSOR	A2-1240
DECLARE GLOBAL TEMPORARY TABLE	A2-1245
DECLARE STATEMENT	A2-1249
DECLARE TABLE	A2-1250
DECLARE VARIABLE	A2-1251
DELETE	A2-1252
DESCRIBE	A2-1254
DESCRIBE CURSOR	A2-1256
DESCRIBE INPUT	A2-1258
DESCRIBE PROCEDURE	A2-1259
/DISPLAY	A2-1261
-DISPLAY ARCHIVE	A2-1262
-DISPLAY BUFFERPOOL	A2-1263
-DISPLAY DATABASE	A2-1269
-DISPLAY DDF	A2-1276
-DISPLAY FUNCTION SPECIFIC	A2-1277
-DISPLAY GROUP	A2-1278
-DISPLAY GROUPBUFFERPOOL	A2-1279
-DISPLAY LOCATION	A2-1281
-DISPLAY LOG	A2-1283
-DISPLAY PROCEDURE	A2-1284
-DISPLAY RLIMIT	A2-1285
-DISPLAY THREAD	A2-1286
-DISPLAY TRACE	A2-1291
-DISPLAY UTILITY	A2-1294
DROP	A2-1295
DSNC	A2-1299
DSNC DISCONNECT	A2-1300
DSNC DISPLAY	A2-1301
DSNC MODIFY	A2-1303
DSNC STOP	A2-1304
DSNC STRT	A2-1305
DSN1COMP	A2-1306
DSN1COPY	A2-1308
DSN1PRNT	A2-1312
END DECLARE SECTION	A2-1314
EXEC SQL	A2-1315
EXECUTE	A2-1316
EXECUTE IMMEDIATE	A2-1317
EXPLAIN	A2-1318
FETCH	A2-1320
FREE LOCATOR	A2-1323
FREE PACKAGE	A2-1324
FREE PLAN	A2-1326
GRANT COLLECTION PRIVILEGES	A2-1327
GRANT DATABASE PRIVILEGES	A2-1328
GRANT DISTINCT TYPE oder JAR-PRIVILEGES	A2-1330
GRANT FUNCTION/PROCEDURE PRIVILEGES	A2-1331
GRANT PACKAGE PRIVILEGES	A2-1332
GRANT PLAN PRIVILEGES	A2-1333
GRANT SCHEMA PRIVILEGES	A2-1334
GRANT SYSTEM PRIVILEGES	A2-1335
GRANT TABLE/VIEW PRIVILEGES	A2-1337
GRANT USE PRIVILEGES	A2-1339
HOLD LOCATOR	A2-1340
INCLUDE	A2-1341
INSERT	A2-1342
LABEL ON	A2-1345

LISTDEF	A2-1347
LOAD	A2-1349
LOCK TABLE	A2-1363
MERGECOPY	A2-1364
MODIFY RECOVERY	A2-1366
MODIFY STATISTICS	A2-1368
-MODIFY TRACE	A2-1370
OPEN	A2-1371
OPTIONS	A2-1373
PREPARE	A2-1375
QUIESCE	A2-1377
REBIND PACKAGE	A2-1379
REBIND PLAN	A2-1381
REBIND TRIGGER PACKAGE	A2-1383
REBUILD INDEX	A2-1384
RECOVER	A2-1387
-RECOVER BSDS	A2-1392
-RECOVER INDOUBT	A2-1393
-RECOVER POSTPONED	A2-1395
RELEASE (Connection)	A2-1396
RELEASE SAVEPOINT	A2-1397
RENAME	A2-1398
REORG INDEX	A2-1399
REORG TABLESPACE	A2-1405
REPORT	A2-1419
-RESET GENERICLU	A2-1422
-RESET INDOUBT	A2-1423
REVOKE COLLECTION PRIVILEGES	A2-1424
REVOKE DATABASE PRIVILEGES	A2-1425
REVOKE DISTINCT TYPE oder JAR-PRIVILEGES	A2-1426
REVOKE FUNCTION/PROCEDURE PRIVILEGES	A2-1427
REVOKE PACKAGE PRIVILEGES	A2-1428
REVOKE PLAN PRIVILEGES	A2-1429
REVOKE SCHEMA PRIVILEGES	A2-1430
REVOKE SYSTEM PRIVILEGES	A2-1431
REVOKE TABLE/VIEW PRIVILEGES	A2-1432
REVOKE USE PRIVILEGES	A2-1433
ROLLBACK	A2-1434
RUN	A2-1436
RUNSTATS - Übersicht	A2-1437
RUNSTATS INDEX	A2-1443
RUNSTATS TABLESPACE	A2-1444
SAVEPOINT	A2-1447
SELECT (Full-Select)	A2-1448
SELECT (Select-Statement)	A2-1449
SELECT (Sub-Select)	A2-1455
SELECT (SELECT INTO)	A2-1460
-SET ARCHIVE	A2-1461
SET CONNECTION	A2-1462
SET CURRENT APPLICATION ENCODING SCHEME	A2-1463
SET CURRENT DEGREE	A2-1464
SET CURRENT LOCALE LC_CTYPE	A2-1465
SET CURRENT OPTIMIZATION HINT	A2-1466
SET CURRENT PACKAGESET	A2-1467
SET CURRENT PATH	A2-1468
SET CURRENT PRECISION	A2-1469
SET CURRENT RULES	A2-1470
SET CURRENT SQLID	A2-1471
SET host-variable assignment	A2-1472
-SET LOG	A2-1473
-SET SYSPARM	A2-1474
SET transition-variable assignment	A2-1475

SIGNAL SQLSTATE	A2-1476
/SSR	A2-1477
/START	A2-1478
-START DATABASE	A2-1479
-START DB2	A2-1481
-START DDF	A2-1482
-START FUNCTION SPECIFIC	A2-1483
-START PROCEDURE	A2-1484
-START RLIMIT	A2-1485
-START TRACE	A2-1486
/STOP	A2-1490
-STOP DATABASE	A2-1491
-STOP DB2	A2-1493
-STOP DDF	A2-1494
-STOP FUNCTION SPECIFIC	A2-1495
-STOP PROCEDURE	A2-1496
-STOP RLIMIT	A2-1497
-STOP TRACE	A2-1498
STOSPACE	A2-1501
TEMPLATE	A2-1502
-TERM UTILITY	A2-1506
UNLOAD	A2-1507
UPDATE	A2-1516
VALUES	A2-1519
VALUES INTO	A2-1520
WHENEVER	A2-1521

A3 - Anhang - Definition der DB2-Katalog-Tabellen

A3-1522

Gesamt-Überblick

A3-1522

Die referenziellen Beziehungen der Katalog-Tabellen

A3-1523

PK-FK-Beziehungen zwischen Parent- und Dependent Table

A3-1525

Übersicht der Katalog-Tablespaces und Indizes

A3-1526

Zulässige SQL-Statements

A3-1529

Reorganisations-Möglichkeiten

A3-1529

Verarbeitungsmöglichkeiten für Katalog-Objekte

A3-1529

Katalog-Strukturen

A3-1530

Einleitung

A3-1530

SYSIBM.SYSAUXRELS

A3-1530

SYSIBM.SYSCHECKDEP

A3-1530

SYSIBM.SYSCHECKS

A3-1530

SYSIBM.SYSCHECKS2

A3-1531

SYSIBM.SYSCOLAUTH

A3-1531

SYSIBM.SYSCOLDIST

A3-1531

SYSIBM.SYSCOLDIST_HIST

A3-1532

SYSIBM.SYSCOLDISTSTATS

A3-1532

SYSIBM.SYSCOLSTATS

A3-1533

SYSIBM.SYSCOLUMNS

A3-1533

SYSIBM.SYSCOLUMNS_HIST

A3-1535

SYSIBM.SYSCONSTDEP

A3-1536

SYSIBM.SYSCOPY

A3-1536

SYSIBM.SYSDATABASE

A3-1538

SYSIBM.SYSDATATYPES

A3-1538

SYSIBM.SYSDBAUTH

A3-1539

SYSIBM.SYSDBRM

A3-1539

SYSIBM.SYSDUMMY1

A3-1540

SYSIBM.SYSFOREIGNKEYS

A3-1540

SYSIBM.SYSINDEXES

A3-1541

SYSIBM.SYSINDEXES_HIST

A3-1542

SYSIBM.SYSINDEXPART

A3-1542

SYSIBM.SYSINDEXPART_HIST

A3-1543

SYSIBM.SYSINDEXSTATS

A3-1544

SYSIBM.SYSINDEXSTATS_HIST

A3-1544

DB2 - Theorie und Praxis

Inhaltsverzeichnis

SYSIBM.SYSJARCLASS_SOURCE	A3-1545
SYSIBM.SYSJARCONTENTS	A3-1545
SYSIBM.SYSJARDATA	A3-1545
SYSIBM.SYSJAROBJECTS	A3-1545
SYSIBM.SYSJAVAOPTS	A3-1545
SYSIBM.SYSKEYCOLUSE	A3-1545
SYSIBM.SYSKEYS	A3-1546
SYSIBM.SYSLOBSTATS	A3-1546
SYSIBM.SYSLOBSTATS_HIST	A3-1546
SYSIBM.SYSPACKAGE	A3-1546
SYSIBM.SYSPACKAUTH	A3-1549
SYSIBM.SYSPACKDEP	A3-1549
SYSIBM.SYSPACKLIST	A3-1550
SYSIBM.SYSPACKSTMT	A3-1550
SYSIBM.SYSPARMS	A3-1551
SYSIBM.SYSPKSYSTEM	A3-1552
SYSIBM.SYSPLAN	A3-1552
SYSIBM.SYSPLANAUTH	A3-1554
SYSIBM.SYSPLANDEP	A3-1554
SYSIBM.SYSPLSYSTEM	A3-1555
SYSIBM.SYSPROCEDURES	A3-1555
SYSIBM.SYSRELS	A3-1556
SYSIBM.SYSRESAUTH	A3-1556
SYSIBM.SYSROUTINEAUTH	A3-1557
SYSIBM.SYSROUTINES	A3-1557
SYSIBM.SYSROUTINES_OPTS	A3-1560
SYSIBM.SYSROUTINES_SRC	A3-1560
SYSIBM.SYSSCHEMAUTH	A3-1560
SYSIBM.SYSEQUENCES	A3-1561
SYSIBM.SYSEQUENCESDEP	A3-1561
SYSIBM.SYSSTOGROUP	A3-1562
SYSIBM.SYSSTRINGS	A3-1563
SYSIBM.SYSSYNONYMS	A3-1563
SYSIBM.SYSTABAUTH	A3-1564
SYSIBM.SYSTABCONST	A3-1565
SYSIBM.SYSTABLEPART	A3-1565
SYSIBM.SYSTABLEPART_HIST	A3-1566
SYSIBM.SYSTABLES	A3-1567
SYSIBM.SYSTABLES_HIST	A3-1569
SYSIBM.SYSTABLESPACE	A3-1569
SYSIBM.SYSTABSTATS	A3-1570
SYSIBM.SYSTABSTATS_HIST	A3-1571
SYSIBM.SYSTRIGGERS	A3-1571
SYSIBM.SYSUSERAUTH	A3-1571
SYSIBM.SYSVIEWDEP	A3-1572
SYSIBM.SYSVIEWS	A3-1572
SYSIBM.SYSVOLUMES	A3-1573

A4 - Anhang - Definition der CDB - Communications Database

A4-1574

Gesamt-Überblick und referenzielle Beziehungen

A4-1574

CDB-Tabellen-Strukturen

A4-1575

SYSIBM.IPNAMES	A4-1575
SYSIBM.LOCATIONS	A4-1575
SYSIBM.LULIST	A4-1575
SYSIBM.LUMODES	A4-1576
SYSIBM.LUNAMES	A4-1576
SYSIBM.MODESELECT	A4-1577
SYSIBM.USERNAMES	A4-1577

A5 - Anhang - Definition allgemeiner Strukturen

A5-1578

Definitions-Strukturen

A5-1579

SQLCA - SQL Communication Area

A5-1579

Inhaltsverzeichnis

SQLDA - SQL Descriptor Area	A5-1582
Aufgabenstellung der SQLDA	A5-1582
Welche SQL-Statements nutzen die SQLDA?	A5-1582
Struktur der SQLDA	A5-1583
SQLDA-Header	A5-1584
SQLVAR-Basis-Entry	A5-1585
SQLVAR-Extended Entry	A5-1586
SQLTYPE und SQLLEN	A5-1587
Sprachspezifische Strukturen für die SQLDA	A5-1588
Parameter-Struktur: Stored Procedures	A5-1590
Parameter-Struktur: User-defined Functions	A5-1593
Tabellen-Strukturen	A5-1597
Zugriffspfad-Analysen	A5-1597
PLAN_TABLE	A5-1597
DSN_STATEMENT_TABLE	A5-1603
DSN_FUNCTION_TABLE	A5-1605
RLF - Resource Limit Facility	A5-1607
RLST - Resource Limit Specification Table	A5-1607
Tables für Utilities	A5-1609
Exception Table für das CHECK-Utility	A5-1609
Mapping Table für das REORG Utility	A5-1610
DDCS - Data Definition Control Support	A5-1611
ART - Application Registration Table	A5-1611
ORT - Object Registration Table	A5-1612
DSNDPSM - Database für SQL-Stored Procedures (nur für DSNTPSMP)	A5-1613
SYSIBM.SYSPSM - Source Code (analog SYSIBM.SYSROUTINES_SRC)	A5-1613
SYSIBM.SYSPSMOPTS - Optionen (analog SYSIBM.SYSROUTINES_OPTS)	A5-1613
SYSIBM.SYSPMOUT - Global Temporary Table	A5-1613
CAF-Funktionen	A5-1614
CALL DSNALI - CONNECT	A5-1614
CALL DSNALI - OPEN	A5-1615
CALL DSNALI - TRANSLATE	A5-1616
CALL DSNALI - CLOSE	A5-1617
CALL DSNALI - DISCONNECT	A5-1618
CAF-Returncodes und Reason-Codes	A5-1619
RRSAF-Funktionen	A5-1620
CALL DSNRLI - IDENTIFY	A5-1620
CALL DSNRLI - SWITCH TO	A5-1621
CALL DSNRLI - SIGNON	A5-1622
CALL DSNRLI - AUTH SIGNON	A5-1623
CALL DSNRLI - CONTEXT SIGNON	A5-1624
CALL DSNRLI - CREATE THREAD	A5-1625
CALL DSNRLI - TERMINATE THREAD	A5-1626
CALL DSNRLI - TERMINATE IDENTIFY	A5-1627
CALL DSNRLI - TRANSLATE	A5-1628
RRSAF-Returncodes und Reason-Codes	A5-1629
A6 - Anhang - DB2-Warnungen und Fehlermeldungen	A6-1630
SQLCODE und SQLSTATE	A6-1630
SQLCODE-Inhalte	A6-1631
SQLSTATE-Klassen	A6-1653
SQLSTATE	A6-1653
SQLSTATE-Inhalte (Zuordnung zu SQLCODEs)	A6-1654
DB2-Messages	A6-1656
DB2-Message-Aufbau	A6-1656
DB2-Subkomponenten	A6-1657
Message-Typ	A6-1658
Message Severity Codes	A6-1658
DB2-Abend Reason Codes (DB2 Codes)	A6-1658
Ressource-Typ	A6-1659
A7 - Anhang 7 - Installations-System-Parameter	A7-1660
Installations-Panels (relevanter Auszug)	A7-1660
A8 - Anhang 8 - Literaturverzeichnis	A8-1665
Index-Stichwortverzeichnis	I - 1666