



PostgreSQL Administration
Seminarunterlage
Version: 5.03

Dieses Dokument wird durch die ORDIX AG veröffentlicht.

Copyright ORDIX AG. Alle Rechte vorbehalten.

Alle Produkt- und Dienstleistungs-Bezeichnungen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Firmen und beziehen sich auf Eintragungen in den USA oder USA-Warenzeichen.

Weitere Logos und Produkt- oder Handelsnamen sind eingetragene Warenzeichen oder Warenzeichen der jeweiligen Unternehmen.

Kein Teil dieser Dokumentation darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung der ORDIX AG weitergegeben oder benutzt werden.

Adressen der ORDIX AG

Die ORDIX AG besitzt folgende Geschäftsstellen

ORDIX AG
Karl-Schurz-Straße 19a
D-33100 Paderborn
Tel.: (+49) 0 52 51 / 10 63 - 0
Fax.: (+49) 01 80 / 1 67 34 90

ORDIX AG
Kleimannbrücke 96
D-48157 Münster
Tel.: (+49) 02 51 / 9 24 35 – 0
Fax.: (+49) 01 80 / 1 67 34 90

ORDIX AG
Am Alten Gaswerk 13 "Musikbox"
D-86156 Augsburg
Tel.: (+49) 08 21 / 507 492 – 0
Fax.: (+49) 01 80 / 1 67 34 90

ORDIX AG
Kreuzberger Ring 13
D-65205 Wiesbaden
Tel.: (+49) 06 11 / 7 78 40 – 00
Fax.: (+49) 01 80 / 1 67 34 90

ORDIX AG
Edmund-Rumpler-Str. 7
D-51149 Köln
Tel.: (+49) 02 21 / 8 70 61 – 0
Fax.: (+49) 01 80 / 1 67 34 90

ORDIX AG
Südwestpark 10-12
D-90449 Nürnberg
Tel.: (+49) 0 52 51 / 10 63 - 0
Fax.: (+49) 01 80 / 1 67 34 90

Internet: <https://www.ordix.de>

Email: seminare@ordix.de

Inhaltsverzeichnis

1 Architektur und Features.....	8
1.1 Überblick	9
1.1.1 Überblick RDBMS	9
1.1.2 Ursprung von PostgreSQL	10
1.1.3 Bezugsquellen und Dokumentation	11
1.1.4 Lizenzmodell	12
1.1.5 Versionierung	13
1.1.6 PostgreSQL Features.....	14
1.1.7 Grenzen von PostgreSQL	16
1.1.8 Wichtige Features	17
1.2 Begriffsdefinitionen.....	18
1.2.1 Datenbank-Cluster	18
1.2.2 Write-Ahead-Log (WAL).....	19
1.2.3 Tablespaces	20
1.2.4 Tupel.....	21
1.2.5 Page und Dirty Page	22
1.3 PostgreSQL-Prozesse	23
1.3.1 Überblick	23
1.3.2 Prozesse anzeigen.....	24
1.4 Serverprozess	25
1.4.1 Backendprozess	26
1.4.2 Hintergrundprozesse	27
1.4.2.1 Checkpoint.....	28
1.4.2.2 Weitere Hintergrund-Prozesse	30
2 Installation.....	31
2.1 Überblick	32
2.2 Voraussetzungen	33
2.3 Kerneleinstellungen.....	34
2.4 Installationsvarianten	35
2.4.1 Überblick	35
2.4.2 Installation über Repository.....	36
2.4.3 Installation mit rpm	38
2.4.4 Installation durch Kompilation	41
2.5 Besonderheiten anderer Betriebssysteme.....	44
3 Ersteinrichtung.....	45
3.1 Umgebungsvariablen	46
3.2 Initialisierung des Clusters	47
3.3 Initialisierung mit pg_createcluster (Debian/Ubuntu)	50
3.4 Modus ändern mit pg_ctl.....	51
3.5 Modus ändern mit pg_ctlcluster (Debian/Ubuntu)	52
3.6 Service einrichten.....	53
3.7 Datenbankstruktur	55
3.7.1 Physikalische und logische Datenbankstruktur.....	55
3.7.2 Data-Ordner	56
3.7.2.1 Ordnerstruktur PGDATA	56
3.7.2.2 Ordner base und OID	57
3.7.2.3 Das Tool oid2name	58
3.7.2.4 Ordner global.....	59
3.7.2.5 Ordner log.....	60
3.7.2.6 Ordner pg_tblsp	61
3.7.2.7 Ordner pg_wal	62
4 Arbeiten mit PostgreSQL.....	63
4.1 Überblick	64
4.2 psql.....	65
4.2.1 Allgemeines zu psql	65

4.2.2	Optionale Umgebungsvariablen.....	66
4.2.3	Verbindungsaufbau	67
4.2.4	Kurzbefehle	69
4.2.4.1	Hilfe und Dateibearbeitung.....	69
4.2.4.2	Objekte anzeigen.....	69
4.2.4.3	Suchreihenfolge.....	70
4.2.4.4	Struktur-Kommandos	71
4.2.4.5	Weitere Kommandos.....	71
4.2.4.6	Anzeige modifizieren	72
4.3	Funktionen aufrufen	73
5	Datenbank erstellen und konfigurieren	74
5.1	Vorüberlegungen.....	75
5.2	Konfigurationsdateien	76
5.2.1	pg_hba.conf.....	76
5.2.1.1	Überblick.....	76
5.2.1.2	Aufbau	77
5.2.1.3	Parameter.....	78
5.2.1.4	Beispiel	80
5.2.2	postgresql.conf.....	81
5.2.2.1	Überblick.....	81
5.3	Alter System.....	82
5.4	Erstkonfiguration	84
5.4.1	Listener und Port.....	84
5.4.2	Server-Logging.....	85
5.4.3	Write Ahead Log (WAL)	87
5.5	Tablespaces	89
5.5.1	Tablespaces erstellen	89
5.5.2	Verwenden von Tablespaces.....	90
5.5.3	Tablespaces anzeigen und löschen.....	91
5.6	Arbeiten mit Datenbanken.....	92
5.6.1	Standarddatenbanken und Templates	92
5.6.2	Templates verwenden	93
5.6.3	Datenbanken erstellen und löschen.....	94
5.6.4	Standardschemata	95
5.6.5	Systemkatalog	96
5.7	Extensions.....	97
5.7.1	Übersicht	97
5.7.2	Verfügbare und installierte Extensions.....	98
5.7.3	Kompilation neuer Extensions.....	99
5.7.4	Einbinden von Extensions	100
5.7.5	Wissenswertes zu Extensions	101
5.7.6	Syntax	102
5.7.7	Wichtige Extensions	103
5.7.7.1	Extension pg_stat_statments	103
6	Benutzerverwaltung	104
6.1	Überblick	105
6.2	Rollen und Benutzer.....	106
6.2.1	Überblick	106
6.2.2	Anlegen von Benutzern und Rollen.....	107
6.2.3	Ändern	108
6.2.4	Löschen	109
6.2.5	Zuweisung von Rollen	110
6.2.6	Spezielle Rollen	111
6.3	Schema	112
6.3.1	Überblick	112
6.3.2	Erstellen	113
6.4	Zugriffsrechte	114
6.4.1	Hierarchie	114

6.4.2	Zugriffsrechte vergeben	115
6.4.3	Zugriffsrechte auf Datenbankebene.....	116
6.4.4	Zugriffsrechte auf Schematas	117
6.4.5	Zugriffsrechte auf Tabellen	118
6.4.6	Standardrechte	119
6.4.7	Beispiele.....	120
6.4.8	Weitere Datenbankobjekte.....	121
7	Sperrmechanismen	122
7.1	Multiversion Concurrency Control (MVCC).....	123
7.1.1	Überblick	123
7.1.2	Implementierung.....	125
7.1.3	Zugriff auf interne Spalten.....	126
7.1.4	Beispiel zu MVCC	127
7.1.5	MVCC – Transaktionsstatus	128
7.2	Isolation Level	129
7.3	Anomalien	131
7.3.1	Lost Update	131
7.3.2	Dirty Read	132
7.3.3	Nonrepeatable Read	133
7.3.4	Phantom Read	134
7.4	Transaktionen beenden	135
8	Backup und Restore	136
8.1	Überblick	137
8.2	Arten von Backups	138
8.3	pg_dump	139
8.4	pg_dumpall.....	141
8.5	Dump einer Datenbank wiederherstellen.....	142
8.6	Datenbankcluster wiederherstellen.....	143
8.7	Objekte mit pg_restore wiederherstellen	144
8.8	Be- und Entladen von Tabellen.....	146
8.9	SQL-Dump vs. Archive Backup	148
8.10	Continuous Archiving und Point-in-Time Recovery	149
8.11	Backup mit pg_basebackup	150
8.12	Restore mit recovery.conf / postgresql.conf.....	151
8.13	barman	152
8.13.1	Was ist barman?	152
8.13.2	barman - Features.....	153
8.13.3	barman - Voraussetzungen	154
8.13.4	barman - Grundeinrichtung	155
8.13.5	barman - Konfigurationsdateien	156
8.13.6	barman – rsync.....	157
8.13.7	barman – Continuous Archiving	158
8.13.8	barman – Vollsicherung.....	159
8.13.9	barman – Restore.....	160
8.13.9.1	barman – PITR	161
9	Wartungstools & Tuning.....	162
9.1	Überblick	163
9.2	VACUUM.....	164
9.2.1	Was ist VACUUM?	164
9.2.2	Der Befehl VACUUM.....	165
9.2.3	VACUUM FULL - Speicherplatz freigeben	167
9.3	Datenbankstatistiken.....	168
9.3.1	Analyze	168
9.3.1.1	Analyze - Überblick.....	168
9.3.1.2	Analyze - Daten	169
9.3.1.3	Analyze - Beispiel	170
9.3.1.4	Analyze - Größe der Stichprobe.....	171

9.3.2	Erweiterte Statistiken.....	172
9.3.2.1	Überblick.....	172
9.3.2.2	Statistikarten.....	173
9.4	Kommando Vacuumdb.....	174
9.5	Parametertuning.....	175
9.5.1	Speicher-Architektur - Überblick	175
9.5.2	Speicher-Architektur – Lokaler Speicher.....	175
9.5.3	Speicher-Architektur – Gemeinsamer Speicher.....	176
9.5.4	Speichernutzung	176
9.6	Performance Monitoring.....	178
9.6.1	Explain.....	179
9.6.2	Betriebssystem-Ebene	180
9.6.3	Statistics Collector.....	181
9.6.4	Performance-Extensions	182
9.6.5	Administration mit pgAdmin	183
9.6.6	PostgreSQL Workload Analyze - PoWA	185
9.6.6.1	Überblick.....	185
9.6.6.2	Installation Archivist.....	186
9.6.6.3	Installation Collector	187
9.6.6.4	Installation Web	188
10	Security	189
10.1	Überblick	190
10.2	Passwortverschlüsselung ab Version 10	191
10.3	SSL-Verschlüsselung.....	192
10.4	Überwachung mit pgaudit	194
10.5	pgaudit - Session Logging.....	196
10.6	pgaudit - Objekt Logging	197
10.7	Verschlüsselung mit pgcrypto	198
11	Advanced	200
11.1	Überblick	201
11.2	Upgrade.....	202
11.2.1	Version	202
11.2.2	Upgrademöglichkeiten.....	203
11.2.3	Minor Update	204
11.2.4	Major Update	205
11.2.5	Upgrade mit pg_upgrade	206
11.3	Foreign Data Wrapper.....	208
11.4	TOAST	212
11.5	Hochverfügbarkeit	213
11.5.1	Gründe für Hochverfügbarkeit.....	213
11.5.2	Ausfallserver bei PostgreSQL	213
11.5.3	File-Based Log Shipping	214
11.5.4	Natives File-Based Log Shipping einrichten	215
11.5.5	Streaming Replication	216
11.5.6	Streaming Replication einrichten (native Methode)	217
11.5.7	Hot Standby.....	218
11.5.8	Cascading Replication.....	219
11.5.9	Synchronous Replication	220
11.5.10	Weitere Replikationsmöglichkeiten	221
11.6	Speichernutzung Maintenance	222
11.7	Speichernutzung / Logging	223
11.7.1	Steuerung Query Planner	224
11.7.2	Checkpoints und WAL	225
11.8	Datenbanksnapshots mit pgStatspack.....	227
11.9	Active Session History mit pgSentinel	228
12	Übungen	229
12.1	Installation	230

12.2	Ersteinrichtung	231
12.3	psql.....	232
12.4	Datenbank erstellen	234
12.5	Benutzerverwaltung	238
12.6	Backup und Restore.....	239
12.7	Tuning	242
12.8	Security	243
12.9	Advanced	244
13	Anhang	246
13.1	Systemkatalog-Tabellen.....	247
13.2	Schema information_schema	249
13.3	Natives Backup	251
13.3.1	Vorbereitung.....	251
13.3.2	Manuelles Backup	253
13.3.3	Backup mit pg_basebackup	254
13.3.4	Tablespace Backup.....	256
13.4	Natives Restore.....	258
13.4.1	Normales Restore	258
13.4.2	Tablespace Restore	259
13.4.3	Point-In-Time-Recovery (PITR).....	261
13.4.4	Restore über Timelines	262
13.5	Barman - Erweitert	263
13.5.1	Barman – Streaming Replication	263
13.5.2	Barman – Kombination rsync / Streaming Replication.....	265
13.6	Native Einrichtung eines Standby-Servers	266
13.6.1	File-Based Log Shipping	266
13.6.2	Streaming Replication	268
13.6.3	Replication Slots.....	270
13.6.4	Log Shipping vs. Streaming Replication	271
14	Lösungen	272
14.1	Übungen Kapitel 1 – Architektur und Features	273
14.2	Übungen Kapitel 2 – Installation	274
14.3	Übungen Kapitel 3 – Ersteinrichtung	279
14.4	Übungen Kapitel 4 – Arbeiten mit PostgreSQL.....	284
14.5	Übungen Kapitel 5 – Datenbank erstellen und konfigurieren	287
14.6	Übungen Kapitel 6 – Benutzerverwaltung.....	299
14.7	Übungen Kapitel 8 – Backup und Restore.....	302
14.8	Übungen Kapitel 9 – Wartungstools und Tuning	312
14.9	Übungen Kapitel 10 – Security	313
14.10	Übungen Kapitel 11 – Advanced	319