

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung und Geschichte</b> .....	<b>1</b>
1.1	Die Geschichte von PostgreSQL .....	2
1.2	Verwendete Versionen .....	3
1.3	Konventionen .....	3
1.4	Software und Skripte .....	3
1.5	Update inside .....	4
<b>2</b>	<b>Installation mit Paketen und aus dem Quellcode</b> .....	<b>5</b>
2.1	Paketinstallation .....	5
2.1.1	Paketinstallation unter Linux .....	5
2.1.2	Paketinstallation unter Windows .....	7
2.1.3	Paketinstallation unter macOS .....	9
2.2	Installation aus dem Quellcode .....	11
2.2.1	Installation aus dem Quellcode unter Linux .....	11
2.2.2	Installation aus dem Quellcode unter Windows .....	13
2.2.3	Installation aus dem Quellcode unter macOS .....	15
2.3	Erste Schritte .....	17
<b>3</b>	<b>Upgrades und Versionen</b> .....	<b>22</b>
3.1	Upgrade mit pg_dumpall .....	23
3.2	Upgrade mit pg_upgrade .....	24
3.3	Upgrade mit logischer Replikation .....	27
3.4	Migration nach Native Partitioning .....	28
3.5	Regressionstests .....	30
<b>4</b>	<b>Die Architektur von PostgreSQL</b> .....	<b>32</b>
4.1	Überblick .....	32
4.2	Memory und Prozesse .....	33
4.2.1	Hintergrundprozesse .....	34
4.2.2	Shared Memory .....	36
4.3	VACUUM .....	44
4.4	Cluster, Datenbanken und Tabellen .....	47

<b>5</b>	<b>Server und Datenbanken administrieren</b>	<b>52</b>
5.1	Parametereinstellungen	52
5.1.1	Einstellungen im Betriebssystem	52
5.1.2	Cluster-Einstellungen	54
5.1.3	Gebietsschema und Zeichensatz	65
5.2	Datenbanken verwalten	68
5.3	Konkurrenz	71
5.4	Die WAL-Archivierung einschalten	74
5.5	Wartungsaufgaben	76
5.5.1	VACUUM	76
5.5.2	ANALYZE	78
5.6	Nützliche Skripte und Hinweise	79
5.6.1	Eine Passwortdatei verwenden	79
5.6.2	Welche Parameter sind Nicht-Standard?	80
5.6.3	Eine Session killen	80
5.6.4	Eine Tabelle nach Excel kopieren	81
5.6.5	Die Datei <code>.psqlrc</code>	82
5.6.6	Einen WAL-Switch manuell auslösen	82
5.6.7	Die PostgreSQL-Server-Logdatei in eine Tabelle laden	83
5.6.8	Automatisches Rotieren von Logdateien	84
5.6.9	Nicht verwendete Indexe identifizieren	84
5.6.10	Microsoft Excel als Datenbank-Client	84
5.6.11	Den Inhalt der Kontrolldatei ausgeben	86
5.6.12	Platzverbrauch von Tabellen	87
5.6.13	Die Anzahl von Verbindungen begrenzen	88
5.6.14	Tabellen und Indexe in einen anderen Tablespace legen	88
5.6.15	Temporäre Dateien verwalten	89
5.6.16	Lang laufende SQL-Anweisungen	90
5.7	Beispielschemata	90
<b>6</b>	<b>Neue Features</b>	<b>92</b>
6.1	JSONB Subscripting	93
6.2	B-Tree Bottom-up Deletion	94
6.3	Pipeline Queries	95
6.4	Große Transaktionen für logische Replikation	96
6.5	Query-ID für SQL-Anweisungen	96
6.6	Sonstige Verbesserungen und Erweiterungen	97
<b>7</b>	<b>Sicherung und Wiederherstellung</b>	<b>99</b>
7.1	Online-Sicherung mit Point-in-time-Recovery	100
7.2	Offline-Sicherung auf Dateisystemebene	105
7.3	SQL Dump	105

<b>8</b>	<b>Sicherheit und Überwachung</b>	<b>110</b>
8.1	Sicherheit	111
8.1.1	Rollen und Privilegien	111
8.1.2	Authentifizierung und Zugangskontrolle	118
8.1.3	Passwortmigration	121
8.1.4	Rechteverwaltung	122
8.1.5	Sichere Verbindungen	127
8.1.6	Out-of-the-box-Sicherheit	132
8.1.7	Hacker-Attacken abwehren	133
8.2	Überwachung	142
8.2.1	Auditing	142
8.2.2	Monitoring	145
<b>9</b>	<b>Logical Decoding</b>	<b>151</b>
9.1	Logical Decoding mit SQL-Funktionen	153
9.2	Logical Decoding mit Java als Consumer	154
<b>10</b>	<b>Replikation und Streaming</b>	<b>158</b>
10.1	Physische Replikation	159
10.1.1	Vorbereitung und Planung	159
10.1.2	Konfiguration und Aktivierung	160
10.1.3	Kaskadenförmige Replikation	164
10.1.4	Hot Standby	165
10.1.5	Synchrone Replikation	166
10.1.6	Die Replikation überwachen	167
10.1.7	Failover und Switchover	170
10.2	Logische Replikation	175
<b>11</b>	<b>Indexe effektiv einsetzen</b>	<b>181</b>
11.1	B-Tree-Index	184
11.2	Block-Range-Index (BRIN)	188
11.3	Hash-Index	192
11.4	Generalized Inverted Index (GIN)	196
11.5	Generalized Search Tree-Index (GiST)	199
11.6	Expression-Index	202
11.7	Partieller Index	203
11.8	Individueller Index	205
11.9	Indexe und Parallelität	209
<b>12</b>	<b>Textverarbeitung</b>	<b>211</b>
12.1	Funktionen, Operatoren und Konfigurationen	213
12.2	Praktische Textverarbeitung	217

<b>13</b>	<b>Performance Tuning</b>	<b>222</b>
13.1	Out-of-the-box-Tuning	222
13.1.1	Goldene Regeln für neue Server und Datenbanken	223
13.1.2	Das Utility pgTune	224
13.1.3	Optimierung von Memory-Parametern	225
13.2	Performance-Analyse	228
13.2.1	Analyse mit dem Statistics Collector	228
13.2.2	Der Background Writer	235
13.2.3	Analyse mit pgstatspack	236
<b>14</b>	<b>Optimierung von SQL-Anweisungen</b>	<b>239</b>
14.1	Ausführungsschritte	240
14.2	Der SQL-Optimizer	241
14.3	Statistiken und Histogramme	242
14.4	Zugriffsmethoden	245
14.5	Join-Methoden	247
14.6	SQL-Optimierung	250
14.6.1	Der EXPLAIN-Befehl	250
14.6.2	Ausführungspläne verstehen und optimieren	255
14.6.3	Parallelisierung von SQL-Ausführungen	264
14.6.4	Logging von SQL-Anweisungen	276
<b>15</b>	<b>Einsatz großer Datenbanken</b>	<b>278</b>
15.1	Skalierung großer Datenbanken	279
15.2	Partitionierung von Tabellen	280
15.3	Paralleles SQL	287
15.4	Materialized Views	289
15.5	Indexe für große Tabellen	290
<b>16</b>	<b>PostGIS</b>	<b>291</b>
16.1	PostGIS und PostgreSQL	291
16.2	PostGIS installieren	292
16.2.1	Paketorientierte Installation	292
16.2.2	Installation aus dem Quellcode	295
16.3	Erste Schritte mit PostGIS	296
16.4	PostGIS in der Praxis anwenden	301
<b>17</b>	<b>Applikationen für PostgreSQL entwickeln</b>	<b>307</b>
17.1	Applikationsdesign	307
17.2	Entwicklungswerkzeuge	311
17.3	PostgreSQL Extensions	312

<b>18</b>	<b>Erweiterungen und Module</b>	<b>313</b>
18.1	Datentypen	313
18.2	Funktionen und Sprachen	314
18.2.1	SQL-Funktionen	314
18.2.2	Funktionen mit prozeduralen Programmiersprachen	319
18.2.3	C-Funktionen	322
18.3	Operatoren	328
18.4	Das Extension-Netzwerk	330
18.4.1	Extensions entwickeln	330
18.4.2	Extensions publizieren	334
<b>19</b>	<b>PL/pgSQL-Funktionen und Trigger</b>	<b>337</b>
19.1	PL/pgSQL-Funktionen	337
19.1.1	Abfragen und Resultsets	341
19.1.2	Cursor verwenden	343
19.1.3	DML-Anweisungen	345
19.1.4	Dynamische SQL-Anweisungen	347
19.1.5	Fehlerbehandlung	348
19.2	Trigger	349
<b>20</b>	<b>Embedded SQL (ECPG)</b>	<b>352</b>
<b>21</b>	<b>Java-Programmierung</b>	<b>362</b>
21.1	Eine Entwicklungsumgebung einrichten	362
21.2	Verarbeitung von Resultsets	365
21.3	DML-Anweisungen und Transaktionen	368
21.4	Bindevariablen verwenden	370
21.5	Java und Stored Functions	371
21.6	Large Objects	374
21.7	JDBC-Tracing	378
<b>22</b>	<b>Die C-Library libpq</b>	<b>381</b>
22.1	Die Entwicklungsumgebung einrichten	381
22.2	Programme mit libpq erstellen	386
<b>23</b>	<b>PHP-Applikationen</b>	<b>399</b>
23.1	Installation und Konfiguration	400
23.2	Applikationen mit PHP entwickeln	402
23.3	Die PDO-API	409
<b>24</b>	<b>REST API</b>	<b>412</b>

<b>25</b>	<b>Client-Programmierung mit Perl-DBI</b>	<b>417</b>
25.1	SELECT-Anweisungen und Resultsets	420
25.2	DML-Anweisungen	424
25.3	Bindevariablen verwenden	425
25.4	Fehlerbehandlung und Tracing	427
25.5	Nützliche Skripte und Beispiele	429
25.5.1	Mehrere Server abfragen	429
25.5.2	Parallele Verbindungen	431
25.5.3	Large Objects verarbeiten	433
25.5.4	Asynchrone Abfragen	434
25.5.5	Datenbanken vergleichen	435
<b>26</b>	<b>Programmierung mit Python</b>	<b>438</b>
26.1	Client-Programmierung mit Python	438
26.2	Server-Programmierung mit PL/Python	445
<b>27</b>	<b>Data Science und Machine Learning</b>	<b>456</b>
27.1	Werkzeuge	457
27.2	Einführung in Data Science	459
27.3	Ein Beispiel	460
27.4	Daten verwalten	464
27.5	Data Cleaning	469
27.6	Daten analysieren	472
27.6.1	SQL-Funktionen	473
27.6.2	Analysen durchführen	478
27.7	Stimmungslagenanalysen	489
<b>28</b>	<b>PostgreSQL in die IT-Landschaft einbinden</b>	<b>498</b>
28.1	Features und Funktionen	498
28.2	Datensicherheit und Wiederherstellung	499
28.3	Desaster Recovery	500
28.4	Überwachung	501
28.5	Administrierbarkeit	501
28.6	Verfügbarkeit	502
28.7	Datensicherheit und Auditing	502
28.8	Performance und Skalierbarkeit	503
28.9	Schnittstellen und Kommunikation	504
28.10	Support	504
28.11	Fazit	505

<b>29</b>	<b>Migration von MySQL-Datenbanken</b>	<b>506</b>
29.1	Unterschiede zwischen MySQL und PostgreSQL	506
29.2	Eine Migration durchführen	508
<b>30</b>	<b>Von Oracle nach PostgreSQL migrieren</b>	<b>513</b>
30.1	Die Migration planen	513
30.2	Unterschiede zwischen Oracle und PostgreSQL	515
30.1.1	Unterschiede der Datentypen	515
30.1.2	Syntaktische und logische Unterschiede	516
30.1.3	Steigerung der Kompatibilität von PostgreSQL	519
30.3	Portierung von Oracle PL/SQL	520
30.4	Tools zur Unterstützung der Migration	523
30.5	Technisches Vorgehen	525
30.6	Ein Migrationsbeispiel	525
30.1.4	Manuelle Migration	526
30.1.5	Migration unter Verwendung von Ora2Pg	532
30.1.6	Große Tabellen laden	536
<b>31</b>	<b>Replikation zwischen Oracle und PostgreSQL</b>	<b>538</b>
31.1	Datenbanklink zwischen Oracle und PostgreSQL	538
31.2	Replikation mit Oracle XStream	544
<b>32</b>	<b>PostgreSQL in der Cloud</b>	<b>556</b>
32.1	Private Cloud	557
32.2	Public Cloud	559
32.3	Hybrid Cloud	562
<b>Index</b>		<b>574</b>