

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Architektur, Modellierung und Entwurf | 1 |
| 1.1 | Datenbanken – was ist das? | 2 |
| 1.2 | Datenbankmanagementsystem | 3 |
| 1.3 | Architektur eines Datenbanksystems | 4 |
| 1.3.1 | Die konzeptuelle Ebene | 5 |
| 1.3.2 | Die externe Ebene | 5 |
| 1.4 | Datenmodellierung | 6 |
| 1.4.1 | Entitäten und Attribute | 7 |
| 1.4.2 | Subtypen und Supertypen | 8 |
| 1.4.3 | Beziehungen | 9 |
| 1.4.4 | Schlüsselattribute und Primärschlüssel | 11 |
| 1.4.5 | Schwache Entitäten | 12 |
| 1.5 | Von der realen Welt zum Modell | 12 |
| 1.5.1 | Schritt 1: Entitäten identifizieren | 12 |
| 1.5.2 | Schritt 2: Beziehungen finden | 13 |
| 1.5.3 | Schritt 3: Kardinalität der Beziehungen festlegen ... | 13 |
| 1.5.4 | Schritt 4: Entitätstypen auf Eindeutigkeit prüfen ... | 14 |
| 1.5.5 | Schritt 5: Das Entity-Relationship-Modell erstellen | 14 |
| 1.5.6 | Schritt 6: Das Modell an der Wirklichkeit prüfen .. | 15 |
| 1.6 | Vom Modell zum Datenbankentwurf | 16 |
| 1.6.1 | Die Umsetzung von Entitätstypen | 16 |
| 1.6.2 | Die Umsetzung von Beziehungstypen | 16 |
| 1.7 | Das relationale Datenmodell | 20 |
| 1.8 | Normalisierung | 23 |
| 1.8.1 | Funktionale Abhängigkeit | 24 |
| 1.8.2 | Die erste Normalform – 1NF | 26 |
| 1.8.3 | Die zweite Normalform – 2NF | 26 |
| 1.8.4 | Die dritte Normalform – 3NF | 27 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1.8.5 | Die Boyce-Codd-Normalform (BCNF) | 29 |
| 1.8.6 | Sinn und Unsinn der Normalisierung | 30 |
| 2 | Downloads und Installationen | 31 |
| 2.1 | Downloads | 31 |
| 2.1.1 | PostgreSQL | 32 |
| 2.1.2 | Webserver | 32 |
| 2.1.3 | PHP | 32 |
| 2.2 | Installationen | 32 |
| 2.2.1 | PostgreSQL | 32 |
| 2.2.2 | Webserver | 37 |
| 2.2.3 | PHP | 37 |
| 2.3 | Testen des Webserver und der PHP-Installation | 38 |
| 3 | PostgreSQL – der Einstieg | 39 |
| 3.1 | Einige Konventionen zur Vergabe von Namen | 39 |
| 3.2 | Das Handwerkszeug: psql | 40 |
| 3.3 | Datenbanken erzeugen – CREATE DATABASE | 43 |
| 3.4 | Tabellen definieren – CREATE TABLE | 44 |
| 3.5 | Die Tabellen mit Daten füllen – INSERT | 47 |
| 3.6 | Auf die Daten zugreifen – SELECT | 50 |
| 3.6.1 | Ergebnisse sortieren – ORDER BY | 52 |
| 3.6.2 | Feldnamen mit Aliasnamen überschreiben – AS | 53 |
| 3.6.3 | Duplikate unterdrücken – DISTINCT | 53 |
| 3.6.4 | Zeilen auswählen – WHERE | 55 |
| 3.6.5 | Die Ausgabemenge beschränken – LIMIT und OFFSET | 58 |
| 3.6.6 | Die Ausgabe an eine Bedingung knüpfen – CASE .. | 58 |
| 3.6.7 | Erweiterte Syntax des SELECT-Kommandos | 59 |
| 3.7 | Datensätze löschen – DELETE | 60 |
| 3.8 | Datensätze aktualisieren – UPDATE | 60 |
| 3.9 | Tabellen löschen – DROP TABLE | 62 |
| 3.10 | Die Tabellenstruktur ändern – ALTER TABLE | 62 |
| 3.11 | Tabellen anderen Benutzern verfügbar machen | 64 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4 | Datentypen in PostgreSQL | 67 |
| 4.1 | Das definierte Unbekannte – NULL | 68 |
| 4.2 | Der Datentyp Boolean | 70 |
| 4.3 | Zeichenketten-Typen | 71 |
| 4.4 | Binary Strings – Der Datentyp bytea | 72 |
| 4.5 | Numerische Typen | 73 |
| 4.6 | Datum und Zeit | 76 |
| 4.6.1 | Datum | 76 |
| 4.6.2 | Du liebe Zeit | 79 |
| 4.6.3 | Intervalle | 79 |
| 4.6.4 | Vordefinierte Konstanten | 80 |
| 4.7 | Geometrische Datentypen | 82 |
| 4.8 | Arrays | 83 |
| 4.8.1 | Eindimensionale Arrays | 85 |
| 4.8.2 | Mehrdimensionale Arrays | 87 |
| 4.9 | Large Objects | 89 |
| 4.10 | Network | 90 |
| 4.11 | Bitstrings | 91 |
| 4.12 | Typkonvertierung | 92 |
| 5 | Operatoren | 93 |
| 5.1 | Logische Operatoren | 93 |
| 5.2 | Vergleichsoperatoren | 94 |
| 5.3 | Arithmetische Operatoren | 96 |
| 5.4 | Operatoren für bitweise Operationen | 97 |
| 5.5 | Operatoren für Zeichenketten | 98 |
| 5.6 | Operatoren für reguläre Ausdrücke | 98 |
| 5.6.1 | Übereinstimmungen finden mit LIKE | 99 |
| 5.6.2 | Reguläre Ausdrücke | 100 |
| 5.7 | Die Operatoren für die geometrischen Datentypen | 102 |
| 5.8 | Die Rangfolge der Operatoren | 105 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 6 | Funktionen in PostgreSQL | 107 |
| 6.1 | Allgemeines | 107 |
| 6.2 | Arithmetische und trigonometrische Funktionen | 108 |
| 6.3 | Funktionen für Zeichenketten | 112 |
| 6.4 | Datums- und Zeitfunktionen | 117 |
| 6.5 | Konvertierungsfunktionen – Formatfunktionen | 120 |
| 6.6 | Verschiedene Funktionen | 124 |
| 6.7 | Aggregatfunktionen | 125 |
| 6.7.1 | Wie arbeiten Aggregatfunktionen? | 125 |
| 6.7.2 | Die Aggregatfunktionen | 126 |
| 6.8 | Funktionen für den Typ bytea | 128 |
| 6.9 | Funktionen für geometrische Datentypen | 130 |
| 6.10 | Kataloginformationen | 132 |
| 7 | Die Datenbankstruktur: Sequenzen und Constraints | 133 |
| 7.1 | Das Datenmodell | 133 |
| 7.2 | Die Umsetzung des ER-Modells | 134 |
| 7.3 | Sequenzen oder der Typ SERIAL | 136 |
| 7.4 | Constraints | 140 |
| 7.4.1 | Der NOT NULL-Constraint | 140 |
| 7.4.2 | Vorgabewerte definieren – DEFAULT | 141 |
| 7.4.3 | Der UNIQUE-Constraint | 143 |
| 7.4.4 | Der CHECK-Constraint | 144 |
| 7.4.5 | PRIMARY KEY-Constraint | 145 |
| 7.4.6 | Referenzielle Integrität mit Fremdschlüsseln – der REFERENCES-Constraint | 147 |
| 7.5 | Die Datendefinition | 154 |
| 8 | Daten importieren und exportieren – die Projektdaten | 159 |
| 8.1 | Einfügen der Reihe nach | 159 |
| 8.2 | Die Dateneingabe innerhalb von psql mit \i | 160 |
| 8.3 | Die Datenbankstruktur testen | 163 |
| 8.4 | Daten importieren und exportieren mit COPY | 164 |
| 8.5 | Das psql-Kommando \copy | 168 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 8.6 | Datensicherung und Daten-Restauration | 168 |
| 8.6.1 | pg_dump | 169 |
| 8.6.2 | pg_dumpall | 171 |
| 8.6.3 | Daten rekonstruieren mit psql und pg_restore | 172 |
| 8.6.4 | Wann restaurieren? | 173 |
| 9 | PostgreSQL und PHP – die Webanwendung | 175 |
| 9.1 | Die Konzeption der Anwendung | 175 |
| 9.2 | Die Startseite | 178 |
| 9.3 | Die Bibliothek – Verbindung aufbauen | 180 |
| 9.4 | HTML und PHP – Datenbankabfragen | 183 |
| 9.5 | Die Ausgabeseite für den Katalog | 185 |
| 9.6 | Die Ergebnisse einer Abfrage mit PHP weiterverarbeiten .. | 188 |
| 9.7 | Eine dynamische Seite mit unterschiedlichen Inhalten | 192 |
| 10 | Abfragen über mehrere Tabellen – SELECTs kombinieren .. | 197 |
| 10.1 | Namenskonventionen | 197 |
| 10.2 | Abfragen verketteten – UNION, INTERSECT, EXCEPT ... | 199 |
| 10.2.1 | UNION | 199 |
| 10.2.2 | INTERSECT | 201 |
| 10.2.3 | EXCEPT | 201 |
| 10.3 | Verbundoperationen – Joins | 203 |
| 10.3.1 | CROSS JOIN | 203 |
| 10.3.2 | INNER JOIN | 208 |
| 10.3.3 | OUTER JOIN | 212 |
| 10.3.4 | SELF JOINS | 218 |
| 10.4 | Unterabfragen – Subselects oder Subqueries | 219 |
| 10.4.1 | Unterabfragen als Ausdrücke | 220 |
| 10.4.2 | Unterabfragen als Wertemengen | 223 |
| 10.4.3 | Korrelierende Unterabfragen – Correlated Subqueries | 227 |
| 10.4.4 | Unterabfragen mit ANY, ALL und EXISTS | 228 |
| 10.5 | Die Ausgabeseite für die Publikationen | 229 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 11 | Erweiterte Abfragen, temporäre Tabellen und Views | 237 |
| 11.1 | Neue Tabellen ableiten | 237 |
| 11.2 | Daten einfügen mit SELECT | 238 |
| 11.3 | Updates aus verschiedenen Datenquellen | 239 |
| 11.4 | Temporäre Tabellen | 240 |
| 11.5 | Views | 241 |
| 11.6 | Cursors | 244 |
| 12 | Datenbanktuning | 247 |
| 12.1 | Indizes | 247 |
| 12.1.1 | Was sind Indizes und wozu werden sie benutzt? .. | 248 |
| 12.1.2 | Einen Index definieren | 250 |
| 12.2 | CLUSTER | 254 |
| 12.3 | Die Optimierung der Daten | 255 |
| 12.3.1 | Die Bearbeitung einer Abfrage | 256 |
| 12.3.2 | Tabellen bereinigen mit VACUUM | 257 |
| 12.4 | Den Ausführungsplan anzeigen mit EXPLAIN | 259 |
| 13 | Transaktionen und Sperren | 265 |
| 13.1 | Was sind Transaktionen? | 265 |
| 13.2 | Das ACID-Prinzip | 269 |
| 13.3 | Die Isolation von Transaktionen | 271 |
| 13.3.1 | Read Committed Isolation Level | 273 |
| 13.3.2 | Serializable Isolation Level | 275 |
| 13.4 | MVCC in PostgreSQL | 278 |
| 13.4.1 | MVCC und implizite Sperren | 278 |
| 13.4.2 | Explizite Sperren für einzelne Datensätze | 281 |
| 13.4.3 | Explizite Sperren auf ganze Tabellen | 284 |
| 13.5 | Deadlocks | 286 |
| 14 | Das PostgreSQL-Rule-System | 289 |
| 14.1 | Wie arbeiten Regeln? | 289 |
| 14.2 | Regeln definieren und löschen | 290 |
| 14.3 | Verschiedene Instanzen eines Datensatzes | 292 |
| 14.4 | Regeln anwenden | 292 |
| 14.5 | Views und Regeln | 293 |
| 14.6 | Achtung Endlosschleifen | 296 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 15 | Eigene Funktionen – stored procedures | 299 |
| 15.1 | Wozu eigene Funktionen? | 299 |
| 15.2 | Neue Funktionen definieren | 300 |
| 15.3 | SQL-Funktionen | 301 |
| 15.3.1 | Parameterlose SQL-Funktionen | 302 |
| 15.3.2 | SQL-Funktionen mit einfachen Datentypen | 303 |
| 15.3.3 | SQL-Funktionen mit zusammengesetzten Datentypen | 308 |
| 15.4 | PL/pgSQL-Funktionen | 309 |
| 15.4.1 | PL/pgSQL hinzuladen | 309 |
| 15.4.2 | Die Struktur von PL/pgSQL | 310 |
| 15.4.3 | Kontrollstrukturen in PL/pgSQL | 322 |
| 16 | Reagieren auf Ereignisse | 337 |
| 16.1 | Trigger erzeugen und löschen | 337 |
| 16.2 | Triggerfunktionen | 339 |
| 16.3 | Ein Anwendungsbeispiel für einen Trigger | 341 |
| 16.4 | Einer sagt's dem anderen – LISTEN und NOTIFY | 345 |
| 17 | Vererbung | 347 |
| 17.1 | Eine Kindtabelle erzeugen | 347 |
| 17.2 | Mit Eltern- und Kindtabellen arbeiten | 349 |
| 17.3 | Tabellen aktualisieren | 351 |
| 17.4 | Warum Vererbung? | 352 |
| 17.5 | Die neue Struktur in der Anwendung | 352 |
| 18 | Large Objects verarbeiten | 355 |
| 18.1 | Bilddaten in einer Datenbank | 355 |
| 18.2 | PHP, Large Objects und binäre Strings | 356 |
| 18.3 | Dateien in eine Tabelle einfügen | 358 |
| 18.4 | Bilddaten auslesen und darstellen | 365 |
| 19 | Ausblick | 375 |
| 19.1 | Die PHP-Variablen | 375 |
| 19.2 | Sessions | 378 |
| 19.3 | Persistente Verbindungen | 382 |

| | | |
|----------|-----------------------------------|------------|
| A | Von MySQL zu PostgreSQL | 385 |
| A.1 | Vorbemerkung | 385 |
| A.2 | Anpassung der Definitionen | 385 |
| A.3 | Die Daten übernehmen | 387 |
| A.4 | Online-Ressourcen und Tools | 388 |
| B | Wichtige Werkzeuge | 389 |
| B.1 | A pg_dump | 389 |
| B.2 | B pg_dumpall | 392 |
| B.3 | C pg_restore | 393 |
| B.4 | D psql | 395 |
| B.5 | Internetadressen | 404 |
| | Index | 407 |