

Slony (Replikation) - *Features*: asynchrone Arbeitsweise; Single Master to multiple Slaves; Slaves können kaskadiert werden, benutzt Trigger, Replikation auf Tabellenebene, keine exklusiven Locks notwendig, kann Schemaänderungen replizieren, alle Tabellen müssen einen Primärschlüssel haben, alle Knoten im Netzwerk müssen immer erreichbar sein, kann keine Large Objects replizieren, kein automatischer Failover.

Administration

pgAdmin: Sehr gutes, umfangreiches, grafisches Tool zur Administration. Einfache Bedienung und übersichtliche Darstellung der Datenbankstruktur. Eine installierte GTK2-Umgebung ist Voraussetzung.

phpPgAdmin: Eine auf PHP basierende Web-Anwendung, die unabhängig vom auf dem Client installierten Betriebssystem benutzt werden kann.

Client-Software für PostgreSQL

ERP/CRM: Compiere, SQL-Ledger

Connectivity: ODBC/JDBC-Treiber, Ruby-, Python und Perl-Bindings, C/C++-Libraries, Qt-Plugin

Stored-Languages: pl/Ruby, pl/Python, pl/Pearl, pl/Java

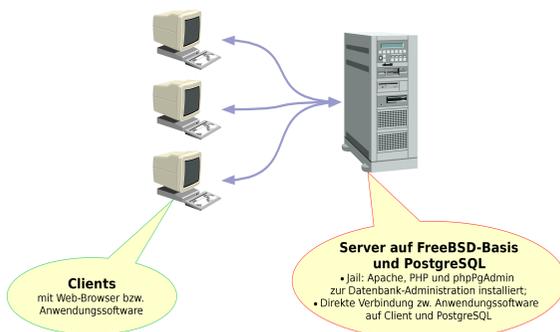
Groupware: OpenGroupware, diverse POP3/IMAP-Server, AntiSpam-Verwaltung

CMS/Shop-Systeme: LivingShop, XIST4C

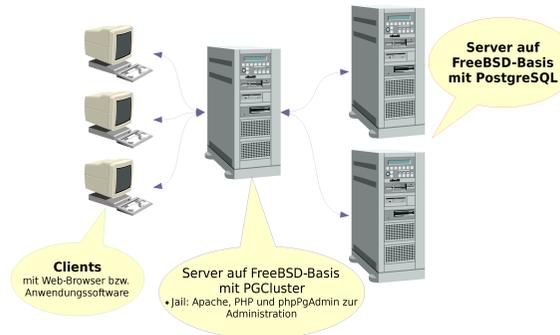
Bilddatenbank: gPictureBase

Anwendungsbeispiele

- **Kleiner bis Mittlerer Datenbankserver**: Er stellt geringere Hardwareanforderungen. Daher ist es wichtig bestimmte Teile der Installation in eine Jail zu verlagern, um den PostgreSQL-Prozess zu schützen. Die Administrations-Software wird in einer Jail installiert. So kann der Administrator über das Web-Interface phpPgAdmin die Datenbank verwalten. Die Client-Software hat direkten Zugriff auf PostgreSQL.



- **Großer Datenbankserver**: In diesem Fallbeispiel wird auf zwei Servern PostgreSQL installiert und auf einem dritten Rechner PGCluster, welches für Replikation und Loadbalancing sorgt. Die Administrations-Software wird in einer Jail installiert. So kann der Administrator über das Web-Interface phpPgAdmin die Datenbank verwalten. Die Clients kommunizieren hier aber mit dem PGCluster-Server.



Weiterführende Information

PostgreSQL (2nd Edition), Korry Douglas, Sams Publishing, ISBN: 0672327562

Beginning Databases with PostgreSQL: From Novice to Professional, Second Edition, Neil Matthew, Apress, ISBN: 1590594789

PostgreSQL Gepackt, Peter Eisentraut, mitp-Verlag, ISBN 3826614933

PostgreSQL, Paul Weinstabl, C&L-Verlag, ISBN 3936546223

PostgreSQL. Das offizielle Handbuch., Peter Eisentraut, mitp-Verlag, ISBN: 3826613376

PostgreSQL Developer's Handbook, Ewald Geschwinde, Sams Publishing, ISBN 0672322609

Beginning PHP and PostgreSQL 8, W. Jason Gilmore, Apress, ISBN 1590595475

PHP and PostgreSQL Advanced Web Programming, Ewald Geschwinde, Sams Publishing, ISBN 0672323826

PostgreSQL-Homepage: www.postgresql.org

Deutsche PostgreSQL-Homepage: www.postgres.de

PGCluster-Homepage:

<http://pgcluster.projects.postgresql.org/index.html>

FreeBSD: www.freebsd.org

Deutsches BSD-Forum: <http://www.BSDGroup.de/>

FreeBSD

PostgreSQL



Was ist PostgreSQL?

PostgreSQL ist ein objektrelationales Datenbankmanagementsystem (ORDBMS), das als Open-Source-Programm frei verfügbar ist und ohne Lizenzgebühren benutzt werden darf. Ursprünglich wurde POSTGRES als Projekt an der University of California at Berkeley entwickelt. FreeBSD entstand auch dort und beide Projekte verwenden die bewusst einfach gehaltene BSD-Lizenz. Es ist ein sehr fortschrittliches Datenbanksystem im Open-Source-Bereich. PostgreSQL unterstützt die SQL92, SQL99 und SQL2003 Standards und es bietet außerdem eine Reihe eigener Erweiterungen an.

Es sind in PostgreSQL die Speicherung nicht atomarer Daten, Vererbung und Objektidentitäten implementiert wie es objektrelationale Datenbanken bieten. Es ist Benutzern erlaubt, das System um selbstdefinierte Datentypen, Operatoren und Funktionen zu erweitern. Neben der Unterstützung der referentiellen Integrität und einem fortschrittlichen Transaktionsmanagement bietet PostgreSQL die Definition von Triggern und Regeln, mit denen Zugriffe auf Datenbankobjekte gesteuert werden können.



Was bietet PostgreSQL?

- ▶ PostgreSQL unterstützt den ANSI-SQL-Standard SQL92. Von den 5 Kategorien des SQL99-Standards, Framework, Foundation, Call Level Interface, Persistent Stored Modules und Host Language Bindings sind die Kategorien 1, 2 und 5 implementiert. Darüber hinaus bietet PostgreSQL eine Menge eigener Erweiterungen an, beispielsweise geometrische Datentypen.
- ▶ *Der Sprachumfang:* Mengenoperationen auf einer oder mehreren Tabellen sind mit PostgreSQL ebenso machbar wie Subselects, Outer Joins (auch der Full Outer Join wird unterstützt) oder Views.
- ▶ *Referentielle Integrität:* Mit der Definition von Primär- und Fremdschlüsseln können sich Tabellen referenzieren. So werden die Beziehungen zwischen Tabellen auf die Datenbank abgebildet und das System kontrolliert selbständig die Korrektheit dieser Beziehungen.
- ▶ *Transaktionen:* PostgreSQL unterstützt das ACID-Prinzip und MVCC (Multi Version Concurrency Control). In PostgreSQL, müssen Lesezugriffe niemals auf Schreibzugriffe warten und umgekehrt. Zudem gibt es Zwei-Phasen-Commitment und Savepoints.
- ▶ *Concurrently Online Index Builds:* Indizes können erzeugt werden, ohne Schreibsperrern auf indizierte Tabelle zu legen. Konkurrierende INSERTs, UPDATEs und DELETEs sind während Indexerstellung möglich.
- ▶ *Trigger:* In PostgreSQL sind „Before“- oder „After“-Trigger implementiert.
- ▶ *Programmierung:* Zur Programmierung von Client-Programmen gibt es Schnittstellen zu ODBC und JDBC sowie zu zahlreichen Programmiersprachen.
- ▶ *Stored Procedures:* Das sind Funktionen, die in den unterschiedlichsten Programmiersprachen aber auch in SQL oder der PostgreSQL eigenen prozeduralen Programmiersprache PL/pgSQL geschrieben werden können. Sie werden kompiliert und im Datenbankserver abgelegt, weshalb sie sehr schnell sind.
- ▶ *Objektrelationale Eigenschaften:* PostgreSQL erlaubt die Speicherung nichtatomarer Datentypen in Arrays oder in geometrischen Datentypen. Beides sind Erweiterungen von PostgreSQL, die nicht im SQL-Standard enthalten sind. Alle Datenbankobjekte, ob Tabelle, View, Sequenz oder einzelner Datensatz haben in PostgreSQL eine eigene Objektidentität. Außerdem wird die Vererbung von Tabelleneigenschaften auf abgeleitete Kindtabellen unterstützt.
- ▶ *Erweiterbarkeit:* Das Typsystem ist um eigene Datentypen, Operatoren und Funktionen erweiterbar, so dass das System individuell anpassbar ist. Funktionen können in SQL oder verschiedenen prozeduralen Sprachen

geschrieben werden. Mit PL/pgSQL steht eine eigene prozedurale Sprache zur Verfügung.

- ▶ *Large Objects:* Binärdateien, zum Beispiel Sounddateien oder Bilder können in Tabellen gespeichert werden und entweder ganz oder in Teilen wieder ausgelesen werden. Zur Speicherung dieser Large Objects kann man zwischen zwei Datentypen wählen.
- ▶ *GIN – Generalized Inverted Index:* Index-Struktur, die eine Menge von (key, dokumentenliste)-Paaren speichert, wobei dokumentenliste eine Datensatzmenge ist, die key in einem bestimmten Feld enthalten. Invertiert meint, dass nicht ein Primärschlüssel im Index gespeichert ist, sondern Begriffe aus dem Feld selbst.
- ▶ *Zeichensätze:* PostgreSQL 'versteht' viele internationale Zeichensätze, Multibyte-Codierung ist default und ermöglicht den Umgang mit EUC oder Unicode.
- ▶ *SSL:* Die Kommunikation zwischen Client und Server kann mit SSL verschlüsselt übertragen werden.
- ▶ *Kerberos Authentifizierung:* Kerberos ist ein Netzwerk-Authentifizierungsprotokoll. Es wurde speziell zur sicheren Client-Server-Kommunikation entwickelt und kann direkt in PostgreSQL einkompiliert werden.
- ▶ *Im Betrieb:* PostgreSQL nutzt Multi-Processing, unterstützt mit „Slony“ Replikation, erlaubt freie Wahl des Tablespace und bietet Point-in-Time Recovery.
- ▶ *Clustering und Loadbalancing:* siehe nächste Seite.
- ▶ *Warm Standby Log Shipping:* Fortlaufende Archivierung der Transaktionslogs, ermöglicht Hochverfügbarkeitslösungen mit einem oder mehreren Standby-Servern. Bei Ausfall des Hauptserver kann auf einem dieser Standby-Server weitergearbeitet werden.

Technische Daten

Parameter	Wert
Maximale Größe einer Datenbank	Unbegrenzt, es existieren Implementationen mit einer Datenbankgröße von 1 TeraByte
Maximale Größe einer Tabelle	16 TeraByte (ab Version 8: 32 TeraByte)
Maximale Größe einer Zeile	1,6 TeraByte
Maximale Größe eines Felds	1 GigaByte
Maximale Zahl von Zeilen in einer Datenbank	unbegrenzt, nur das Dateisystem legt die Obergrenze fest
Maximale Zahl von Spalten	250 bis 1600, abhängig vom Spaltentyp
Maximale Zahl von Indeces einer Tabelle	unbegrenzt

FreeBSD und PostgreSQL

FreeBSD bietet dank seiner sehr guten Stabilität und der hervorragenden Integration von PostgreSQL in den FreeBSD-Ports eine ideale Basis für Datenbankserver. Weitere Vorteile von FreeBSD sind:

- ▶ *Sehr gute Stabilität des Betriebssystems:* Für Datenbankserver ist es sehr wichtig, auf einem stabilen und ausgereiften Betriebssystem installiert zu sein. FreeBSD zeigt hier kaum Schwächen
- ▶ *Schnelles Dateisystem:* UFS2 mit Softupdates stellt eine ideale Ausgangsbasis dar. Softupdates sind eine effiziente Methode zum Schreiben der Metadaten, die das Filesystem stets in einem konsistenten Zustand halten. Dies dient natürlich auch der Datensicherheit. Tabellen bis Dateigröße 32 PiB (PebiByte = 2^{50} Bytes) bzw. Volumengröße von 1YiB (YobiByte = 2^{80} Byte) sind problemlos möglich.
- ▶ *Schneller TCP/IP-Stack:* FreeBSD hat einen schnellen und stabilen TCP/IP-Stack. Nur so ist es möglich, Anfragen von Clients fast ohne Verzögerung an den Datenbankdienst zu leiten bzw. zurückzugeben.
- ▶ *Security:* Ein Datenbankserver muss gegenüber einer „feindlichen“ Umwelt geschützt sein. Dafür bietet gerade FreeBSD einige wichtige Features:
 1. *Paketfilter:* Mit IPFW und PF stehen zwei leistungsfähige Paketfilter zur Verfügung. Diese Filter erlauben es dem Administrator, Anfragen bzw. Angriffe von unerwünschten Clients gezielt zu unterdrücken.
 2. *Jails:* Eine Art virtuelles FreeBSD. Prozesse, die in einer Jail gestartet werden, haben keinerlei Möglichkeit, das Wirtsystem zu infiltrieren.
- ▶ *Summa Summarum:* FreeBSD ist das ideale Betriebssystem für Datenbank-Server auf PostgreSQL-Basis. Beide Systeme ergänzen sich nahezu ideal.

Software für PostgreSQL in FreeBSD

- ▶ Systemsoftware

PGCluster (Loadbalancing und Clustering) - Features: synchrone Arbeitsweise; Replikation auf Tabellenebene; Multi Master, zwei oder mehrere Datenbankserver können simultan Anfragen von Clients erhalten; Replikation basiert auf Anfragen, diese werden innerhalb einer Gruppe von Datenbankservern von Server zu Server gesendet; replizieren von Sequenzen und Large Objects; Daten vom Typ serial werden synchronisiert.