

### Administration

*pgAdmin*: Umfangreiches grafisches Tool zur Administration, das fast keine Wünsche offen lässt. Es besticht durch 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

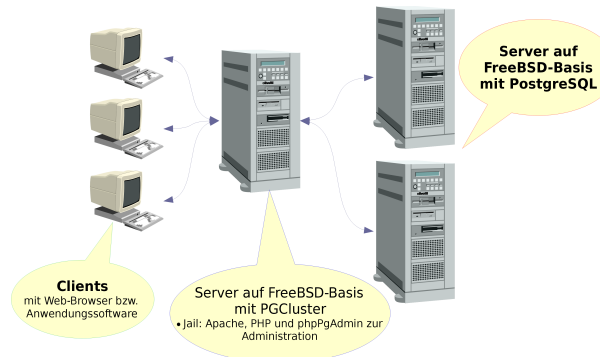
*Groupware*: OpenGroupware, diverse POP3/IMAP-Server, AntiSpam-Verwaltung

*CMS/Shop-Systeme*: LivingShop, XIST4C

*Bilddatenbank*: gPictureBase

### Großer Datenbankserver

In diesem Fallbeispiel wird auf zwei Servern PostgreSQL installiert und auf einem dritten Rechner PG-Cluster, 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](http://www.postgresql.org)

Deutsche PostgreSQL-Homepage: [www.postgres.de](http://www.postgres.de)

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

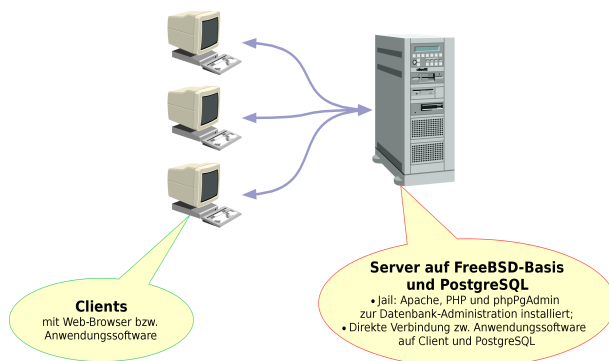
FreeBSD: [www.freebsd.org](http://www.freebsd.org)

### Anwendungsbeispiele

#### Kleiner bis Mittlerer Datenbankserver

Ein kleiner bis mittlerer Datenbank-Server 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.



# 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.
- ▶ *Trigger:* In PostgreSQL sind „Before“- oder „After“-Trigger implementiert.
- ▶ *Programmierung:* Zur Programmierung von Client-Programmen bietet PostgreSQL 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 Datenbanksystem 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.
- ▶ *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 Protokoll zur Authentifizierung in einem Netzwerk. Es wurde speziell zur sicheren Client-Server-Kommunikation entwickelt und kann direkt in PostgreSQL einkompiliert werden.
- ▶ *Im Betrieb:* PostgreSQL nutzt das Multi-Processing, unterstützt mit „Slony“ Replikation, lässt dem Anwender die freie Wahl des Tablespace und bietet Point-in-Time Recovery.
- ▶ *Clustering und Loadbalancing:* Die separat erhältliche Software „PGCluster“ bietet Loadbalancing und Clustering eines PostgreSQL-Servers.

## 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
Maximale Zahl von Spalten	250 bis 1600, abhängig vom Spaltentyp
Maximale Zahl von Indeces einer Tabelle	unbegrenzt

„unbegrenzt“ bedeutet, dass das Dateisystem hier die Obergrenze festlegt.

## FreeBSD und PostgreSQL

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

- ▶ *Sehr gute Stabilität des Betriebssystems:* Für Datenbanksysteme 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 1 YiB (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 Datenbanksystem zu leiten bzw. zurückzugeben.
- ▶ *Security:* Ein Datenbanksystem 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 Wirtssystem 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 Datenbanksysteme können simultanen Anfragen von Clients erhalten; Replikation basiert auf Anfragen, diese werden innerhalb einer Gruppe von Datenbanksystemen von Server zu Server gesendet; replizieren von Sequenzen und Large Objects; Daten vom Typ serial werden synchronisiert.

*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.