



debian

# **Debian-Referenz**

Osamu Aoki

Copyright © 2013-2024 Osamu Aoki

Diese Debian-Referenz (version 2.150) (2026-09-07 04:12:06 UTC) wurde geschrieben, um für die Zeit nach der Installation einen groben Überblick über das Debian-System in Form eines Benutzerhandbuchs zu bieten. Sie behandelt viele Aspekte der Systemadministration mittels Shell-Befehlsbeispielen für einfache Benutzer.

---

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                 |          |
|----------|-----------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>GNU/Linux-Lehrstunde</b>                                     | <b>1</b> |
| 1.1      | Grundlagen für die Konsole                                      | 1        |
| 1.1.1    | Die Shell-Eingabeaufforderung (Shell-Prompt)                    | 1        |
| 1.1.2    | Die Shell-Eingabeaufforderung auf einem GUI-System              | 2        |
| 1.1.3    | Das root-Benutzerkonto                                          | 2        |
| 1.1.4    | Die root-shell-Eingabeaufforderung                              | 3        |
| 1.1.5    | Systemadministrations-Werkzeuge mit grafischer Oberfläche (GUI) | 3        |
| 1.1.6    | Virtuelle Konsolen                                              | 3        |
| 1.1.7    | Wie Sie die Eingabeaufforderung wieder verlassen                | 4        |
| 1.1.8    | Wie Sie das System herunterfahren                               | 4        |
| 1.1.9    | Eine Konsole wiederherstellen                                   | 4        |
| 1.1.10   | Zusätzliche Paketempfehlungen für Neulinge                      | 4        |
| 1.1.11   | Ein zusätzliches Benutzerkonto                                  | 5        |
| 1.1.12   | sudo-Konfiguration                                              | 5        |
| 1.1.13   | Zeit zum Spielen                                                | 6        |
| 1.2      | Unix-ähnliches Dateisystem                                      | 6        |
| 1.2.1    | Unix-Dateigrundlagen                                            | 7        |
| 1.2.2    | Dateisystem-Internas                                            | 8        |
| 1.2.3    | Dateisystem-Berechtigungen                                      | 9        |
| 1.2.4    | Steuerung der Berechtigungen für neu erzeugte Dateien: umask    | 11       |
| 1.2.5    | Berechtigungen für Gruppen von Benutzern (group)                | 12       |
| 1.2.6    | Zeitstempel                                                     | 13       |
| 1.2.7    | Links                                                           | 14       |
| 1.2.8    | Benannte Pipes (FIFOs)                                          | 15       |
| 1.2.9    | Sockets                                                         | 16       |
| 1.2.10   | Geräte-dateien                                                  | 16       |
| 1.2.11   | Spezielle Geräte-dateien                                        | 17       |
| 1.2.12   | procfs und sysfs                                                | 18       |
| 1.2.13   | tmpfs                                                           | 18       |
| 1.3      | Midnight Commander (MC)                                         | 18       |

|        |                                                     |    |
|--------|-----------------------------------------------------|----|
| 1.3.1  | Anpassen des MC                                     | 19 |
| 1.3.2  | Starten von MC                                      | 19 |
| 1.3.3  | Dateimanager in MC                                  | 19 |
| 1.3.4  | Befehlszeilentricks in MC                           | 20 |
| 1.3.5  | Der interne Texteditor in MC                        | 20 |
| 1.3.6  | Der interne Dateibetrachter in MC                   | 20 |
| 1.3.7  | Autostart-Funktionalitäten von MC                   | 21 |
| 1.3.8  | Virtuelles Dateisystem von MC                       | 21 |
| 1.4    | Die grundlegende Unix-ähnliche Arbeitsumgebung      | 21 |
| 1.4.1  | Die Login-Shell                                     | 21 |
| 1.4.2  | Anpassen der bash                                   | 21 |
| 1.4.3  | Spezielle Tastendrücke                              | 23 |
| 1.4.4  | Mausoperationen                                     | 23 |
| 1.4.5  | Der Pager                                           | 24 |
| 1.4.6  | Der Texteditor                                      | 24 |
| 1.4.7  | Einen Standard-Texteditor einstellen                | 25 |
| 1.4.8  | Verwenden von vim                                   | 25 |
| 1.4.9  | Aufzeichnen der Shell-Aktivitäten                   | 25 |
| 1.4.10 | Grundlegende Unix-Befehle                           | 27 |
| 1.5    | Der einfache Shell-Befehl                           | 29 |
| 1.5.1  | Befehlsausführung und Umgebungsvariablen            | 29 |
| 1.5.2  | Die "\$LANG"-Variable                               | 29 |
| 1.5.3  | Die "\$PATH"-Variable                               | 31 |
| 1.5.4  | Die "\$HOME"-Variable                               | 31 |
| 1.5.5  | Befehlszeilen-Optionen                              | 31 |
| 1.5.6  | Shell-Glob                                          | 32 |
| 1.5.7  | Rückgabewert eines Befehls                          | 32 |
| 1.5.8  | Typische Befehlssequenzen und Shell-Weiterleitungen | 33 |
| 1.5.9  | Befehls-Alias                                       | 35 |
| 1.6    | Unix-ähnliche Textverarbeitung                      | 35 |
| 1.6.1  | Unix-Textverarbeitungswerkzeuge                     | 35 |
| 1.6.2  | Reguläre Ausdrücke                                  | 36 |
| 1.6.3  | Ersetzungsausdrücke                                 | 38 |
| 1.6.4  | Globale Ersetzungen mit regulären Ausdrücken        | 39 |
| 1.6.5  | Extrahieren von Daten aus einer Textdatei-Tabelle   | 39 |
| 1.6.6  | Skript-Schnipsel für die Befehlsweiterleitung       | 41 |

|          |                                                               |           |
|----------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2</b> | <b>Debian-Paketmanagement</b>                                 | <b>42</b> |
| 2.1      | Grundvoraussetzungen für das Debian-Paketmanagement           | 42        |
| 2.1.1    | Debian-Paketmanagement                                        | 42        |
| 2.1.2    | Paketkonfiguration                                            | 43        |
| 2.1.3    | Grundsätzliche Vorsichtsmaßnahmen                             | 43        |
| 2.1.4    | Leben mit den ewigen Aktualisierungen                         | 44        |
| 2.1.5    | Grundlagen über das Debian-Archiv                             | 45        |
| 2.1.6    | Debian ist zu 100% freie Software                             | 49        |
| 2.1.7    | Paketabhängigkeiten                                           | 51        |
| 2.1.8    | Die Ereignisabfolge für das Paketmanagement                   | 52        |
| 2.1.9    | Erste Hilfe bei Paketmanagement-Problemen                     | 53        |
| 2.1.10   | Wie Sie Debian-Pakete auswählen                               | 53        |
| 2.1.11   | Wie Sie mit Konflikten umgehen                                | 54        |
| 2.2      | Grundlegende Paketmanagement-Operationen                      | 54        |
| 2.2.1    | apt contra apt-get / apt-cache contra aptitude                | 54        |
| 2.2.2    | Grundlegende Paketmanagement-Operationen auf der Befehlszeile | 57        |
| 2.2.3    | Interaktive Nutzung von aptitude                              | 57        |
| 2.2.4    | Tastaturkürzel von aptitude                                   | 58        |
| 2.2.5    | Paketansichten in aptitude                                    | 58        |
| 2.2.6    | Optionen für Suchmethoden mit aptitude                        | 60        |
| 2.2.7    | Aptitudes Regex-Formel                                        | 60        |
| 2.2.8    | Abhängigkeitsauflösung bei aptitude                           | 62        |
| 2.2.9    | Protokollierung der Paketaktivitäten                          | 62        |
| 2.3      | Beispiele für aptitude-Operationen                            | 62        |
| 2.3.1    | Suchen nach interessanten Paketen                             | 62        |
| 2.3.2    | Auflisten von Paketen mit Regex-Suche auf den Paketnamen      | 62        |
| 2.3.3    | Durchsuchen mit der Regex-Suche                               | 63        |
| 2.3.4    | Entfernte Pakete endgültig löschen                            | 63        |
| 2.3.5    | Automatisch/manuell-Installationsstatus bereinigen            | 63        |
| 2.3.6    | Systemweite Hochrüstung                                       | 64        |
| 2.4      | Erweiterte Paketmanagement-Operationen                        | 65        |
| 2.4.1    | Erweiterte Paketmanagement-Operationen auf der Befehlszeile   | 65        |
| 2.4.2    | Verifizierung von installierten Paketdateien                  | 67        |
| 2.4.3    | Absicherungen für den Fall von Paketproblemen                 | 67        |
| 2.4.4    | Durchsuchen der Paket-Metadaten                               | 68        |
| 2.5      | Internas des Debian-Paketmanagements                          | 68        |
| 2.5.1    | Archiv-Metadaten                                              | 68        |
| 2.5.2    | "Release"-Datei im Wurzelverzeichnis und Authentizität        | 69        |
| 2.5.3    | "Release"-Dateien im Archivverzeichnis                        | 70        |

|        |                                                                              |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5.4  | Empfangen der Metadaten für ein Paket . . . . .                              | 70 |
| 2.5.5  | Der Paketstatus für APT . . . . .                                            | 71 |
| 2.5.6  | Der Paketstatus von aptitude . . . . .                                       | 71 |
| 2.5.7  | Lokale Kopien der empfangenen Pakete . . . . .                               | 71 |
| 2.5.8  | Debian-Paketdateinamen . . . . .                                             | 71 |
| 2.5.9  | Der dpkg-Befehl . . . . .                                                    | 72 |
| 2.5.10 | Der update-alternatives-Befehl . . . . .                                     | 73 |
| 2.5.11 | Der dpkg-statoverride-Befehl . . . . .                                       | 74 |
| 2.5.12 | Der dpkg-divert-Befehl . . . . .                                             | 74 |
| 2.6    | Wiederherstellung eines beschädigten Systems . . . . .                       | 74 |
| 2.6.1  | Inkompatibilität mit alter Benutzerkonfiguration . . . . .                   | 74 |
| 2.6.2  | Fehler beim Zwischenspeichern der Paketdaten . . . . .                       | 75 |
| 2.6.3  | Systemrettung mit dem dpkg-Befehl . . . . .                                  | 75 |
| 2.6.4  | Fehlgeschlagene Installation aufgrund von fehlenden Abhängigkeiten . . . . . | 75 |
| 2.6.5  | Mehrere Pakete mit überlappenden Dateien . . . . .                           | 76 |
| 2.6.6  | Behebung von Problemen aufgrund von beschädigtem Paketskript . . . . .       | 76 |
| 2.6.7  | Paketauswahldaten wiederherstellen . . . . .                                 | 77 |
| 2.7    | Tipps für das Paketmanagement . . . . .                                      | 77 |
| 2.7.1  | Wer hat das Paket hochgeladen? . . . . .                                     | 77 |
| 2.7.2  | Die Download-Bandbreite für APT einschränken . . . . .                       | 77 |
| 2.7.3  | Automatisches Herunterladen und Aktualisieren von Paketen . . . . .          | 77 |
| 2.7.4  | Aktualisierungen und Backports . . . . .                                     | 78 |
| 2.7.5  | Externe Paketarchive . . . . .                                               | 79 |
| 2.7.6  | Pakete aus verschiedenen Paketarchiven ohne <b>apt-pinning</b> . . . . .     | 79 |
| 2.7.7  | Die Installationskandidat-Version anpassen mit <b>apt-pinning</b> . . . . .  | 80 |
| 2.7.8  | Über "Recommends" installierte Pakete blockieren . . . . .                   | 82 |
| 2.7.9  | Nutzen von Testing mit einigen Paketen aus Unstable . . . . .                | 82 |
| 2.7.10 | Nutzen von Unstable mit einigen Paketen aus Experimental . . . . .           | 83 |
| 2.7.11 | Downgrade im Notfall . . . . .                                               | 84 |
| 2.7.12 | Das equivs-Paket . . . . .                                                   | 85 |
| 2.7.13 | Ein Paket auf das Stable-System portieren . . . . .                          | 85 |
| 2.7.14 | Proxy-Server für APT . . . . .                                               | 86 |
| 2.7.15 | Weitere Lektüre zum Paketmanagement . . . . .                                | 86 |

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3 Die Systeminitialisierung</b>                         | <b>87</b>  |
| 3.1 Ein Überblick über den Bootstrap-Prozess               | 87         |
| 3.1.1 Stufe 1: das UEFI                                    | 88         |
| 3.1.2 Stufe 2: der Bootloader                              | 88         |
| 3.1.3 Stufe 3: das Mini-Debian-System                      | 90         |
| 3.1.4 Stufe 4: das normale Debian-System                   | 90         |
| 3.2 Das Rettungssystem                                     | 91         |
| 3.2.1 GRUB UEFI-Rettungssystem auf USB                     | 92         |
| 3.2.2 Linux Live-Rettungssystem auf USB                    | 92         |
| 3.2.3 Linux Live-Rettungssystem von GRUB                   | 93         |
| 3.3 Systemd                                                | 93         |
| 3.3.1 Systemd-Init                                         | 93         |
| 3.3.2 Systemd-Login                                        | 95         |
| 3.4 Die Kernel-Meldungen                                   | 95         |
| 3.5 Die Systemmeldungen                                    | 95         |
| 3.6 Systemmanagement                                       | 96         |
| 3.7 Weitere Systemüberwachungs-Werkzeuge                   | 96         |
| 3.8 Systemkonfiguration                                    | 96         |
| 3.8.1 Der Rechnername                                      | 96         |
| 3.8.2 Das Dateisystem                                      | 98         |
| 3.8.3 Initialisierung der Netzwerkschnittstellen           | 98         |
| 3.8.4 Initialisierung eines Cloud-Systems                  | 98         |
| 3.8.5 Anpassungsbeispiel zur Optimierung des sshd-Dienstes | 98         |
| 3.9 Das udev-System                                        | 99         |
| 3.10 Die Kernel-Modul-Initialisierung                      | 100        |
| <b>4 Authentifizierung und Zugriffskontrolle</b>           | <b>101</b> |
| 4.1 Normale Unix-Authentifizierung                         | 101        |
| 4.2 Verwalten von Konten- und Passwortinformationen        | 103        |
| 4.3 Ein gutes Passwort                                     | 103        |
| 4.4 Verschlüsselte Passwörter erstellen                    | 104        |
| 4.5 PAM und NSS                                            | 104        |
| 4.5.1 Konfigurationsdateien, auf die PAM und NSS zugreifen | 105        |
| 4.5.2 Modernes zentralisiertes Systemmanagement            | 105        |
| 4.5.3 "Warum unterstützt GNU su nicht die wheel-Gruppe"    | 106        |
| 4.5.4 Schärfere Passwortregeln                             | 106        |
| 4.6 Sicherheit der Authentifizierung                       | 107        |
| 4.6.1 Sicheres Passwort im Internet                        | 107        |
| 4.6.2 Secure Shell (sichere Shell)                         | 108        |



|          |                                                                           |            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.6.3    | Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen für das Internet                         | 108        |
| 4.6.4    | Sichern des root-Passworts                                                | 108        |
| 4.7      | Andere Möglichkeiten zur Zugriffskontrolle                                | 109        |
| 4.7.1    | Zugriffssteuerungslisten (Access control lists/ACLs)                      | 109        |
| 4.7.2    | sudo                                                                      | 110        |
| 4.7.3    | PolicyKit                                                                 | 110        |
| 4.7.4    | Den Zugriff auf einige Server-Dienste einschränken                        | 111        |
| 4.7.5    | Linux Sicherheits-Funktionalitäten                                        | 111        |
| <b>5</b> | <b>Netzwerkconfiguration</b>                                              | <b>113</b> |
| 5.1      | Die elementare Netzwerkinfrastruktur                                      | 113        |
| 5.1.1    | Die Auflösung des Rechnernamens                                           | 113        |
| 5.1.2    | Der Netzwerkschnittstellename                                             | 115        |
| 5.1.3    | Der Netzwerkadressbereich für das LAN                                     | 116        |
| 5.1.4    | Unterstützung für Netzwerkgeräte                                          | 116        |
| 5.2      | Moderne Netzwerkconfiguration für Arbeitsplatzsysteme                     | 116        |
| 5.2.1    | Grafische Netzwerkconfigurations-Werkzeuge                                | 117        |
| 5.3      | Moderne Netzwerkconfiguration ohne grafische Oberfläche                   | 117        |
| 5.4      | Moderne Netzwerkconfiguration für Cloud-Systeme                           | 118        |
| 5.4.1    | Moderne Netzwerkconfiguration für Cloud-Systeme mit DHCP                  | 118        |
| 5.4.2    | Moderne Netzwerkconfiguration für Cloud-Systeme mit statischer IP-Adresse | 118        |
| 5.4.3    | Moderne Netzwerkconfiguration für Cloud-Systeme mit NetworkManager        | 118        |
| 5.5      | Netzwerkconfiguration auf unterster Ebene                                 | 119        |
| 5.5.1    | iproute2-Befehle                                                          | 119        |
| 5.5.2    | Sichere Basis-Netzwerkoperationen                                         | 119        |
| 5.6      | Netzwerkoptimierung                                                       | 119        |
| 5.6.1    | Die optimale MTU finden                                                   | 119        |
| 5.6.2    | WAN-TCP-Optimierung                                                       | 122        |
| 5.7      | Die Netfilter-Infrastruktur                                               | 122        |
| <b>6</b> | <b>Netzwerkanwendungen</b>                                                | <b>124</b> |
| 6.1      | Webbrowser                                                                | 124        |
| 6.1.1    | Fälschen der User-Agent-Angabe                                            | 125        |
| 6.1.2    | Browser-Erweiterung                                                       | 125        |
| 6.2      | Das Mail-System                                                           | 125        |
| 6.2.1    | Grundlagen des E-Mail-Systems                                             | 125        |
| 6.2.2    | Einschränkungen moderner E-Mail-Dienste                                   | 126        |
| 6.2.3    | Historische Erwartungen an E-Mail-Dienste                                 | 127        |
| 6.2.4    | Mail Transfer Agent (MTA)                                                 | 127        |

---

|          |                                                     |            |
|----------|-----------------------------------------------------|------------|
| 6.2.4.1  | Die Konfiguration von exim4                         | 127        |
| 6.2.4.2  | Die Konfiguration von Postfix mit SASL              | 129        |
| 6.2.4.3  | Die Mail-Adress-Konfiguration                       | 130        |
| 6.2.4.4  | Grundlegende MTA-Operationen                        | 131        |
| 6.3      | Der Server für Fernzugriff (SSH) und Hilfsprogramme | 131        |
| 6.3.1    | Grundlagen von SSH                                  | 133        |
| 6.3.2    | Benutzername auf dem fernen Rechner                 | 134        |
| 6.3.3    | Verbindungen ohne Passwörter für die ferne Seite    | 134        |
| 6.3.4    | Der Umgang mit fremden SSH-Clients                  | 134        |
| 6.3.5    | Einrichten von ssh-agent                            | 134        |
| 6.3.6    | Eine Mail versenden auf einem fernen Rechner        | 135        |
| 6.3.7    | Portweiterleitung für SMTP-/POP3-Tunnelung          | 135        |
| 6.3.8    | Wie Sie das ferne System über SSH herunterfahren    | 135        |
| 6.3.9    | Fehlersuche bei SSH                                 | 135        |
| 6.4      | Der Print-Server und Hilfsprogramme                 | 136        |
| 6.5      | Weitere Netzerkanwendungs-Server                    | 136        |
| 6.6      | Weitere Netzerkanwendungs-Clients                   | 137        |
| 6.7      | Diagnose von System-Daemons                         | 137        |
| <b>7</b> | <b>GUI-System</b>                                   | <b>139</b> |
| 7.1      | GUI-Arbeitsplatzumgebung                            | 139        |
| 7.2      | GUI-Kommunikationsprotokoll                         | 140        |
| 7.3      | GUI-Infrastruktur                                   | 141        |
| 7.4      | GUI-Anwendungen                                     | 142        |
| 7.5      | Benutzerverzeichnisse                               | 142        |
| 7.6      | Schriften                                           | 142        |
| 7.6.1    | Basis-Schriftarten                                  | 142        |
| 7.6.2    | Schriftenrasterung                                  | 145        |
| 7.7      | Sandbox                                             | 146        |
| 7.8      | Arbeitsplatz-Fernzugriff (Remote Desktop)           | 147        |
| 7.9      | X-Server-Verbindungen                               | 147        |
| 7.9.1    | Lokale Verbindung zum X-Server                      | 147        |
| 7.9.2    | Fernverbindung auf den X-Server                     | 148        |
| 7.9.3    | Chroot-Verbindung zum X-Server                      | 148        |
| 7.10     | Zwischenablage                                      | 148        |

---

|          |                                                                |            |
|----------|----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>8</b> | <b>I18N und L10N</b>                                           | <b>150</b> |
| 8.1      | Das Gebietsschema (Locale)                                     | 150        |
| 8.1.1    | Argumentation für UTF-8-Gebietsschemata                        | 150        |
| 8.1.2    | Die Neukonfiguration des Gebietsschemas (Locale)               | 151        |
| 8.1.3    | Dateinamenkodierung                                            | 152        |
| 8.1.4    | Lokalisierte Meldungen und übersetzte Dokumentation            | 152        |
| 8.1.5    | Auswirkungen des Gebietsschemas                                | 153        |
| 8.2      | Die Tastatureingabe                                            | 153        |
| 8.2.1    | Tastatureingabe für die Linux-Konsole und X-Window             | 154        |
| 8.2.2    | Tastatureingabe für Wayland                                    | 154        |
| 8.2.3    | Unterstützung für Eingabemethoden mit IBus                     | 155        |
| 8.2.4    | Unterstützung für Eingabemethoden mit Fcitx                    | 155        |
| 8.2.5    | Ein Beispiel für Japanisch                                     | 155        |
| 8.3      | Die Bildschirmausgabe                                          | 157        |
| 8.3.1    | Die Terminal-Konfiguration                                     | 158        |
| 8.3.2    | Unbekannte Zeichenbreite bei ostasiatischen Zeichen            | 158        |
| <b>9</b> | <b>Systemtipps</b>                                             | <b>159</b> |
| 9.1      | Tipps für die Konsole                                          | 159        |
| 9.1.1    | Shell-Aktivitäten sauber aufzeichnen                           | 159        |
| 9.1.2    | Das Programm screen                                            | 160        |
| 9.1.3    | Durch Verzeichnisse navigieren                                 | 161        |
| 9.1.4    | Readline-Wrapper                                               | 161        |
| 9.1.5    | Durchsuchen eines Quellcode-Baums                              | 162        |
| 9.2      | Anpassen von vim                                               | 162        |
| 9.2.1    | Anpassen von vim mit internen Funktionalitäten                 | 162        |
| 9.2.2    | Anpassen von vim mit externen Paketen                          | 164        |
| 9.3      | Datenaufzeichnung und -darstellung                             | 165        |
| 9.3.1    | Der log-Daemon                                                 | 165        |
| 9.3.2    | Analyseprogramme für Logdateien                                | 166        |
| 9.3.3    | Angepasste Anzeige von Textdaten                               | 166        |
| 9.3.4    | Angepasste Anzeige von Datum und Uhrzeit                       | 166        |
| 9.3.5    | Farbige Shell-Ausgabe                                          | 167        |
| 9.3.6    | Farbige Befehle                                                | 167        |
| 9.3.7    | Aufzeichnen von Editor-Aktivitäten für komplexe Wiederholungen | 168        |
| 9.3.8    | Die Bildschirmanzeige einer X-Anwendung aufzeichnen            | 168        |
| 9.3.9    | Aufzeichnen von Änderungen in Konfigurationsdateien            | 169        |
| 9.4      | Überwachen, Steuern und Starten von Programmaktivitäten        | 169        |
| 9.4.1    | Zeitmessung für einen Prozess                                  | 170        |

---

|        |                                                                                |     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.4.2  | Die Ablaufpriorität                                                            | 170 |
| 9.4.3  | Der Befehl ps                                                                  | 170 |
| 9.4.4  | Der Befehl top                                                                 | 170 |
| 9.4.5  | Dateien auflisten, die von einem Prozess geöffnet wurden                       | 171 |
| 9.4.6  | Programmaktivitäten verfolgen                                                  | 171 |
| 9.4.7  | Identifikation von Prozessen, die Dateien oder Sockets verwenden               | 171 |
| 9.4.8  | Einen Befehl mit festem Intervall wiederholt ausführen                         | 171 |
| 9.4.9  | Einen Befehl wiederholt mit einer Schleife über verschiedene Dateien ausführen | 172 |
| 9.4.10 | Ein Programm aus der grafischen Oberfläche heraus starten                      | 172 |
| 9.4.11 | Anpassen des zu startenden Programms                                           | 173 |
| 9.4.12 | Einen Prozess beenden (kill)                                                   | 174 |
| 9.4.13 | Einmalige Aufgaben planen                                                      | 174 |
| 9.4.14 | Regelmäßige Aufgaben planen                                                    | 176 |
| 9.4.15 | Aufgaben ereignisgesteuert planen                                              | 176 |
| 9.4.16 | Die Alt-SysRq-Tastenkombination                                                | 176 |
| 9.5    | Tipps zur Systempflege                                                         | 177 |
| 9.5.1  | Wer ist/war im System aktiv?                                                   | 177 |
| 9.5.2  | Allen eine Warnung schicken                                                    | 178 |
| 9.5.3  | Hardware-Identifikation                                                        | 178 |
| 9.5.4  | Hardware-Konfiguration                                                         | 178 |
| 9.5.5  | System- und Hardware-Zeit                                                      | 178 |
| 9.5.6  | Die Audio-Infrastruktur                                                        | 180 |
| 9.5.7  | Deaktivieren des Bildschirmschoners                                            | 180 |
| 9.5.8  | Ausschalten von Pieptönen                                                      | 181 |
| 9.5.9  | Arbeitsspeichernutzung                                                         | 181 |
| 9.5.10 | Systemsicherheits- und Integritätsüberprüfung                                  | 181 |
| 9.6    | Tipps zur Speicherung von Daten                                                | 182 |
| 9.6.1  | Verwendung des Plattenplatzes                                                  | 183 |
| 9.6.2  | Konfiguration der Festplattenpartitionen                                       | 183 |
| 9.6.3  | Zugriff auf Partitionen über die UUID-Kennung                                  | 184 |
| 9.6.4  | LVM2                                                                           | 184 |
| 9.6.5  | Konfiguration von Dateisystemen                                                | 185 |
| 9.6.6  | Dateisystemerzeugung und Integritätsüberprüfung                                | 186 |
| 9.6.7  | Optimierung von Dateisystemen über mount-Optionen                              | 186 |
| 9.6.8  | Optimierung von Dateisystemen über den Superblock                              | 186 |
| 9.6.9  | Optimierung der Festplatte                                                     | 187 |
| 9.6.10 | Optimierung von Solid State Disks                                              | 187 |
| 9.6.11 | SMART verwenden, um Festplattenausfälle vorherzusehen                          | 187 |
| 9.6.12 | Angaben eines Verzeichnisses für temporäre Dateien über \$TMPDIR               | 188 |

---

|        |                                                                                                                             |     |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.6.13 | Vergrößerung des nutzbaren Speicherplatzes mittels LVM . . . . .                                                            | 188 |
| 9.6.14 | Vergrößerung des nutzbaren Speicherplatzes über das Einbinden anderer Partitionen . . . . .                                 | 188 |
| 9.6.15 | Vergrößerung des nutzbaren Speicherplatzes, indem ein anderes Verzeichnis mit "mount --bind" eingebunden wird . . . . .     | 188 |
| 9.6.16 | Vergrößerung des nutzbaren Speicherplatzes, indem ein anderes Verzeichnis mit "Overlay-mounting" eingebunden wird . . . . . | 189 |
| 9.6.17 | Vergrößerung des nutzbaren Speicherplatzes über einen symbolischen Link . . . . .                                           | 189 |
| 9.7    | Das Festplatten-Abbild . . . . .                                                                                            | 189 |
| 9.7.1  | Erzeugung der Festplatten-Abbild-Datei . . . . .                                                                            | 189 |
| 9.7.2  | Direkt auf eine Festplatte schreiben . . . . .                                                                              | 190 |
| 9.7.3  | Einbinden der Festplatten-Abbild-Datei . . . . .                                                                            | 190 |
| 9.7.4  | Eine Festplatten-Abbild-Datei bereinigen . . . . .                                                                          | 192 |
| 9.7.5  | Eine leere Abbild-Datei erstellen . . . . .                                                                                 | 192 |
| 9.7.6  | Erstellen einer ISO9660-Abbild-Datei . . . . .                                                                              | 193 |
| 9.7.7  | Direkt auf die CD/DVD-R/RW schreiben . . . . .                                                                              | 194 |
| 9.7.8  | Einbinden einer ISO9660-Abbild-Datei . . . . .                                                                              | 194 |
| 9.8    | Binärdaten . . . . .                                                                                                        | 194 |
| 9.8.1  | Betrachten und Bearbeiten von Binärdaten . . . . .                                                                          | 194 |
| 9.8.2  | Manipulieren von Dateien ohne Einbinden der Festplatte . . . . .                                                            | 195 |
| 9.8.3  | Datenredundanz . . . . .                                                                                                    | 195 |
| 9.8.4  | Datenwiederherstellung und forensische Analyse . . . . .                                                                    | 195 |
| 9.8.5  | Aufsplitten einer großen in mehrere kleine Dateien . . . . .                                                                | 196 |
| 9.8.6  | Leeren von Dateiinhalten . . . . .                                                                                          | 196 |
| 9.8.7  | Dummy-Dateien . . . . .                                                                                                     | 196 |
| 9.8.8  | Eine vollständige Festplatte löschen . . . . .                                                                              | 197 |
| 9.8.9  | Einen ungenutzten Bereich einer Festplatte löschen . . . . .                                                                | 197 |
| 9.8.10 | Wiederherstellen von gelöschten, aber noch geöffneten Dateien . . . . .                                                     | 198 |
| 9.8.11 | Alle harten Links suchen . . . . .                                                                                          | 198 |
| 9.8.12 | Unsichtbarer Verbrauch von Festplattenplatz . . . . .                                                                       | 199 |
| 9.9    | Tipps zur Datenverschlüsselung . . . . .                                                                                    | 199 |
| 9.9.1  | Verschlüsselung von Wechseldatenträgern mit dm-crypt/LUKS . . . . .                                                         | 199 |
| 9.9.2  | Einbinden verschlüsselter Laufwerke mit dm-crypt/LUKS . . . . .                                                             | 200 |
| 9.10   | Der Kernel . . . . .                                                                                                        | 200 |
| 9.10.1 | Kernel-Parameter . . . . .                                                                                                  | 200 |
| 9.10.2 | Kernel-Header . . . . .                                                                                                     | 201 |
| 9.10.3 | Kompilieren des Kernels und dazugehöriger Module . . . . .                                                                  | 201 |
| 9.10.4 | Kompilieren des Kernel-Quellcodes: Empfehlung des Debian-Kernel-Teams . . . . .                                             | 202 |
| 9.10.5 | Hardware-Treiber und Firmware . . . . .                                                                                     | 202 |
| 9.11   | Virtualisierte Systeme . . . . .                                                                                            | 203 |

---

|           |                                                          |            |
|-----------|----------------------------------------------------------|------------|
| 9.11.1    | Virtualisierungs- und Emulationswerkzeuge                | 203        |
| 9.11.2    | Arbeitsablauf bei Virtualisierung                        | 204        |
| 9.11.3    | Einbinden des virtuellen Festplatten-Images              | 206        |
| 9.11.4    | Chroot-System                                            | 206        |
| 9.11.5    | System mit mehreren Arbeitsplatzumgebungen               | 207        |
| <b>10</b> | <b>Datenmanagement</b>                                   | <b>208</b> |
| 10.1      | Austauschen, kopieren und archivieren von Dateien        | 208        |
| 10.1.1    | Archivierungs- und Kompressionswerkzeuge                 | 209        |
| 10.1.2    | Kopier- und Synchronisationswerkzeuge                    | 209        |
| 10.1.3    | Aufrufe für Archivierungsoperationen                     | 211        |
| 10.1.4    | Aufrufe für Kopieroperationen                            | 211        |
| 10.1.5    | Aufrufe für die Auswahl von Dateien                      | 212        |
| 10.1.6    | Archivierungsmedien                                      | 213        |
| 10.1.7    | Wechseldatenträger                                       | 214        |
| 10.1.8    | Dateisystemauswahl für den Datenaustausch                | 215        |
| 10.1.9    | Datenaustausch über das Netzwerk                         | 217        |
| 10.2      | Datensicherung und -wiederherstellung                    | 217        |
| 10.2.1    | Richtlinien für Datensicherung und -wiederherstellung    | 218        |
| 10.2.2    | Programmsammlungen für Datensicherungsaufgaben           | 219        |
| 10.2.3    | Backup-Tipps                                             | 219        |
| 10.2.3.1  | Grafische Backup-Software                                | 221        |
| 10.2.3.2  | Automatisches Backup, durch ein mount-Ereignis ausgelöst | 221        |
| 10.2.3.3  | Automatisches Backup, durch ein timer-Ereignis ausgelöst | 222        |
| 10.3      | Datensicherheits-Infrastruktur                           | 223        |
| 10.3.1    | Schlüsselverwaltung für GnuPG                            | 223        |
| 10.3.2    | Verwendung von GnuPG mit Dateien                         | 225        |
| 10.3.3    | Verwendung von GnuPG mit Mutt                            | 225        |
| 10.3.4    | Verwendung von GnuPG mit Vim                             | 225        |
| 10.3.5    | Die MD5-Prüfsumme                                        | 227        |
| 10.3.6    | Passwort-Schlüsselbund                                   | 227        |
| 10.4      | Werkzeuge zur Quellcode-Zusammenführung (merge)          | 227        |
| 10.4.1    | Unterschiede für Quelldateien extrahieren                | 227        |
| 10.4.2    | Aktualisierungen für Quelldateien zusammenführen         | 229        |
| 10.4.3    | Interaktives Zusammenführen (merge)                      | 229        |
| 10.5      | Git                                                      | 229        |
| 10.5.1    | Konfiguration eines Git-Clients                          | 230        |
| 10.5.2    | Grundlegende Git-Befehle                                 | 230        |
| 10.5.3    | Git-Tipps                                                | 231        |
| 10.5.4    | Weitere Referenzen zu Git                                | 233        |
| 10.5.5    | Andere Versionskontrollsysteme                           | 233        |

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| <b>11 Datenkonvertierung</b>                             | <b>234</b> |
| 11.1 Werkzeuge für Textkonvertierung                     | 234        |
| 11.1.1 Konvertieren einer Textdatei mit iconv            | 235        |
| 11.1.2 Prüfen mit iconv, ob eine Datei UTF-8-kodiert ist | 236        |
| 11.1.3 Dateinamen konvertieren mit iconv                 | 236        |
| 11.1.4 EOL-Konvertierung                                 | 237        |
| 11.1.5 TAB-Konvertierung                                 | 237        |
| 11.1.6 Editoren mit automatischer Konvertierung          | 237        |
| 11.1.7 Extrahieren von reinem Text                       | 238        |
| 11.1.8 Hervorheben und Formatieren von reinen Textdaten  | 238        |
| 11.2 XML-Daten                                           | 238        |
| 11.2.1 Grundlegende Hinweise für XML                     | 240        |
| 11.2.2 XML-Verarbeitung                                  | 241        |
| 11.2.3 Extrahierung von XML-Daten                        | 241        |
| 11.2.4 XML Lint                                          | 242        |
| 11.3 Textsatz                                            | 242        |
| 11.3.1 roff-Textsatz                                     | 242        |
| 11.3.2 TeX/LaTeX                                         | 243        |
| 11.3.3 Schöner Ausdruck einer Handbuchseite              | 244        |
| 11.3.4 Erstellen einer Handbuchseite                     | 244        |
| 11.4 Druckfähige Daten                                   | 244        |
| 11.4.1 Ghostscript                                       | 245        |
| 11.4.2 Zwei PS- oder PDF-Dateien zusammenführen          | 245        |
| 11.4.3 Werkzeuge für druckfähige Daten                   | 245        |
| 11.4.4 Drucken mit CUPS                                  | 245        |
| 11.5 Konvertierung von Mail-Daten                        | 247        |
| 11.5.1 Grundlagen zu Mail-Daten                          | 247        |
| 11.6 Werkzeuge für Grafikdaten                           | 248        |
| 11.6.1 Werkzeuge für Grafikdaten (Metapaket)             | 248        |
| 11.6.2 Werkzeuge für Grafikdaten (GUI)                   | 249        |
| 11.6.3 Werkzeuge für Grafikdaten (Konsolen-Befehle)      | 249        |
| 11.7 Verschiedene Datenkonvertierungen                   | 249        |
| <b>12 Programmierung</b>                                 | <b>252</b> |
| 12.1 Das Shell-Skript                                    | 252        |
| 12.1.1 POSIX-Shell-Kompatibilität                        | 253        |
| 12.1.2 Shell-Parameter                                   | 253        |
| 12.1.3 Bedingte Ausdrücke in der Shell                   | 255        |
| 12.1.4 Shell-Schleifen                                   | 255        |

---

|                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| 12.1.5 Shell-Umgebungsvariablen . . . . .                       | 256        |
| 12.1.6 Befehlsabfolge auf der Shell . . . . .                   | 256        |
| 12.1.7 Hilfsprogramme für Shell-Skripte . . . . .               | 257        |
| 12.2 Skriptverarbeitung in Interpreter-Sprachen . . . . .       | 259        |
| 12.2.1 Fehlersuche im Code für Interpreter-Sprachen . . . . .   | 259        |
| 12.2.2 Grafisches GUI-Programm und Shell-Skripte . . . . .      | 259        |
| 12.2.3 Eigene Aktionen im Dateimanager . . . . .                | 260        |
| 12.2.4 Verrücktes bei kurzen Perl-Skripten . . . . .            | 260        |
| 12.3 Programmieren in kompilierten Sprachen . . . . .           | 261        |
| 12.3.1 C . . . . .                                              | 261        |
| 12.3.2 Ein einfaches C-Programm (gcc) . . . . .                 | 262        |
| 12.3.3 Flex - ein besseres Lex . . . . .                        | 262        |
| 12.3.4 Bison - ein besseres Yacc . . . . .                      | 263        |
| 12.4 Werkzeuge zur statischen Code-Analyse . . . . .            | 264        |
| 12.5 Fehlersuche (Debugging) . . . . .                          | 266        |
| 12.5.1 Grundlegende Ausführung von gdb . . . . .                | 266        |
| 12.5.2 Fehlersuche (Debugging) in einem Debian-Paket . . . . .  | 266        |
| 12.5.3 Gewinnen von Backtrace-Informationen . . . . .           | 267        |
| 12.5.4 Erweiterte gdb-Befehle . . . . .                         | 268        |
| 12.5.5 Überprüfen der Abhängigkeiten von Bibliotheken . . . . . | 268        |
| 12.5.6 Werkzeuge zur dynamischen Aufrufverfolgung . . . . .     | 268        |
| 12.5.7 Fehleranalyse bei X-Fehlern . . . . .                    | 269        |
| 12.5.8 Werkzeuge zur Erkennung von Speicherlecks . . . . .      | 269        |
| 12.5.9 Disassemblieren von Binärdateien . . . . .               | 269        |
| 12.6 Bauwerkzeuge . . . . .                                     | 269        |
| 12.6.1 Make . . . . .                                           | 269        |
| 12.6.2 Autotools . . . . .                                      | 270        |
| 12.6.2.1 Kompilieren und Installieren eines Programms . . . . . | 271        |
| 12.6.2.2 Deinstallation eines Programms . . . . .               | 271        |
| 12.6.3 Meson . . . . .                                          | 271        |
| 12.7 Web . . . . .                                              | 272        |
| 12.8 Die Quellcode-Übersetzung . . . . .                        | 272        |
| 12.9 Erstellen von Debian-Paketen . . . . .                     | 273        |
| <b>A Anhang . . . . .</b>                                       | <b>274</b> |
| A.1 Das Debian-Labyrinth . . . . .                              | 274        |
| A.2 Copyright-Vergangenheit . . . . .                           | 274        |
| A.3 Dokumentenformat . . . . .                                  | 275        |

---



# Tabellenverzeichnis

|      |                                                                                                   |    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1  | Liste interessanter Textmodus-Programm-Pakete . . . . .                                           | 5  |
| 1.2  | Liste informativer Dokumentationspakete . . . . .                                                 | 5  |
| 1.3  | Auflistung der Verwendung wichtiger Verzeichnisse . . . . .                                       | 8  |
| 1.4  | Bedeutungen des ersten Zeichens der "ls -l"-Ausgabe . . . . .                                     | 10 |
| 1.5  | Der numerische Modus für Dateiberechtigungen in chmod(1)-Befehlen . . . . .                       | 11 |
| 1.6  | Beispiele für <b>umask</b> -Werte . . . . .                                                       | 11 |
| 1.7  | Liste erwähnenswerter systemweiter Gruppen . . . . .                                              | 13 |
| 1.8  | Liste erwähnenswerter, vom System angebotenen Gruppen zur Ausführung besonderer Befehle . . . . . | 13 |
| 1.9  | Liste der Arten von Zeitstempeln . . . . .                                                        | 13 |
| 1.10 | Liste spezieller Gerätedateien . . . . .                                                          | 17 |
| 1.11 | Die Tastaturbefehle von MC . . . . .                                                              | 19 |
| 1.12 | Die Reaktion auf die Enter-Taste in MC . . . . .                                                  | 21 |
| 1.13 | Liste von Shell-Programmen . . . . .                                                              | 22 |
| 1.14 | Liste der Tastaturbefehle für bash . . . . .                                                      | 23 |
| 1.15 | Liste von Mausoperationen und zugehörigen Tastenaktionen auf Debian-Systemen . . . . .            | 24 |
| 1.16 | Liste grundlegender Vim-Tastenkürzel . . . . .                                                    | 26 |
| 1.17 | Liste grundlegender Unix-Befehle . . . . .                                                        | 28 |
| 1.18 | Die drei Teile des locale-Wertes . . . . .                                                        | 30 |
| 1.19 | Liste mit Empfehlungen zum Gebietsschema . . . . .                                                | 30 |
| 1.20 | Liste der Werte von "\$HOME" . . . . .                                                            | 31 |
| 1.21 | Shell-Glob-Suchmuster . . . . .                                                                   | 32 |
| 1.22 | Befehls-Beendigungs-Codes . . . . .                                                               | 33 |
| 1.23 | Abfolgen von Shell-Befehlen . . . . .                                                             | 34 |
| 1.24 | Vordefinierte Datei-Deskriptoren . . . . .                                                        | 34 |
| 1.25 | Metazeichen für BRE und ERE . . . . .                                                             | 37 |
| 1.26 | Der Ersetzungsausdruck . . . . .                                                                  | 38 |
| 1.27 | Liste von Skript-Schnipseln für die Befehlsweiterleitung . . . . .                                | 41 |
| 2.1  | Liste von Debians Paketmanagement-Werkzeugen . . . . .                                            | 43 |
| 2.2  | Liste von Debian-Archiv-Seiten . . . . .                                                          | 47 |

|      |                                                                                                          |     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.3  | Liste der Debian-Archiv-Bereiche . . . . .                                                               | 47  |
| 2.4  | Zusammenhang zwischen Suite und Codename . . . . .                                                       | 48  |
| 2.5  | Liste wichtiger Websites zur Lösung von Paketproblemen . . . . .                                         | 53  |
| 2.6  | Grundlegende Paketmanagement-Operationen mit apt(8), aptitude(8) und apt-get(8) / apt-cache(8) . . . . . | 56  |
| 2.7  | Erwähnenswerte Befehlsoptionen für aptitude(8) . . . . .                                                 | 57  |
| 2.8  | Liste der Tastaturkürzel für aptitude . . . . .                                                          | 58  |
| 2.9  | Liste der Ansichten für aptitude . . . . .                                                               | 59  |
| 2.10 | Die Kategorisierung von Standard-Paketansichten . . . . .                                                | 59  |
| 2.11 | Liste von aptitudes Regex-Formeln . . . . .                                                              | 61  |
| 2.12 | Protokolldateien für Paketaktivitäten . . . . .                                                          | 62  |
| 2.13 | Liste erweiterter Paketmanagement-Operationen . . . . .                                                  | 66  |
| 2.14 | Inhalt der Metadaten des Debian-Archivs . . . . .                                                        | 68  |
| 2.15 | Namensstruktur von Debian-Paketen . . . . .                                                              | 72  |
| 2.16 | In den einzelnen Komponenten von Debian-Paketnamen zu verwendende Zeichen . . . . .                      | 72  |
| 2.17 | Erwähnenswerte Dateien, die durch dpkg erzeugt werden . . . . .                                          | 73  |
| 2.18 | Liste erwähnenswerter Pin-Prioritäts-Werte für <b>apt-pinning</b> . . . . .                              | 81  |
| 2.19 | Liste von Proxy-Hilfsprogrammen speziell für das Debian-Archiv . . . . .                                 | 86  |
| 3.1  | Liste der Bootloader . . . . .                                                                           | 88  |
| 3.2  | Bedeutung der Bestandteile eines Menüeintrags in /boot/grub/grub.cfg . . . . .                           | 89  |
| 3.3  | Liste von Boot-Hilfsprogrammen für das Debian-System . . . . .                                           | 91  |
| 3.4  | Liste der Schwellwerte zur Filterung von Kernel-Fehler-Meldungen . . . . .                               | 95  |
| 3.5  | Liste typischer journalctl-Befehle . . . . .                                                             | 96  |
| 3.6  | Liste typischer systemctl-Befehle . . . . .                                                              | 97  |
| 3.7  | Liste weiterer Überwachungsbefehle unter systemd . . . . .                                               | 98  |
| 4.1  | Wichtige Konfigurationsdateien für pam_unix(8) . . . . .                                                 | 101 |
| 4.2  | Inhalt des zweiten Eintrags in "/etc/passwd" . . . . .                                                   | 102 |
| 4.3  | Liste von Befehlen zur Verwaltung von Konteninformationen . . . . .                                      | 103 |
| 4.4  | Liste der Werkzeuge zur Passwörterzeugung . . . . .                                                      | 104 |
| 4.5  | Liste von PAM- und NSS-Systemen . . . . .                                                                | 105 |
| 4.6  | Liste von Konfigurationsdateien, auf die PAM und NSS zugreifen . . . . .                                 | 106 |
| 4.7  | Liste von unsicheren und sicheren Diensten und Ports . . . . .                                           | 107 |
| 4.8  | Liste von Werkzeugen, die zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen ermöglichen . . . . .                         | 108 |
| 5.1  | Liste von Werkzeugen zur Netzwerkkonfiguration . . . . .                                                 | 114 |
| 5.2  | Liste der Netzwerkadressbereiche . . . . .                                                               | 116 |
| 5.3  | Gegenüberstellung von net-tools- und iproute2-Befehlen . . . . .                                         | 119 |
| 5.4  | Liste von Basis-Netzwerkbefehlen . . . . .                                                               | 120 |
| 5.5  | Liste von Werkzeugen zur Netzwerkoptimierung . . . . .                                                   | 120 |

|      |                                                                                                                  |     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.6  | Wesentliche Grundregeln für den optimalen MTU-Wert . . . . .                                                     | 121 |
| 5.7  | Liste von Firewall-Werkzeugen . . . . .                                                                          | 122 |
| 6.1  | Liste der Webbrowser . . . . .                                                                                   | 124 |
| 6.2  | Liste der Mail User Agents (MUA) . . . . .                                                                       | 126 |
| 6.3  | Liste von Paketen für grundlegende Mail Transfer Agents . . . . .                                                | 128 |
| 6.4  | Liste von wichtigen Postfix-Handbuchseiten . . . . .                                                             | 129 |
| 6.5  | Liste von Konfigurationsdateien für Mail-Adressen . . . . .                                                      | 130 |
| 6.6  | Liste grundlegender MTA-Operationen . . . . .                                                                    | 132 |
| 6.7  | Liste von Servern für Fernzugriff und Hilfsprogrammen . . . . .                                                  | 132 |
| 6.8  | Liste von SSH-Konfigurationsdateien . . . . .                                                                    | 133 |
| 6.9  | Liste von Beispielen zum Start einer SSH-Verbindung auf einem Client . . . . .                                   | 133 |
| 6.10 | Liste freier SSH-Clients für andere Plattformen . . . . .                                                        | 134 |
| 6.11 | Liste von Print-Servern und Hilfsprogrammen . . . . .                                                            | 136 |
| 6.12 | Liste von weiteren Netzerkanwendungs-Servern . . . . .                                                           | 137 |
| 6.13 | Liste von Netzerkanwendungs-Clients . . . . .                                                                    | 138 |
| 6.14 | Liste populärer RFCs . . . . .                                                                                   | 138 |
| 7.1  | Liste der Arbeitsplatzumgebungen . . . . .                                                                       | 139 |
| 7.2  | Liste erwähnenswerter GUI-Infrastruktur-Pakete . . . . .                                                         | 141 |
| 7.3  | Liste erwähnenswerter GUI-Anwendungen . . . . .                                                                  | 143 |
| 7.4  | Liste erwähnenswerter TrueType- und OpenType-Schriftarten . . . . .                                              | 144 |
| 7.5  | Liste erwähnenswerter Pakete für Schriftumgebungen . . . . .                                                     | 145 |
| 7.6  | Liste erwähnenswerter Pakete für Sandbox-Umgebungen . . . . .                                                    | 146 |
| 7.7  | Liste erwähnenswerter Server für Fernzugriff . . . . .                                                           | 147 |
| 7.8  | Liste der Verbindungsmethoden zum X-Server . . . . .                                                             | 147 |
| 7.9  | Liste von Programmen zum Beeinflussen der Zwischenablage . . . . .                                               | 149 |
| 8.1  | Liste von IBus- und dessen Plugin-Paketen . . . . .                                                              | 155 |
| 8.2  | Liste von Fcitx5- und dessen Plugin-Paketen . . . . .                                                            | 156 |
| 9.1  | Liste von Programmen für Konsolenaktivitäten . . . . .                                                           | 159 |
| 9.2  | Liste von Tastaturkürzeln für screen . . . . .                                                                   | 161 |
| 9.3  | Informationen zur Initialisierung von vim . . . . .                                                              | 165 |
| 9.4  | Liste von System-Log-Analysen . . . . .                                                                          | 166 |
| 9.5  | Anzeigebeispiele von Datum und Uhrzeit für den Befehl "ls -l" mit <b>time style value</b> -Einstellung . . . . . | 167 |
| 9.6  | Liste von Werkzeugen zur Bildbearbeitung . . . . .                                                               | 168 |
| 9.7  | Liste von Paketen zur Aufzeichnung der Konfigurations-Historie . . . . .                                         | 169 |
| 9.8  | Liste von Werkzeugen zur Überwachung und Steuerung von Programmaktivitäten . . . . .                             | 169 |
| 9.9  | Liste der nice-Werte für die Ablaufpriorität . . . . .                                                           | 170 |

---

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.10 Liste von ps-Befehlen                                                                                        | 170 |
| 9.11 Liste von häufig verwendeten Signalen für den kill-Befehl                                                    | 175 |
| 9.12 Liste erwähnenswerter SAK-Befehlstasten                                                                      | 177 |
| 9.13 Liste von Werkzeugen zur Hardware-Identifikation                                                             | 178 |
| 9.14 Liste von Werkzeugen zur Hardware-Konfiguration                                                              | 179 |
| 9.15 Liste von Audio-Paketen                                                                                      | 180 |
| 9.16 Liste von Befehlen zur Deaktivierung des Bildschirmschoners                                                  | 181 |
| 9.17 Liste der gemeldeten Arbeitsspeichergrößen                                                                   | 182 |
| 9.18 Liste von Werkzeugen für eine Systemsicherheits- und Integritätsüberprüfung                                  | 182 |
| 9.19 Liste von Paketen für die Partitionierung                                                                    | 183 |
| 9.20 Liste von Paketen für das Dateisystem-Management                                                             | 185 |
| 9.21 Liste von Paketen zum Betrachten und Bearbeiten von Binärdaten                                               | 195 |
| 9.22 Liste von Paketen zur Manipulation von Dateien ohne Einbinden der Festplatte                                 | 195 |
| 9.23 Liste von Werkzeugen, um Redundanz für Dateien hinzuzufügen                                                  | 195 |
| 9.24 Liste von Paketen für Datenwiederherstellung und forensische Analysen                                        | 196 |
| 9.25 Liste von Werkzeugen zur Datenverschlüsselung                                                                | 199 |
| 9.26 Liste von Schlüsselpaketen für die Neukompilierung des Kernels auf einem Debian-System                       | 201 |
| 9.27 Liste von Virtualisierungswerkzeugen                                                                         | 205 |
| 10.1 Liste von Archivierungs- und Kompressionswerkzeugen                                                          | 210 |
| 10.2 Liste von Kopier- und Synchronisationswerkzeugen                                                             | 211 |
| 10.3 Liste von Dateisystemen für Wechseldatenträger mit typischen Anwendungsszenarien                             | 216 |
| 10.4 Liste von Netzwerkdiensten mit typischen Anwendungsszenarien                                                 | 217 |
| 10.5 Liste von Datensicherungsprogrammen                                                                          | 220 |
| 10.6 Liste von Werkzeugen für die Datensicherheits-Infrastruktur                                                  | 223 |
| 10.7 Liste von GNU-Privacy-Guard-Befehlen für die Schlüsselverwaltung                                             | 224 |
| 10.8 Liste der Bedeutungen des Vertrauenscodes                                                                    | 224 |
| 10.9 Liste von GNU-Privacy-Guard-Befehlen mit Dateien                                                             | 226 |
| 10.10 Liste von Werkzeugen zur Quellcode-Zusammenführung                                                          | 228 |
| 10.11 Liste von zu Git gehörigen Paketen und Befehlen                                                             | 229 |
| 10.12 Wichtige Git-Befehle                                                                                        | 231 |
| 10.13 Git-Tipps                                                                                                   | 232 |
| 10.14 Liste anderer Versionskontrollsystem-Werkzeuge                                                              | 233 |
| 11.1 Liste von Textkonvertierungs-Werkzeugen                                                                      | 234 |
| 11.2 Liste von Werten für die Zeichenkodierung und deren Verwendung                                               | 235 |
| 11.3 Liste der EOL-Codes für verschiedene Plattformen                                                             | 237 |
| 11.4 Liste der Befehle zur TAB-Konvertierung aus den Paketen <code>bsdmainutils</code> und <code>coreutils</code> | 237 |
| 11.5 Liste von Werkzeugen zum Extrahieren von reinen Textdaten                                                    | 239 |

---

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 11.6 Liste von Werkzeugen für Hervorhebung/Formatierung von Textdaten . . . . .        | 239 |
| 11.7 Liste von vordefinierten Entitäten für XML . . . . .                              | 240 |
| 11.8 Liste von XML-Werkzeugen . . . . .                                                | 241 |
| 11.9 Liste von DSSSL-Werkzeugen . . . . .                                              | 241 |
| 11.10Liste von Werkzeugen zur Extrahierung von XML-Daten . . . . .                     | 242 |
| 11.11Liste von XML-Druck-Werkzeugen . . . . .                                          | 242 |
| 11.12Liste von Textsatz-Werkzeugen . . . . .                                           | 243 |
| 11.13Liste von Paketen, die bei der Erstellung einer Handbuchseite helfen . . . . .    | 244 |
| 11.14Liste von Ghostscript-PostScript-Interpretern . . . . .                           | 245 |
| 11.15Liste von Werkzeugen für druckfähige Daten . . . . .                              | 246 |
| 11.16Liste von Paketen zur Konvertierung von Mail-Daten . . . . .                      | 247 |
| 11.17Liste von Werkzeugen für Grafikdaten (Metapaket) . . . . .                        | 248 |
| 11.18Liste von Werkzeugen für Grafikdaten (GUI) . . . . .                              | 249 |
| 11.19Liste von Werkzeugen für Grafikdaten (Konsolen-Befehle) . . . . .                 | 250 |
| 11.20Liste verschiedener Werkzeuge zur Datenkonvertierung . . . . .                    | 251 |
|                                                                                        |     |
| 12.1 Liste typischer Bashisms . . . . .                                                | 253 |
| 12.2 Liste von Shell-Parametern . . . . .                                              | 254 |
| 12.3 Liste von Parameterauswertungen . . . . .                                         | 254 |
| 12.4 Liste von Shell-Parameterersetzungen . . . . .                                    | 254 |
| 12.5 Liste von Dateivergleichsoperatoren in bedingten Ausdrücken . . . . .             | 255 |
| 12.6 Liste von String-Vergleichsoperatoren im bedingten Ausdruck . . . . .             | 256 |
| 12.7 Liste der Pakete, die kleine Hilfsprogramme für Shell-Skripte enthalten . . . . . | 258 |
| 12.8 Liste von Interpreter-betreffenden Paketen . . . . .                              | 258 |
| 12.9 Liste von Dialog-Programmen . . . . .                                             | 260 |
| 12.10Liste von Compiler-betreffenden Paketen . . . . .                                 | 261 |
| 12.11Liste Yacc-kompatibler LALR-Parser-Generatoren . . . . .                          | 263 |
| 12.12Liste von Werkzeugen für die statische Code-Analyse . . . . .                     | 265 |
| 12.13Liste von Debugging-Paketen . . . . .                                             | 266 |
| 12.14Liste erweiterter gdb-Befehle . . . . .                                           | 268 |
| 12.15Liste von Werkzeugen zur Erkennung von Speicherlecks . . . . .                    | 269 |
| 12.16Liste von Paketen mit Bauwerkzeugen . . . . .                                     | 270 |
| 12.17Liste von automatischen make-Variablen . . . . .                                  | 270 |
| 12.18Liste von make-Variablenexpandierungen . . . . .                                  | 270 |
| 12.19Liste von Programmen zur Übersetzung von Quellcode . . . . .                      | 272 |

---

## **Zusammenfassung**

Dieses Buch ist frei; Sie dürfen es unter den Bedingungen der GNU General Public License in jeder Version, die verträglich mit den Debian Richtlinien für Freie Software (DFSG) ist, weiterverteilen und/oder verändern.

# Vorwort

Diese [Debian-Referenz \(Version 2.150\)](#) (2026-09-07 04:12:06 UTC) soll für die Zeit nach der Installation einen groben Überblick über das Debian-System in Form eines Benutzerhandbuchs bieten.

Es spricht diejenigen Leser an, die bereit sind, Shell-Skripte zu lernen, aber nicht bereit sind, alle C-Quellen zu lesen, um herauszufinden, wie das [GNU/Linux](#)-System genau funktioniert.

Anweisungen zur Installation eines Debian-Systems finden Sie unter:

- [Debian GNU/Linux Installationsanleitung für das aktuelle Stable-System](#)
- [Debian GNU/Linux Installationsanleitung für das Testing-System](#)

## Haftungsausschluss

Jegliche Gewährleistung wird ausgeschlossen. Alle Handelsmarken sind Eigentum ihrer jeweiligen Markeninhaber.

Das Debian-System selbst ist ein bewegliches Ziel. Das macht es schwer, diese Dokumentation aktuell und korrekt zu halten. Obgleich die aktuelle `Testing`-Version des Debian-Systems beim Schreiben dieser Referenz als Basis genutzt wurde, mag einiges vom Inhalt bereits veraltet sein, wenn Sie dies lesen.

Bitte behandeln Sie dieses Dokument als zweitrangige Referenz. Dieses Dokument ersetzt nicht die maßgeblichen Handbücher. Autor und Helfer/Übersetzer übernehmen keine Verantwortung für die Folgen von Fehlern, Auslassungen oder Zweideutigkeiten in diesem Dokument.

## Was ist Debian

Das [Debian-Projekt](#) ist eine Vereinigung von Einzelpersonen, die es sich zur gemeinsamen Aufgabe gemacht haben, ein freies Betriebssystem zu erstellen. Seine Distribution zeichnet sich durch folgende Aspekte aus:

- Verpflichtung zur Freiheit von Software: [Debian-Gesellschaftsvertrag und Debian-Richtlinien für Freie Software \(DFSG\)](#);
- internet-basierte, verteilte, unbezahlte und freiwillige Leistung: <https://www.debian.org>;
- eine große Anzahl vorkompilierter, hochqualitativer Software-Pakete;
- Fokus auf Stabilität und Sicherheit mit einfachem Zugang zu Sicherheitsaktualisierungen;
- Fokus auf leichte Aktualisierung auf die neuesten Software-Pakete über das `testing`-Archiv;
- eine große Zahl unterstützter Hardware-Architekturen.

Freie Software in Debian stammt von [GNU](#), [Linux](#), [BSD](#), [X](#), [ISC](#), [Apache](#), [Ghostscript](#), [Common Unix Printing System](#), [Samba](#), [GNOME](#), [KDE](#), [Mozilla](#), [LibreOffice](#), [Vim](#), [TeX](#), [LaTeX](#), [DocBook](#), [Perl](#), [Python](#), [Tcl](#), [Java](#), [Ruby](#), [PHP](#), [Berkeley DB](#), [MariaDB](#), [PostgreSQL](#), [SQLite](#), [Exim](#), [Postfix](#), [Mutt](#), [FreeBSD](#), [OpenBSD](#), [Plan 9](#) und vielen weiteren unabhängigen Freie-Software-Projekten. Debian integriert diese Vielzahl freier Software in ein Ökosystem.

---

# Über dieses Dokument

## Leitregeln

Folgende Leitregeln wurden beim Erstellen dieses Dokuments verfolgt:

- liefere einen Überblick und überspringe Sonderfälle (**das Gesamtbild**);
- halte es kurz und einfach (Keep It Short and Simple, **KISS**);
- erfinde das Rad nicht neu (benutze Verweise auf **bestehende Referenzen**);
- Fokus auf nicht-grafische Werkzeuge und Konsolen (benutze **Shell-Beispiele**);
- Sei objektiv (benutze [popcon](#) usw.).

---

### Tipp

Ich habe versucht, hierarchische Aspekte und die unteren Ebenen des Systems zu erläutern.

---

## Voraussetzungen



### Warnung

Sie können davon ausgehen, auch außerhalb dieser Dokumentation leicht selbst Antworten zu finden. Dieses Dokument liefert Ihnen lediglich effiziente Ausgangssituationen.

---

Verwenden Sie folgende primäre Informationsquellen, um selbst nach Lösungen suchen:

- die Debian-Website unter <https://www.debian.org> für grundsätzliche Informationen;
- die Dokumentation im Verzeichnis `/usr/share/doc/paketname`;
- die **Handbuchseiten (manpages)** im Unix-Stil: `dpkg -L paketname | grep '/man/man.*/'`;
- die **Infoseiten** im GNU-Stil: `dpkg -L paketname | grep '/info/'`;
- die Fehlerdatenbank: <https://bugs.debian.org/paketname>;
- das Debian Wiki unter <https://wiki.debian.org/> für sich schnell ändernde und spezielle Themen;
- die Single UNIX Specification von Open Group's Homepage [The UNIX System Home Page](#)
- die freie Enzyklopädie von Wikipedia unter <https://www.wikipedia.org/>.
- [Das Debian Administrationshandbuch](#)
- Die HOWTOs von [The Linux Documentation Project \(TLDP\)](#)

---

### Anmerkung

Für detaillierte Dokumentation zu einem speziellen Programm/Paket müssen Sie möglicherweise das entsprechende Dokumentationspaket mit `- doc` als Anhang hinter dem Namen installieren.

---



## Konventionen

Dieses Dokument bietet Informationen im folgenden vereinfachten Präsentationsstil mit [bash\(1\)](#) Shell-Befehl-Beispielen:

```
# command-in-root-account
$ command-in-user-account
```

Diese Shell-Prompts unterscheiden sich abhängig vom verwendeten Benutzer und sind deckungsgleich mit dem Setzen von Umgebungsvariablen wie "PS1=' \ \$ '" und "PS2=' ' ". Diese Werte wurden zwecks Lesbarkeit in diesem Dokument ausgewählt und sind nicht zwingend typisch für ein aktuell installiertes System.

Alle Befehlsbeispiele in dieser Referenz wurden mit der englischen Gebietsschema-Einstellung "LANG=en\_US.UTF8" ausgeführt. Bitte erwarten Sie nicht, dass Platzhalter wie *command-in-root-account* und *command-in-user-account* in den Befehlsbeispielen übersetzt sind. Sie sind bewusst unübersetzt, um alle Beispiele aktuell halten zu können.

---

### Anmerkung

Lesen Sie dazu die Bedeutung der Umgebungsvariablen "\$PS1" und "\$PS2" in [bash\(1\)](#).

---

Eine vom Systemadministrator geforderte **Aktion** ist in der Imperativ-Form (Befehlsform) geschrieben, z.B. "Enter-Taste drücken nach jedem Eingeben eines Befehls in der Shell".

Spalten wie **Beschreibung** und ähnliche in einer Tabelle können eine **Nominalphrase** im Sinne der [Richtlinien für die Paket-Kurzbeschreibungen](#) enthalten, wobei führende Artikel wie "ein" oder "der" weggelassen werden. Sie können alternativ auch eine Infinitivphrase als **Nominalphrase** ohne das "zu" am Anfang enthalten, folgend den Richtlinien für Befehls-Kurzbeschreibungen in Handbuchseiten. Dies mag einigen Leuten lustig erscheinen, ist aber meine beabsichtigte Stilwahl, um diese Dokumentation so einfach wie möglich zu halten. Diese **Nominalphrasen** beginnen nicht mit einem Großbuchstaben und enden nicht mit einem Punkt, gemäß den Richtlinien für Kurzbeschreibungen.

---

### Anmerkung

Korrekte Nomen inklusive Befehlsnamen bleiben von der Groß-/Kleinschreibung her immer gleich, unabhängig von Ihrer Position im Satz.

---

Ein **Befehlsschnipsel**, der in einem Textabschnitt zitiert wird, ist in Schreibmaschinen-Schriftart zwischen doppelten Anführungszeichen dargestellt, z.B. "aptitude safe-upgrade".

Ein **Ausschnitt von Daten** aus einer Konfigurationsdatei, der in einem Textabschnitt zitiert wird, ist in Schreibmaschinen-Schriftart zwischen doppelten Anführungszeichen dargestellt, z.B. "deb-src".

Ein **Befehl** wird mit seinem Namen in Schreibmaschinen-Schriftart und optional gefolgt von der Nummer seines Handbuchseiten-Abschnitts in Klammern dargestellt, z.B. [bash\(1\)](#). Geben Sie Folgendes ein, um weitere Informationen zu erhalten:

```
$ man 1 bash
```

Eine **Handbuchseite (manpage)** wird mit ihrem Namen in Schreibmaschinen-Schriftart gefolgt von der Nummer ihres Handbuchseiten-Abschnitts in Klammern dargestellt, z.B. [sources.list\(5\)](#). Geben Sie Folgendes ein, um weitere Informationen zu erhalten:

```
$ man 5 sources.list
```

Eine **Infoseite** wird mit dem Befehlsschnipsel in Schreibmaschinen-Schriftart zwischen doppelten Anführungszeichen dargestellt, z.B. "info make". Geben Sie Folgendes ein, um weitere Informationen zu erhalten:

```
$ info make
```

Ein **Dateiname** wird in Schreibmaschinen-Schriftart zwischen doppelten Anführungszeichen dargestellt, z.B. "/etc/passwd". Geben Sie Folgendes ein, um z.B. den Inhalt von Konfigurationsdateien anzuzeigen:

---

```
$ sensible-pager "/etc/passwd"
```

Ein **Verzeichnisname** wird in Schreibmaschinen-Schriftart zwischen doppelten Anführungszeichen dargestellt, z.B. `"/etc/apt/"`. Geben Sie Folgendes ein, um den Verzeichnisinhalt anzuzeigen:

```
$ mc "/etc/apt/"
```

Ein **Paketname** wird mit seinem Namen in Schreibmaschinen-Schriftart dargestellt, z.B. `vim`. Geben Sie Folgendes ein, um weitere Informationen zu dem Paket zu erhalten:

```
$ dpkg -L vim
$ apt-cache show vim
$ aptitude show vim
```

Bei **Dokumentation** wird der Ablageort entweder über den Dateinamen in Schreibmaschinen-Schriftart zwischen doppelten Anführungszeichen angezeigt, z.B. `"/usr/share/doc/base-passwd/users-and-groups.txt.gz"` und `"/usr/share/doc/base-passwd/users-and-groups.html"`; oder über seine [URL](https://www.debian.org), z.B. <https://www.debian.org>. Geben Sie Folgendes ein, um die Dokumentation zu lesen:

```
$ zcat "/usr/share/doc/base-passwd/users-and-groups.txt.gz" | sensible-pager
$ sensible-browser "/usr/share/doc/base-passwd/users-and-groups.html"
$ sensible-browser "https://www.debian.org"
```

Eine **Umgebungsvariable** wird mit ihrem Namen und einem führenden "\$" in Schreibmaschinen-Schriftart zwischen doppelten Anführungszeichen dargestellt, z.B. `"$VAR"`. Geben Sie Folgendes ein, um ihren derzeitigen Wert zu erhalten:

```
$ echo "$TERM"
```

## Der Popularitäts-Wettbewerb (popcon)

Die Daten des [Debian Popularitäts-Wettbewerbs](#) (Debian Popularity Contest / popcon) stellen ein objektives Messinstrument für die Beliebtheit eines jeden Pakets dar. Sie wurden am 2026-08-16 07:24:01 UTC heruntergeladen und enthalten die gesamte Menge von 282116 Meldungen über 221471 Binärpakete und 27 Architekturen.

---

### Anmerkung

Bitte beachten Sie, dass das amd64-Archiv in `unstable` derzeit nur 78093 Pakete enthält. Die popcon-Daten enthalten auch Berichte von vielen alten Systeminstallationen.

---

Die popcon-Zahl mit einem vorangestellten "V:" für "votes" wird berechnet über  $1000 * (\text{Anzahl der popcon-Berichte, dass das Paket auf dem PC kürzlich ausgeführt wurde}) / (\text{Gesamtanzahl der popcon-Berichte})$ .

Die popcon-Zahl mit einem vorangestellten "I:" für "installs" wird berechnet über  $1000 * (\text{Anzahl der popcon-Berichte, dass das Paket auf dem PC installiert ist}) / (\text{Gesamtanzahl der popcon-Berichte})$ .

---

### Anmerkung

Die popcon-Daten sollten nicht als absolutes Maß für die Wichtigkeit des Pakets angesehen werden. Es gibt viele Faktoren, die die Statistik beeinflussen können. Zum Beispiel könnten einige Systeme, die an dem Popularitäts-Wettbewerb teilnehmen, eingebundene Verzeichnisse wie `"/usr/bin"` mit der Option `"noatime"` haben, um die System-Performance zu verbessern, und so wäre "votes" für solche Systeme letztlich deaktiviert.

---

## Die Paketgröße

Die Paketgrößen-Daten werden auch als objektives Maß für jedes Paket angeboten. Sie basieren auf der Angabe "Installed-Size:", die vom Befehl "apt-cache show" oder "aptitude show" angezeigt werden (derzeit von der amd64-Architektur für die Unstable-Veröffentlichung). Die Größe wird in KiB ([Kibibyte](#) = Einheit für 1024 Byte) angegeben.

---

### Anmerkung

Ein Paket mit einer sehr kleinen numerischen Paketgröße kann darauf hindeuten, dass das Paket in der Unstable-Veröffentlichung ein Dummy-Paket ist, das andere Pakete mit signifikantem Inhalt über die Abhängigkeiten installiert. Dummy-Pakete ermöglichen sanfte Versionsübergänge oder das Aufsplitten von Paketen in mehrere kleinere Einzelpakete.

---

### Anmerkung

Eine Paketgröße gefolgt von "(\*)" zeigt an, dass das Paket in der Unstable-Veröffentlichung fehlt und stattdessen die Paketgröße aus der Experimental-Veröffentlichung angezeigt wird.

---

## Fehlerbericht gegen dieses Dokument

Falls Sie irgendwelche Fehler in diesem Dokument finden, melden Sie diese gegen das Paket `debian-reference`; Sie können dazu [reportbug\(1\)](#) verwenden. Fügen Sie bitte Korrekturvorschläge für den Fehler bei, als "diff -u" gegen den reinen Text oder die Quellen.

## Gedächtnisstützen für neue Benutzer

Hier einige Gedächtnisstützen für neue Benutzer:

- Sichern Sie Ihre Daten
    - Lesen Sie dazu Abschnitt [10.2](#).
  - Halten Sie Passwörter und Schlüssel verschlossen
  - [KISS - halte es kurz und einfach \(keep it simple stupid\)](#)
    - Machen Sie Ihr System nicht unnötig kompliziert
  - Lesen Sie die Protokolldateien Ihres System
    - Der **ERSTE** Fehler ist der, der zählt
  - [RTFM - lesen Sie das tolle Handbuch \(read the fine manual\)](#)
  - Suchen Sie im Internet, bevor Sie Fragen stellen
  - Arbeiten Sie nicht als root, wenn es nicht erforderlich ist
  - Spielen Sie nicht mit dem Paketmanagementsystem herum
  - Geben Sie keine Befehle ein, die Sie nicht verstehen
  - Ändern Sie keine Dateizugriffsrechte
  - Verlassen Sie die root-Shell nicht, bevor Sie Ihre Änderungen **GETESTET** haben
  - Halten Sie immer ein alternatives Boot-Medium parat ([USB-Stick](#), [CD-ROM](#), ...)
-

## Einige Zitate für neue Benutzer

Hier einige interessante Zitate von den Debian-Mailinglisten, die helfen können, neue Benutzer aufzuklären.

- "Dies ist Unix. Es gibt Ihnen genug Seil, damit Sie sich selbst erhängen können." --- Miquel van Smoorenburg <miquels at cistron.nl>
- "Unix IST benutzerfreundlich... Es ist nur sehr wählerisch mit der Entscheidung, wer seine Freunde sind." --- Tollef Fog Heen <tollef at add.no>

Auf Wikipedia gibt es den Artikel "[Unix-Philosophie](#)", der interessante Zitate enthält.

# Kapitel 1

## GNU/Linux-Lehrstunde

Ich denke, ein Computersystem zu erlernen ist wie das Erlernen einer Fremdsprache. Obwohl Anleitungen und Dokumentation hilfreich sind, müssen Sie es selbst einüben. Um Ihnen einen sanften Start zu verschaffen, werde ich hier einige grundsätzliche Dinge ausführen.

Das kraftvolle Design von [Debian GNU/Linux](#) stammt von dem [Unix](#)-Betriebssystem, was einem [Multiuser](#)- und [Multi-tasking](#)-Betriebssystem ist. Sie müssen lernen, die Vorteile aus der Kraft dieser Funktionalitäten und den Ähnlichkeiten zwischen Unix und GNU/Linux zu ziehen.

Scheuen Sie sich nicht, Unix-orientierte Texte zu lesen und stützen Sie sich nicht ausschließlich auf GNU/Linux-orientierte Texte, da Sie dann viele nützliche Informationen verpassen würden.

---

### Anmerkung

Falls Sie bereits für eine Weile irgendein [Unix-ähnliches](#) System mit Befehlszeilenwerkzeugen genutzt haben, wissen Sie möglicherweise bereits alles, was ich hier beschreibe. Bitte nutzen Sie dies zum Realitäts-Check und zur Auffrischung.

---

## 1.1 Grundlagen für die Konsole

### 1.1.1 Die Shell-Eingabeaufforderung (Shell-Prompt)

Nach dem Starten des Systems sehen Sie einen textbasierten Anmeldebildschirm, wenn Sie keine grafische Oberfläche (GUI) wie [GNOME](#) oder [KDE](#) installiert haben. Wenn wir davon ausgehen, dass Ihr Rechnername foo lautet, dann sieht Ihr Anmeldebildschirm wie folgt aus:

Haben Sie eine [GUI-Oberfläche](#) installiert, können Sie trotzdem einen solchen textbasierten Anmeldebildschirm bekommen, indem Sie Strg-Alt-F3 drücken; mit Strg-Alt-F2 kehren Sie wieder zur GUI-Umgebung zurück (mehr dazu unter Abschnitt [1.1.6](#)).

```
foo login:
```

In dem Anmeldebildschirm geben Sie Ihren Benutzernamen ein, z.B. penguin und drücken die Enter-Taste, dann Ihr Passwort und nochmals Enter.

---

### Anmerkung

Gemäß der Unix-Tradition muss bei Benutzername und Passwort auf Groß- und Kleinschreibung geachtet werden. Im Benutzernamen werden für gewöhnlich nur Kleinbuchstaben verwendet. Das erste Benutzerkonto wird normalerweise während der Installation angelegt. Weitere Benutzerkonten können durch root mit dem Befehl [adduser\(8\)](#) erstellt werden.

---

Das System startet mit einer Grußnachricht, die in `/etc/motd` (Message Of The Day, Meldung des Tages) gespeichert ist, und zeigt einen Befehls-Prompt an.

```
Debian GNU/Linux 12 foo tty3
```

```
foo login: penguin
Password:
```

```
Linux foo 6.5.0-0.deb12.4-amd64 #1 SMP PREEMPT_DYNAMIC Debian 6.5.10-1~bpo12+1 (2023-11-23) ↵
x86_64
```

```
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.
```

```
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
```

```
Last login: Wed Dec 20 09:39:00 JST 2023 on tty3
foo:~$
```

Jetzt sind Sie in der [Shell](#). Die Shell interpretiert die Befehle, die Sie eingeben.

### 1.1.2 Die Shell-Eingabeaufforderung auf einem GUI-System

Falls Sie während der Installation eine grafische [GUI](#)-Oberfläche installiert haben, bekommen Sie nach dem Systemstart einen grafischen Anmeldebildschirm. Geben Sie zur Anmeldung Benutzername und Passwort des unprivilegierten Benutzerkontos ein. Verwenden Sie dabei die TAB-Taste, um zwischen Benutzername und Passwort zu wechseln, oder benutzen Sie dazu die primäre Maustaste.

In der GUI-Oberfläche bekommen Sie eine Shell-Eingabeaufforderung, indem Sie einen X-Terminal-Emulator wie [gnome-terminal\(1\)](#), [rxvt\(1\)](#) oder [xterm\(1\)](#) starten. In der GNOME-Arbeitsplatzumgebung erreichen Sie dies, indem Sie die SUPER-Taste (Windows-Taste) drücken und "terminal" in das Suchfeld eingeben.

Bei einigen anderen Arbeitsplatzumgebungen (wie [fluxbox](#)) gibt es möglicherweise keine offensichtliche Möglichkeit, ein Menü zu öffnen. Versuchen Sie in diesem Fall einfach einen Rechtsklick auf den Desktop-Hintergrund und hoffen, dass ein Menü erscheint.

### 1.1.3 Das root-Benutzerkonto

Das root-Benutzerkonto wird auch [Superuser](#) oder privilegierter Benutzer genannt. Mit diesem Benutzerkonto können Sie folgende Administrationsaufgaben erledigen:

- lesen, schreiben und löschen aller Dateien auf dem System unabhängig von deren Zugriffsrechten;
- setzen von Eigentümer und Zugriffsrechten jeglicher Dateien auf dem System;
- setzen des Passworts von jedem unprivilegierten Benutzer auf dem System;
- anmelden an jedem Benutzerkonto ohne dessen Passwort.

Diese uneingeschränkten Rechte des root-Benutzerkontos erfordern von Ihnen, dass Sie sich besonnen und verantwortungsvoll verhalten, wenn Sie es benutzen.



#### Warnung

Teilen Sie das root-Passwort niemals anderen mit.

---

---

**Anmerkung**

Bestimmte Dateizugriffsrechte einer Datei (inklusive Hardware-Geräte wie CD-ROM usw., die auf einem Debian-System nichts anderes als eine Datei sind) können dazu führen, dass Sie für nicht-root-Benutzer unbenutzbar sind. Obwohl die Verwendung des root-Benutzerkontos ein schneller Weg ist, solche Situationen zu testen, sollte die Lösung das korrekte Einstellen der Datei-Zugriffsrechte und/oder das Hinzufügen des Benutzers in entsprechende Gruppen sein (siehe dazu Abschnitt [1.2.3](#)).

---

### 1.1.4 Die root-shell-Eingabeaufforderung

Hier ein paar grundlegende Methoden, um mittels root-Passwort eine root-shell-Eingabeaufforderung zu bekommen:

- Geben Sie root im textbasierten Anmeldebildschirm ein.
- Tippen Sie in jeglicher Shell "su -l" ein.
  - Hierdurch werden NICHT die Umgebungseinstellungen des angemeldeten Benutzers beibehalten.
- Tippen Sie in jeglicher Benutzer-Shell-Eingabeaufforderung "su" ein.
  - Hierdurch werden teilweise die Umgebungseinstellungen des angemeldeten Benutzers beibehalten.

### 1.1.5 Systemadministrations-Werkzeuge mit grafischer Oberfläche (GUI)

Wenn sich über Ihr Arbeitsplatz-Menü keine GUI-Systemadministrations-Werkzeuge mit den benötigten Rechten starten lassen, können Sie diese von einer root-shell-Eingabeaufforderung aus starten, wie z.B. von [gnome-terminal\(1\)](#), [rxvt\(1\)](#) oder [xterm\(1\)](#). Lesen Sie dazu Abschnitt [1.1.4](#) und Abschnitt [7.9](#).



---

**Warnung**

Starten Sie niemals das GUI-Display/den Sitzungsmanager als root, indem Sie root im Anmeldebildschirm des Displaymanagers (z.B. [gdm3\(1\)](#)) eingeben.

Lassen Sie niemals vertrauensunwürdige GUI-Programme mit Fernanbindung in einem X-Window laufen, wenn dort kritische Daten angezeigt werden, da diese Programme Ihren grafischen Bildschirminhalt abgreifen können.

---

### 1.1.6 Virtuelle Konsolen

In einem Standard-Debian-System sind sechs [VT100-ähnliche](#) textbasierte Konsolen verfügbar, zwischen denen Sie hin und her schalten können, und in denen die Befehls-Shell direkt auf dem Linux-Host ausgeführt werden kann. Solange Sie sich nicht in einer GUI-Umgebung befinden, können Sie mit der linken Alt - Taste und gleichzeitig einer der Funktionstasten F1 — F6 zwischen den virtuellen Konsolen umschalten. Jede textbasierte Konsole erlaubt eine eigenständige Anmeldung mit einem Benutzerkonto und bietet eine Mehrbenutzer-Umgebung. Diese Mehrbenutzer-Umgebung ist eine tolle Unix-Funktionalität und macht sehr leicht süchtig.

Wenn Sie sich in der grafischen GUI-Umgebung befinden, bekommen Sie mit Strg-Alt-F3 (d.h. die linke Strg-Taste, die linke Alt-Taste und F3 gleichzeitig) Zugang zur textbasierten Konsole 3. Sie können zur GUI-Oberfläche zurückkehren, die normalerweise auf der virtuellen Konsole 2 läuft, indem Sie Alt-F2 drücken.

Alternativ können Sie auch von der Befehlszeile aus zu einer anderen virtuellen Konsole wechseln, z.B. zur Konsole 3:

```
# chvt 3
```

---

### 1.1.7 Wie Sie die Eingabeaufforderung wieder verlassen

Drücken Sie in der Eingabeaufforderung Strg-D (also die linke Strg-Taste und die d-Taste gleichzeitig), um die Shell-Aktivitäten zu beenden. Wenn Sie sich auf der textbasierten Konsole befinden, kehren Sie hiermit zum Anmeldebildschirm zurück. Obwohl bei diesen Steuerzeichen von "control D" mit großem D gesprochen wird, müssen Sie hier nicht die Umschalt-Taste drücken. Für Strg-D wird auch die Kurzform ^D benutzt. Alternativ können Sie auch "exit" eingeben.

Wenn Sie sich in einem [X-Terminal-Emulator\(1\)](#) befinden, können Sie hiermit das X-Terminal-Emulator-Fenster schließen.

### 1.1.8 Wie Sie das System herunterfahren

Wie jedes andere moderne Betriebssystem, bei dem Dateioperationen das [Zwischenspeichern \(Caching\)](#) beinhalten, um die Performance zu erhöhen, erfordert auch das Debian-System eine Prozedur zum sauberen Herunterfahren, bevor gefahrlos abgeschaltet werden kann. Dies dient dazu, die Integrität der Daten aufrecht zu erhalten, indem alle Änderungen auf die Platte geschrieben werden. Falls Energiekontrolle per Software verfügbar ist, wird im Rahmen des Herunterfahrens die Spannung automatisch abgeschaltet. (Andernfalls müssen Sie den Ein-/Ausschaltknopf mehrere Sekunden gedrückt halten, nachdem das Herunterfahren abgeschlossen ist).

Sie können das System im normalen Mehrbenutzermodus auf der Befehlszeile herunterfahren mittels:

```
# shutdown -h now
```

Sie können das System im Einzelbenutzermodus auf der Befehlszeile herunterfahren mittels:

```
# poweroff -i -f
```

Lesen Sie auch Abschnitt [6.3.8](#).

### 1.1.9 Eine Konsole wiederherstellen

Wenn der Bildschirm verrückt spielt, nachdem Sie verrückte Dinge wie "cat *irgendeine-binärdatei*" gemacht haben, geben Sie "reset" an der Eingabeaufforderung ein. Sie können den Befehl möglicherweise nicht sehen, während Sie ihn eingeben. Mit "clear" können Sie bei Bedarf auch den Bildschirm leeren.

### 1.1.10 Zusätzliche Paketempfehlungen für Neulinge

Obwohl selbst die Minimalinstallation eines Debian-Systems ohne jegliche Arbeitsplatzumgebung die grundlegenden Unix-Funktionalitäten bietet, ist es eine gute Idee, mittels [apt-get\(8\)](#) einige Befehlszeilen- und curses-basierte Zeichen-Terminal-Pakete zusätzlich zu installieren, wie z.B. mc und vim; Anfänger können dazu für einen ersten Versuch folgendes verwenden:

```
# apt-get update
...
# apt-get install mc vim sudo aptitude
...
```

Falls Sie diese Pakete bereits installiert haben, werden keine neuen Pakete installiert.

Es könnte eine gute Idee sein, einiges an informativer Dokumentation zu lesen.

Sie sollten vielleicht einige dieser Pakete installieren, indem Sie folgendes eingeben:

```
# apt-get install package_name
```



| Paket                     | Popcon                       | Größe                 | Beschreibung                                                                    |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">mc</a>        | <a href="#">V:39, I:179</a>  | <a href="#">1590</a>  | Ein Textmodus-Dateimanager mit Vollbildschirm-Ansicht                           |
| <a href="#">sudo</a>      | <a href="#">V:756, I:867</a> | <a href="#">6774</a>  | Ein Programm, das Benutzern eingeschränkte root-Privilegien einräumt            |
| <a href="#">vim</a>       | <a href="#">V:81, I:342</a>  | <a href="#">4164</a>  | Unix Texteditor Vi IMproved, ein Texteditor für Programmierer (Standardversion) |
| <a href="#">vim-tiny</a>  | <a href="#">V:57, I:979</a>  | <a href="#">1867</a>  | Unix Texteditor Vi IMproved, ein Texteditor für Programmierer (Kompaktversion)  |
| <a href="#">emacs-nox</a> | <a href="#">V:3, I:12</a>    | <a href="#">46564</a> | Emacs vom GNU-Projekt, der Lisp-basierte erweiterbare Texteditor                |
| <a href="#">w3m</a>       | <a href="#">V:10, I:134</a>  | <a href="#">2853</a>  | Textmodus-WWW-Browser                                                           |
| <a href="#">gpm</a>       | <a href="#">V:8.2, I:9.1</a> | <a href="#">524</a>   | Unix-ähnliches Kopieren-und-Einfügen auf der Textkonsole (Daemon)               |

Tabelle 1.1: Liste interessanter Textmodus-Programm-Pakete

| Paket                                | Popcon                       | Größe                 | Beschreibung                                           |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|
| <a href="#">doc-debian</a>           | <a href="#">I:884</a>        | <a href="#">185</a>   | Dokumentation des Debian-Projekts und andere Dokumente |
| <a href="#">debian-policy</a>        | <a href="#">I:7.3</a>        | <a href="#">5147</a>  | Debian Policy-Handbuch und zugehörige Dokumente        |
| <a href="#">developers-reference</a> | <a href="#">V:0.2, I:2.4</a> | <a href="#">2647</a>  | Richtlinien und Informationen für Debian-Entwickler    |
| <a href="#">debmake-doc</a>          | <a href="#">I:0.37</a>       | <a href="#">11803</a> | Leitfaden für Debian-Betreuer                          |
| <a href="#">debian-history</a>       | <a href="#">I:0.56</a>       | <a href="#">6513</a>  | Vergangenheit des Debian-Projekts                      |
| <a href="#">debian-faq</a>           | <a href="#">I:882</a>        | <a href="#">791</a>   | Debian FAQ                                             |

Tabelle 1.2: Liste informativer Dokumentationspakete

### 1.1.11 Ein zusätzliches Benutzerkonto

Falls Sie Ihr Haupt-Benutzerkonto nicht für die folgenden Trainingsaktivitäten nutzen möchten, können Sie mit folgendem Befehl ein Trainings-Benutzerkonto erstellen, hier z.B. `fish`:

```
# adduser fish
```

Beantworten Sie alle Fragen.

Dadurch wird ein neues Konto namens `fish` erstellt. Nach Ihren Übungen können Sie dieses Benutzerkonto und das dazugehörige Heimatverzeichnis entfernen, indem Sie folgendes verwenden:

```
# deluser --remove-home fish
```

Auf nicht-Debian-Systemen sowie speziell angepassten Debian-Systemen müssen für die oben aufgeführten Aktivitäten die niederschwelligen Werkzeuge [useradd\(8\)](#) und [userdel\(8\)](#) verwendet werden.

### 1.1.12 sudo-Konfiguration

Für ein typisches Einzelbenutzer-Arbeitsplatzsystem, wie z.B. einen Debian-Desktop auf einem Laptop, ist es gängig, wie folgt eine einfache Konfiguration für [sudo\(8\)](#) einzurichten, so dass der nicht-privilegierten Benutzer, z.B. `penguin`, lediglich mit seinem Benutzer-Passwort (aber ohne das root-Passwort) administrative Rechte bekommen kann:

```
# echo "penguin ALL=(ALL) ALL" >> /etc/sudoers
```

Alternativ dazu ist es auch verbreitet, dem nicht-privilegierten Benutzer, hier `penguin`, wie folgt administrative Rechte zu gewähren, ohne dass dieser irgendein Passwort eingeben muss:

```
# echo "penguin ALL=(ALL) NOPASSWD:ALL" >> /etc/sudoers
```

Dieser Trick sollte nur für einen Einzelbenutzer-Arbeitsplatz angewandt werden, den Sie selbst administrieren und auf dem Sie der einzige Benutzer sind.

**Warnung**

Richten Sie keine Benutzerkonten regulärer Benutzer auf Mehrbenutzersystemen derartig ein; dies wäre sehr schlecht für die Systemsicherheit.

---

**Achtung**

Das Passwort und Benutzerkonto von penguin im obigen Beispiel erfordert ebenso viel Schutz wie das root-Passwort und das root-Benutzerkonto.

Administrative Rechte in diesem Zusammenhang gehören zu jemandem, der berechtigt ist, Systemadministrationsaufgaben auf dem Arbeitsplatzsystem durchzuführen. Gewähren Sie niemals einem Manager in der Verwaltungsabteilung Ihrer Firma oder Ihrem Chef derartige Privilegien, außer diese sind dazu autorisiert und befähigt.

---

**Anmerkung**

Um Leuten Zugriffsrechte auf limitierte Geräte und Dateien zu verschaffen, sollten Sie die Verwendung von **group** in Betracht ziehen, um eingeschränkte Rechte einzurichten, statt die root-Privilegien via [sudo\(8\)](#) dafür zu nutzen. Mit einer durchdachten und vorsichtigen Konfiguration kann [sudo\(8\)](#) auf einem System, das Sie sich mit mehreren Leuten teilen, limitierte administrative Rechte einräumen, ohne dass Sie anderen das root-Passwort mitteilen müssen. Dies kann Ihnen auf Systemen helfen, wo Sie sich die Verantwortung mit mehreren Administratoren teilen, so dass Sie sagen können, wer was gemacht hat. Auf der anderen Seite möchten Sie vielleicht nicht, dass irgendjemand sonst solche Privilegien hat.

---

### 1.1.13 Zeit zum Spielen

Jetzt sind Sie soweit, dass Sie mit dem Debian-System ohne Risiko herumspielen können, solange Sie das nicht-privilegierte Benutzerkonto verwenden.

Das liegt daran, dass sogar nach einer Standardinstallation Ihr Debian-System mit korrekten Dateiberechtigungen konfiguriert ist, die verhindern, dass nicht-privilegierte Benutzer das System beschädigen. Natürlich könnte es immer noch einige Lücken geben, die ausgenutzt werden können, aber diejenigen, die sich darüber Sorgen machen, sollten nicht dieses Kapitel lesen, sondern die [Anleitung zum Absichern von Debian \(Securing Debian Manual\)](#).

Wir lernen das Debian-System mit folgenden Aspekten eines [Unix-ähnlichen](#) Systems kennen:

- Abschnitt [1.2](#)
- Abschnitt [1.3](#)
- Abschnitt [1.4](#)
- Abschnitt [1.5](#)
- Abschnitt [1.6](#)

## 1.2 Unix-ähnliches Dateisystem

In GNU/Linux und anderen [Unix-ähnlichen](#) Betriebssystemen sind [Dateien](#) in [Verzeichnis](#)-Strukturen organisiert. Alle Dateien und Verzeichnisse sind in einem großen Verzeichnisbaum unterhalb von "/" eingeordnet. Dies wird Baum genannt, weil das Dateisystem, wenn Sie es aufmalen, wie ein Baum aussieht, nur dass er auf dem Kopf steht.

---

Diese Dateien und Verzeichnisse können auf mehrere Geräte verteilt sein. [mount\(8\)](#) dient dazu, Dateisysteme, die auf anderen Geräten erkannt werden, in den großen Verzeichnisbaum einzubinden. Umgekehrt dient [umount\(8\)](#) dazu, es wieder daraus zu entfernen. Auf aktuellen Linux-Kernel kann [mount\(8\)](#) mit bestimmten Optionen Teile des Verzeichnisbaums zusätzlich an anderer Stelle anknüpfen oder die zusätzlichen Eigenschaften `shared`, `private`, `slave` oder `unbindable` verwenden. Unterstützte mount-Optionen für verschiedene Dateisystemtypen finden Sie in `/usr/share/doc/linux-doc-*/Documentation/filesystems/`.

**Verzeichnisse** auf Unix-Systemen werden bei einigen anderen Betriebssystemen auch **Ordner** genannt. Bitte beachten Sie ebenfalls, dass es auf einem Unix-System kein Konzept zur Bezeichnung von **Laufwerken** gibt, das vergleichbar mit z.B. "A:" wäre. Es gibt ein Dateisystem, und dort ist alles enthalten. Dies ist ein gewaltiger Unterschied verglichen mit Windows.

### 1.2.1 Unix-Dateigrundlagen

Hier einige Grundlagen zu Dateien unter Unix:

- Bei Dateinamen ist **Groß-/Kleinschreibung immer relevant**. Das heißt, "MEINEDATEI" und "MeineDatei" sind zwei unterschiedliche Dateien.
- Das **Wurzel-Verzeichnis (root)** bedeutet Wurzel des Dateisystems und wird einfach als "/" dargestellt. Verwechseln Sie dies nicht mit dem Heimatverzeichnis des root-Benutzers "/root".
- Jedes Verzeichnis hat einen Namen, der jegliche Buchstaben oder Symbole **außer "/"** enthalten kann. Das Wurzelverzeichnis root ist eine Ausnahme; dessen Name ist "/" (ausgesprochen "slash" oder "das root-Verzeichnis") und es kann nicht umbenannt werden.
- Jede Datei oder jedes Verzeichnis ist über einen **voll qualifizierten Dateinamen, absoluten Dateinamen** oder **Pfad** gekennzeichnet, der die Abfolge der Verzeichnisse enthält, die zu dessen Erreichen passiert werden müssen. Die drei oben angegebenen Ausdrücke sind alle gleichbedeutend.
- Alle **voll qualifizierten Dateinamen** beginnen mit dem "/"-Verzeichnis, und zwischen zwei Verzeichnissen oder zwischen Verzeichnis und Datei steht ein weiteres "/". Das erste "/" ist das Wurzelverzeichnis, und die anderen "/" sind jeweils Trenner zwischen den einzelnen Unterverzeichnissen, bis der letzte Eintrag erreicht ist, was der Name der eigentlichen Datei ist. Die Wörter, die hier verwendet werden, können verwirrend sein. Nehmen Sie den folgenden **voll qualifizierten Dateinamen** als Beispiel: `/usr/share/keytables/de.map.gz`. Allerdings spricht man von `de.map.gz` alleine als Dateiname.
- Das Wurzelverzeichnis enthält eine Anzahl von Unterverzeichnisse, wie `/etc/` und `/usr/`. Diese haben wiederum nochmals weitere Unterverzeichnisse, z. B. `/etc/systemd/` und `/usr/local/`. Das Ganze komplett betrachtet wird als **Verzeichnisbaum** bezeichnet. Sie können den absoluten Dateinamen als Route vom Fuss des Baums ("/") zu dessen Ende einer Verzweigung (einer Datei) betrachten. Manchmal hören Sie auch, wie Leute vom Verzeichnisbaum reden, als wäre es ein **Familien**-Stammbaum, der alle direkten Nachkommen einer einzigen Figur (dem Wurzelverzeichnis "/") einschließt: demzufolge haben die Unterverzeichnisse **Eltern**, und ein Pfad zeigt die vollständige Herkunft einer Datei. Es gibt auch relative Pfade, die irgendwo beginnen (nicht beim Wurzelverzeichnis). Sie sollten dabei in Erinnerung behalten, dass `../` immer das jeweils übergeordnete Verzeichnis (Eltern-Verzeichnis) bezeichnet. Diese Bezeichnungsweise gilt auch für andere Strukturen, die dem Verzeichnisbaum ähnlich sind, wie hierarchische Datenstrukturen.
- Es gibt keine spezielle Verzeichnispfad-Namenskomponente, die einem physikalischen Gerät, wie einer Festplatte, entspricht. Dies unterscheidet sich von [RT-11](#), [CP/M](#), [OpenVMS](#), [MS-DOS](#), [AmigaOS](#) und [Microsoft Windows](#), wo der Pfad einen Gerätenamen wie `C:\` enthält. Allerdings existieren Verzeichniseinträge, die sich als Teil des normalen Dateisystems auf physikalische Geräte beziehen. Siehe dazu Abschnitt [1.2.2](#).

**Anmerkung**

Obwohl Sie nahezu alle Buchstaben oder Symbole in einem Dateinamen verwenden **können**, ist es in der Praxis eine schlechte Idee, dies zu tun. Es ist besser, alle Zeichen zu vermeiden, die auf der Befehlszeile oft eine spezielle Bedeutung haben, darunter Leerzeichen, Tabulatoren, Newlines, und andere spezielle Zeichen wie { } ( ) [ ] ' ` " \ / > < | ; ! # & ^ \* % @ \$ . Wenn Sie innerhalb des Namens einzelne Wörter trennen möchten, sind Punkte, Bindestriche und Unterstriche hierfür eine gute Wahl. Sie können auch die Wörter jeweils am Anfang großschreiben, "SowieHier". Erfahrene Benutzer tendieren dazu, Leerzeichen in Dateinamen zu vermeiden.

**Anmerkung**

Das Wort "root" kann entweder "root-Benutzer" oder "root-Verzeichnis" (Wurzelverzeichnis) bedeuten. Am Zusammenhang bei der Verwendung sollten Sie erkennen können, was gemeint ist.

**Anmerkung**

Das Wort **Pfad** wird nicht nur wie oben für **voll qualifizierte Dateinamen** verwendet, sondern auch für den **Befehls-Suchpfad**. Die jeweilige Bedeutung erschließt sich für gewöhnlich aus dem Zusammenhang.

Detaillierte bewährte Methoden für die Dateihierarchie sind im Filesystem Hierarchy Standard beschrieben (in "/usr/share" und unter [hier\(7\)](#)). Sie sollten folgendes als Ausgangspunkt nutzen:

| Verzeichnis | Verwendung des Verzeichnisses                               |
|-------------|-------------------------------------------------------------|
| /           | das Wurzelverzeichnis (root-Verzeichnis)                    |
| /etc/       | systemweite Konfigurationsdateien                           |
| /var/log/   | System-Protokolldateien                                     |
| /home/      | die Heimatverzeichnisse aller nicht-privilegierten Benutzer |

Tabelle 1.3: Auflistung der Verwendung wichtiger Verzeichnisse

**1.2.2 Dateisystem-Internas**

Gemäß der **Unix-Tradition** stellt das Debian GNU/Linux-System ein [Dateisystem](#) bereit, unterhalb dessen alle physikalischen Daten auf Festplatten und anderen Speichermedien liegen; alles für das Zusammenspiel mit Hardware-Geräten wie Konsolenbildschirmen und von fern zugreifenden seriellen Konsolen benötigte wird in vereinheitlichter Art und Weise unterhalb von "/dev/" abgebildet.

Alle Dateien, Verzeichnisse, benannten Pipes (named pipes; ein Verfahren, mit dem zwei Programme Daten austauschen können) oder physikalischen Geräte auf einem Debian GNU/Linux-System haben eine Datenstruktur, [Inode](#) genannt, die die mit ihr verbundenen Attribute beschreibt, wie der Benutzer, der deren Eigentümer (owner) ist, die Gruppe, der sie angehören, der Zeitpunkt des letzten Zugriffs usw. Die Idee, nahezu alles im Dateisystem darzustellen, war eine Unix-Innovation, und moderne Linux-Kernel haben diese Idee sogar noch weiterentwickelt. Jetzt kann man sogar Informationen über die Prozesse, die auf dem Computer laufen, im Dateisystem finden.

Die abstrakte und vereinheitlichte Abbildung von physikalischen Datensätzen und internen Prozessen ist sehr leistungsfähig, da sie es uns erlaubt, für die gleiche Funktion auf vielen total unterschiedlichen Geräten denselben Befehl zu verwenden. Es ist sogar möglich, die Art und Weise, wie der Kernel arbeitet, zu verändern, indem man Daten in spezielle Dateien schreibt, die mit laufenden Prozessen verbunden sind.

**Tipp**

Wenn Sie wissen möchten, wie der Verzeichnisbaum und die Gerätedateien verknüpft sind, führen Sie [mount\(8\)](#) ohne Argumente aus.

### 1.2.3 Dateisystem-Berechtigungen

[Dateisystem-Berechtigungen](#) auf [Unix-ähnlichen](#) Systemen werden für drei Kategorien beteiligter Benutzer festgelegt:

- der **Benutzer** (user), der Eigentümer der Datei ist (**u**);
- andere Benutzer der **Gruppe** (group), zu der die Datei gehört (**g**);
- alle **anderen** (other) Benutzer (**o**), auch "world" (Welt) oder "everyone" (jeder) genannt.

Bei Dateien gibt es Berechtigung für die folgenden Aktionen:

- Die **Lese**-Berechtigung (read, **r**) erlaubt dem Rechteinhaber, den Inhalt der Datei zu betrachten.
- Die **Schreib**-Berechtigung (write, **w**) erlaubt dem Rechteinhaber, die Datei zu verändern.
- Die **Ausführungs**-Berechtigung (execute, **x**) erlaubt dem Rechteinhaber, die Datei als Befehl auszuführen.

Bei Verzeichnissen gibt es Berechtigung für die folgenden Aktionen:

- Die **Lese**-Berechtigung (read, **r**) erlaubt dem Rechteinhaber, den Inhalt des Verzeichnisses aufzulisten.
- Die **Schreib**-Berechtigung (write, **w**) erlaubt dem Rechteinhaber, Dateien zu dem Verzeichnis hinzuzufügen oder Dateien zu löschen.
- Die **Ausführungs**-Berechtigung (execute, **x**) erlaubt dem Rechteinhaber, auf Dateien in dem Verzeichnis zuzugreifen.

Hierbei bedeutet die **Ausführungs**-Berechtigung für ein Verzeichnis nicht nur, dass der Inhalt der Dateien in diesem Verzeichnis betrachtet werden kann, sondern auch deren Attribute, wie die Dateigröße und der Zeitpunkt der letzten Änderung.

[ls\(1\)](#) wird verwendet, um Informationen über die Zugriffsrechte (und mehr) von Dateien und Verzeichnissen anzuzeigen. Wenn es mit der Option "- l" aufgerufen wird, werden die folgenden Informationen in der angegebenen Reihenfolge angezeigt:

- **Typ der Datei** (erstes Zeichen);
- **Berechtigungen** der Datei (neun Zeichen, bestehend aus drei Zeichen jeweils für Benutzer, Gruppe und andere, in dieser Reihenfolge);
- **Anzahl der harten Links** auf die Datei;
- Name des **Benutzers**, der Eigentümer der Datei ist;
- Name der **Gruppe**, zu der die Datei gehört;
- **Größe** der Datei in Zeichen (Byte);
- **Datum und Uhrzeit** der Datei (mtime);
- **Name** der Datei.

[chown\(1\)](#) wird von dem root-Benutzer verwendet, um den Eigentümer einer Datei zu ändern. [chgrp\(1\)](#) wird vom Eigentümer einer Datei oder von root benutzt, um die Gruppe zu ändern, zu der die Datei gehört. [chmod\(1\)](#) wird vom Eigentümer oder dem root-Benutzer verwendet, um die Zugriffsberechtigungen für Datei und Verzeichnis zu ändern. Die grundsätzliche Syntax, um die Datei foo zu bearbeiten, ist wie folgt:

```
# chown newowner foo
# chgrp newgroup foo
# chmod [ugoa][+ -=][rwxXst][, ...] foo
```

| Zeichen | Bedeutung                                 |
|---------|-------------------------------------------|
| -       | normale Datei                             |
| d       | Verzeichnis                               |
| l       | symbolischer Link                         |
| c       | Geräte-Node für zeichenorientierte Geräte |
| b       | Geräte-Node für blockorientierte Geräte   |
| p       | benannte Pipe (named pipe)                |
| s       | Socket                                    |

Tabelle 1.4: Bedeutungen des ersten Zeichens der "ls -l"-Ausgabe

Sie können zum Beispiel mit folgenden Befehlen einen Verzeichnisbaum so manipulieren, dass foo sein Eigentümer wird und bar die Gruppe:

```
# cd /some/location/
# chown -R foo:bar .
# chmod -R ug+rwX,o=rX .
```

Es gibt noch drei weitere, spezielle Zugriffs-Bits:

- das **Setze Benutzer-ID-Bit** (**s**, oder **S** statt dem **x** des Benutzers);
- das **Setze Gruppen-ID-Bit** (**s**, oder **S** statt dem **x** der Gruppe);
- das **sticky (klebrig)-Bit** (**t**, oder **T** statt dem **x** der "anderen").

Hierbei enthält die Ausgabe von "ls -l" für diese Bits die jeweiligen **Großbuchstaben**, wenn die Ausführungs-Bits (x), die bei dieser Ausgabe versteckt sind, **nicht gesetzt** sind.

Das Setzen des **Setze Benutzer-ID-Bits** einer ausführbaren Datei erlaubt dem Benutzer, die ausführbare Datei unter der Benutzer-ID der Datei (zum Beispiel **root**) auszuführen. Ähnlich dazu erlaubt das Setzen des Bits **Setze Gruppen-ID** einer ausführbaren Datei dem Benutzer, die ausführbare Datei unter der Gruppen-ID der Datei (zum Beispiel **root**) auszuführen. Da diese Einstellungen Sicherheitsrisiken verursachen können, erfordert deren Aktivierung besondere Vorsicht.

Das Setzen des **Setze Gruppen-ID-Bits** eines Verzeichnisses aktiviert das [BSD-ähnliche](#) Dateierstellungs-Schema, bei dem alle in dem Verzeichnis erzeugten Dateien der gleichen **Gruppe** angehören wie das Verzeichnis selbst.

Das Setzen des **sticky (klebrig)-Bits** eines Verzeichnisses verhindert, dass eine Datei in dem Verzeichnis von einem Benutzer gelöscht wird, der nicht Eigentümer der Datei ist. Um den Inhalt einer Datei in einem für alle schreibbaren Verzeichnis wie "/tmp" oder in durch die Gruppe schreibbaren Verzeichnissen sicherzustellen, muss nicht nur die **Schreib-Berechtigung** für die Datei zurückgenommen werden, sondern auch das **sticky (klebrig)-Bit** für das Verzeichnis. Ansonsten könnte jeder Benutzer, der Schreibberechtigung in dem Verzeichnis hat, die Datei löschen und eine neue mit dem gleichen Namen (aber eventuell anderem Inhalt) erstellen.

Hier einige interessante Beispiele von Dateiberechtigungen:

```
$ ls -l /etc/passwd /etc/shadow /dev/ppp /usr/sbin/exim4
crw-----T 1 root root    108, 0 Oct 16 20:57 /dev/ppp
-rw-r--r-- 1 root root    2761 Aug 30 10:38 /etc/passwd
-rw-r----- 1 root shadow  1695 Aug 30 10:38 /etc/shadow
-rwsr-xr-x 1 root root   973824 Sep 23 20:04 /usr/sbin/exim4
$ ls -ld /tmp /var/tmp /usr/local /var/mail /usr/src
drwxrwxrwt 14 root root   20480 Oct 16 21:25 /tmp
drwxrwsr-x 10 root staff   4096 Sep 29 22:50 /usr/local
drwxr-xr-x 10 root root    4096 Oct 11 00:28 /usr/src
drwxrwsr-x  2 root mail    4096 Oct 15 21:40 /var/mail
drwxrwxrwt  3 root root    4096 Oct 16 21:20 /var/tmp
```

| Ziffer               | Bedeutung                                                                                                       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Ziffer (optional) | Summe der Bits <b>Setze Benutzer-ID</b> (=4), <b>Setze Gruppen-ID</b> (=2) und <b>sticky (klebrig)</b> (=1)     |
| 2. Ziffer            | Summer der Rechte <b>Lesen</b> (= 4), <b>Schreiben</b> (= 2) und <b>Ausführen</b> (= 1) für den <b>Benutzer</b> |
| 3. Ziffer            | identisch für die <b>Gruppe</b>                                                                                 |
| 4. Ziffer            | identisch für <b>alle anderen</b>                                                                               |

Tabelle 1.5: Der numerische Modus für Dateiberechtigungen in `chmod(1)`-Befehlen

Es gibt eine alternative numerische Möglichkeit, um Dateiberechtigungen mit `chmod(1)` darzustellen. Dieser numerische Modus verwendet 3 oder 4 einstellige Oktalzahlen (Basis=8).

Dies klingt kompliziert, aber es ist letztendlich ganz einfach. Wenn Sie die ersten Spalten (2-10) der `ls -l`-Ausgabe anschauen und sie in binärer Darstellung (Basis = 2) lesen ("-" ist "0" und "rw" sind "1"), werden Sie die letzten 3 Ziffern des numerischen Modus' im Oktalformat (Basis = 8) erkennen.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ touch foo bar
$ chmod u=rw,go=r foo
$ chmod 644 bar
$ ls -l foo bar
-rw-r--r-- 1 penguin penguin 0 Oct 16 21:39 bar
-rw-r--r-- 1 penguin penguin 0 Oct 16 21:35 foo
```

### Tipp

Wenn Sie mit einem Shell-Skript auf Informationen von `ls -l` zugreifen müssen, sollten Sie geeignete Befehle wie `test(1)`, `stat(1)` und `readlink(1)` verwenden. Auch in die Shell integrierte Dinge wie `[]` oder `test` können genutzt werden.

## 1.2.4 Steuerung der Berechtigungen für neu erzeugte Dateien: `umask`

Welche Berechtigungen einer neu erzeugten Datei oder einem neu erzeugten Verzeichnis zugewiesen werden, wird durch den in die Shell integrierten Befehl `umask` festgelegt/eingeschränkt. Lesen Sie dazu `dash(1)`, `bash(1)` und `builtins(7)`.

```
(file permissions) = (requested file permissions) & ~(umask value)
```

| umask | erzeugte Dateirechte | erzeugte Verzeichnisrechte | Verwendung                        |
|-------|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 0022  | -rw-r--r--           | -rwxr-xr-x                 | schreibbar nur durch den Benutzer |
| 0002  | -rw-rw-r--           | -rwxrwxr-x                 | schreibbar durch die Gruppe       |

Tabelle 1.6: Beispiele für `umask`-Werte

Das Debian-System verwendet standardmäßig das UPG-Schema (user private group, eineprivate Gruppe für jeden Benutzer). Eine UPG wird erstellt, immer wenn ein Benutzer dem System hinzugefügt wird. Eine UPG hat den gleichen Namen wie der Benutzer, für den sie erstellt wurde, und dieser Benutzer ist das alleinige Mitglied in dieser Gruppe. Durch das UPG-Schema ist es sicher, die `umask` auf 0002 zu setzen, da jeder Benutzer seine eigene private Gruppe hat. (Bei einigen Unix-Varianten ist es gängig, alle normalen Benutzer so einzurichten, dass sie einer einzigen **users**-Gruppe angehören und es ist in solchen Fällen eine gute Idee, `umask` aus Sicherheitsgründen auf 0022 zu setzen.)



---

**Tipp**

Sie aktivieren das UPG-Schema, indem Sie "umask 002" zur Datei ~/.bashrc hinzufügen.

---

## 1.2.5 Berechtigungen für Gruppen von Benutzern (group)

---

**Warnung**

Stellen Sie sicher, dass noch nicht gespeicherte Änderungen gespeichert werden, bevor Sie einen Reboot oder ähnliches ausführen.

---

Sie können mit zwei Schritten den Benutzer penguin zu der Gruppe bird hinzufügen:

- Ändern der Gruppenkonfiguration mit einem der folgenden Befehle:
  - Führen Sie "sudo usermod -aG bird penguin" aus.
  - Führen Sie "sudo adduser penguin bird" aus (nur auf typischen Debian-Systemen).
  - Führen Sie "sudo vigr" für /etc/group aus, sowie "sudo vigr -s" für /etc/gshadow, um penguin der Zeile für die Gruppe bird hinzuzufügen.
- Übernehmen Sie die Konfiguration mit einer der folgenden Möglichkeiten:
  - Kalt-Neustart und neu anmelden (die beste Option).
  - Abmelden und neu anmelden über die grafische Oberfläche (für moderne Desktop-Umgebungen funktioniert dies möglicherweise nicht).

Sie können mit zwei Schritten den Benutzer penguin aus der Gruppe bird entfernen:

- Ändern der Gruppenkonfiguration mit einem der folgenden Befehle:
  - Führen Sie "sudo usermod -rG bird penguin" aus.
  - Führen Sie "sudo deluser penguin bird" aus (nur auf typischen Debian-Systemen).
  - Führen Sie "sudo vigr" für /etc/group, sowie "sudo vigr -s" für /etc/gshadow aus, um penguin aus der Zeile für die Gruppe bird zu entfernen.
- Übernehmen Sie die Konfiguration mit einer der folgenden Möglichkeiten:
  - Kalt-Neustart und neu anmelden (die beste Option).
  - Führen Sie "kill -TERM -1" aus sowie einige korrigierende Aktionen wie "systemctl restart NetworkManager".
  - Abmelden über die grafische Oberfläche ist für den GNOME-Desktop keine Option.

Jegliche Versuche eines Warm-Neustarts sind bei modernen Arbeitsplatzsystemen ein fragiler Ersatz für einen Kalt-Neustart.

---

**Anmerkung**

Alternativ können Sie Benutzer während des Authentifizierungsprozesses dynamisch zu Gruppen hinzufügen, indem Sie die Zeile "auth optional pam\_group.so" zu "/etc/pam.d/common-auth" hinzufügen und "/etc/security/group.conf" einrichten. Lesen Sie dazu Kapitel 4.)

---

Hardware-Geräte sind nur eine andere Art von Datei auf dem Debian-System. Wenn Sie Probleme haben, von einem Benutzerkonto aus auf Geräte wie [USB-Speichersticks](#) oder [CD-ROM-Laufwerke](#) zuzugreifen, sollten Sie den Benutzer zu einem Mitglied der entsprechenden Gruppe machen.

Einige erwähnenswerte systemweite Gruppen erlauben ihren Mitglieder, ohne root-Privilegien auf die jeweiligen Dateien und Geräte zuzugreifen:

---



| Gruppe  | Beschreibung der Dateien und Geräte, auf die zugegriffen werden kann                                                       |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| dialout | voller und direkter Zugriff auf serielle Ports ("/dev/ttyS[0-3]")                                                          |
| dip     | eingeschränkter Zugriff auf serielle Ports für <b>Dialup IP</b> -(Einwahl-)Verbindungen zu vertrauenswürdigen Gegenstellen |
| cdrom   | CD-ROM- und DVD+/-RW-Laufwerke                                                                                             |
| audio   | Audiogeräte (z.B. Soundkarten)                                                                                             |
| video   | Videogeräte (z.B. Grafikkarten)                                                                                            |
| scanner | Scanner                                                                                                                    |
| adm     | Systemüberwachungs-Protokolle                                                                                              |
| staff   | einige Verzeichnisse für untergeordnete administrative Tätigkeiten: "/usr/local", "/home"                                  |

Tabelle 1.7: Liste erwähnenswerter systemweiter Gruppen

**Tipp**

Sie müssen der Gruppe `dialout` angehören, um ein Modem umzukonfigurieren, sich irgendwo einzuwählen usw. Wenn jedoch `root` vordefinierte Konfigurationsdateien für vertrauenswürdige Gegenstellen in `/etc/ppp/peers/` anlegt, müssen Sie lediglich Mitglied der Gruppe `dip` sein, um mit den Befehlen [pppd\(8\)](#), [pon\(1\)](#) und [poff\(1\)](#) **Dialup IP**-(Einwahl-)Verbindungen herzustellen.

Einige erwähnenswerte, vom System angebotene Gruppen erlauben Ihren Mitgliedern, besondere Befehle ohne `root`-Rechte auszuführen:

| Gruppe  | Befehle, die ausgeführt werden können                                                             |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| sudo    | Einen Befehl mit Superuser-Privilegien ausführen                                                  |
| lpadmin | Befehle ausführen, um Drucker zur Druckerdatenbank hinzuzufügen, zu modifizieren und zu entfernen |

Tabelle 1.8: Liste erwähnenswerter, vom System angebotenen Gruppen zur Ausführung besonderer Befehle

Eine vollständige Liste der vom System angebotenen Benutzer und Gruppen finden Sie in der letzten Version des Dokuments "Users and Groups" in `/usr/share/doc/base-passwd/users-and-groups.html` aus dem Paket `base-passwd`.

Lesen Sie [passwd\(5\)](#), [group\(5\)](#), [shadow\(5\)](#), [newgrp\(1\)](#), [vipw\(8\)](#), [vigr\(8\)](#) und [pam\\_group\(8\)](#) für Informationen über Befehle zur Verwaltung des Benutzer- und Gruppensystems.

## 1.2.6 Zeitstempel

Es gibt drei Arten von Zeitstempeln für eine GNU/Linux-Datei:

| Art          | Bedeutung (historische Unix-Definition)                                |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>mtime</b> | Zeitpunkt der letzten Änderung an der Datei ( <code>ls -l</code> )     |
| <b>ctime</b> | Zeitpunkt der letzten Statusänderung der Datei ( <code>ls -lc</code> ) |
| <b>atime</b> | Zeitpunkt des letzten Zugriffs auf die Datei ( <code>ls -lu</code> )   |

Tabelle 1.9: Liste der Arten von Zeitstempeln

**Anmerkung**

**ctime** ist nicht der Zeitpunkt der Dateierzeugung.

---

**Anmerkung**

Der wirkliche Wert von **atime** auf einem GNU/Linux-System könnte sich von dem mit der historischen Unix-Definition konformen Variante unterscheiden.

---

- Das Überschreiben einer Datei ändert die **mtime**-, **ctime**- und **atime**-Attribute der Datei.
- Das Ändern von Eigentümer oder Zugriffsrechten ändert die **ctime**- und **atime**-Attribute der Datei.
- Das Lesen einer Datei ändert das **atime**-Attribut der Datei auf einem historischen Unix-System.
- Das Lesen einer Datei ändert das **atime**-Attribut der Datei auf einem GNU/Linux-System, wenn das Dateisystem mit dem Argument "strictatime" eingebunden wurde.
- Das erstmalige Lesen einer Datei oder das Lesen nach einem Tag ändert das **atime**-Attribut der Datei auf einem GNU/Linux-System, wenn das Dateisystem mit dem Argument "relatime" eingebunden wurde (dies ist das Standardverhalten seit Linux 2.6.30).
- Das Lesen einer Datei ändert nicht das **atime**-Attribut der Datei auf einem GNU/Linux-System, wenn das Dateisystem mit dem Argument "noatime" eingebunden wurde.

---

**Anmerkung**

Die mount-Argument "noatime" und "relatime" wurden eingeführt, um in normalen Anwendungssituationen die Leistungsfähigkeit der Systeme beim Lesen vom Dateisystem zu verbessern. Der einfache Vorgang zum Lesen einer Datei beinhaltet bei aktivierter "strictatime"-Option den zeitaufwendigen Schreibvorgang zum Aktualisieren des **atime**-Attributs. Jedoch wird das **atime**-Attribut selten benutzt, außer bei der [mbox\(5\)](#)-Datei. Lesen Sie dazu [mount\(8\)](#).

---

Verwenden Sie den Befehl [touch\(1\)](#), um den Zeitstempel vorhandener Dateien zu ändern.

Zeitstempel werden in der Ausgabe des ls-Befehls lokalisiert angezeigt, wenn ein nicht-englisches Gebietsschema (Locale) eingestellt ist (bei "de\_DE.UTF-8" also im deutschen Datumsformat).

```
$ LANG=C ls -l foo
-rw-rw-r-- 1 penguin penguin 0 Oct 16 21:35 foo
$ LANG=en_US.UTF-8 ls -l foo
-rw-rw-r-- 1 penguin penguin 0 Oct 16 21:35 foo
$ LANG=fr_FR.UTF-8 ls -l foo
-rw-rw-r-- 1 penguin penguin 0 oct. 16 21:35 foo
```

---

**Tipp**

Lesen Sie Abschnitt [9.3.4](#), um die Ausgabe von "ls -l" anzupassen.

---

## 1.2.7 Links

Es gibt zwei Methoden, um die Datei "foo" mit einem anderen Dateinamen, z.B. "bar" zu verbinden:

- [Harter Link](#)
  - doppelter Name für eine existierende Datei
  - "ln foo bar"
- [symbolischer Link \(auch Symlink genannt\)](#)
  - eine spezielle Datei, die über deren Namen auf eine andere Datei verweist

– "ln -s foo bar"

Schauen Sie sich folgendes Beispiel bezüglich Änderungen bei der Linkanzahl und den feinen Unterschieden im Resultat des rm-Befehls an:

```
$ umask 002
$ echo "Original Content" > foo
$ ls -li foo
1449840 -rw-rw-r-- 1 penguin penguin 17 Oct 16 21:42 foo
$ ln foo bar      # hard link
$ ln -s foo baz   # symlink
$ ls -li foo bar baz
1449840 -rw-rw-r-- 2 penguin penguin 17 Oct 16 21:42 bar
1450180 lrwxrwxrwx 1 penguin penguin  3 Oct 16 21:47 baz -> foo
1449840 -rw-rw-r-- 2 penguin penguin 17 Oct 16 21:42 foo
$ rm foo
$ echo "New Content" > foo
$ ls -li foo bar baz
1449840 -rw-rw-r-- 1 penguin penguin 17 Oct 16 21:42 bar
1450180 lrwxrwxrwx 1 penguin penguin  3 Oct 16 21:47 baz -> foo
1450183 -rw-rw-r-- 1 penguin penguin 12 Oct 16 21:48 foo
$ cat bar
Original Content
$ cat baz
New Content
```

Der harte Link kann innerhalb des gleichen Dateisystems erstellt werden und teilt sich die gleiche Inode-Nummer mit der Originaldatei, welche Sie mittels der Option "-i" des [ls\(1\)](#)-Befehls herausfinden können.

Der Symlink hat immer nominal die Dateiberechtigungen "rwxrwxrwx", wie in dem obigen Beispiel zu sehen, wobei die letztlich wirksamen Zugriffsrechte durch die Berechtigungen der Datei, auf die verwiesen wird, bestimmt werden.



#### Achtung

Es ist grundsätzlich eine gute Idee, keine komplizierten symbolischen oder harten Link zu erstellen, außer Sie haben einen sehr guten Grund dafür. Es könnte Ihnen sonst Alpträume bescheren, wenn die logische Kombination von symbolischen Links zu Schleifen im Dateisystem führt.

---

#### Anmerkung

Im allgemeinen sollten Sie symbolische Links gegenüber harten Links bevorzugen, außer Sie haben einen guten Grund, einen harten Link zu verwenden.

---

Das Verzeichnis "." verweist auf das Verzeichnis, in dem es erscheint, daher steht die Anzahl der Links in jedem neuen Verzeichnis auf 2. ".." verweist auf das jeweilige Elternverzeichnis, daher erhöht sich die Anzahl der Links für dieses Verzeichnis mit jedem Hinzufügen eines neuen Unterverzeichnisses.

Wenn Sie gerade von Windows zu Linux wechseln, wird Ihnen bald klar werden, wie gut das Verfahren zum Verknüpfen von Dateinamen bei Unix aufgebaut ist, verglichen mit dem Windows-Equivalent der "Shortcuts". Weil es im Dateisystem implementiert ist, bemerken Anwendungen keinen Unterschied zwischen der verknüpften Datei und dem Original. Im Fall eines harten Links gibt es auch tatsächlich keinen Unterschied.

## 1.2.8 Benannte Pipes (FIFOs)

Eine [benannte Pipe](#) (named pipe) ist eine Datei, die sich wie ein Rohr verhält: wenn Sie etwas in die Datei hineingeben, kommt es am anderen Ende wieder heraus. Daher wird sie auch FIFO genannt, vom englischen First-In-First-Out: das erste, was Sie in das Rohr hineingeben, kommt als erstes am anderen Ende wieder heraus.

---

Wenn Sie in eine benannte Pipe schreiben, wird der Prozess, der in die Pipe schreibt, nicht eher beendet, als bis die zu schreibenden Informationen von der Pipe gelesen wurden. Wenn Sie aus einer benannten Pipe lesen, wartet der lesende Prozess, bis es nichts mehr zu lesen gibt, bevor er beendet wird. Die Größe der Pipe ist immer Null --- sie speichert keine Informationen, sie verbindet lediglich zwei Prozesse, wie dies die Shell mittels "|" tut. Da diese Pipe allerdings einen Namen hat, müssen die beiden Prozesse nicht auf der gleichen Befehlszeile und nicht einmal unter dem gleichen Benutzerkonto laufen. Pipes waren eine sehr einflußreiche Innovation von Unix.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ cd; mkfifo mypipe
$ echo "hello" >mypipe & # put into background
[1] 8022
$ ls -l mypipe
prw-rw-r-- 1 penguin penguin 0 Oct 16 21:49 mypipe
$ cat mypipe
hello
[1]+  Done                  echo "hello" >mypipe
$ ls mypipe
mypipe
$ rm mypipe
```

### 1.2.9 Sockets

Sockets werden von allen Internet-Übertragungen, Datenbanken und dem Betriebssystem selbst umfassend genutzt. Sie sind den benannten Pipes (FIFO) ähnlich und erlauben Prozessen, Informationen sogar zwischen verschiedenen Computern auszutauschen. Für die Nutzung von Sockets müssen diese Prozesse nicht zur gleichen Zeit laufen und auch nicht Kindprozesse desselben Urprozesses sein. Ein Socket ist der Endpunkt für die [Interprozesskommunikation \(IPC\)](#). Der Austausch von Informationen kann über das Netzwerk zwischen verschiedenen Rechnern stattfinden. Die beiden meist verwendeten sind der [Internet-Socket](#) und der [Unix-Domain-Socket](#).

---

#### Tipp

"ss -t -u -a" (aus dem iproute2-Paket) bietet eine sehr nützliche Übersicht aller auf einem entsprechenden System geöffneten Sockets.

---

### 1.2.10 Gerätedateien

[Gerätedateien](#) verweisen auf physikalische oder virtuelle Geräte auf Ihrem System, wie Ihre Festplatte, Grafikkarte, Bildschirm oder Tastatur. Ein Beispiel für ein virtuelles Gerät ist die Konsole, repräsentiert durch "/dev/console".

Es gibt zwei Arten von Gerätedateien:

- **Zeichenorientierte Geräte**

- Zugriff immer nur auf ein Zeichen gleichzeitig
- 1 Zeichen = 1 Byte
- z.B. Tastatur, serieller Port, ...

- **Blockorientierte Geräte**

- Zugriff in größeren Einheiten, Blocks genannt
  - 1 Block > 1 Byte
  - z.B. Festplatten, ...
-

Sie können Gerätedateien lesen und schreiben, allerdings enthalten diese möglicherweise Binärdaten, die für Menschen nur unverständliches Kauderwelsch darstellen. Daten direkt in diese Dateien zu schreiben, ist manchmal zur Fehlersuche bei Verbindungsproblemen nützlich. Zum Beispiel können Sie eine Textdatei zur Drucker-Gerätedatei `/dev/lp0` schicken oder Modembefehle an den entsprechenden seriellen Port `/dev/ttyS0`. Aber wenn hierbei nicht mit Vorsicht gearbeitet wird, kann dies eine große Katastrophe verursachen. Seien Sie also auf der Hut.

### Anmerkung

Für den normalen Zugriff auf den Drucker verwenden Sie [lp\(1\)](#).

Die Geräte-Node-Nummer wird angezeigt, indem Sie [ls\(1\)](#) wie folgt ausführen:

```
$ ls -l /dev/sda /dev/sr0 /dev/ttyS0 /dev/zero
brw-rw---T 1 root disk      8,  0 Oct 16 20:57 /dev/sda
brw-rw---T+ 1 root cdrom    11,  0 Oct 16 21:53 /dev/sr0
crw-rw---T 1 root dialout   4, 64 Oct 16 20:57 /dev/ttyS0
crw-rw-rw- 1 root root      1,  5 Oct 16 20:57 /dev/zero
```

- `/dev/sda` hat die major-Gerätenummer 8 und die minor-Gerätenummer 0. Es ist lesbar/schreibbar für Benutzer, die der Gruppe `disk` angehören.
- `/dev/sr0` hat die major-Gerätenummer 11 und die minor-Gerätenummer 0. Es ist lesbar/schreibbar für Benutzer, die der Gruppe `cdrom` angehören.
- `/dev/ttyS0` hat die major-Gerätenummer 4 und die minor-Gerätenummer 64. Es ist lesbar/schreibbar für Benutzer, die der Gruppe `dialout` angehören.
- `/dev/zero` hat die major-Gerätenummer 1 und die minor-Gerätenummer 5. Es ist lesbar/schreibbar für jeden.

Auf modernen Linux-Systemen wird das Dateisystem unterhalb von `/dev/` automatisch durch den [udev\(7\)](#)-Mechanismus bestückt.

## 1.2.11 Spezielle Gerätedateien

Es gibt einige spezielle Gerätedateien:

| Gerätedatei               | Aktion    | Beschreibung der Antwort                                                                                    |
|---------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>/dev/null</code>    | lesen     | gibt das "end-of-file"-Zeichen (EOF) zurück                                                                 |
| <code>/dev/null</code>    | schreiben | gibt nichts zurück (ein bodenloses Loch für Datenmüll)                                                      |
| <code>/dev/zero</code>    | lesen     | gibt das <code>"\0"</code> -Zeichen (NUL) zurück (das ist nicht dasselbe wie die Zahl Null in ASCII)        |
| <code>/dev/random</code>  | lesen     | gibt zufällige Zeichen von einem realen Zufallszahlengenerator zurück, der echte Entropie liefert (langsam) |
| <code>/dev/urandom</code> | lesen     | gibt zufällige Zeichen von einem kryptografisch sicheren Pseudo-Zufallszahlengenerator zurück               |
| <code>/dev/full</code>    | schreiben | gibt den "disk-full"-Fehler (ENOSPC, Platte voll) zurück                                                    |

Tabelle 1.10: Liste spezieller Gerätedateien

Diese werden oft in Verbindung mit der Shell-Umleitung genutzt (lesen Sie Abschnitt [1.5.8](#)).

### 1.2.12 procfs und sysfs

[procfs](#) und [sysfs](#), eingebunden unter `"/proc"` und `"/sys"`, sind Pseudo-Dateisysteme und bringen interne Datenstrukturen des Kernel in den Userspace. Mit anderen Worten: diese Einträge sind virtuell, sie fungieren als komfortables Fenster zu den Operationen des Betriebssystems.

Das Verzeichnis `"/proc"` enthält (neben anderen Dingen) ein Unterverzeichnis für jeden Prozess, der auf dem System läuft, welches nach der Prozess-ID (PID) benannt ist. Systemwerkzeuge, die auf Prozessinformationen zugreifen, wie [ps\(1\)](#), bekommen ihre Informationen aus dieser Verzeichnisstruktur.

Die Verzeichnisse unterhalb von `"/proc/sys/"` enthalten Schnittstellen, um bestimmte Kernel-Parameter zur Laufzeit zu ändern. (Sie können dies möglicherweise auch mit dem spezialisierten Befehl [sysctl\(8\)](#) oder seiner Preload-/Konfigurationsdatei `"/etc/sysctl.d/* .conf"` erreichen.)

Die Leute geraten regelmäßig in Panik, wenn Sie eine bestimmte Datei bemerken - `"/proc/kcore"` - die wirklich riesig ist. Dies ist (mehr oder weniger) eine Kopie des Inhalts vom Arbeitsspeicher Ihres Rechners. Sie wird für Fehlersuche im Kernel verwendet. Es ist eine virtuelle Datei, die auf den Arbeitsspeicher verweist, sorgen Sie sich daher nicht über ihre Größe.

Das Verzeichnis unterhalb von `"/sys"` enthält vom Kernel exportierte Datenstrukturen, deren Attribute sowie die Anbindungen zwischen ihnen. Es enthält auch Schnittstellen, um bestimmte Kernel-Parameter zur Laufzeit zu ändern.

Lesen Sie `"proc.txt(.gz)"`, `"sysfs.txt(.gz)"` sowie weitere dazugehörige Dokumente aus der Linux-Kernel-Dokumentation (`"/usr/share/doc/linux-doc-*/Documentation/filesystems/*"`) aus dem Paket `linux-doc-*`.

### 1.2.13 tmpfs

[tmpfs](#) ist ein temporäres Dateisystem, das alle Dateien im [virtuellen Speicher](#) hält. Die Daten des tmpfs im [page cache](#) des Speichers können - falls nötig - in den [Swap-Bereich](#) auf der Festplatte ausgelagert werden.

Das Verzeichnis `"/run"` wird im frühen Stadium des Boot-Prozesses als tmpfs eingebunden. Dadurch ist es möglich, in dieses Verzeichnis zu schreiben, auch wenn `"/"` als read-only (nur lesen) eingebunden ist. Dies ist der neue Ablageort für die Speicherung kurzlebiger Statusdateien und ersetzt verschiedene Orte, die im [Filesystem Hierarchy Standard](#) Version 2.3 beschrieben sind:

- `"/var/run" → "/run"`
- `"/var/lock" → "/run/lock"`
- `"/dev/shm" → "/run/shm"`

Lesen Sie `"tmpfs.txt(.gz)"` in der Linux-Kernel-Dokumentation (`"/usr/share/doc/linux-doc-2.6.*/Documentation"`) aus dem Paket `linux-doc-2.6.*`.

## 1.3 Midnight Commander (MC)

[Midnight Commander \(MC\)](#) ist ein GNU "Schweizer Messer" für die Linux-Konsole und andere Terminal-Umgebungen. Er bringt Neulingen eine menügeführte Konsole, die viel einfacher zu erlernen ist wie die Standard-Unix-Befehle.

Sie müssen möglicherweise wie folgt das Midnight Commander-Paket mit Namen `"mc"` installieren:

```
$ sudo apt-get install mc
```

Verwenden Sie den [mc\(1\)](#)-Befehl, um das Debian-System zu erforschen. Dies ist der beste Weg, um zu lernen. Entdecken Sie einige interessante Orte lediglich durch Verwendung der Pfeiltasten und der Enter-Taste.

- `"/etc"` und dessen Unterverzeichnisse;
- `"/var/log"` und dessen Unterverzeichnisse;
- `"/usr/share/doc"` und dessen Unterverzeichnisse;
- `"/usr/sbin"` und `"/usr/bin"`.

### 1.3.1 Anpassen des MC

Um beim Schließen des MC das Arbeitsverzeichnis zu speichern und beim nächsten Start mit `cd` dorthin zu wechseln, empfehle ich, "`~/ .bashrc`" zu modifizieren, um ein Skript dort zu integrieren, das vom `mc`-Paket bereitgestellt wird:

```
. /usr/lib/mc/mc.sh
```

Den Grund finden Sie unter [mc\(1\)](#) (unter der Option "-P"). (Falls Sie nicht verstehen, worum genau es hier geht, können Sie dies später erledigen.)

### 1.3.2 Starten von MC

MC kann wie folgt gestartet werden:

```
$ mc
```

MC kümmert sich über sein Menü um alle Dateioperationen und erfordert dabei nur minimale Anstrengungen des Benutzers. Drücken Sie einfach F1, um die Hilfe-Seiten zu bekommen. Sie können mit dem MC herumspielen, indem Sie einfach die Pfeiltasten und Funktionstasten drücken.

#### Anmerkung

In einigen Konsolen, wie [gnome-terminal\(1\)](#), könnten Tastendrucke der Funktionstasten vom Konsolenprogramm "gestohlen" werden. Bei `gnome-terminal` können Sie diese Funktionalität über "Bearbeiten" → "Einstellungen" → "Tastenkürzel" deaktivieren.

Wenn Sie Probleme mit der Zeichenkodierung feststellen und Zeichenmüll angezeigt wird, kann das Hinzufügen von "-a" zur MC-Befehlszeile helfen, Probleme zu vermeiden.

Falls dies Ihre Anzeige Probleme mit MC nicht löst, lesen Sie Abschnitt [8.3.1](#).

### 1.3.3 Dateimanager in MC

Die Standardanzeige sind zwei Verzeichnisfenster, welche Dateilisten enthalten. Ein anderer nützlicher Modus ist, das rechte Fenster auf "Info" einzustellen, um dort Informationen zu Dateizugriffsrechten und anderem zu erhalten. Wenn der [gpm\(8\)](#)-Daemon läuft, kann man auch auf textbasierten Linux-Konsolen eine Maus verwenden. (Stellen Sie sicher, dass Sie die Umschalt-Taste drücken, um im MC das normale Ausschneiden-und-Einfügen-Verhalten zu bekommen.)

| Taste             | Tastaturbefehl                                                                 |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| F1                | Hilfe-Menü                                                                     |
| F3                | interner Dateibetrachter                                                       |
| F4                | interner Texteditor                                                            |
| F9                | Aufklapp-Menü aktivieren                                                       |
| F10               | Midnight Commander beenden                                                     |
| Tab               | zwischen den beiden Fenstern wechseln                                          |
| Einfg oder Strg-T | Datei für eine mehrere Dateien betreffende Operation wie Kopieren markieren    |
| Entf              | Datei löschen (seien Sie vorsichtig --- stellen Sie MC auf "sicheres Löschen") |
| Pfeiltasten       | selbsterklärend                                                                |

Tabelle 1.11: Die Tastaturbefehle von MC

### 1.3.4 Befehlszeilentricks in MC

- `cd`-Befehl wechselt das Verzeichnis, das im gewählten Fenster angezeigt wird.
- `Strg-Enter` oder `Alt-Enter` kopiert einen Dateinamen auf die Befehlszeile. Nutzen Sie dies mit `cp(1)` und `mv(1)` zusammen mit dem Editieren auf der Befehlszeile.
- `Alt-Tab` zeigt Auswahlmöglichkeiten für die Auto-Vervollständigung von Dateinamen.
- Die Start-Verzeichnisse für beide Fenster können MC als Argumente angegeben werden, zum Beispiel `"mc /etc /root"`.
- `Esc + n`-Taste → `Fn` (d.h. `Esc + 1` → `F1`, usw.; `Esc + 0` → `F10`).
- Das Drücken von `Esc` vor einer anderen Buchstabentaste hat den gleichen Effekt wie das Drücken von `Alt` und der anderen Taste zusammen, d. h. drücken Sie `Esc + c` für `Alt-C`. `Esc` wird Meta-Taste genannt und manchmal als "M-" dargestellt.

### 1.3.5 Der interne Texteditor in MC

Der interne Editor hat ein interessantes Ausschneiden-und-Einfügen-Schema: das Drücken von `F3` setzt den Startpunkt einer zu markierenden Auswahl, ein weiteres `F3` markiert das Ende der Auswahl und hebt die Auswahl hervor. Dann können Sie Ihren Cursor verschieben. Wenn Sie `F6` drücken, wird der ausgewählte Bereich an die Cursor-Position verschoben. Wenn Sie `F5` drücken, wird der ausgewählte Bereich kopiert und an der Cursor-Position eingefügt. `F2` sichert die Datei. `F10` beendet das Ganze. Die meisten Pfeiltasten funktionieren intuitiv.

Dieser Editor kann direkt mit einer Datei gestartet werden, indem einer der folgenden Befehle benutzt wird:

```
$ mc -e filename_to_edit
```

```
$ mcedit filename_to_edit
```

Dies ist kein Multi-Fenster-Editor, aber man kann mehrere Linux-Konsolen verwenden, um den gleichen Effekt zu erreichen. Um Inhalte zwischen verschiedenen Fenstern hin und her zu kopieren, verwenden Sie die `Alt-Fn`-Tasten, um zwischen den virtuellen Konsolen zu wechseln, und "Datei → Datei einfügen" oder "Datei → Kopie in Datei", um Teile einer Datei in eine andere Datei zu kopieren.

Dieser interne Editor kann auf Wunsch durch jeden anderen externen Editor ersetzt werden.

Außerdem verwenden viele Programme die Umgebungsvariablen `"$EDITOR"` oder `"$VISUAL"`, um festzulegen, welcher Editor genutzt wird. Wenn Ihnen `vim(1)` oder `nano(1)` nicht behagen, möchten Sie diese vielleicht auf `"mcedit"` setzen, indem Sie folgende Zeilen zu `"~/ .bashrc"` hinzufügen:

```
export EDITOR=mcedit
export VISUAL=mcedit
```

Ich empfehle, diese wenn möglich auf `"vim"` zu setzen.

Wenn Sie `vim(1)` nicht mögen, können Sie für die meisten Systemwartungsaufgaben auch `mcedit(1)` benutzen.

### 1.3.6 Der interne Dateibetrachter in MC

MC ist ein sehr toller Dateibetrachter. Er ist ein großartiges Werkzeug, um nach Wörtern in Dokumenten zu suchen. Ich verwende ihn immer für Dateien im `/usr/share/doc`-Verzeichnis. Dies ist der schnellste Weg, um Massen von Linux-Informationen zu durchsuchen. Dieser Betrachter kann direkt gestartet werden, indem einer der folgenden Befehle benutzt wird:

```
$ mc -v path/to/filename_to_view
```

```
$ mcview path/to/filename_to_view
```



### 1.3.7 Autostart-Funktionalitäten von MC

Drücken Sie Enter auf einer Datei und das zugehörige Programm wird den Inhalt der Datei verarbeiten (lesen Sie Abschnitt 9.4.11). Dies ist eine sehr praktische MC-Funktionalität.

| Dateityp                      | Reaktion auf die Enter-Taste                          |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------|
| ausführbare Datei             | Befehl ausführen                                      |
| Handbuchseiten-Datei          | Inhalt an Betrachter-Software weiterleiten            |
| html-Datei                    | Inhalt an Webbrowser weiterleiten                     |
| "*.tar.gz"- und "*.deb"-Datei | den Inhalt anzeigen, als wäre es ein Unterverzeichnis |

Tabelle 1.12: Die Reaktion auf die Enter-Taste in MC

Damit diese Betrachter- und virtuellen Dateifunktionalitäten korrekt funktionieren können, sollte bei Dateien, deren Inhalt betrachtet werden kann, nicht die Ausführungs-Berechtigung gesetzt sein. Ändern Sie deren Status ansonsten mit `chmod(1)` oder über das MC-Dateimenü.

### 1.3.8 Virtuelles Dateisystem von MC

MC kann verwendet werden, um über das Internet auf Dateien zuzugreifen. Rufen Sie das Menü auf über F9, "Enter" und "h" aktiviert das virtuelle Dateisystem. Geben Sie eine URL in der Form `"sh://[benutzer@]rechner[:optionen]/"` ein, wodurch (mittels ssh) ein auf einem fernen Rechner liegendes Verzeichnis abgerufen wird, das dann wie ein lokales erscheint.

## 1.4 Die grundlegende Unix-ähnliche Arbeitsumgebung

Obwohl MC es Ihnen erlaubt, fast alles zu tun, ist es sehr wichtig für Sie, zu lernen, wie die Befehlszeilenwerkzeuge am Shell-Prompt aufgerufen werden, und mit der Unix-ähnlichen Arbeitsumgebung vertraut zu werden.

### 1.4.1 Die Login-Shell

Da die Login-Shell von einigen Programmen zur Systeminitialisierung verwendet werden könnte, ist es klug, diese auf `bash(1)` eingestellt zu lassen (vermeiden Sie es also auch, mittels `chsh(1)` die Login-Shell zu ändern).

Wenn Sie eine andere interaktive Shell nutzen möchten, stellen Sie dies in der GUI-Konfiguration des Terminal-Emulator-Programms ein oder legen Sie es in `~/ .bashrc` fest, z.B. indem Sie dort `"exec /usr/bin/zsh -i -l"` oder `"exec /usr/bin/fish -i -l"` angeben.

---

#### Tipp

Obwohl sich POSIX-konforme Shells die grundsätzliche Syntax teilen, können sie sich beim Verhalten für Dinge wie Shell-Variablen oder Glob-Ersetzungen unterscheiden. Bitte konsultieren Sie die jeweilige Dokumentation bezüglich weiterer Details.

---

In dieser Lehrstunde ist mit interaktiver Shell immer bash gemeint.

### 1.4.2 Anpassen der bash

Sie können das Verhalten von `bash(1)` mittels `"~/ .bashrc"` anpassen.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

---

| Paket                           | Popcon         | Größe | POSIX-Shell     | Beschreibung                                                                                           |
|---------------------------------|----------------|-------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">bash</a>            | V:893, I:1000  | 7309  | Ja              | <a href="#">Bash</a> : die GNU Bourne Again SHell (De-Facto-Standard)                                  |
| <a href="#">bash-completion</a> | V:37, I:960    | 1952  | Nicht verfügbar | konfigurierbare Vervollständigung für die <a href="#">bash</a> -Shell                                  |
| <a href="#">dash</a>            | V:928, I:998   | 207   | Ja              | Debian <a href="#">Almquist Shell</a> , gut für Shell-Scripting                                        |
| <a href="#">zsh</a>             | V:41, I:70     | 2571  | Ja              | <a href="#">Z Shell</a> : die Standard-Shell mit vielen Erweiterungen                                  |
| <a href="#">tcsh</a>            | V:4, I:15      | 1366  | Nein            | <a href="#">TENEX C Shell</a> : eine erweiterte Version der <a href="#">Berkeley csh</a>               |
| <a href="#">mksh</a>            | V:5.6, I:8.0   | 7713  | Ja              | Eine Version der <a href="#">Korn-Shell</a>                                                            |
| <a href="#">csh</a>             | V:1.1, I:5.1   | 348   | Nein            | <a href="#">OpenBSD C-Shell</a> , eine Version der <a href="#">Berkeley csh</a>                        |
| <a href="#">sash</a>            | V:0.3, I:5.1   | 1245  | Ja              | <a href="#">Stand-alone Shell</a> mit integrierten Befehlen (nicht gedacht für Standard "/usr/bin/sh") |
| <a href="#">ksh</a>             | V:0.3, I:7.7   | 65    | Ja              | die echte AT&T-Version der <a href="#">Korn Shell</a>                                                  |
| <a href="#">rc</a>              | V:0.09, I:0.77 | 182   | Nein            | Implementierung der <a href="#">AT&amp;T Plan 9 rc-Shell</a>                                           |
| <a href="#">posh</a>            | V:0.00, I:0.23 | 195   | Ja              | Policy-compliant (grundsatz-konforme) Ordinary SHell (pdksh-Abkömmling)                                |

Tabelle 1.13: Liste von Shell-Programmen

```
# enable bash-completion
if ! shopt -oq posix; then
  if [ -f /usr/share/bash-completion/bash_completion ]; then
    . /usr/share/bash-completion/bash_completion
  elif [ -f /etc/bash_completion ]; then
    . /etc/bash_completion
  fi
fi

# CD upon exiting MC
. /usr/lib/mc/mc.sh

# set CDPATH to a good one
CDPATH=./usr/share/doc:~/~/Desktop:~
export CDPATH

PATH="${PATH:$PATH:}/usr/sbin:/sbin"
# set PATH so it includes user's private bin if it exists
if [ -d ~/bin ] ; then
  PATH="~/bin${PATH+:$PATH}"
fi
export PATH

EDITOR=vim
export EDITOR
```

**Tipp**

Es gibt weitere Tipps zur Anpassung der bash, zum Beispiel Abschnitt [9.3.6](#) in Kapitel [9](#).

**Tipp**

Das `bash-completion`-Paket enthält eine konfigurierbare Auto-Vervollständigung für `bash`.

### 1.4.3 Spezielle Tastendrücke

In einer [Unix-ähnlichen](#) Umgebung gibt es ein paar Tastendrücke, die spezielle Bedeutungen haben. Bitte beachten Sie, dass auf einer normalen textbasierten Linux-Konsole nur die linke `Strg`- und `Alt`-Taste wie erwartet funktionieren. Hier ein paar erwähnenswerte Tastendrücke, die Sie sich merken sollten:

| Taste                                    | Beschreibung des Tastaturbefehls                                                                       |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>Strg-U</code>                      | alle Zeichen vor dem Cursor löschen                                                                    |
| <code>Strg-H</code>                      | ein Zeichen vor dem Cursor löschen                                                                     |
| <code>Strg-D</code>                      | Eingabe beenden (Shell beenden, wenn Sie eine benutzen)                                                |
| <code>Strg-C</code>                      | einen laufenden Prozess beenden                                                                        |
| <code>Strg-Z</code>                      | Programm vorübergehend stoppen, indem es in den Hintergrund geschoben wird                             |
| <code>Strg-S</code>                      | Ausgabe auf den Bildschirm anhalten                                                                    |
| <code>Strg-Q</code>                      | Ausgabe auf den Bildschirm wieder starten                                                              |
| <code>Strg-Alt-Entf</code>               | Neu starten/anhalten des Systems, siehe dazu <a href="#">inittab(5)</a>                                |
| Linke-Alt-Taste (optional Windows-Taste) | Meta-Taste für Emacs und ähnliche Benutzerschnittstellen                                               |
| Pfeiltaste aufwärts                      | Die zuletzt ausgeführten Befehlen der <code>bash</code> anzeigen                                       |
| <code>Strg-R</code>                      | Inkrementelle Suche in den zuletzt ausgeführten Befehlen der <code>bash</code>                         |
| <code>Tab</code>                         | Auto-Vervollständigung des Dateinamens auf der Befehlszeile in der <code>bash</code>                   |
| <code>Strg-V Tab</code>                  | Eingabe von <code>Tab</code> ohne Auto-Vervollständigung auf der Befehlszeile in der <code>bash</code> |

Tabelle 1.14: Liste der Tastaturbefehle für `bash`

**Tipp**

Die Terminal-Funktionalität von `Strg-S` kann mittels [stty\(1\)](#) deaktiviert werden.

### 1.4.4 Mausoperationen

Bei Mausoperationen für text-basierte Anwendungen werden auf Debian-Systemen über einige Kniffe zwei 2 Stile miteinander vermischt:

- Traditionelle Mausoperationen im Unix-Stil:
  - Verwendung von 3 Tasten (Klicken)
  - Verwendung von PRIMARY
  - wird verwendet von X-Anwendungen wie `xterm` sowie von textbasierten Anwendungen in der Linux-Konsole
- Moderne Mausoperationen im GUI-Stil:
  - Verwendung von 2 Knöpfen (Ziehen + Klicken)
  - Verwendung von PRIMARY und ZWISCHENABLAG
  - wird verwendet in modernen GUI-Anwendungen wie `gnome-terminal`

| Aktion                               | Reaktion                                                    |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Links-Klick und Ziehen der Maus      | Bereich als PRIMARY-Auswahl festlegen                       |
| Links-Klick                          | Beginn des Bereich für die PRIMARY-Auswahl festlegen        |
| Rechts-Klick (traditionell)          | Ende des Bereich für die PRIMARY-Auswahl festlegen          |
| Rechts-Klick (modern)                | Kontextmenü (ausschneiden/kopieren/einfügen)                |
| Mittel-Klick oder Umschalt-Einfüg    | PRIMARY-Auswahl an Cursor-Position einfügen                 |
| Strg-X                               | PRIMARY-Auswahl ausschneiden und in ZWISCHENABLAGE einfügen |
| Strg-C (Umschalt-Strg-C im Terminal) | PRIMARY-Auswahl in ZWISCHENABLAGE kopieren                  |
| Strg-V                               | Inhalt der ZWISCHENABLAGE an Cursor-Position einfügen       |

Tabelle 1.15: Liste von Mausoperationen und zugehörigen Tastenaktionen auf Debian-Systemen

Hierbei ist die PRIMARY-Auswahl der hervorgehobene Textbereich. Innerhalb des Terminal-Programms wird Umschalt-Strg-C anstelle von Strg-C zum Kopieren benutzt, um zu vermeiden, dass laufende Programme beendet werden.

Das Mittelrad auf einer modernen Radmaus wird als mittlerer Mausknopf betrachtet und kann für den Mittel-Klick verwendet werden. Das gleichzeitige Drücken des rechten und linken Maus-Knopfes wirkt in einem 2-Knopf-Maus-System wie ein Mittel-Klick.

Um eine Maus in textbasierten Linux-Konsolen verwenden zu können, müssen Sie [gpm\(8\)](#) als Daemon laufen haben.

### 1.4.5 Der Pager

Der [less\(1\)](#)-Befehl ist ein erweiterter Pager (Dateiinhalte-Browser). Er liest die Datei, die per Befehlsargument oder Standardeingabe angegeben wird. Drücken Sie "h", wenn Sie beim Anzeigen von Dateiinhalten mit less Hilfe benötigen. Er hat viel mehr Fähigkeiten als [more\(1\)](#) und kann sogar noch weiter aufgebohrt werden, indem "eval \$(lesspipe)" oder "eval \$(lessfile)" im Shell-Startskript ausgeführt wird. Weiteres dazu finden Sie in "/usr/share/". Die Option "-R" erlaubt die Ausgabe von Rohformat-Zeichen und aktiviert ANSI-Color-Escape-Sequenzen. Lesen Sie dazu [less\(1\)](#).

#### Tipp

In less können Sie "h" eingeben, um den Hilfe-Bildschirm anzuzeigen, mit "/" oder "?" können Sie nach einer Zeichenfolge suchen, und mit "-i" schalten Sie zwischen Groß- und Kleinschreibung um.

### 1.4.6 Der Texteditor

Sie sollten lernen, eine der Varianten von [Vim](#) oder [Emacs](#) zu nutzen, die auf Unix-ähnlichen Systemen beliebt sind.

Ich denke, sich an Vim-Befehle zu gewöhnen, ist das richtige, da der Vi-Editor in der Linux-/Unix-Welt immer vorhanden ist. (Eigentlich sind der originale vi oder auch der neue nvi Programme, die Sie überall finden. Ich habe stattdessen für Neulinge Vim ausgewählt, da es über F1 eine Hilfe anbietet, den anderen sehr ähnlich und gleichzeitig noch leistungsfähiger ist.)

Wenn Sie stattdessen entweder [Emacs](#) oder [XEmacs](#) als Ihren Editor auswählen, ist dies in der Tat eine andere gute Wahl, speziell zum Programmieren. Emacs enthält ebenso eine Fülle an weiteren Funktionen, dazu gehört die Arbeit als Newsreader, Verzeichnis-Editor, Mail-Programm usw. Wenn Sie ihn zum Programmieren oder Editieren von Shell-Skripten verwenden, erkennt er intelligent das Format, an dem Sie arbeiten, und versucht Sie dabei zu unterstützen. Einige Leute behaupten, dass das einzige Programm, das Sie unter Linux benötigen, Emacs sei. Jetzt zehn Minuten Emacs lernen kann später Stunden an Zeit sparen. Es wird dringend empfohlen, beim Erlernen von Emacs das GNU Emacs-Handbuch als Referenz zur Hand zu haben.

All diese Programme enthalten gewöhnlich Unterrichtseinheiten für Sie, damit Sie sie erlernen können. Starten Sie Vim, indem Sie "vim" eingeben, und drücken Sie die F1-Taste. Sie sollten zumindest die ersten 35 Zeilen lesen. Absolvieren Sie dann den Online-Trainingskurs, indem Sie mit dem Cursor auf "| tutor |" gehen, und drücken Sie Strg-].

---

**Anmerkung**

Gute Editoren wie Vim und Emacs können Texte mit UTF-8 und anderen exotischen Kodierungen korrekt darstellen. Es ist eine gute Idee, für die GUI-Umgebung eine UTF-8-Locale zu verwenden und dafür benötigte Programme und Schriften zu installieren. Editoren haben Optionen, um die Dateikodierung unabhängig von der GUI-Umgebung zu setzen. Bitte ziehen Sie deren Dokumentation bezüglich Multibyte-Text zu Rate.

---

### 1.4.7 Einen Standard-Texteditor einstellen

Debian enthält eine Reihe verschiedener Editoren. Wir empfehlen wie oben bereits erwähnt, das vim-Paket zu installieren.

Debian bietet über den Befehl `/usr/bin/editor` einen einheitlichen Zugriff auf den Standard-Editor des Systems, so dass andere Programme (z. B. [reportbug\(1\)](#)) ihn aufrufen können. Sie können ihn wie folgt ändern:

```
$ sudo update-alternatives --config editor
```

Ich empfehle Neulingen, die Auswahl `/usr/bin/vim.basic` gegenüber `/usr/bin/vim.tiny` zu bevorzugen, da er Syntaxhervorhebung beherrscht.

---

**Tipp**

Viele Programme nutzen die Umgebungsvariablen `$EDITOR` oder `$VISUAL`, um zu entscheiden, welcher Editor verwendet wird (lesen Sie dazu Abschnitt [1.3.5](#) und Abschnitt [9.4.11](#)). Zwecks Konsistenz auf Debian-Systemen sollten Sie dies auf `/usr/bin/editor` setzen. (Früher war `$EDITOR` auf `ed` und `$VISUAL` auf `vi` gesetzt.)

---

### 1.4.8 Verwenden von vim

Der aktuelle [vim\(1\)](#) startet selbsttätig mit der schlaun `nocompatible`-Option und wechselt in den NORMAL-Modus.[1](#)

Bitte nutzen Sie das `vimtutor`-Programm, um die Verwendung von vim über einen interaktiven Einführungskurs zu erlernen.

Das vim-Programm ändert seine Reaktion auf Tastatureingaben abhängig vom aktiven **Modus**: Tastatureingaben in den Puffer erfolgen überwiegend im EINFÜGEN- oder ERSETZEN-Modus. Das Bewegen des Cursors findet meist im NORMAL-Modus statt. Interaktive Auswahlen erledigen Sie im VISUELL-Modus. Die Eingabe von `:` im NORMAL-Modus schaltet den **Modus** in den Ex-Modus um. Im Ex-Modus werden Befehle akzeptiert.

---

**Tipp**

Vim bringt das **Netrw**-Paket mit. Netrw unterstützt das Lesen und Schreiben von Dateien sowie das Durchsuchen von Verzeichnissen über das Netzwerk und lokal! Probieren Sie Netrw, indem Sie `vim .` ausführen (also ein Punkt als Argument zu vim) und lesen Sie das Handbuch mittels `:help netrw`.

---

Informationen zur fortgeschrittenen Konfiguration von vim finden Sie in Abschnitt [9.2](#).

### 1.4.9 Aufzeichnen der Shell-Aktivitäten

Die Ausgabe eines Shell-Befehls könnte aus Ihrem Bildschirm herauslaufen und für immer verloren sein. Es ist nützlich, Shell-Aktivitäten in einer Datei zu protokollieren, um sie später kontrollieren zu können. Diese Art der Aufzeichnung ist besonders wichtig für jegliche Systemadministrationsaufgaben.

---

<sup>1</sup>Auch ältere vim-Versionen können im schlaun `nocompatible`-Modus genutzt werden, wenn Sie mit der Option `-N` gestartet werden.

---

| Modus                | Tastatureingabe               | Aktion                                               |
|----------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
| NORMAL               | :help only                    | die Hilfedatei anzeigen                              |
| NORMAL               | :e dateiname.ext              | neuen Puffer öffnen, um dateiname.ext zu bearbeiten  |
| NORMAL               | :w                            | Originaldatei mit aktuellem Puffer überschreiben     |
| NORMAL               | :w filename.ext               | aktuellen Puffer in filename.ext schreiben           |
| NORMAL               | :q                            | vim beenden                                          |
| NORMAL               | :q!                           | Beenden von vim erzwingen                            |
| NORMAL               | :only                         | alle anderen vorhandenen Fenster schließen           |
| NORMAL               | :set nocompatible?            | prüfen, ob vim im schlaunen nocompatible-Modus läuft |
| NORMAL               | :set nocompatible             | vim in den schlaunen nocompatible-Modus versetzen    |
| NORMAL               | i                             | in den EINGABE-Modus wechseln                        |
| NORMAL               | R                             | in den ERSETZEN-Modus wechseln                       |
| NORMAL               | v                             | in den VISUELL-Modus wechseln                        |
| NORMAL               | V                             | in den zeilenweise VISUELLEN Modus wechseln          |
| NORMAL               | Strg-V                        | in den blockweise VISUELLEN Modus wechseln           |
| außer TERMINAL - JOB | ESC-Taste                     | in den NORMAL-Modus wechseln                         |
| NORMAL               | :term                         | in den TERMINAL - JOB-Modus wechseln                 |
| TERMINAL - NORMAL    | i                             | in den TERMINAL - JOB-Modus wechseln                 |
| TERMINAL - JOB       | Strg-W N (oder Strg-\ Strg-N) | in den TERMINAL - NORMAL-Modus wechseln              |
| TERMINAL - JOB       | Strg-W :                      | in den Ex-Modus in TERMINAL - NORMAL wechseln        |

Tabelle 1.16: Liste grundlegender Vim-Tastenkürzel

---

**Tipp**

Der neue Vim (Version >= 8.2) kann über seinen `TERMINAL - JOB`-Modus verwendet werden, um Shell-Aktivitäten sauber aufzuzeichnen. Näheres in Abschnitt [1.4.8](#).

---

Die grundsätzliche Methode, um die Aktivitäten auf der Shell aufzuzeichnen ist, sie via [script\(1\)](#) laufen zu lassen.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ script
Script started, file is typescript
```

Führen Sie alle gewünschten Shell-Befehle via `script` aus.

Drücken Sie `Strg-D`, um `script` zu beenden.

```
$ vim typescript
```

Lesen Sie Abschnitt [9.1.1](#).

### 1.4.10 Grundlegende Unix-Befehle

Wir wollen einige grundlegende Unix-Befehle lernen. Ich verwende hier "Unix" in seiner allgemeinen Bedeutung. Alle Unix-Clone-Betriebssysteme bieten normalerweise entsprechende gleichbedeutende Befehle. Das Debian-System ist hier keine Ausnahme. Sorgen Sie sich nicht, wenn einige Befehle jetzt bei Ihnen nicht wie gewünscht funktionieren. Falls `alias` in der Shell verwendet wird, sind die zugehörigen Befehlsausgaben unterschiedlich. Diese Beispiele sind nicht dazu gedacht, in dieser Reihenfolge ausgeführt zu werden.

Probieren Sie die folgenden Befehle von einem nicht-privilegierten Benutzerkonto:

---

**Anmerkung**

Unix hat die Tradition, Dateinamen zu verstecken, die mit einem "." beginnen. Dies sind traditionell Dateien, die Konfigurationsinformationen und Benutzereinstellungen enthalten.

Bezüglich des `cd`-Befehls schauen Sie unter [builtin\(7\)](#).

Der Standard-Pager auf einem reinen Debian-System ist [more\(1\)](#), der nicht rückwärts scrollen kann. Indem Sie das `less`-Paket mittels `apt-get install less` installieren, wird [less\(1\)](#) zum Standard-Pager und Sie können mit den Pfeiltasten rückwärts scrollen.

Die Zeichen "[" und "]" in dem regulären Ausdruck des obigen Befehls `ps aux | grep -e "[e]xim4*"` vermeiden, dass `grep` sich selbst findet. Das `"4*"` in dem regulären Ausdruck steht für 0 oder mehr Wiederholungen des Zeichens "4", wodurch `grep` sowohl `"exim"` wie auch `"exim4"` findet. Obwohl `"**"` in dem Dateinamen und dem regulären Ausdruck verwendet wird, ist ihre Bedeutung unterschiedlich. Lernen Sie die regulären Ausdrücke von [grep\(1\)](#).

---

Bitte durchlaufen Sie zur Übung verschiedene Verzeichnisse und erforschen Sie das System. Wenn Sie Fragen zu einem der Konsolenbefehle haben, seien Sie sicher, dass Sie die Handbuchseite gelesen haben.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ man man
$ man bash
$ man builtin
$ man grep
$ man ls
```

An den Stil der Handbuchseiten kann man sich eventuell etwas schwer gewöhnen, da sie eher knapp gehalten sind, speziell die älteren, traditionellen. Aber wenn Sie sich einmal daran gewöhnt haben, werden Sie die knappe Form zu schätzen wissen.

Bitte beachten Sie, dass viele der Unix-ähnlichen Befehle von GNU und BSD eine kurze Hilfe anzeigen, wenn Sie auf eine der folgenden Arten aufgerufen werden (oder in einigen Fällen ohne jegliche Argumente):

---

| Befehl                               | Beschreibung                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>pwd</code>                     | Name des derzeitigen/Arbeits-Verzeichnisses                                                                                                                                                                          |
| <code>whoami</code>                  | derzeitigen Benutzernamen anzeigen                                                                                                                                                                                   |
| <code>id</code>                      | derzeitige Benutzeridentität anzeigen (Name, uid (Benutzer-ID), gid (Gruppen-ID) und zugehörige Gruppen)                                                                                                             |
| <code>file foo</code>                | den Dateityp der Datei <i>foo</i> anzeigen                                                                                                                                                                           |
| <code>type -p befehlname</code>      | den Speicherort des Befehls <i>befehlname</i> anzeigen                                                                                                                                                               |
| <code>which befehlname</code>        | "                                                                                                                                                                                                                    |
| <code>type befehlname</code>         | Informationen zum Befehl <i>befehlname</i> anzeigen                                                                                                                                                                  |
| <code>apropos schlüsselwort</code>   | Befehle mit Bezug zu <i>schlüsselwort</i> finden                                                                                                                                                                     |
| <code>man -k schlüsselwort</code>    | "                                                                                                                                                                                                                    |
| <code>whatis befehlname</code>       | eine einzeilige Kurzbeschreibung des Befehls <i>befehlname</i> anzeigen                                                                                                                                              |
| <code>man -a befehlname</code>       | Beschreibung zum Befehl <i>befehlname</i> anzeigen (Unix-Stil)                                                                                                                                                       |
| <code>info befehlname</code>         | eher lange Beschreibung zum Befehl <i>befehlname</i> anzeigen (GNU-Stil)                                                                                                                                             |
| <code>ls</code>                      | Inhalte eines Verzeichnisses auflisten (keine versteckten Dateien und Verzeichnisse)                                                                                                                                 |
| <code>ls -a</code>                   | Inhalte eines Verzeichnisses auflisten (alle Dateien und Verzeichnisse)                                                                                                                                              |
| <code>ls -A</code>                   | Inhalte eines Verzeichnisses auflisten (nahezu alle Dateien und Verzeichnisse, "." und ".." werden übersprungen)                                                                                                     |
| <code>ls -la</code>                  | alle Inhalte eines Verzeichnisses mit detaillierten Informationen auflisten                                                                                                                                          |
| <code>ls -lai</code>                 | alle Inhalte eines Verzeichnisses mit Inode-Nummer und detaillierten Informationen auflisten                                                                                                                         |
| <code>ls -d</code>                   | alle Verzeichnisse im derzeitigen Verzeichnis auflisten                                                                                                                                                              |
| <code>tree</code>                    | Verzeichnisbaum-Inhalte anzeigen                                                                                                                                                                                     |
| <code>lsuf foo</code>                | "geöffnet"-Status der Datei <i>foo</i> anzeigen                                                                                                                                                                      |
| <code>lsuf -p pid</code>             | Dateien auflisten, die von dem Prozess mit der ID <i>pid</i> geöffnet wurden                                                                                                                                         |
| <code>mkdir foo</code>               | ein neues Verzeichnis <i>foo</i> im derzeitigen Verzeichnis erstellen                                                                                                                                                |
| <code>rmdir foo</code>               | das Verzeichnis <i>foo</i> im derzeitigen Verzeichnis löschen                                                                                                                                                        |
| <code>cd foo</code>                  | in das Verzeichnis <i>foo</i> im derzeitigen Verzeichnis oder im in der Variable "\$CDPATH" enthaltenen Verzeichnis wechseln                                                                                         |
| <code>cd /</code>                    | in das root-Verzeichnis wechseln                                                                                                                                                                                     |
| <code>cd</code>                      | in das Heimatverzeichnis des derzeitigen Benutzers wechseln                                                                                                                                                          |
| <code>cd /foo</code>                 | in das Verzeichnis mit dem absoluten Pfad <i>/foo</i> wechseln                                                                                                                                                       |
| <code>cd ..</code>                   | in das übergeordnete Verzeichnis (Eltern-Verzeichnis) wechseln                                                                                                                                                       |
| <code>cd ~foo</code>                 | in das Heimatverzeichnis des Benutzers <i>foo</i> wechseln                                                                                                                                                           |
| <code>cd -</code>                    | in das vorherige Verzeichnis wechseln                                                                                                                                                                                |
| <code>&lt;/etc/motd pager</code>     | Inhalt von <i>/etc/motd</i> mit dem Standard-Pager anzeigen                                                                                                                                                          |
| <code>touch leeredatei</code>        | eine leere Datei mit Namen <i>leeredatei</i> erzeugen                                                                                                                                                                |
| <code>cp foo bar</code>              | die vorhandene Datei <i>foo</i> in eine neue Datei <i>bar</i> kopieren                                                                                                                                               |
| <code>rm unnützedatei</code>         | die Datei <i>unnützedatei</i> entfernen                                                                                                                                                                              |
| <code>mv foo bar</code>              | die vorhandene Datei <i>foo</i> umbenennen zum neuen Namen <i>bar</i> ( <i>bar</i> darf nicht existieren)                                                                                                            |
| <code>mv foo bar</code>              | die vorhandene Datei <i>foo</i> an einen neuen Ort <i>bar/foo</i> verschieben (das Verzeichnis <i>bar</i> muss existieren)                                                                                           |
| <code>mv foo bar/baz</code>          | die vorhandene Datei <i>foo</i> an einen neuen Ort verschieben und gleichzeitig umbenennen nach <i>bar/baz</i> (das Verzeichnis <i>bar</i> muss existieren, aber der Dateiname <i>bar/baz</i> darf nicht existieren) |
| <code>chmod 600 foo</code>           | die vorhandene Datei <i>foo</i> als nicht lesbar und nicht schreibbar für andere Benutzer einstellen (und nicht ausführbar für alle)                                                                                 |
| <code>chmod 644 foo</code>           | die vorhandene Datei <i>foo</i> als lesbar, aber nicht schreibbar für andere Benutzer einstellen (und nicht ausführbar für alle)                                                                                     |
| <code>chmod 755 foo</code>           | die vorhandene Datei <i>foo</i> als lesbar, aber nicht schreibbar für andere Benutzer einstellen (und als ausführbar für alle)                                                                                       |
| <code>find . -name Suchmuster</code> | passende Dateinamen finden durch Verwendung von Shell- <i>Suchmuster</i> (langsamer)                                                                                                                                 |
| <code>locate -d . Suchmuster</code>  | passende Dateinamen finden durch Verwendung von Shell- <i>Suchmuster</i> (schneller, nutzt eine regelmäßig erstellte Datenbank)                                                                                      |



```
$ commandname --help
$ commandname -h
```

## 1.5 Der einfache Shell-Befehl

Jetzt haben Sie ein Gefühl, wie das Debian-System genutzt wird. Lassen Sie uns tiefer in den Mechanismus der Befehlsausführung einsteigen. Eine genaue Beschreibung finden Sie unter [bash\(1\)](#).

Ein einfacher Befehl ist eine Abfolge mehrerer Komponenten.

1. Zuweisung von Variablen (optional)
2. Befehlsname
3. Argumente (optional)
4. Weiterleitungen (optional: > , >> , < , << usw.)
5. Steuer-Operator (optional: && , || , *newline* , ; , & , ( , ) )

### 1.5.1 Befehlsausführung und Umgebungsvariablen

Die Werte einiger [Umgebungsvariablen](#) verändern teilweise das Verhalten von Unix-Befehlen.

Die Standardwerte von Umgebungsvariablen werden zunächst vom PAM-System gesetzt und dann eventuell von manchen Anwendungsprogrammen wieder zurückgesetzt.

- Das PAM-System (wie `pam_env`) könnte Umgebungsvariablen über `/etc/pam.conf`, `/etc/environment` und `/etc/default/locale` setzen.
- Eine moderne grafische Desktop-Umgebung, von einer User-Mode `systemd`-Unit gestartet (siehe [systemd.unit\(5\)](#)) setzt die Umgebungsvariablen über eine Datei im Verzeichnis `~/.config/environment.d/`.
- Benutzer-spezifische Programminitialisierungen könnten Umgebungsvariablen über `~/.profile`, `~/.bash_profile` und `~/.bashrc` zurücksetzen.

### 1.5.2 Die "\$LANG"-Variable

Das Standard-Gebietsschema wird über die Umgebungsvariable `"$LANG"` festgelegt; sie hat die Form `"LANG=xx_YY.UTF-8"` und wird vom Installer oder einer späteren GUI-Konfiguration (in GNOME z.B. über "Einstellungen" → "Region & Sprache" → "Sprache" / "Formate") gesetzt.

---

#### Anmerkung

Ich empfehle Ihnen, die Systemumgebung für den Anfang direkt über die `"$LANG"`-Variable zu konfigurieren und die Finger von den `"$LC_*"`-Variablen zu lassen, außer es ist absolut nötig.

---

Der vollständige Wert für das Gebietsschema (Locale), der an die `"$LANG"`-Variable übergeben wird, besteht aus drei Teilen: `"xx_YY.ZZZZ"`.

Eine typische Befehlsausführung verwendet eine Shell-Sequenz wie die folgende:

---

| locale-Wert | Bedeutung                                                                   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| xx          | <a href="#">Sprach-Code laut ISO 639 (in Kleinbuchstaben) wie z.B. "de"</a> |
| YY          | <a href="#">Länder-Code laut ISO 3166 (in Großbuchstaben) wie z.B. "DE"</a> |
| ZZZZ        | <a href="#">Zeichenkodierung (am besten immer auf "UTF-8" setzen)</a>       |

Tabelle 1.18: Die drei Teile des locale-Wertes

| empfohlenes Gebietsschema | Sprache (Gebiet)                 |
|---------------------------|----------------------------------|
| en_US.UTF-8               | Englisch (USA)                   |
| en_GB.UTF-8               | Englisch (Großbritannien)        |
| fr_FR.UTF-8               | Französisch (Frankreich)         |
| de_DE.UTF-8               | Deutsch (Deutschland)            |
| it_IT.UTF-8               | Italienisch (Italien)            |
| es_ES.UTF-8               | Spanisch (Spanien)               |
| ca_ES.UTF-8               | Katalanisch (Spanien)            |
| sv_SE.UTF-8               | Schwedisch (Schweden)            |
| pt_BR.UTF-8               | Portugiesisch (Brasilien)        |
| ru_RU.UTF-8               | Russisch (Russland)              |
| zh_CN.UTF-8               | Chinesisch (Volksrepublik China) |
| zh_TW.UTF-8               | Chinesisch (Taiwan)              |
| ja_JP.UTF-8               | Japanisch (Japan)                |
| ko_KR.UTF-8               | Koreanisch (Republik Korea)      |
| vi_VN.UTF-8               | Vietnamesisch (Vietnam)          |

Tabelle 1.19: Liste mit Empfehlungen zum Gebietsschema

```
$ echo $LANG
en_US.UTF-8
$ date -u
Wed 19 May 2021 03:18:43 PM UTC
$ LANG=fr_FR.UTF-8 date -u
mer. 19 mai 2021 15:19:02 UTC
```

Hier wird das Programm `date(1)` mit verschiedenen Gebietsschema-Einstellungen ausgeführt.

- Beim ersten Befehl ist "\$LANG" auf den System-[locale](#)-Standardwert "en\_US.UTF-8" gesetzt.
- Beim zweiten Befehl ist "\$LANG" auf den französischen UTF-8-[locale](#)-Wert "fr\_FR.UTF-8" gesetzt.

Die meisten Befehlsausführungen haben keine voreingestellten Definitionen für Umgebungsvariablen. Bei dem obigen Beispiel können Sie alternativ auch folgendes ausführen:

```
$ LANG=fr_FR.UTF-8
$ date -u
mer. 19 mai 2021 15:19:24 UTC
```

### Tipp

Wenn Sie mit einem nicht auf Englisch eingerichteten System einen Fehlerbericht einreichen, ist es eine gute Idee, die nötigen Befehle mit "en\_US.UTF-8" als Gebietsschema laufen zu lassen und zu überprüfen.

Tolle Details zur Konfiguration des Gebietsschemas finden Sie in Abschnitt [8.1](#).

### 1.5.3 Die "\$PATH"-Variable

Wenn Sie einen Befehl in die Shell eingeben, sucht die Shell in den durch die Umgebungsvariable "\$PATH" definierten Verzeichnissen nach diesem Befehl. Der Wert der Umgebungsvariablen "\$PATH" wird auch als Shell-Suchpfad bezeichnet.

In der Standard-Debian-Installation enthält die Umgebungsvariable "\$PATH" bei normalen Benutzerkonten nicht die Verzeichnisse "/usr/sbin" und "/usr/bin". Zum Beispiel muss der `ifconfig`-Befehl mit dem vollständigen Pfad aufgerufen werden, also `/usr/sbin/ifconfig`. Ähnlich dazu ist der `ip`-Befehl in `/usr/bin` abgelegt.

Sie können die Umgebungsvariable "\$PATH" der Bash-Shell über die Dateien `~/ .bash_profile` oder `~/ .bashrc` verändern.

### 1.5.4 Die "\$HOME"-Variable

Viele Befehle speichern Konfigurationsdateien im Heimatverzeichnis des jeweiligen Benutzers. Über diese lässt sich das Verhalten der Befehle anpassen. Der Ort des Heimatverzeichnisses ist in der Umgebungsvariable "\$HOME" gespeichert.

| Wert von "\$HOME"       | Situation bei Programmausführung                                     |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| /                       | Programm ausgeführt vom init-Prozess (Daemon)                        |
| /root                   | Programm ausgeführt von der root-Shell                               |
| /home/normaler_benutzer | Programm ausgeführt von der Shell des normalen Benutzers             |
| /home/normaler_benutzer | Programm ausgeführt vom GUI-Desktop-Menü des normalen Benutzers      |
| /home/normaler_benutzer | Programm ausgeführt von root mittels <code>"sudo programm"</code>    |
| /root                   | Programm ausgeführt von root mittels <code>"sudo -H programm"</code> |

Tabelle 1.20: Liste der Werte von "\$HOME"

#### Tipp

Die Shell expandiert `~/` zum Heimatverzeichnis des aktuellen Benutzers, also `"$HOME/"`, und `~foo/` zum Heimatverzeichnis des Benutzers `foo`, also `"/home/foo/"`.

Schauen Sie in Abschnitt [12.1.5](#), wenn `$HOME` für Ihr Programm nicht verfügbar ist.

### 1.5.5 Befehlszeilen-Optionen

Einige Befehle akzeptieren Argumente. Argumente, die mit `"-"` oder `"--"` beginnen, werden Optionen genannt und steuern das Verhalten des Befehls.

```
$ date
Thu 20 May 2021 01:08:08 AM JST
$ date -R
Thu, 20 May 2021 01:08:12 +0900
```

Hier ändert das Befehlszeilen-Argument `"-R"` das Verhalten von [date\(1\)](#) zwecks Ausgabe einer [RFC2822](#)-konformen Datumsangabe.

| Shell-Glob-Suchmuster | Beschreibung der Regel                                                                        |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| *                     | Dateiname, der nicht mit "." beginnt                                                          |
| .*                    | Dateiname, der mit "." beginnt (in Bash 5.2 und später sind "." und "." hier nicht enthalten) |
| ?                     | genau ein Zeichen                                                                             |
| [...]                 | genau eins der in Klammern eingeschlossenen Zeichen                                           |
| [a-z]                 | genau ein Zeichen von denen zwischen "a" und "z"                                              |
| [!...]                | genau ein Zeichen von denen, die nicht in Klammern eingeschlossen sind (außer "!")            |

Tabelle 1.21: Shell-Glob-Suchmuster

## 1.5.6 Shell-Glob

Oft möchten Sie einen Befehl auf eine Gruppe von Dateien anwenden, ohne all die Dateinamen einzutippen. Die Dateinamen-Suchmuster mittels **Shell-Glob** (manchmal auch **Wildcards** genannt) erfüllen diese Bedürfnisse.

### Anmerkung

Ein "/" in einem Pfadnamen wird über die Shell-Glob-Suchmuster in obiger Tabelle nicht gefunden.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ mkdir foo; cd foo; touch b1.txt b2.txt b3.c b4.h .b5.txt ..b6.txt
$ mkdir bar; cd bar; touch b1.txt b2.txt b3.c b4.h .b5.txt ..b6.txt ; cd -
$ echo b*.txt
b1.txt b2.txt
$ echo b*
b1.txt b2.txt b3.c b4.h bar
$ echo */*.txt
bar/b1.txt bar/b2.txt
$ echo *.[hc]
b3.c b4.h
$ echo .*
.b5.txt ..b6.txt
$ echo b[!1-3]*
b4.h bar
$ echo b*/b[!1-3]*
bar/b4.h
$ cd ..; rm -rf junk
```

Weitere Details finden Sie in [glob\(7\)](#).

### Anmerkung

Anders als die normale Dateinamenerweiterung der Shell findet das Shell-Suchmuster "\*", das in [find\(1\)](#) mit -name abgefragt wird, den führenden "." des Dateinamens (neue [POSIX](#)-Funktionalität).

### Anmerkung

bash kann dahingehend angepasst werden, sein glob-Verhalten mittels der integrierten shopt-Optionen wie "dotglob", "noglob", "nocaseglob", "nullglob", "extglob" usw. zu verändern. Lesen Sie dazu [bash\(1\)](#).

## 1.5.7 Rückgabewert eines Befehls

Jeder Befehl gibt seinen Beendigungsstatus (Exit-Status, Variable: "\$?") als Rückgabewert zurück.

| Befehls-Beendigungsstatus | numerischer Rückgabewert | logischer Rückgabewert |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|
| Erfolg                    | Null, 0                  | <b>WAHR</b>            |
| Fehler                    | nicht-Null, -1           | <b>FALSCH</b>          |

Tabelle 1.22: Befehls-Beendigungs-Codes

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ [ 1 = 1 ] ; echo $?
0
$ [ 1 = 2 ] ; echo $?
1
```

#### Anmerkung

Bitte beachten Sie, dass im logischen Zusammenhang für die Shell **Erfolg** als logisches **WAHR** betrachtet wird, was 0 (Null) als Wert bedeutet. Dies ist nicht ganz intuitiv und daher soll hier daran erinnert werden.

## 1.5.8 Typische Befehlssequenzen und Shell-Weiterleitungen

Versuchen Sie, sich folgende Shell-Befehlsfolgen zu merken, die in einer Zeile eingegeben werden:

Das Debian-System ist ein Multi-Tasking-System. Hintergrundprozesse erlauben es Benutzern, mehrere Programme in einer einzigen Shell laufen zu lassen. Zur Verwaltung von Hintergrundprozessen werden die Shell-Builtins `jobs`, `fg`, `bg` und `kill` benutzt. Bitte lesen Sie die entsprechenden Abschnitte von `bash(1)` bezüglich "SIGNALS", "JOB CONTROL" und [builtins\(1\)](#).

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ </etc/motd pager
```

```
$ pager </etc/motd
```

```
$ pager /etc/motd
```

```
$ cat /etc/motd | pager
```

Obwohl alle 4 Beispiele von Shell-Weiterleitungen dasselbe anzeigen, führt das letzte Beispiel einen separaten `cat`-Befehl aus und verschwendet ohne Grund zusätzliche Ressourcen.

Die Shell erlaubt Ihnen, Dateien mittels dem `exec`-Builtin mit einem frei wählbaren Datei-Deskriptor zu öffnen.

```
$ echo Hello >foo
$ exec 3<foo 4>bar    # open files
$ cat <&3 >&4          # redirect stdin to 3, stdout to 4
$ exec 3<&- 4>&-      # close files
$ cat bar
Hello
```

Die Datei-Deskriptoren 0-2 sind fest vordefiniert.

| Befehlsabfolge         | Beschreibung                                                                                                                                                          |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| befehl &               | Ausführung von befehl im <b>Hintergrund</b> in einer Unter-Shell                                                                                                      |
| befehl1   befehl2      | Weiterleitung ( <b>pipe</b> ) der Standardausgabe von befehl1 an die Standardeingabe von befehl2 ( <b>gleichzeitige</b> Ausführung)                                   |
| befehl1 2>&1   befehl2 | Weiterleitung ( <b>pipe</b> ) der Standardausgabe und Standardfehler von befehl1 an die Standardeingabe von befehl2 ( <b>gleichzeitige</b> Ausführung)                |
| befehl1 ; befehl2      | <b>Aufeinander folgende</b> Ausführung von befehl1 und befehl2                                                                                                        |
| befehl1 && befehl2     | Ausführung von befehl1; falls erfolgreich, <b>anschließende</b> Ausführung von befehl2 (Erfolg zurückgeben, wenn beide (befehl1 <b>und</b> befehl2) erfolgreich sind) |
| befehl1    befehl2     | Ausführung von befehl1; falls nicht erfolgreich, <b>anschließende</b> Ausführung von befehl2 (Erfolg zurückgeben, wenn befehl1 <b>oder</b> befehl2 erfolgreich ist)   |
| befehl > foo           | Weiterleitung der Standardausgabe von befehl in die Datei foo (Datei überschreiben)                                                                                   |
| befehl 2> foo          | Weiterleitung des Standardfehlers von befehl in die Datei foo (Datei überschreiben)                                                                                   |
| befehl >> foo          | Weiterleitung der Standardausgabe von befehl in die Datei foo (an Datei anhängen)                                                                                     |
| befehl 2>> foo         | Weiterleitung des Standardfehlers von befehl in die Datei foo (an Datei anhängen)                                                                                     |
| befehl > foo 2>&1      | Weiterleitung der Standardausgabe und Standardfehler von befehl in die Datei foo                                                                                      |
| befehl < foo           | Weiterleitung der Standardeingabe von befehl in die Datei foo                                                                                                         |
| befehl << begrenzung   | Weiterleitung der Standardeingabe von befehl in die folgenden Zeilen, bis "begrenzung" erreicht ist                                                                   |
| befehl <<- delimiter   | Weiterleitung der Standardeingabe von befehl in die folgenden Zeilen, bis "begrenzung" erreicht ist (die führenden Tab-Zeichen werden von den Eingabezeilen entfernt) |

Tabelle 1.23: Abfolgen von Shell-Befehlen

| Gerät  | Beschreibung    | Datei-Deskriptor |
|--------|-----------------|------------------|
| stdin  | Standardeingabe | 0                |
| stdout | Standardausgabe | 1                |
| stderr | Standardfehler  | 2                |

Tabelle 1.24: Vordefinierte Datei-Deskriptoren

### 1.5.9 Befehls-Alias

Sie können einen Alias für häufig verwendete Befehle definieren.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ alias la='ls -la'
```

Jetzt funktioniert "la" als Kurzform für "ls -la", was alle Dateien in einem langen Listenformat auflistet.

Sie können alle vorhandenen Alias-Definitionen mit `alias` anzeigen (lesen Sie dazu in [bash\(1\)](#) den Abschnitt "SHELL BUILTIN COMMANDS").

```
$ alias
...
alias la='ls -la'
```

Sie können den exakten Pfad oder die Identität eines Befehls mit `type` herausfinden (lesen Sie dazu in [bash\(1\)](#) den Abschnitt "SHELL BUILTIN COMMANDS").

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ type ls
ls is hashed (/bin/ls)
$ type la
la is aliased to ls -la
$ type echo
echo is a shell builtin
$ type file
file is /usr/bin/file
```

Hier wurde kürzlich nach "ls" gesucht, nach "file" hingegen nicht, daher ist "ls" "hashed", d.h. die Shell hat einen internen Eintrag für einen schnellen Zugriff auf den Speicherort des "ls"-Befehls.

---

**Tipp**

Lesen Sie Abschnitt [9.3.6](#).

---

## 1.6 Unix-ähnliche Textverarbeitung

In Unix-ähnlichen Arbeitsumgebungen können Textverarbeitungsvorgänge durchgeführt werden, indem der Text durch Abfolgen mehrerer Standardwerkzeuge geleitet wird. Dies war eine weitere bedeutende Unix-Innovation.

### 1.6.1 Unix-Textverarbeitungswerkzeuge

Es gibt ein paar Standard-Textverarbeitungswerkzeuge, die auf Unix-ähnlichen Systemen sehr oft verwendet werden.

- Ohne Verwendung regulärer Ausdrücke:
    - [cat\(1\)](#) verkettet Dateien und gibt den vollständigen Inhalt aus.
    - [tac\(1\)](#) verkettet Dateien und gibt den Inhalt in umgekehrter Reihenfolge aus.
    - [cut\(1\)](#) wählt Teile von Zeilen und ausgegebenen Inhalten aus.
    - [head\(1\)](#) gibt die ersten Zeilen von Dateien aus.
    - [tail\(1\)](#) gibt die letzten Zeilen von Dateien aus.
    - [sort\(1\)](#) sortiert Zeilen von Textdateien.
-

- [uniq\(1\)](#) entfernt doppelte Zeilen aus einer sortierten Datei.
- [tr\(1\)](#) übersetzt oder löscht Zeichen.
- [diff\(1\)](#) vergleicht Dateien Zeile für Zeile.
- Mit Verwendung grundlegender regulärer Ausdrücke (basic regular expressions / **BRE**) als Standardeinstellung:
  - [ed\(1\)](#) ist ein primitiver Zeilen-Editor.
  - [sed\(1\)](#) ist ein Stream-Editor.
  - [grep\(1\)](#) findet Text über Suchmuster.
  - [vim\(1\)](#) ist ein Bildschirm-gestützter Editor.
  - [emacs\(1\)](#) ist ein Bildschirm-gestützter Editor (leicht erweiterte **BRE**)
- Mit Verwendung erweiterter regulärer Ausdrücke (extended regular expressions / **ERE**):
  - [awk\(1\)](#) führt einfache Textverarbeitung durch.
  - [egrep\(1\)](#) findet Text über Suchmuster.
  - `tc l(3tcl)` kann jede erdenkliche Art von Textverarbeitung durchführen. Lesen Sie dazu [re\\_syntax\(3\)](#). Oft zusammen mit `tk(3tk)` verwendet.
  - [perl\(1\)](#) kann jede erdenkliche Art von Textverarbeitung durchführen. Lesen Sie dazu [perlre\(1\)](#).
  - [pcre2grep\(1\)](#) aus dem `pcre2-util`-Paket findet Text über [Perl-kompatible reguläre Ausdrücke \(PCRE\)](#).
  - [python\(1\)](#) mit dem `re`-Modul kann jede erdenkliche Art von Textverarbeitung durchführen. Lesen Sie dazu `"/usr/share`

Wenn Sie sich nicht sicher sind, was genau diese Befehle tun, verwenden Sie bitte `"man befehl"`, um es selbst herauszufinden.

---

#### Anmerkung

Sortierreihenfolge und Bereichsausdruck sind abhängig vom Gebietsschema (Locale). Wenn Sie das traditionelle Verhalten eines Befehls erreichen möchten, verwenden Sie die Locale **C** oder **C.UTF-8** statt der normalen **UTF-8**-Locales (siehe Abschnitt [8.1](#)).

---

---

#### Anmerkung

Die regulären [Perl](#)-Erweiterungen ([perlre\(1\)](#)), [Perl-kompatiblen regulären Ausdrücke \(PCRE\)](#) sowie regulären [Python](#)-Erweiterungen (bereitgestellt durch das `re`-Modul) enthalten viele gängige Erweiterungen zu den normalen **erweiterten regulären Ausdrücken (ERE)**.

---

## 1.6.2 Reguläre Ausdrücke

[Reguläre Ausdrücke](#) werden in vielen Textverarbeitungswerkzeugen verwendet. Sie sind den Shell Globs ähnlich, aber viel komplexer und leistungsfähiger.

Ein regulärer Ausdruck beschreibt ein Muster und besteht aus Textzeichen und **Metazeichen**.

Ein **Metazeichen** ist einfach ein Zeichen mit einer speziellen Bedeutung. Es gibt zwei Hauptgruppen, **BRE** und **ERE**, abhängig von den Textwerkzeugen, wie unten beschrieben.

Die regulären Ausdrücke von **emacs** gehören grundsätzlich zu den **BRE**, sind aber erweitert worden, damit "+" und "?" wie bei den **ERE** als **Metazeichen** behandelt werden. Es ist daher nicht nötig, sie bei den regulären Ausdrücken von emacs mit "\" zu schützen.

[grep\(1\)](#) kann verwendet werden, um eine Textsuche mittels regulärer Ausdrücke durchzuführen.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

---



| BRE                  | ERE            | Beschreibung des regulären Ausdrucks                                                                                                            |
|----------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| \ . [ ] ^ \$ *       | \ . [ ] ^ \$ * | allgemeine <b>Metazeichen</b>                                                                                                                   |
| \+ \? \ ( \) \{ \} \ |                | nur bei BRE: durch "\ " geschützte <b>Metazeichen</b>                                                                                           |
|                      | + ? ( ) { }    | nur bei ERE: nicht durch "\ " geschützte <b>Metazeichen</b>                                                                                     |
| c                    | c              | findet <b>Nicht-Metazeichen</b> "c"                                                                                                             |
| \c                   | \c             | findet den Buchstaben "c", auch wenn "c" selbst ein <b>Metazeichen</b> ist                                                                      |
| .                    | .              | findet jegliches Zeichen inklusive Newline                                                                                                      |
| ^                    | ^              | Position am Anfang einer Zeichenkette                                                                                                           |
| \$                   | \$             | Position am Ende einer Zeichenkette                                                                                                             |
| \<                   | \<             | Position am Anfang eines Wortes                                                                                                                 |
| \>                   | \>             | Position am Ende eines Wortes                                                                                                                   |
| [abc...]             | [abc...]       | findet irgendein Zeichen von "abc..."                                                                                                           |
| [^abc...]            | [^abc...]      | findet irgendein Zeichen außer "abc..."                                                                                                         |
| r*                   | r*             | findet keinen oder mehrere reguläre Ausdrücke festgelegt durch "r"                                                                              |
| r\+                  | r+             | findet einen oder mehrere reguläre Ausdrücke festgelegt durch "r"                                                                               |
| r\?                  | r?             | findet keinen oder einen regulären Ausdruck festgelegt durch "r"                                                                                |
| r1\ r2               | r1 r2          | findet einen der regulären Ausdrücke festgelegt durch "r1" oder "r2"                                                                            |
| \(r1\ r2\)           | (r1 r2)        | findet einen der regulären Ausdrücke festgelegt durch "r1" oder "r2" und behandelt es als einen <b>in Klammern</b> gesetzten regulären Ausdruck |

Tabelle 1.25: Metazeichen für BRE und ERE

```
$ egrep 'GNU.*LICENSE|Yoyodyne' /usr/share/common-licenses/GPL
GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the program
```

### Tipp

Lesen Sie Abschnitt [9.3.6](#).

## 1.6.3 Ersetzungsausdrücke

Bei den Ersetzungsausdrücken haben einige Zeichen spezielle Bedeutungen.

| Ersetzungsausdruck | Beschreibung des Textes, der den Ersetzungsausdruck ersetzen soll                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| &                  | was der reguläre Ausdruck gefunden hat (benutzen Sie \& in emacs)                          |
| \n                 | was der n-te <b>in Klammern</b> gesetzte reguläre Ausdruck gefunden hat ("n" ist ein Zahl) |

Tabelle 1.26: Der Ersetzungsausdruck

Bei Ersetzungsausdrücken für Perl wird "\$&" statt "&" verwendet und "\$n" statt "\n".

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ echo zzz1abc2efg3hij4 | \
sed -e 's/(1[a-z]*)[0-9]*\(.*)$/=&/'
zzz=1abc2efg3hij4=
$ echo zzz1abc2efg3hij4 | \
sed -E -e 's/(1[a-z]*)[0-9]*\(.*)$/=&/'
zzz=1abc2efg3hij4=
$ echo zzz1abc2efg3hij4 | \
perl -pe 's/(1[a-z]*)[0-9]*\(.*)$/$&=/'
zzz=1abc2efg3hij4=
$ echo zzz1abc2efg3hij4 | \
sed -e 's/(1[a-z]*)[0-9]*\(.*)$/\2===\1/'
zzzefg3hij4===1abc
$ echo zzz1abc2efg3hij4 | \
sed -E -e 's/(1[a-z]*)[0-9]*\(.*)$/\2===\1/'
zzzefg3hij4===1abc
$ echo zzz1abc2efg3hij4 | \
perl -pe 's/(1[a-z]*)[0-9]*\(.*)$/$2===\1/'
zzzefg3hij4===1abc
```

Achten Sie hier bitte besonders auf die Art der **in Klammern** gesetzten regulären Ausdrücke und wie die gefundenen Zeichenketten bei der Textersetzung mit verschiedenen Werkzeugen genutzt werden.

Diese regulären Ausdrücke können in einigen Editoren auch zur Cursor-Verschiebung und Textersetzung verwendet werden.

Der Back-Slash "\" am Ende der Zeile in der Shell-Befehlszeile schützt das Newline als Leerraum-Zeichen und erlaubt die Fortsetzung der Shell-Befehlszeileingabe in die nächste Zeile.

Bitte lesen Sie alle zugehörigen Handbuchseiten, um diese Befehle zu erlernen.

## 1.6.4 Globale Ersetzungen mit regulären Ausdrücken

Der Befehl [ed\(1\)](#) ersetzt hier alle Vorkommen von "VON\_REGEX" in "datei" durch "ZU\_TEXT".

```
$ ed file <<EOF
,s/FROM_REGEX/TO_TEXT/g
w
q
EOF
```

Der Befehl [sed\(1\)](#) ersetzt hier alle Vorkommen von "VON\_REGEX" in "datei" durch "ZU\_TEXT".

```
$ sed -i -e 's/FROM_REGEX/TO_TEXT/g' file
```

Der Befehl [vim\(1\)](#) ersetzt hier durch Verwendung der [ex\(1\)](#)-Befehle alle Vorkommen von "VON\_REGEX" in "datei" durch "ZU\_TEXT".

```
$ vim '+%s/FROM_REGEX/TO_TEXT/gc' '+update' '+q' file
```

---

### Tipp

Die "c"-Markierung in dem obigen Beispiel gewährleistet die interaktive Ersetzung jedes Vorkommnisses.

---

Mehrere Dateien ("datei1", "datei2" und "datei3") können auf ähnlichem Wege mittels regulärer Ausdrücke mit [vim\(1\)](#) oder [perl\(1\)](#) verarbeitet werden.

```
$ vim '+argdo %s/FROM_REGEX/TO_TEXT/gce|update' '+q' file1 file2 file3
```

---

### Tipp

Die Option "e" in dem obigen Beispiel verhindert, dass der "No match"-Fehler die Zuweisung unterbricht.

---

```
$ perl -i -p -e 's/FROM_REGEX/TO_TEXT/g;' file1 file2 file3
```

In dem [perl\(1\)](#)-Beispiel steht "-i" für direkte Bearbeitung der jeweiligen Zieldatei und "-p" für implizites Abarbeiten aller angegebenen Dateien mittels Schleifen.

---

### Tipp

Durch die Verwendung von "-i.bak" statt "-i" wird jede Originaldatei gesichert, dabei wird ".bak" zum Dateinamen hinzugefügt. Dies erlaubt eine einfachere Wiederherstellung bei Fehlern in komplexen Situationen.

---

---

### Anmerkung

[ed\(1\)](#) und [vim\(1\)](#) gehören zu den **BRE**, [perl\(1\)](#) zu den **ERE**.

---

## 1.6.5 Extrahieren von Daten aus einer Textdatei-Tabelle

Wir nehmen an, eine Textdatei namens "DPL" enthält die Namen einiger Debian-Projektleiter der Jahre vor 2004 sowie deren Ernennungsdatum in einem durch Leerzeichen getrennten Format:

|         |           |         |      |
|---------|-----------|---------|------|
| Ian     | Murdock   | August  | 1993 |
| Bruce   | Perens    | April   | 1996 |
| Ian     | Jackson   | January | 1998 |
| Wichert | Akkerman  | January | 1999 |
| Ben     | Collins   | April   | 2001 |
| Bdale   | Garbee    | April   | 2002 |
| Martin  | Michlmayr | March   | 2003 |

**Tipp**

Lesen Sie ["Eine kurze Geschichte von Debian"](#) bezüglich der neuesten [Vergangenheit zum Debian-Projektleiter](#).

Awk wird oft verwendet, um Daten aus dieser Art von Dateien zu extrahieren.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ awk '{ print $3 }' <DPL                # month started
August
April
January
January
April
April
March
$ awk '($1=="Ian") { print }' <DPL        # DPL called Ian
Ian      Murdock    August  1993
Ian      Jackson    January 1998
$ awk '($2=="Perens") { print $3,$4 }' <DPL # When Perens started
April 1996
```

Auch Shells wie Bash können verwendet werden, um diese Art von Dateien zu verarbeiten.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ while read first last month year; do
    echo $month
done <DPL
... same output as the first Awk example
```

Hier verwendet der Builtin-Befehl read Zeichen aus "\$IFS" (interne Feldseparatoren), um Zeilen in einzelne Wörter aufzusplitten.

Wenn Sie "\$IFS" in ":" ändern, können Sie auf nette Weise "/etc/passwd" mit der Shell verarbeiten.

```
$ oldIFS="$IFS"    # save old value
$ IFS=':'
$ while read user password uid gid rest_of_line; do
    if [ "$user" = "bozo" ]; then
        echo "$user's ID is $uid"
    fi
done < /etc/passwd
bozo's ID is 1000
$ IFS="$oldIFS"    # restore old value
```

(Wenn Awk dies erledigen soll, verwenden Sie "FS=':',", um den Feldseparator festzulegen.)

IFS wird auch von der Shell verwendet, um die Ergebnisse von Parameterexpansion, Befehlsersetzung und arithmetischer Expansion aufzusplitten. Diese werden nicht innerhalb von doppelten oder einfachen Anführungszeichen dargestellt. Der Standardwert von IFS ist die Kombination von *Space*, *Tab* und *Newline*.

Seien Sie vorsichtig bei der Verwendung dieser Shell-IFS-Tricks. Verrückte Dinge passieren, wenn die Shell einige Teile des Skripts als eigene **Eingabe** interpretiert.

```

$ IFS=":," # use ":" and "," as IFS
$ echo IFS=$IFS, IFS="$IFS" # echo is a Bash builtin
IFS= , IFS=:
$ date -R # just a command output
Sat, 23 Aug 2003 08:30:15 +0200
$ echo $(date -R) # sub shell --> input to main shell
Sat 23 Aug 2003 08 30 36 +0200
$ unset IFS # reset IFS to the default
$ echo $(date -R)
Sat, 23 Aug 2003 08:30:50 +0200

```

## 1.6.6 Skript-Schnipsel für die Befehlsweiterleitung

Die folgenden Befehlsketten tun nette Dinge als Teil einer Weiterleitung:

| Skript-Schnipsel (in einer Zeile eingeben) | Auswirkung des Befehls                                                                            |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>find /usr -print</code>              | findet alle Dateien in "/usr"                                                                     |
| <code>seq 1 100</code>                     | gibt die Zahlen 1 bis 100 aus                                                                     |
| <code>  xargs -n 1 befehl</code>           | führt <befehl> wiederholt aus, jeweils mit jedem Element aus der Weiterleitung als Argument       |
| <code>  xargs -n 1 echo</code>             | splittet durch Leerraum getrennte Elemente aus der Weiterleitung in einzelne Zeilen auf           |
| <code>  xargs echo</code>                  | führt alle Zeilen aus der Weiterleitung in eine Zeile zusammen                                    |
| <code>  grep -e regex_muster</code>        | extrahiert Zeilen aus der Weiterleitung, die das Regex-Suchmuster enthalten                       |
| <code>  grep -v -e regex_muster</code>     | extrahiert Zeilen aus der Weiterleitung, die nicht das Regex-Suchmuster enthalten                 |
| <code>  cut -d: -f3 -</code>               | extrahiert das dritte Feld aus der Weiterleitung, separiert durch ":" (z.B. aus der passwd-Datei) |
| <code>  awk '{ print \$3 }'</code>         | extrahiert das dritte Feld aus der Weiterleitung, separiert durch Leerraum-Zeichen                |
| <code>  awk -F\t '{ print \$3 }'</code>    | extrahiert das dritte Feld aus der Weiterleitung, separiert durch Tab                             |
| <code>  col -bx</code>                     | entfernt Backspace und expandiert Tabs zu Leerzeichen                                             |
| <code>  expand -</code>                    | expandiert Tabs                                                                                   |
| <code>  sort  uniq</code>                  | sortiert Inhalte und entfernt Duplikate                                                           |
| <code>  tr 'A-Z' 'a-z'</code>              | konvertiert Großschreibung in Kleinschreibung                                                     |
| <code>  tr -d '\n'</code>                  | führt mehrere Zeilen in eine zusammen                                                             |
| <code>  tr -d '\r'</code>                  | entfernt CR (carriage return/Wagenrücklauf)                                                       |
| <code>  sed 's/^/# /'</code>               | fügt "#" zum Anfang jeder Zeile hinzu                                                             |
| <code>  sed 's/\.ext//g'</code>            | entfernt ".ext"                                                                                   |
| <code>  sed -n -e 2p</code>                | gibt die zweite Zeile aus                                                                         |
| <code>  head -n 2 -</code>                 | gibt die ersten zwei Zeilen aus                                                                   |
| <code>  tail -n 2 -</code>                 | gibt die letzten zwei Zeilen aus                                                                  |

Tabelle 1.27: Liste von Skript-Schnipseln für die Befehlsweiterleitung

Ein einzeliliges Shell-Skript kann durch Verwendung von [find\(1\)](#) und [xargs\(1\)](#) über Schleifen viele Dateien in Folge abarbeiten und so ziemlich komplexe Aufgaben erledigen. Lesen Sie dazu Abschnitt [10.1.5](#) und Abschnitt [9.4.9](#).

Wenn die Verwendung des interaktiven Shell-Modus zu kompliziert wird, ziehen Sie bitte in Erwägung, ein Shell-Skript zu schreiben (weiteres dazu in Abschnitt [12.1](#)).

## Kapitel 2

# Debian-Paketmanagement

---

### Anmerkung

Dieses Kapitel geht davon aus, dass Trixie die aktuelle stabile Veröffentlichung ist.

Die Paketquellen für das APT-System werden in diesem Dokument mit dem Oberbegriff **sources.list** bezeichnet. Sie können die entsprechenden Eintragungen sowohl in der Datei `/etc/apt/sources.list` durchführen, sowie in irgendeiner `/etc/apt/sources.list.d/*.list`- oder `/etc/apt/sources.list.d/*.sources`-Datei.

---

## 2.1 Grundvoraussetzungen für das Debian-Paketmanagement

### 2.1.1 Debian-Paketmanagement

[Debian](#) ist eine Organisation Freiwilliger, die **konsistente** Distributionen vorkompilierter Binärpakete von freier Software erstellt und sie über ihr Archiv verteilt.

Das [Debian-Archiv](#) wird von [vielen Spiegel-Servern](#) via HTTP und FTP bereitgestellt. Es ist auch als [CD-ROM/DVD](#) erhältlich.

Das derzeit empfohlene Debian-Werkzeug für Paketmanagement, das all diese Ressourcen nutzen kann, ist das [Advanced Packaging Tool \(APT\)](#).

Debians Paketmanagement-System, ermöglicht dem Nutzer (**wenn es korrekt genutzt wird**), **konsistente Sätze von Binärpaketen** auf dem System zu installieren. Derzeit sind für die amd64-Architektur 78093 Pakete verfügbar.

Das Debian-Paketmanagement-System hat eine reichhaltige Geschichte und bietet eine Auswahl an Frontend-Benutzerprogrammen, die genutzt werden können sowie an verschiedenen Varianten des Archivzugriffs. Derzeit empfehlen wir folgendes:

- [apt\(8\)](#) für alle interaktiven Befehlszeilen-Operationen, inklusive Paketinstallationen und -entfernungen sowie Distributions-Upgrades;
  - [apt-get\(8\)](#) für Paketverwaltungsoperationen mittels Skripten; auch eine Ausweichlösung für den Fall, dass `apt` nicht verfügbar ist (z.B. auf älteren Debian-Systemen);
  - [aptitude\(8\)](#) für ein interaktives Text-Interface zur Verwaltung der installierten Pakete und für die Suche nach verfügbaren Paketen.
-

| Paket                               | Popcon        | Größe | Beschreibung                                                                                                                        |
|-------------------------------------|---------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">dpkg</a>                | V:904, I:1000 | 6399  | niederschwelliges Paketmanagement-System für Debian (datei-basiert)                                                                 |
| <a href="#">apt</a>                 | V:892, I:1000 | 4956  | APT-Frontend zur Paketverwaltung mit text-basierter Bedienung: <a href="#">apt/apt-get/apt-cache</a>                                |
| <a href="#">aptitude</a>            | V:32, I:168   | 4621  | APT-Frontend für interaktives Paketmanagement mit Vollbildschirm-Konsole: <a href="#">aptitude(8)</a>                               |
| <a href="#">tasksel</a>             | V:37, I:984   | 351   | APT-Frontend zur Installation von vorausgewählten Programmgruppen (Tasks): <a href="#">tasksel(8)</a>                               |
| <a href="#">unattended-upgrades</a> | V:127, I:181  | 320   | Erweiterungspaket für APT, um die automatische Installation von Sicherheits-Aktualisierungen zu ermöglichen                         |
| <a href="#">gnome-software</a>      | V:155, I:259  | 4707  | Software Center für GNOME (grafisches Frontend für APT)                                                                             |
| <a href="#">synaptic</a>            | V:31, I:276   | 7788  | grafischer Paketmanager (grafisches GTK-Frontend für APT)                                                                           |
| <a href="#">apt-utils</a>           | V:414, I:998  | 1181  | APT-Hilfsprogramme: <a href="#">apt-extracttemplates(1)</a> , <a href="#">apt-ftparchive(1)</a> und <a href="#">apt-sortpkgs(1)</a> |
| <a href="#">apt-listchanges</a>     | V:396, I:891  | 562   | Benachrichtigungswerkzeug für die Änderungshistorie von Paketen                                                                     |
| <a href="#">apt-listbugs</a>        | V:5.2, I:7.1  | 512   | Auflistung kritischer Fehler vor jeder APT-Installation                                                                             |
| <a href="#">apt-file</a>            | V:15, I:56    | 89    | APT-Paketsuch-Werkzeug - Befehlszeilen-Interface                                                                                    |
| <a href="#">apt-rdepends</a>        | V:0.4, I:4.7  | 39    | rekursive Auflistung von Paketabhängigkeiten                                                                                        |

Tabelle 2.1: Liste von Debians Paketmanagement-Werkzeugen

## 2.1.2 Paketkonfiguration

Hier einige wichtige Punkte für die Paketkonfiguration auf einem Debian-System:

- Bei einem modernen Desktop-System ist es eine gute Idee, nach Änderungen an der Paketkonfiguration oder nach Paket-Upgrades einen Reboot durchzuführen, um sicherzustellen, dass das System weiter korrekt funktioniert.
- Die händische Konfiguration durch den Systemadministrator wird respektiert. In anderen Worten: das Paketkonfigurationssystem führt keine aufdringliche Konfiguration durch, nur weil es einfach wäre.
- Jedes Paket enthält sein eigenes Konfigurationsskript mit einer standardisierten Benutzerschnittstelle namens [debconf\(7\)](#), um Sie bei der Erstinstallation des Pakets zu unterstützen.
- Debian-Entwickler versuchen ihr Bestes, um mittels der Paketkonfigurationsskripte für einen fehlerfreien Ablauf der Paketaktualisierungen zu sorgen.
- Dem Systemadministrator steht die volle Funktionalität der paketierte Software zur Verfügung, aber Funktionen mit Sicherheitsrisiken sind standardmäßig deaktiviert.
- Wenn Sie von Hand einen Dienst aktivieren und so Sicherheitsrisiken hervorrufen, sind Sie selbst für die Beherrschung der Risiken verantwortlich.
- Esoterische Konfigurationen könnten manuell durch den Systemadministrator aktiviert worden sein. Dies kann Behinderungen mit beliebigen, grundlegenden Systemkonfigurations-Programmen verursachen.

## 2.1.3 Grundsätzliche Vorsichtsmaßnahmen



### Warnung

Installieren Sie nicht Pakete aus einer wahllosen Mischung von Debian-Suiten (Stable, Testing, Unstable, Experimental). Sie können dadurch die Paketkonsistenz beschädigen und deren Korrektur erfordert ein tiefes Verständnis der Systemverwaltung wie Compiler-ABI, Bibliotheks-Versionen, Interpreter-Funktionalitäten usw.

Als [Neuling](#) unter den Debian-Systemadministratoren sollten Sie bei der **Stable**-Veröffentlichung bleiben und nur Sicherheitsaktualisierungen einspielen. Bis Sie das Debian-System gut verstehen, sollten Sie folgende Vorsichtsmaßnahmen einhalten:

- Fügen Sie nicht **testing** oder **unstable** in Ihre `"sources.list"` ein.
- Vermischen Sie in Ihrer `"sources.list"` nicht das Standard-Debian mit anderen Nicht-Debian-Archiven wie Ubuntu.
- Erstellen Sie keine `"/etc/apt/preferences"`-Datei.
- Ändern Sie nicht über Konfigurationsdateien das Standardverhalten der Paketmanagement-Werkzeuge, wenn Sie die vollständigen Auswirkungen nicht kennen.
- Installieren Sie nicht irgendwelche Pakete mit `"dpkg -i irgendein_paket"`.
- Installieren Sie niemals irgendwelche Pakete mit `"dpkg --force-all -i irgendein_paket"`.
- Löschen oder verändern Sie keine Dateien in `"/var/lib/dpkg/"`.
- Überschreiben Sie keine Systemdateien, indem Sie Software-Programme installieren, die direkt aus den Quellen übersetzt wurden.
  - Installieren Sie solche Pakete, falls nötig, in `"/usr/local"` oder `"/opt"`.

Die nicht-kompatiblen Effekte, die das Verletzen von obigen Maßnahmen im Debian-Paketmanagement verursachen können, führen im schlimmsten Falle zu einem nicht mehr verwendbaren System.

Ein ernsthafter Debian-Systemadministrator, der missionskritische Server betreibt, sollte besondere Vorsicht walten lassen.

- Installieren Sie nicht irgendwelche Pakete von Debian, die Sicherheitsaktualisierungen beinhalten, ohne sie unter sicheren Bedingungen sorgfältig mit Ihrer speziellen Konfiguration getestet zu haben.
  - Sie als Systemadministrator sind am Ende für Ihr System verantwortlich.
  - Die lange Stabilitäts-Historie des Debian-Systems ist für sich alleine keine Garantie.

## 2.1.4 Leben mit den ewigen Aktualisierungen



### Achtung

Für Ihre **Produktions-Server** wird die Stable-Suite inklusive der Sicherheitsaktualisierungen empfohlen. Dasselbe gilt für Desktop-Rechner, für die nur eingeschränkt administrative Betreuung gewährleistet ist.

---

Trotz der obigen Warnungen weiß ich, dass viele Leser dieses Dokuments trotzdem die neuere Testing- oder Unstable-Suite nutzen möchten.

Die [Erleuchtung](#), die wir Ihnen mit den folgenden Informationen bieten, bewahrt Sie vor der ewigen [karmischen](#) Qual der Upgrade-[Hölle](#) und ermöglicht Ihnen, das Debian-[Nirvana](#) zu erreichen.

Diese Liste zielt auf ein **selbst-administriertes** Arbeitsplatzsystem ab:

- Nutzen Sie die Testing-Suite, da dies letztlich ein Rolling-Release ist, das von Debians Qualitätssicherungs-Infrastruktur profitiert, wie [Debians Continuous-Integration-Unterstützung](#), der [Regel, dass nur Quellcode hochgeladen werden kann](#) sowie die [Nachverfolgung von Versionsübergängen bei Bibliotheken](#). Die Pakete in der Testing-Suite werden häufig genug aktualisiert, um stets die neuesten Funktionalitäten bieten zu können.
  - Setzen Sie den zur Testing-Suite passenden Codenamen (während trixie der aktuellen stable-Suite entspricht, ist dies `"forky"`) in Ihrer `"sources.list"`.
-



- Eine gewisse Zeit nach Freigabe einer neuer Debian-Veröffentlichung (ca. einen Monat, oder nach Ihrer eigenen Beurteilung auch früher oder später), ändern Sie diesen Namen in Ihrer "sources.list" händisch in den neuen Codenamen für Testing. Die Debian-User- oder -Developer-Mailinglisten sind auch gute Quellen für diese Informationen.

Die Verwendung von Unstable wird nicht empfohlen. Die Unstable-Suite ist für Entwickler **gut geeignet zur Fehlersuche in Paketen**, bringt aber für normale Arbeitsplatznutzer auch gewisse unnötige Risiken mit sich. Selbst wenn die Unstable-Suite von Debian die meiste Zeit sehr stabil erscheint, hat es in der Vergangenheit bereits Probleme mit bestimmten Paketen gegeben, von denen einige nicht einfach zu beheben waren.

Hier einige Tipps für grundlegende Vorsichtsmaßnahmen, wie Sie eine schnelle und einfache Systemwiederherstellung bei Fehlern in Debian-Paketen gewährleisten können:

- Stellen Sie eine System-Rettungsumgebung bereit, siehe Abschnitt 3.2.
- Erstellen Sie ein **Dual-boot**-fähiges System, das Debians Stable-Suite auf einer anderen Partition installiert hat.
- Ziehen Sie in Betracht, apt-listbugs zu installieren, um vor einer Paketaktualisierung relevante Informationen aus der [Debian-Fehlerdatenbank \(BTS\)](#) einsehen zu können.
- Lernen Sie genug über die Infrastruktur des Paketsystems, um das Problem umgehen zu können.

**Achtung**

Falls Sie keine dieser Vorsichtsmaßnahmen durchführen können, sind Sie möglicherweise nicht bereit für die Testing- oder Unstable-Suite.

---

## 2.1.5 Grundlagen über das Debian-Archiv

---

**Tipp**

Die offiziellen Richtlinien für das Debian-Archiv sind im [Debian Policy-Handbuch, Kapitel 2 - The Debian Archive](#) festgeschrieben.

---

Lassen Sie uns das [Debian-Archiv](#) aus der Sicht eines Benutzers betrachten.

Für einen System-User erfolgt der Zugriff auf das [Debian-Archiv](#) über das APT-System.

Die Paketquellen für das APT-System werden hier unter dem Oberbegriff **source list** behandelt und sind in [sources.list\(5\)](#) beschrieben.

Für ein trixie-System mit typischem HTTP-Zugriff sieht die **source list** im modernen deb822-Stil in "/etc/apt/sources" wie folgt aus:

```
Types: deb deb-src
URIs: http://deb.debian.org/debian/
Suites: trixie trixie-updates
Components: main non-free-firmware contrib non-free
```

```
Types: deb deb-src
URIs: http://security.debian.org/debian-security/
Suites: trixie-security
Components: main non-free-firmware contrib non-free
```

---

---

**Tipp**

Falls die **source list** noch in der alten einzeiligen Darstellung in `"/etc/apt/sources.list"` oder `"/etc/apt/sources.list.d/*.list"` vorliegt, aktualisieren Sie sie mit:

```
$ sudo apt modernize-sources
```

---

Die Kernpunkte der **source list** im deb822-Stil sind folgende:

- Die Konfiguration wird hier in `"/etc/apt/sources.list.d/*.sources"`-Dateien festgelegt.
- Jeder Block von Zeilen (getrennt durch eine Leerzeile) definiert eine Paketquelle für das APT-System.
- Der `"Types:"`-Eintrag definiert den Typ der Quelle wie `"deb"` (für Binärpakete) und `"deb-src"` (für Quellpakete).
- Der `"URIs:"`-Eintrag definiert die Liste von Wurzel-URI-Adressen für das Debian-Archiv.
- Der `"Suites:"`-Eintrag definiert die Liste der Distributionsnamen, entweder über den Namen der Suite oder den Codenamen.
- Der `"Components:"`-Eintrag definiert die Liste der verwendeten Archivbereiche aus dem Debian-Archiv.

Die Definition für `"deb-src"` kann problemlos weggelassen werden, wenn die Konfiguration lediglich für `aptitude` ist, da `aptitude` entsprechende Metadaten nicht auswertet. Dies beschleunigt die Aktualisierung der Archiv-Metadaten.

Die URL kann `"https://"`, `"http://"`, `"ftp://"`, `"file://"`, .... sein.

Zeilen, die mit `"#"` beginnen, sind Kommentare und werden ignoriert.

Hier neige ich dazu, den Codenamen `"trixie"` oder `"forky"` zu verwenden statt dem Namen der Suite (`stable` oder `testing`), um Überraschungen zu vermeiden, wenn das nächste Stable-Release veröffentlicht wird.

---

**Tipp**

Falls in dem obigen Beispiel `"sid"` statt `"trixie"` benutzt wird, ist die Zeile `"deb: http://security.debian.org/ ..."` für Sicherheitsaktualisierungen in `"/etc/apt/sources.list"` (oder der entsprechende deb822-Eintrag) nicht nötig, weil es kein Archiv für Sicherheitsaktualisierungen für `"Sid"` (Unstable) gibt.

---

Hier eine Liste der URL von Debian-Archiv-Seiten und Suite- oder Codenamen, die in der Konfigurationsdatei nach einer `trixie`-Veröffentlichung verwendet werden.

---

**Achtung**

Nur die reine **Stable**-Veröffentlichung mit Sicherheitsaktualisierungen bietet beste Stabilität. Zum größten Teil die **Stable**-Veröffentlichung zu verwenden, aber vermischt mit einigen Paketen aus **Testing** oder **Unstable**, birgt ein höheres Risiko, als reines **Unstable** zu nutzen (aufgrund von unpassenden Bibliotheksversionen usw). Wenn Sie wirklich die neueste Version einiger Programme unter **Stable** benötigen, verwenden Sie bitte Pakete von [stable-updates](#) und [backports](#) (lesen Sie dazu Abschnitt [2.7.4](#)). Diese Dienste müssen mit besonderer Sorgfalt genutzt werden.

---

---

**Achtung**

Sie sollten grundsätzlich nur eine der Suiten `stable`, `testing` oder `unstable` pro `"deb"`-Zeile angeben. Wenn Sie irgendeine Kombination von `stable`, `testing` und `unstable` in einer `"deb"`-Zeile verwenden, bremst dies die APT-Programme aus, wobei am Ende aber nur das neueste Archiv verwendet wird. Eine Auflistung mehrerer Einträge macht Sinn, wenn die `"/etc/apt/preferences"`-Datei genutzt wird und dort klare Richtlinien festgelegt sind (lesen Sie dazu Abschnitt [2.7.7](#)).

---

| Archiv-URL                                                                                            | Suite-Name              | Codename        | Zweck der Paketquelle                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="http://deb.debian.org/debian/">http://deb.debian.org/debian/</a>                             | stable                  | trixie          | Quasi statische stable-Veröffentlichung, umfangreich getestet                             |
| <a href="http://deb.debian.org/debian/">http://deb.debian.org/debian/</a>                             | stable-updates          | trixie          | Dringende Aktualisierungen für die stable-Suite (wichtig)                                 |
| <a href="http://security.debian.org/debian-security/">http://security.debian.org/debian-security/</a> | stable-security         | trixie          | Sicherheitsaktualisierungen für die stable-Suite (wichtig)                                |
| <a href="http://deb.debian.org/debian/">http://deb.debian.org/debian/</a>                             | testing                 | forky           | Dynamische testing-Veröffentlichung, annehmbar getestet, Änderungen nach kurzer Wartezeit |
| <a href="http://deb.debian.org/debian/">http://deb.debian.org/debian/</a>                             | unstable                | sid             | Dynamische unstable-Veröffentlichung, nur minimale Tests, Änderungen ohne Wartezeit       |
| <a href="http://deb.debian.org/debian/">http://deb.debian.org/debian/</a>                             | experimental            | Nicht verfügbar | Experimentelle Vorveröffentlichung von Entwicklern (optional, nur für Entwickler)         |
| <a href="http://deb.debian.org/debian/">http://deb.debian.org/debian/</a>                             | stable-proposed-updates | trixie          | Aktualisierungen für die nächste stable-Zwischenveröffentlichung (optional)               |
| <a href="http://deb.debian.org/debian/">http://deb.debian.org/debian/</a>                             | stable-backports        | trixie          | Grobe Sammlung von vorkompilierten Paketen überwiegend aus der testing-Suite (optional)   |
| <a href="http://security.debian.org/debian-security/">http://security.debian.org/debian-security/</a> | testing-security        | forky           | Weder aktiv unterstützt noch genutzt vom Security-Team                                    |

Tabelle 2.2: Liste von Debian-Archiv-Seiten

**Tipp**

Für ein Debian-System mit der Stable-Veröffentlichung ist es eine gute Idee, wie in obigem Beispiel Zeilen/Einträge mit "http://security.debian.org/" in der "sources.list" zu integrieren, um Sicherheitsaktualisierungen zu erhalten.

**Anmerkung**

Sicherheitsprobleme im Stable-Archiv werden vom Debian-Sicherheits-Team behoben. Dies war immer ziemlich gründlich und zuverlässig. Sicherheitsprobleme im Testing-Archiv werden unter Umständen durch das Debian-Testing-Sicherheits-Team behoben. Aus [verschiedenen Gründen](#) funktioniert dies aber nicht so gründlich wie für Stable und Sie müssen möglicherweise warten, bis die Pakete mit den Fehlerkorrekturen von Unstable nach Testing migriert sind. Sicherheitsprobleme in Unstable werden durch die jeweiligen Paketbetreuer behoben. Aktiv betreute Unstable-Pakete sind für gewöhnlich in einem ziemlich guten Zustand, da Sicherheitskorrekturen von Upstream mit einfließen. In der [Debian Sicherheits-FAQ](#) finden Sie Informationen, wie Debian mit Sicherheitslücken umgeht.

| Bereich           | Anzahl der Pakete | Kriterien der Paketkomponenten                                                                                        |
|-------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| main              | 76611             | DFSG-konform und keine Abhängigkeiten zu non-free                                                                     |
| non-free-firmware | 75                | nicht DFSG-konforme Firmware; oft erforderlich, um ein angemessenes Ergebnis bei einer Systeminstallation zu erhalten |
| contrib           | 362               | DFSG-konform, aber mit Abhängigkeiten zu non-free                                                                     |
| non-free          | 1045              | nicht DFSG-konform und nicht in non-free-firmware                                                                     |

Tabelle 2.3: Liste der Debian-Archiv-Bereiche

Die Paketanzahl in obiger Liste gilt für die amd64-Architektur. Der main-Bereich stellt das Debian-System dar (lesen Sie dazu Abschnitt [2.1.6](#)).

Die Struktur des Debian-Archivs können am besten erforschen, indem Sie mit Ihrem Browser die jeweilige Archiv-URL mit einem angehängten `dist`s oder `pool` besuchen.

Die Distribution wird auf zwei Arten referenziert, über die Suite oder über den [Codename](#). Das Wort "Distribution" wird in vielen Dokumentationen synonym zum Namen der Suite verwendet. Die Beziehung zwischen Suite und Codename kann wie folgt zusammengefasst werden:

| Zeitraum                             | Suite = Stable    | Suite = Testing  | Suite = Unstable |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
| nach der Veröffentlichung von Trixie | Codename = Trixie | Codename = Forky | Codename = Sid   |
| nach der Veröffentlichung von Forky  | Codename = Forky  | Codename = Duke  | Codename = Sid   |

Tabelle 2.4: Zusammenhanag zwischen Suite und Codename

Die Historie der Codenamen ist beschrieben in der [Debian FAQ: Kapitel 6.2.1 Welche Codenamen wurden in der Vergangenheit verwendet?](#)

In der strengeren Debian-Archiv-Terminologie wird das Wort "Sektion" (section) speziell für die Kategorisierung der Pakete durch Anwendungen genutzt (obwohl der Begriff "main section" auch verwendet werden könnte, um den Bereich "main" im Debian-Archiv zu beschreiben).

Immer wenn ein Debian-Entwickler (DD, von Debian developer) ein Paket in das Unstable-Archiv hochlädt (via [incoming](#)), muss der DD dafür sorgen, dass das hochgeladene Paket mit dem aktuellen Satz der Pakete im Unstable-Archiv kompatibel ist.

Falls der DD diese Kompatibilität absichtlich verletzt (für wichtige Bibliotheksaktualisierungen usw.), gibt es gewöhnlich eine Ankündigung dazu auf der [Mailingliste debian-devel](#).

Bevor eine Gruppe von Paketen durch das Wartungsskript des Debian-Archivs von Unstable nach Testing verschoben wird, prüft das Wartungsskript nicht nur das Alter (rund 2-10 Tage alt) und den Status der veröffentlichungs-kritischen Fehler (RC bugs) für die Pakete, sondern versucht auch die Kompatibilität der Pakete mit dem aktuellen Satz der Pakete im Testing-Archiv sicherzustellen. Dieser Prozess macht Testing sehr aktuell und nutzbar.

Durch den abgestuften, vom Release-Team gesteuerten Archiv-Freeze-Prozess ist das Testing-Archiv bereits gereift, um es auf diesem Wege - mit einigen manuellen Eingriffen - vollständig konsistent und fehlerfrei zu machen. Dann wird die neue Stable-Veröffentlichung erzeugt, indem der Codename für das alte Testing-Archiv dem neuen Stable-Archiv zugewiesen wird; anschließend wird ein neuer Codename für das neue Testing-Archiv erstellt. Die anfänglichen Inhalte des neuen Testing entsprechen exakt dem des neu veröffentlichten Stable.

Sowohl das Unstable- wie auch das Testing-Archiv können aus unterschiedlichen Gründen unter vorübergehenden Störungen leiden:

- Upload eines beschädigten Pakets in das Archiv (meistens bei Unstable);
- Verzögerung, bis die neuen Pakete im Archiv akzeptiert werden (meistens bei Unstable);
- Timing-Probleme bei der Archiv-Synchronisation (sowohl bei Testing wie auch bei Unstable);
- Manuelle Eingriffe in das Archiv wie das Entfernen eines Pakets (überwiegend bei Testing).

Falls Sie sich also jemals entscheiden, diese Archive zu verwenden, sollten Sie in der Lage sein, diese Arten von Störungen zu beheben oder zu umgehen.

**Achtung**

Für die ersten Monate nach einer neuen Stable-Veröffentlichung sollten die meisten Desktop-Benutzer das Stable-Archiv inklusive der Sicherheitsaktualisierungen verwenden, selbst wenn sie normalerweise Unstable oder Testing benutzen. In dieser Übergangszeit sind sowohl das Unstable- wie auch das Testing-Archiv für die meisten Leute nicht gut. Das System ist in dieser Zeit nur schwer in lauffähigem Zustand zu halten, da Unstable Fluten von gravierenden Hochrüstungen der Kernpakete ertragen muss, und auch Testing ist nicht von Nutzen, weil sein Inhalt überwiegend dem von Stable entspricht, aber ohne die Unterstützung für Sicherheitsaktualisierungen ([Debian Testing-Security-Ankündigung 12/2008](#)). Nach einem Monat (evtl. mehr) könnte das Unstable-oder TestingArchiv wieder nützlich sein, wenn Sie vorsichtig sind.

**Tipp**

Wenn Sie das Testing-Archiv beobachten, stellen Sie fest, dass ein durch die Entfernung eines Pakets verursachtes Problem normalerweise umgangen wird, indem man das entsprechende Paket aus Unstable installiert, welches zwecks Behebung des Fehlers hochgeladen wurde.

Näheres über Begriffsdefinitionen zum Debian-Archiv finden Sie im [Debian Policy-Handbuch](#):

- "[Sections](#)" (Sektionen);
- "[Priorities](#)" (Prioritäten);
- "[Base system](#)" (Grundsystem);
- "[Essential packages](#)" (grundlegende Pakete).

## 2.1.6 Debian ist zu 100% freie Software

Debian besteht aus folgenden Gründen zu 100% aus freier Software:

- Debian installiert standardmäßig nur freie Software und respektiert so die Freiheit des Benutzers.
- Debian stellt in main nur freie Software bereit.
- Debian empfiehlt, nur freie Software aus main zu verwenden.
- Kein Paket in main hängt von Paketen in non-free, non-free-firmware oder contrib ab bzw. empfiehlt diese.

Einige Leute fragen sich, ob sich folgende Fakten widersprechen oder nicht:

- "Debian wird zu 100% frei bleiben" (der erste Punkt des [Debian-Gesellschaftsvertrags](#)).
- Debian-Server beherbergen etliche non-free-firmware-, non-free- und contrib-Pakete.

Sie widersprechen sich nicht, und zwar aus folgenden Gründen:

- Das Debian-System ist zu 100% frei und seine Pakete werden von Debian-Servern im main-Bereich vorgehalten.
- Pakete außerhalb des Debian-Systems befinden sich auf den Debian-Servern in den Bereichen non-free, non-free-firmware und contrib.

Dies wird auch präzise unter Punkt 4 und 5 des [Debian-Gesellschaftsvertrags](#) erklärt:

- Unsere Prioritäten sind unsere Anwender und Freie Software

- Wir orientieren uns an den Bedürfnissen unserer Anwender und der Gemeinschaft für Freie Software. Deren Interessen stehen an erster Stelle. Wir werden unsere Nutzer bei ihrer Arbeit mit den verschiedensten Rechnerumgebungen unterstützen. Wir haben nichts gegen unfreie Arbeiten, die darauf abzielen, auf Debian-Systemen verwendet zu werden oder versuchen, eine Gebühr von Personen, die solche Arbeiten erstellen oder verwenden, einzufordern. Wir erlauben anderen, Distributionen zu erstellen, die das Debian-System und andere Arbeiten enthalten, ohne dafür irgendwelche Gebühren zu erheben. Um diese Ziele zu fördern, bieten wir ein integriertes System von hoher Qualität an, das die gerade beschriebene Nutzung nicht durch rechtliche Einschränkungen verhindert.
- Arbeiten, die nicht unseren Standards für Freie Software genügen
  - Wir wissen, dass einige unserer Anwender unbedingt Arbeiten einsetzen müssen, die nicht den Debian-Richtlinien für Freie Software entsprechen. Für solche Arbeiten haben wir die Bereiche "non-free", "non-free-firmware" und "contrib" in unserem Archiv eingerichtet. Die Pakete in diesen Bereichen sind nicht Bestandteil des Debian-Systems, wurden aber trotzdem für den Einsatz mit Debian vorbereitet. Wir empfehlen den CD-Herstellern, die jeweiligen Lizenzbestimmungen der Pakete in diesen Bereichen zu studieren und selbst zu entscheiden, ob sie die Pakete mit ihren CDs verteilen dürfen. Obwohl unfreie Arbeiten nicht Bestandteil von Debian sind, unterstützen wir ihren Einsatz und bieten Infrastruktur für nicht-freie Pakete an (z.B. unsere Fehlerdatenbank und die Mailinglisten). Offizielle Installationsmedien von Debian könnten Firmware enthalten, die sonst nicht Teil des Debian-Systems sind; dies soll es ermöglichen, Debian auf Hardware einzusetzen, die solche Firmware erfordert.

---

#### Anmerkung

Der aktuelle Text des 5. Absatzes im derzeitigen [Debian-Gesellschaftsvertrag](#) unterscheidet sich geringfügig von obigem Text. Diese redaktionelle Abweichung ist beabsichtigt, um dieses Dokument konsistent zu machen, ohne den realen Inhalt des Gesellschaftsvertrags ändern zu müssen.

---

Benutzer sollten sich der Risiken bewußt sein, die durch die Verwendung von Paketen aus non-free, non-free-firmware und contrib entstehen:

- fehlende Freiheit bei diesen Software-Paketen;
- keine Unterstützung von Debian für solche Software-Pakete (Debian kann keine vernünftige Unterstützung für Software bieten, bei der nicht auf den Quellcode zugegriffen werden kann);
- Verunreinigung Ihres zu 100% freien Debian-Systems.

Die [Debian-Richtlinien für Freie Software \(DFSG\)](#) sind der Freie-Software-Standard für [Debian](#). Debian interpretiert "Software" im weitesten Sinne inklusive Dokumentation, Firmware, Logos und künstlerische Arbeiten in einem Paket. Aufgrund dessen sind Debians Freie-Software-Standards sehr streng.

Typische non-free-, non-free-firmware- und contrib-Pakete enthalten frei verteilbare Pakete der folgenden Typen:

- Dokumentationspakete unter der [GNU-Lizenz für freie Dokumentation](#) mit unveränderlichen Abschnitten wie diejenigen für GCC und Make (meistens zu finden in der Sektion non-free/doc).
- Firmware-Pakete, die Binärdaten ohne Quelltext enthalten, wie diejenigen, die in Abschnitt [9.10.5](#) unter non-free-firmware aufgeführt sind (meistens zu finden in der Sektion non-free-firmware/kernel).
- Spiele- und Schriftarten-Pakete mit Einschränkungen für die kommerzielle Verwendung und/oder inhaltliche Veränderung.

Bitte beachten Sie, dass die Anzahl der Pakete in non-free, non-free-firmware und contrib weniger als 2% der Pakete in main beträgt. Den Zugriff auf die Bereiche non-free, non-free-firmware und contrib des Archivs zu ermöglichen, verschleiert nicht die Quellen der Pakete. Die interaktive Verwendung von [aptitude\(8\)](#) im Vollbildmodus erlaubt Ihnen die vollständige Ansicht und Kontrolle darüber, welche Pakete aus welchen Bereichen installiert sind, um Ihr System so frei zu halten, wie Sie möchten.

---

## 2.1.7 Paketabhängigkeiten

Das Debian-System stellt einen konsistenten Satz von Binärpaketen bereit und verwendet dafür einen Deklarationsmechanismus für versionierte Binärabhängigkeiten über Felder in der control-Datei. Hier eine leicht vereinfachte Definition dieser Felder:

- "Depends" / Hängt ab von
  - Depends deklariert eine absolute Abhängigkeit und alle Pakete, die in diesem Feld aufgelistet sind, müssen zur selben Zeit oder im Voraus installiert sein.
- "Pre-Depends" / Hängt ab (vorher) von
  - Pre-Depends ist ähnlich wie Depends, nur dass die vollständige Installation der aufgelisteten Pakete im Voraus erforderlich ist.
- "Recommends" / Empfiehlt
  - Recommends deklariert eine starke, aber nicht absolute Abhängigkeit. Die meisten Benutzer würden das Paket nicht installiert haben wollen, solange nicht auch alle in diesem Feld aufgelisteten Pakete installiert sind.
- "Suggests" / Schlägt vor
  - Suggests deklariert eine schwache Abhängigkeit. Viele Benutzer dieses Pakets würden davon profitieren, auch die in diesem Feld aufgelisteten Pakete zu installieren, aber selbst ohne diese bietet das Paket vernünftige Funktionalität.
- "Enhances" / Wertet auf
  - Enhances deklariert eine schwache Abhängigkeit wie Suggests, nur funktioniert sie in der entgegengesetzten Richtung.
- "Breaks" / Beschädigt
  - Breaks deklariert eine Paket-Inkompatibilität, gewöhnlich mit einer Versionsangabe. Grundsätzlich lösen Sie etwaige Probleme, indem Sie alle in diesem Feld aufgelisteten Pakete auf den neuesten Stand bringen.
- "Conflicts" / Kollidiert
  - Conflicts deklariert eine absolute Inkompatibilität. Alle in diesem Feld aufgelisteten Pakete müssen entfernt werden, um dieses Paket zu installieren.
- "Replaces" / Ersetzt
  - Replaces wird deklariert, wenn Dateien, die von diesem Paket installiert werden, andere Dateien in den aufgelisteten Paketen ersetzen.
- "Provides" / Stellt bereit
  - Provides wird deklariert, wenn dieses Paket alle Dateien und Funktionalitäten der hier aufgelisteten Pakete bereitstellt.

---

### Anmerkung

Bitte beachten Sie, dass die gleichzeitige Deklaration von "Provides", "Conflicts" und "Replaces" für ein virtuelles Paket eine vernünftige Konfiguration ist. So wird sichergestellt, dass nur ein reelles Paket, das dieses virtuelle Paket bereit stellt, zur jeweiligen Zeit installiert sein kann.

---

Die offizielle Definition inklusive der Quellpaket-Abhängigkeiten finden Sie im [Debian Policy-Handbuch: Kapitel 7 - Declaring relationships between packages](#).

---



## 2.1.8 Die Ereignisabfolge für das Paketmanagement

Hier folgt eine vereinfachte Ereignisabfolge für das APT-Paketmanagement.

- **Aktualisierung der Paketlisten / Update** ("apt update", "aptitude update" oder "apt-get update"):
  1. Archiv-Metadaten vom Archiv-Server beziehen;
  2. Neuaufbau und Aktualisierung der lokalen Metadaten für die Verwendung durch APT.
- **Paketaktualisierung / Upgrade** ("apt upgrade" und "apt full-upgrade" oder "aptitude safe-upgrade" und "aptitude full-upgrade" oder "apt-get upgrade" und "apt-get dist-upgrade"):
  1. Auswahl der Installationskandidat-Version für alle installierten Pakete, was üblicherweise die jeweils letzte verfügbare Version ist (in Abschnitt 2.7.7 finden Sie Infos, wie Sie Ausnahmen festlegen);
  2. Auflösung der Paketabhängigkeiten;
  3. Ausgewählte Binärpakete vom Archiv-Server beziehen, falls die jeweilige Installationskandidat-Version sich von der installierten Version unterscheidet;
  4. Entpacken der heruntergeladenen Binärpakete;
  5. Ausführen des **preinst**-Skripts;
  6. Installieren der Binärdateien;
  7. Ausführen des **postinst**-Skripts.
- **Installieren / Install** ("apt install ...", "aptitude install ..." oder "apt-get install ..."):
  1. Auswählen der Pakete über die Angabe auf der Befehlszeile
  2. Auflösung der Paketabhängigkeiten;
  3. Beziehen der ausgewählten Binärpakete vom Archiv-Server;
  4. Entpacken der heruntergeladenen Binärpakete;
  5. Ausführen des **preinst**-Skripts;
  6. Installieren der Binärdateien;
  7. Ausführen des **postinst**-Skripts.
- **Entfernen / Remove** ("apt remove ...", "aptitude remove ..." oder "apt-get remove ..."):
  1. Auswählen der Pakete über die Angabe auf der Befehlszeile
  2. Auflösung der Paketabhängigkeiten;
  3. Ausführen des **prerm**-Skripts;
  4. Löschen der installierten Dateien **außer** den Konfigurationsdateien;
  5. Ausführen des **postrm**-Skripts.
- **Entfernen inkl. der Konfigurationsdateien / Purge** ("apt purge", "aptitude purge ..." oder "apt-get purge ..."):
  1. Auswählen der Pakete über die Angabe auf der Befehlszeile
  2. Auflösung der Paketabhängigkeiten;
  3. Ausführen des **prerm**-Skripts;
  4. Löschen der installierten Dateien **inklusive** der Konfigurationsdateien;
  5. Ausführen des **postrm**-Skripts.

Um des Gesamtbildes willen habe ich hier absichtlich technische Details übersprungen.



## 2.1.9 Erste Hilfe bei Paketmanagement-Problemen

Sie sollten die offizielle Dokumentation lesen. Das erste Dokument ist hierbei die Debian-spezifische Datei `/usr/share/doc/package_name/README.Debian`. Weitere Dokumentation in `/usr/share/doc/package_name/` sollten Sie ebenfalls konsultieren. Wenn Sie die Shell wie in Abschnitt 1.4.2 beschrieben eingerichtet haben, geben Sie folgendes ein:

```
$ cd package_name
$ pager README.Debian
$ mc
```

Sie müssen unter Umständen das entsprechende Dokumentationspaket installieren (hängen Sie dazu `-doc` an den Namen an), um die Dokumentation verfügbar zu haben.

Wenn Sie Probleme mit einem bestimmten Paket haben, sollten Sie unbedingt zuerst die Seiten der [Debian-Fehlerdatenbank \(BTS\)](#) besuchen.

| Website                                                   | Befehl                                                                      |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Homepage der <a href="#">Debian-Fehlerdatenbank (BTS)</a> | <code>sensible-browser "https://bugs.debian.org/"</code>                    |
| Fehlerberichte gegen ein bestimmtes Paket                 | <code>sensible-browser "https://bugs.debian.org/<i>paketname</i>"</code>    |
| Fehlerbericht mit einer bekannten Fehlernummer            | <code>sensible-browser "https://bugs.debian.org/<i>fehlernummer</i>"</code> |

Tabelle 2.5: Liste wichtiger Websites zur Lösung von Paketproblemen

Suchen Sie bei [Google](#) mit Suchbegriffen, die `"site:debian.org"`, `"site:wiki.debian.org"`, `"site:lists.debian.org"` usw. enthalten.

Wenn Sie einen Fehlerbericht einreichen, nutzen Sie bitte den Befehl [reportbug\(1\)](#).

### 2.1.10 Wie Sie Debian-Pakete auswählen

Wenn Sie auf mehr als zwei ähnliche Pakete stoßen und sich fragen, welches Sie installieren sollen, ohne dabei nach dem "trial and error"-Verfahren (ausprobieren und schauen, welches das richtige ist) vorgehen zu müssen, sollten Sie ein wenig Ihren **gesunden Menschenverstand** benutzen. Die folgenden Punkte können als gute Hinweise auf passende Pakete angesehen werden:

- Essentiell: ja > nein;
- Bereich: main > contrib > non-free;
- Priorität: erforderlich > wichtig > standard > optional > extra;
- Tasks: Pakete, die in Tasks wie "Desktop-Umgebungen" aufgelistet sind;
- Pakete, die über eine Paketabhängigkeit ausgewählt werden (z.B. gcc-16 über gcc) ;
- Popcon: höhere Einstufung bei den vote- und install-Werten;
- Changelog (Änderungsprotokoll): regelmäßige Aktualisierungen durch den Betreuer;
- BTS (Fehlerdatenbank): keine veröffentlichungskritischen Fehler (RC-Bugs, d.h. keine Fehler mit Schweregrad critical, grave oder serious);
- BTS (Fehlerdatenbank): Betreuer reagiert auf Fehlerberichte;
- BTS (Fehlerdatenbank): höhere Anzahl von kürzlich behobenen Fehlern;

- BTS (Fehlerdatenbank): niedrigere Anzahl von offenen Fehlern mit Schweregrad (Severity) verschieden von wish-list.

Debian ist ein Freiwilligenprojekt mit verteiltem Entwicklungsmodell, dessen Archiv viele Pakete unterschiedlicher Zielsetzung und Qualität enthält. Sie müssen Ihre eigene Entscheidung treffen, was Sie damit anfangen.

### 2.1.11 Wie Sie mit Konflikten umgehen

Welche Debian-Suite Sie auch immer entschieden haben zu nutzen, Sie werden immer den Wunsch haben, Versionen von Programmen laufen zu lassen, die nicht in dieser Suite enthalten sind. Selbst wenn Sie Binärpakete von solchen Programmen in anderen Debian-Suites oder in nicht-Debian-Quellen finden, könnten deren Abhängigkeiten mit Ihrem aktuellen Debian-Systemen kollidieren.

Obwohl Sie das Paketmanagement anpassen können, z.B. mit der **apt-pinning**-Technik, um solche nicht-synchronen Binärpakete zu installieren (wie in Abschnitt 2.7.7 beschrieben), haben diese Ansätze nur eine begrenzte Reichweite, da sie auch die entsprechenden Programme oder Ihr System beschädigen können.

Bevor Sie all zu brutal versuchen, solchen nicht-synchronen Pakete zu installieren, sollten Sie vorher alle verfügbaren alternativen und sicheren Lösungen in Erwägung ziehen, die mit Ihrem aktuellen Debian-System kompatibel sind:

- Installieren solcher Programme unter Verwendung eines passenden Binärpakets von Upstream in einer Sandbox (siehe Abschnitt 7.7).
  - Viele grafische Programme wie LibreOffice und GNOME-Anwendungen sind als [Flatpak](#)-, [Snap](#)- oder [AppImage](#)-Pakete verfügbar.
- Erzeugen Sie eine chroot- oder ähnliche Umgebung und lassen Sie dort solche Programme laufen (lesen Sie dazu Abschnitt 9.11).
  - CLI-Befehle (Konsolen-Programme) können auf einfache Art in einer kompatiblen Chroot-Umgebung ausgeführt werden (siehe Abschnitt 9.11.4).
  - Systeme mit mehreren grafischen Arbeitsplatzumgebungen können einfach ohne einen Reboot getestet werden (siehe Abschnitt 9.11.5).
- Bauen Sie die gewünschten Versionen der Binärpakete selbst, so dass sie mit Ihrem laufenden Debian-System kompatibel sind.
  - Dies ist allerdings [keine triviale Aufgabe](#) (siehe Abschnitt 2.7.13).

## 2.2 Grundlegende Paketmanagement-Operationen

Paketmanagement-Operationen können im Debian-System mit vielen, auf APT aufbauenden Werkzeugen durchgeführt werden. Wir beschreiben hier drei grundlegende Paketmanagement-Werkzeuge: `apt`, `apt-get` / `apt-cache` und `aptitude`.

Für Paketmanagement-Operationen inklusive Installation oder Aktualisierung der Paket-Metadaten benötigen Sie root-Privilegien.

### 2.2.1 apt contra apt-get / apt-cache contra aptitude

Obwohl `aptitude` ein tolles interaktives Werkzeug ist, das auch der Autor überwiegend verwendet, sollten Sie einige warnende Fakten kennen:

- `aptitude` wird nicht für das Upgrade eines Debian-Stable-Systems (Hochrüstung von einer Stable-Version zur nächsten) empfohlen.

- Dafür empfehlen wir "apt full-upgrade" oder "apt-get dist-upgrade". Lesen Sie dazu den [Fehlerbericht #411280](#).
- Manchmal empfiehlt aptitude beim System-Upgrade von Testing- oder Unstable-Systemen die massenweise Entfernung von Paketen.
  - Diese Situation hat schon manchen Systemadministrator erschreckt. Aber: keine Panik.
  - Dies wurde scheinbar überwiegend dadurch verursacht, dass eine Schieflage bei den Versionsnummern von Paketen bestand, die von Metapaketen wie gnome-core abhängen oder diese empfehlen.
  - Sie können dies beheben, indem Sie "Noch ausstehende Aktionen abbrechen" im Menü von aptitude wählen, aptitude beenden und "apt full-upgrade" verwenden.

Die Befehle apt-get und apt-cache sind sehr **grundlegende** APT-basierte Paketmanagement-Werkzeuge.

- apt-get und apt-cache bieten lediglich eine Befehlszeilen-Oberfläche.
- apt-get eignet sich sehr gut für die **großen Systemhochrüstungen** von einer Debian-Veröffentlichung auf die nächste, usw.
- apt-get bietet einen **robusten** Mechanismus zur Auflösung von Paketabhängigkeiten.
- apt-get ist weniger anspruchsvoll bezüglich der Hardware-Ressourcen. Es verbraucht weniger Speicher und läuft schneller.
- apt-cache bietet eine **grundlegende**, auf regulären Ausdrücken basierende Suche über Paketname und -beschreibung.
- apt-get und apt-cache können über /etc/apt/preferences mehrere Versionen des gleichen Pakets verwalten, aber dies ist ziemlich mühselig.

Das apt-Programm ist eine Befehlszeilenschnittstelle für das Paketmanagement. Es ist vom Grundsatz her ein Wrapper-Skript für apt-get, apt-cache und ähnliche Programme und als Bedienoberfläche für den Benutzer gedacht; einige für die interaktive Nutzung zweckmäßige Optionen sind standardmäßig aktiviert.

- apt bietet eine nette Fortschrittsanzeige bei der Paketinstallation mittels apt install.
- Standardmäßig **entfernt** apt die zwischengespeicherten .deb-Dateien nach der erfolgreichen Installation.

---

#### **Tipp**

Benutzern wird empfohlen, den neuen [apt\(8\)](#)-Befehl zu verwenden, der für die **interaktive** Nutzung durch den Benutzer gedacht ist. In Shell-Skripten sollten Sie [apt-get\(8\)](#) und [apt-cache\(8\)](#) einsetzen.

---

Der Befehl aptitude ist das **vielseitigste** APT-basierte Paketmanagement-Werkzeug.

- aptitude bietet eine interaktive textbasierte Benutzeroberfläche mit Vollbildschirm-Ansicht.
  - aptitude enthält auch eine Befehlszeilen-Benutzerschnittstelle.
  - aptitude eignet sich sehr gut für das **tägliche interaktive Paketmanagement**, wie die Überprüfung installierter Pakete und die Suche nach verfügbaren Paketen.
  - aptitude ist anspruchsvoller bezüglich der Hardware-Ressourcen. Es verbraucht mehr Speicher und läuft geringfügig langsamer.
  - aptitude bietet eine **erweiterte**, auf regulären Ausdrücken basierende Suche über alle Paket-Metadaten.
  - aptitude kann mehrere Versionen des gleichen Pakets verwalten, ohne dabei /etc/apt/preferences zu verwenden, und es ist sehr intuitiv.
-

| <b>apt-Syntax</b>                        | <b>aptitude-Syntax</b>               | <b>apt-get / apt-cache-Syntax</b>   | <b>Beschreibung</b>                                                                                                      |
|------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>apt update</code>                  | <code>aptitude update</code>         | <code>apt-get update</code>         | Aktualisieren der Paket-Metadaten                                                                                        |
| <code>apt install foo</code>             | <code>aptitude install foo</code>    | <code>apt-get install foo</code>    | Installieren der Installationskandidat-Version von "foo" inklusive seiner Abhängigkeiten                                 |
| <code>apt upgrade</code>                 | <code>aptitude safe-upgrade</code>   | <code>apt-get upgrade</code>        | Installieren der Installationskandidat-Version aller installierten Pakete, ohne irgendwelche anderen Pakete zu entfernen |
| <code>apt full-upgrade</code>            | <code>aptitude full-upgrade</code>   | <code>apt-get dist-upgrade</code>   | Installieren der Installationskandidat-Version aller installierten Pakete und Entfernen anderer Pakete, falls nötig      |
| <code>apt remove foo</code>              | <code>aptitude remove foo</code>     | <code>apt-get remove foo</code>     | Entfernen des Pakets "foo" bei gleichzeitiger Erhaltung seiner Konfigurationsdateien                                     |
| <code>apt autoremove</code>              | Nicht verfügbar                      | <code>apt-get autoremove</code>     | Entfernen aller automatisch installierten, nicht mehr benötigten Pakete                                                  |
| <code>apt purge foo</code>               | <code>aptitude purge foo</code>      | <code>apt-get purge foo</code>      | Vollständiges Entfernen des Pakets "foo" und Löschung seiner Konfigurationsdateien                                       |
| <code>apt clean</code>                   | <code>aptitude clean</code>          | <code>apt-get clean</code>          | Vollständiges Leeren des lokalen Depots heruntergeladener Paketdateien                                                   |
| <code>apt autoclean</code>               | <code>aptitude autoclean</code>      | <code>apt-get autoclean</code>      | Leeren des lokalen Depots heruntergeladener Paketdateien für veraltete Pakete                                            |
| <code>apt show foo</code>                | <code>aptitude show foo</code>       | <code>apt-cache show foo</code>     | Anzeigen von detaillierten Informationen über das Paket "foo"                                                            |
| <code>apt search regex</code>            | <code>aptitude search regex</code>   | <code>apt-cache search regex</code> | Suchen nach Paketen, auf die der reguläre Ausdruck <i>regex</i> zutrifft                                                 |
| Nicht verfügbar                          | <code>aptitude why regex</code>      | Nicht verfügbar                     | Erklären, warum die Pakete, auf die der reguläre Ausdruck <i>regex</i> zutrifft, installiert werden sollen               |
| Nicht verfügbar                          | <code>aptitude why-not regex</code>  | Nicht verfügbar                     | Erklären, warum die Pakete, auf die der reguläre Ausdruck <i>regex</i> zutrifft, nicht installiert werden sollen         |
| <code>apt list --manual-installed</code> | <code>aptitude search '~i!~M'</code> | <code>apt-mark showmanual</code>    | Handisch installierte Paket auflisten                                                                                    |

Tabelle 2.6: Grundlegende Paketmanagement-Operationen mit [apt\(8\)](#), [aptitude\(8\)](#) und [apt-get\(8\)](#) / [apt-cache\(8\)](#)

## 2.2.2 Grundlegende Paketmanagement-Operationen auf der Befehlszeile

Hier einige grundlegende Paketmanagement-Operationen auf der Befehlszeile, die [apt\(8\)](#), [aptitude\(8\)](#) und [apt-get\(8\)](#) / [apt-cache\(8\)](#) verwenden.

`apt/apt-get` und `aptitude` können ohne größere Probleme gemischt verwendet werden.

Der Befehl `"aptitude why regex"` kann mehr Informationen ausgeben, wenn `"-v"` verwendet wird (`"aptitude -v why regex"`). Ähnliche Informationen erhalten Sie mit `apt rdepends paket` oder `"apt-cache rdepends paket"`.

Wenn `aptitude` im Befehlszeilenmodus gestartet wird und Probleme wie z.B. Paketkonflikte anzeigt, können Sie im Nachhinein in die interaktive Vollbildschirm-Ansicht wechseln, indem Sie am Prompt die Taste `"e"` drücken.

---

### Anmerkung

Obwohl der `aptitude`-Befehl reichhaltige Funktionen mit sich bringt, wie z.B. seinen erweiterten Paketabhängigkeitsauflöser, hat diese Komplexität einige Rückentwicklungen verursacht (oder könnte sie auch in Zukunft verursachen), wie z.B. [Fehler #411123](#), [Fehler #514930](#) und [Fehler #570377](#). Im Zweifel bevorzugen Sie bitte die `apt-`, `apt-get-` und `apt-cache-`Befehle.

---

Befehlsoptionen können direkt im Anschluß an den `"aptitude"`-Befehl angegeben werden.

| Befehlsoptionen | Beschreibung                                                                   |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <code>-s</code> | das Resultat des Befehls simulieren                                            |
| <code>-d</code> | nur Herunterladen, aber nicht installieren/aktualisieren                       |
| <code>-D</code> | kurze Erläuterungen vor automatischen Installationen und Entfernungen anzeigen |

Tabelle 2.7: Erwähnenswerte Befehlsoptionen für [aptitude\(8\)](#)

Weitere Informationen finden Sie unter [aptitude\(8\)](#) und im `"aptitude-Benutzerhandbuch"` in `"/usr/share/doc/aptitude/`

## 2.2.3 Interaktive Nutzung von aptitude

Für interaktives Paketmanagement starten Sie `aptitude` von der Konsolen-Shell aus im interaktiven Modus mit:

```
$ sudo aptitude -u
Password:
```

Die lokale Kopie der Archivinformationen wird aktualisiert und die Paketliste in der Vollbildschirm-Ansicht angezeigt. `Aptitude` legt seine Konfiguration in `"~/.aptitude/config"` ab.

---

### Tipp

Wenn Sie `root`'s Konfiguration verwenden wollen statt der des unprivilegierten Benutzers, verwenden Sie in obigem Ausdruck `"sudo -H aptitude ..."` statt `"sudo aptitude ..."`.

---

---

### Tipp

`Aptitude` merkt automatisch **bestimmte Aktionen** vor, wenn es interaktiv gestartet wird. Wenn Sie dies nicht möchten, können Sie sie über das Menü zurücksetzen: `"Aktionen" → "Nicht abgeschlossene Aktionen abrechnen"`.

---

| Taste                  | Tastaturbefehl                                                                             |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| F10 oder Strg - t      | Menü                                                                                       |
| ?                      | <b>Hilfe</b> für Tastaturkürzel anzeigen (ausführlichere Auflistung)                       |
| F10 → Hilfe → Handbuch | Benutzerhandbuch anzeigen                                                                  |
| u                      | Paketinformationen (Metadaten) aktualisieren                                               |
| +                      | Paket zur <b>Aktualisierung (upgrade)</b> oder <b>Installation (install)</b> vormerken     |
| -                      | Paket zum <b>Entfernen (remove)</b> vormerken (Konfigurationsdateien erhalten)             |
| —                      | Paket zum <b>vollständigen Entfernen (purge)</b> vormerken (Konfigurationsdateien löschen) |
| =                      | Paket auf <b>Zurückhalten (hold)</b> setzen                                                |
| U                      | Alle aktualisierbaren Pakete markieren (die gleiche Funktion wie <b>full-upgrade</b> )     |
| g                      | Das <b>Herunterladen</b> und <b>Installieren</b> aller markierten Pakete starten           |
| q                      | Aktuelle Ansicht schließen und Änderungen speichern                                        |
| x                      | Aktuelle Ansicht schließen und Änderungen verwerfen                                        |
| Enter                  | Informationen über ein Paket anzeigen                                                      |
| C                      | Änderungsprotokoll (Changelog) eines Pakets anzeigen                                       |
| l                      | Ändern des Filters für die Paketanzeige                                                    |
| /                      | Suche nach dem ersten Treffer                                                              |
| \                      | Wiederholen der letzten Suche                                                              |

Tabelle 2.8: Liste der Tastaturkürzel für aptitude

## 2.2.4 Tastaturkürzel von aptitude

Es folgen einige erwähnenswerte Tastenkürzel, um in der Vollbildschirm-Ansicht den Status von Paketen abzufragen und "geplante Aktionen" vorzumerken.

Die Angabe des Dateinamens auf der Befehlszeile sowie das Eingabefeld nach dem Drücken von "l" und "/" "/" nutzen aptitudes Regex (regulären Ausdruck) wie unten beschrieben. Damit aptitudes regulärer Ausdruck exakt auf einen Paketnamen zutrifft, können Sie eine Zeichenkette verwenden, die mit "~n" beginnt, gefolgt von dem Paketnamen.

### Tipp

Im interaktiven Modus müssen Sie "U" drücken, um alle installierten Pakete auf die **Installationskandidat-Version** zu aktualisieren. Andernfalls werden nur die markierten Pakete und solche mit versionierten Abhängigkeiten zu diesen auf die **Installationskandidat-Version** aktualisiert.

## 2.2.5 Paketansichten in aptitude

In der interaktiven Vollbildschirm-Ansicht von [aptitude\(8\)](#) werden Pakete in der Paketliste wie im folgenden Beispiel angezeigt:

```
idA  libsmclient          -2220kB 3.0.25a-1 3.0.25a-2
```

Diese Zeile hat die folgenden Bedeutungen (von links nach rechts):

- die Markierung für den aktuellen Zustand (der erste Buchstabe);
- die Markierung für die geplante Aktion (der zweite Buchstabe);
- die Markierung für "automatisch installiert" (der dritte Buchstabe);

- der Paketname;
- die voraussichtliche Änderung beim verwendeten Platz auf der Festplatte, ausgelöst durch die geplante Aktion;
- die aktuelle Version des Pakets;
- die Installationskandidat-Version des Pakets.

---

**Tipp**

Eine vollständige Liste der Markierungen finden Sie am unteren Ende der **Hilfe**-Ansicht, die Ihnen durch Drücken von "?" angezeigt wird.

---

Die **Installationskandidat-Version** wird aufgrund der aktuellen lokalen Voreinstellungen ausgewählt (lesen Sie dazu [apt\\_preferences\(5\)](#) und Abschnitt [2.7.7](#)).

Im Menü unter Ansichten sind verschiedene Arten von Paketansichten verfügbar:

| Ansicht                 | Beschreibung der Ansicht                                                                           |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paketansicht            | laut Tabelle <a href="#">2.10</a> (Standardeinstellung)                                            |
| Empfehlungen überprüfen | Pakete auflisten, die von installierten Paketen empfohlen werden, aber noch nicht installiert sind |
| Einfache Paketansicht   | Pakete ohne Kategorisierung anzeigen (für Verwendung mit Regex)                                    |
| Debtags-Browser         | Pakete sortiert nach der Kategorisierung in ihren <a href="#">debtags</a> -Einträgen anzeigen      |
| Quellpaketansicht       | Pakete gruppiert nach Quellpaketen anzeigen                                                        |

Tabelle 2.9: Liste der Ansichten für aptitude

---

**Anmerkung**

Bitte helfen Sie uns, [Pakete mit debtags zu versehen](#)!

---

Die Standard-Paketansicht kategorisiert Pakete ähnlich wie dselect plus einiger zusätzlicher Funktionalitäten.

| Kategorie                            | Beschreibung der Ansicht                                                                                          |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aktualisierbare Pakete               | Pakete organisiert nach Sektion → Bereich → Paket                                                                 |
| Neue Pakete                          | "                                                                                                                 |
| Installierte Pakete                  | "                                                                                                                 |
| Nicht installierte Pakete            | "                                                                                                                 |
| Veraltete und lokal erstellte Pakete | "                                                                                                                 |
| Virtuelle Pakete                     | Pakete mit der gleichen Funktionalität auflisten                                                                  |
| Tasks (Programmgruppen)              | Pakete mit verschiedenen Funktionalitäten auflisten, die grundsätzlich für eine bestimmte Aufgabe benötigt werden |

Tabelle 2.10: Die Kategorisierung von Standard-Paketansichten

---

**Tipp**

Die Tasks-Ansicht kann verwendet werden, um aus verschiedenen Paketen für eine Aufgabe auszuwählen.

---

## 2.2.6 Optionen für Suchmethoden mit aptitude

Aptitude bietet verschiedene Optionen, damit Sie über seine Regex-Formel (regulären Ausdruck) nach Paketen suchen können.

- Shell-Befehlszeile:
  - `"aptitude search aptitude_regex"` zur Anzeige von Installationsstatus, Paketname und Kurzbeschreibung passender Pakete
  - `"aptitude show paketname"` zur Anzeige detaillierter Informationen für ein Paket
- Interaktive Vollbildschirm-Ansicht:
  - `"l"` zur Einschränkung der Paketansicht auf zutreffende Pakete
  - `"/"` für die Suche nach einem passenden Paket
  - `"\"` für die Rückwärts-Suche nach einem passenden Paket
  - `"n"` zum Finden des nächsten Treffers
  - `"N"` zum Finden des nächsten Treffers in umgekehrter Richtung

---

### Tipp

Die obige Zeichenkette *paketname* muss exakt auf den Paketnamen zutreffen, außer sie beginnt mit `"~"`, um anzuzeigen, dass es ein regulärer Ausdruck ist.

---

## 2.2.7 Aptitudes Regex-Formel

Die Regex-Formel (regulärer Ausdruck) ist ähnlich wie bei `mutt` ein **erweiterter regulärer Ausdruck (ERE)** (lesen Sie dazu Abschnitt [1.6.2](#)); die Bedeutung der `aptitude`-spezifischen speziellen Regelerweiterungen ist im folgenden erklärt:

- Der Regex-Teil ist der gleiche erweiterte reguläre Ausdruck (**ERE**) wie in Unix-typischen Textverarbeitungswerkzeugen und nutzt `"^"`, `"."`, `"*"`, `"$"` usw., wie es auch [egrep\(1\)](#), [awk\(1\)](#) und [perl\(1\)](#) tun.
- Der Typ einer Abhängigkeit zur Festlegung von Wechselbeziehungen zwischen Paketen ist einer aus der folgenden Liste: `depends` (hängt ab von), `predepends` (hängt ab (vorher) von), `recommends` (empfiehlt), `suggests` (schlägt vor), `conflicts` (kollidiert mit), `replaces` (ersetzt), `provides` (stellt bereit).
- Der Typ der Standardabhängigkeit ist `"depends"`.

---

### Tipp

Wenn `regex_muster` ein Null-String ist, geben Sie `"~T"` direkt hinter dem Befehl an.

---

Hier einige Abkürzungen:

- `"~Pname" == "~Dprovides:name"`
- `"~Cname" == "~Dconflicts:name"`
- `"...~W name" == "(...|name)"`

Benutzer, denen `mutt` geläufig ist, werden sich auch hier schnell zurechtfinden, da `mutt` die Inspiration für die Syntax des regulären Ausdrucks war. Lesen Sie `"SEARCHING, LIMITING, AND EXPRESSIONS"` im `"Benutzerhandbuch"` unter `/usr/share/doc/aptitude/README`.

---



| Beschreibung der erweiterten Regel                                                                                                | Regex-Formel                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Treffer auf Paketname                                                                                                             | <code>~nregex_name</code>                                         |
| Treffer auf Paketbeschreibung                                                                                                     | <code>~dregex_beschreibung</code>                                 |
| Treffer auf Task-Name                                                                                                             | <code>~tregex_task</code>                                         |
| Treffer auf Debtage                                                                                                               | <code>~Gregex_debtage</code>                                      |
| Treffer auf Paketbetreuer                                                                                                         | <code>~mregex_betreuer</code>                                     |
| Treffer auf Paketsektion                                                                                                          | <code>~sregex_sektion</code>                                      |
| Treffer auf Paketversion                                                                                                          | <code>~Vregex_version</code>                                      |
| Treffer auf Archiv                                                                                                                | <code>~A{trixie,forky,sid}</code>                                 |
| Treffer auf Paket-Herkunft                                                                                                        | <code>~O{debian,...}</code>                                       |
| Treffer auf Priorität                                                                                                             | <code>~p{extra,important,optional,required,standard}</code>       |
| Treffer auf essentielle Pakete                                                                                                    | <code>~E</code>                                                   |
| Treffer auf virtuelle Pakete                                                                                                      | <code>~v</code>                                                   |
| Treffer auf neue Pakete                                                                                                           | <code>~N</code>                                                   |
| Treffer auf noch nicht abgeschlossene Aktion                                                                                      | <code>~a{install,upgrade,downgrade,remove,purge,hold,keep}</code> |
| Treffer auf installierte Pakete                                                                                                   | <code>~i</code>                                                   |
| Treffer auf Pakete mit der <b>A</b> -Markierung (automatisch installierte Pakete)                                                 | <code>~M</code>                                                   |
| Treffer auf Pakete ohne <b>A</b> -Markierung (vom Administrator manuell zur Installation ausgewählte Pakete)                      | <code>~i!~M</code>                                                |
| Treffer auf installierte und aktualisierbare Pakete                                                                               | <code>~U</code>                                                   |
| Treffer auf entfernte Pakete, deren Konfigurationsdateien aber noch vorhanden sind                                                | <code>~c</code>                                                   |
| Treffer auf Pakete, die entfernt oder vollständig inklusive der Konfigurationsdateien entfernt wurden oder entfernt werden können | <code>~g</code>                                                   |
| Treffer auf Pakete, die eine beschädigte Abhängigkeit melden                                                                      | <code>~b</code>                                                   |
| Treffer auf Pakete, die eine beschädigte Abhängigkeit vom Typ <i>typ</i> melden                                                   | <code>~Btyp</code>                                                |
| Treffer auf Pakete, die eine Abhängigkeit vom Typ <i>typ</i> definiert haben                                                      | <code>~D[typ:]muster</code>                                       |
| Treffer auf Pakete, die eine beschädigte Abhängigkeit vom Typ <i>typ</i> definiert haben                                          | <code>~DB[typ:]muster</code>                                      |
| Treffer auf Pakete, zu denen auf <i>muster</i> passende Pakete die Abhängigkeit <i>typ</i> definiert haben                        | <code>~R[typ:]muster</code>                                       |
| Treffer auf Pakete, zu denen auf <i>muster</i> passende Pakete die beschädigte Abhängigkeit <i>typ</i> definiert haben            | <code>~RB[typ:]muster</code>                                      |
| Treffer auf Pakete, von denen andere installierte Pakete abhängig sind                                                            | <code>~R~i</code>                                                 |
| Treffer auf Pakete, von denen keine anderen installierten Pakete abhängig sind                                                    | <code>!~R~i</code>                                                |
| Treffer auf Pakete, von denen andere installierte Pakete abhängig sind oder empfohlen werden                                      | <code>~R~i ~Rrecommends:~i</code>                                 |
| Treffer auf Pakete, die auf <i>muster</i> passen, mit gefilterter Version                                                         | <code>~S filter muster</code>                                     |
| Treffer auf alle Pakete (true/wahr)                                                                                               | <code>~T</code>                                                   |
| Treffer auf kein Paket (false/unwahr)                                                                                             | <code>~F</code>                                                   |

Tabelle 2.11: Liste von aptitudes Regex-Formeln

---

**Anmerkung**

Seit der Lenny-Version von [aptitude\(8\)](#) kann für die Suche über reguläre Ausdrücke statt der alten **kurzen Form** (wie z.B. "~b") auch die neue **lange Form** (entsprechend "?broken") verwendet werden. Leerzeichen " " werden jetzt als Regex-Abschluß-Zeichen gewertet, zusätzlich zu dem Tilde-Zeichen "~". Weitere Details zur Syntax der neuen **langen Form** finden Sie im Benutzerhandbuch.

---

## 2.2.8 Abhängigkeitsauflösung bei aptitude

Die Auswahl eines Pakets in aptitude bringt nicht nur Pakete mit, die in seiner "Depends:"-Liste stehen, sondern auch solche in "Recommends:", falls die Einstellung im Menü unter F10 → "Optionen" → "Einstellungen" → "Abhängigkeitsbehandlung" entsprechend gesetzt ist. Diese automatisch installierten Pakete werden automatisch entfernt, wenn sie laut aptitude nicht mehr benötigt werden.

Der Schalter, der das "auto install"-Verhalten von aptitude steuert, kann auch über den Befehl [apt-mark\(8\)](#) aus dem apt-Paket verändert werden.

## 2.2.9 Protokollierung der Paketaktivitäten

Sie können vergangene Paketaktivitäten in den Protokolldateien nachkontrollieren.

| Datei                 | Inhalt                                                                   |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| /var/log/dpkg.log     | Protokollierung der Operationen auf dpkg-Ebene für alle Paketaktivitäten |
| /var/log/apt/term.log | Protokollierung der grundlegenden APT-Aktivitäten                        |
| /var/log/aptitude     | Protokollierung der Aktivitäten des aptitude-Befehls                     |

Tabelle 2.12: Protokolldateien für Paketaktivitäten

In der Realität ist es nicht so einfach, aus diesen Protokollen auf die Schnelle aussagekräftige Informationen herauszuziehen. Abschnitt [9.3.9](#) gibt Ihnen hilfreiche Infos, wie Sie dies einfacher bewältigen können.

## 2.3 Beispiele für aptitude-Operationen

Hier ein paar Beispiele für [aptitude\(8\)](#)-Operationen.

### 2.3.1 Suchen nach interessanten Paketen

Mit aptitude können Sie nach Paketen suchen, die Ihren Anforderungen entsprechen, entweder über die Paketbeschreibung oder über die Liste in "Tasks".

### 2.3.2 Auflisten von Paketen mit Regex-Suche auf den Paketnamen

Der folgende Befehl listet Pakete auf, bei denen die Regex-Suche nach dem Paketnamen zutrifft:

```
$ aptitude search '~n(pam|nss).*ldap'
p libnss-ldap - NSS module for using LDAP as a naming service
p libpam-ldap - Pluggable Authentication Module allowing LDAP interfaces
```

Dies ist für Sie ziemlich praktisch, um den exakten Namen eines Pakets zu finden.

---

### 2.3.3 Durchsuchen mit der Regex-Suche

Wenn Sie den regulären Ausdruck `"~dipv6"` in der "Neuen einfachen Paketansicht" im `"l"`-Dialog eingeben, werden die angezeigten Pakete auf diejenigen eingeschränkt, bei denen der Ausdruck auf die Paketbeschreibung zutrifft, und Sie können deren Informationen interaktiv durchsuchen.

### 2.3.4 Entfernte Pakete endgültig löschen

Sie können alle verbliebenen Konfigurationsdateien entfernter Pakete endgültig löschen.

Überprüfen Sie die Resultate des folgenden Befehls:

```
# aptitude search '~c'
```

Wenn Sie glauben, dass die aufgelisteten Pakete vollständig entfernt werden können, führen Sie folgenden Befehl aus:

```
# aptitude purge '~c'
```

Sie möchten das gleiche vielleicht im interaktiven Modus durchführen, um eine detailgenaue Kontrolle über den Vorgang zu haben:

Sie geben den regulären Ausdruck `"~c"` unter der "Neuen Paketansicht" in dem `"l"`-Dialog ein. Dadurch werden die angezeigten Pakete auf solche eingeschränkt, auf die der reguläre Ausdruck zutrifft, d.h. "gelöscht, aber nicht vollständig inklusive der Konfigurationsdateien entfernt". All diese, auf den regulären Ausdruck zutreffenden Pakete können angezeigt werden, indem Sie auf der höchsten Ebene der Anzeigehierarchie (z.B. "Nicht installierte Pakete") `"["` drücken.

Dann drücken Sie auf einem Eintrag in der höchsten Anzeigehierarchie (z.B. auf "Nicht installierte Pakete") `"_"`. Nur Pakete, auf die der reguläre Ausdruck passt, werden auf diese Art vollständig inklusive der Konfigurationsdateien entfernt. Sie können jedes dieser Pakete interaktiv von der vollständigen Entfernung ausschließen, indem Sie auf dem entsprechenden Paket `"="` drücken.

Diese Methode ist ziemlich praktisch und funktioniert für viele andere Befehlskürzel.

### 2.3.5 Automatisch/manuell-Installationsstatus bereinigen

Hier beschreibe ich, wie Sie den automatisch/manuell-Installationsstatus bereinigen können (nach der Verwendung von anderen Paketinstallationsprogrammen o.ä.):

1. Starten Sie `aptitude` im interaktiven Modus als root.
2. Drücken Sie `"u"`, `"U"`, `"f"` und `"g"`, um die Paketliste sowie die Pakete zu aktualisieren.
3. Drücken Sie `"l"` und setzen Sie den Anzeigefilter auf `"~i(~R~i|~Rrecommends:~i)"`; drücken Sie dann `"M"` mit der Markierung auf `"Installierte Pakete"`, um deren Status auf `"Automatisch installiert"` zu ändern.
4. Drücken Sie `"l"`, setzen Sie den Anzeigefilter auf `"~prequired|~pimportant|~pstandard|~E"` und drücken Sie `"m"` mit der Markierung auf `"Installierte Pakete"`, um deren Status auf `"Manuell installiert"` zu ändern.
5. Drücken Sie `"l"`, setzen Sie den Anzeigefilter auf `"~i!~M"` und entfernen Sie nicht genutzte Pakete, indem Sie `"-"` auf jedem davon drücken (wenn die Markierung auf `"Installierte Pakete"` steht, können Sie mit `"["` die Liste aufklappen, so dass alle Pakete sichtbar werden).
6. Drücken Sie `"l"` um den Anzeigefilter auf `"~i"` zu setzen; drücken Sie dann `"m"`, während die Markierung auf `"Tasks"` steht, um diese Pakete auf `"Manuell installiert"` zu setzen.
7. Beenden Sie `aptitude`.

8. Führen Sie `"apt-get -s autoremove | less"` als root aus, um zu überprüfen, welche Pakete derzeit von apt-get als ungenutzt gemeldet werden.
9. Starten Sie aptitude erneut im interaktiven Modus und markieren Sie Pakete, bei denen dies nötig ist, mit "m" als "Manuell installiert".
10. Führen Sie erneut `"apt-get -s autoremove | less"` als root aus, um erneut zu überprüfen, ob bei ENT-FERNT nur die gewünschten Pakete enthalten sind.
11. Führen Sie `"apt-get autoremove | less"` als root aus, um nicht genutzte Pakete automatisch zu entfernen.

Die Aktion "m" mit der Markierung auf "Tasks" ist eine optionale Aktion, um die Situation massenhaft zu entfernender Pakete in der Zukunft zu vermeiden.

## 2.3.6 Systemweite Hochrüstung

---

### Anmerkung

Beim Wechsel auf eine neue Veröffentlichung sollten Sie eine Neuinstallation in Erwägung ziehen, auch wenn Debian wie unten beschrieben auch auf die neue Version hochgerüstet werden kann. So haben Sie eine Chance, Müll, der sich über die Dauer der Zeit angesammelt hat, loszuwerden und bekommen die beste Kombination der aktuellsten Pakete. Natürlich sollten Sie ein vollständiges System-Backup machen und an einem sicheren Platz ablegen (lesen Sie dazu Abschnitt 10.2), bevor Sie neu installieren. Ich empfehle für einen sanften Übergang eine Dual-Boot-Installation unter Verwendung separater Partitionen.

---

Sie können eine systemweite Hochrüstung auf eine neue Veröffentlichung durchführen, indem Sie die Inhalte der `"sources.list"` ändern, so dass sie auf die neue Veröffentlichung zeigt; führen Sie danach `"apt update; apt dist-upgrade"` aus.

Um von `stable` nach `testing` bzw. `unstable` zu aktualisieren, während `trixie`-das aktuelle `stable` ist, ersetzen Sie `"trixie"` in dem `"sources.list"`-Beispiel aus Abschnitt 2.1.5 durch `"forky"` bzw. `"sid"`.

In der Realität könnte es vielleicht einige Komplikationen aufgrund von Problemen mit Paketübergängen geben, meistens wegen Paketabhängigkeiten. Je größer die Unterschiede bei der Hochrüstung sind, um so wahrscheinlicher werden Sie gravierendere Probleme bekommen. Für die Hochrüstung des alten `stable` auf das neue `stable` nach dessen Veröffentlichung können Sie die neuen [Veröffentlichungshinweise \(Release Notes\)](#) lesen. Folgen Sie exakt der dort beschriebenen Prozedur, um die möglichen Probleme zu minimieren.

Wenn Sie sich entscheiden, vor der offiziellen Freigabe der nächsten Veröffentlichung von `stable` zu `testing` zu wechseln, gibt es keine [Veröffentlichungshinweise](#), die Ihnen helfen könnten. Die Unterschiede zwischen `stable` und `testing` könnten seit der letzten `stable`-Veröffentlichung ziemlich groß geworden sein und die Situation für eine Hochrüstung recht komplex machen.

Sie sollten vorbeugende Schritte für das vollständige Upgrade durchführen, indem Sie aktuellste Informationen von den Mailinglisten sammeln, und Ihren gesunden Menschenverstand einsetzen.

1. Lesen Sie die vorherigen "Veröffentlichungshinweise (Release Notes)".
  2. Machen Sie eine vollständige Sicherung (Backup) von Ihrem System (speziell Daten und Konfigurationsdateien).
  3. Halten Sie ein boot-fähiges Medium bereit für den Fall eines beschädigten Bootloaders.
  4. Informieren Sie die Benutzer des Systems rechtzeitig vorher.
  5. Zeichnen Sie die Aktivitäten während des Upgrades mit `script(1)` auf.
  6. Wenden Sie `"unmarkauto"` für erforderliche Pakete an, also z.B. `"aptitude unmarkauto vim"`, um solche Pakete als "Manuell installiert" zu markieren und zu verhindern, dass sie entfernt werden.
-

7. Minimieren Sie die Anzahl installierter Pakete, um die Wahrscheinlichkeit von Paketkonflikten zu reduzieren, entfernen Sie z.B. Desktop-Task-Pakete.
8. Entfernen Sie die Datei `/etc/apt/preferences` (um **apt-pinning** zu deaktivieren).
9. Versuchen Sie, das Upgrade in mehreren Schritten durchzuführen: `oldstable` → `stable` → `testing` → `unstable`.
10. Aktualisieren Sie Ihre `sources.list`, so dass sie nur auf das neue Archiv verweist, und führen Sie `aptitude update` aus.
11. Installieren Sie neue **Kern-Pakete** separat im Voraus, z.B. `aptitude install perl` (optional).
12. Führen Sie `apt-get -s dist-upgrade` aus, um die Auswirkungen im Voraus abschätzen zu können.
13. Führen Sie als letztes den Befehl `apt-get dist-upgrade` aus.

**Achtung**

Es ist nicht klug, bei Hochrüstung einer Stable-Veröffentlichung auf ein anderes Stable ein oder mehrere Debian-Hauptveröffentlichungen zu überspringen (also z.B. von Debian 5.0 direkt auf 7.0 hochzurüsten und dabei 6.0 zu überspringen).

---

**Achtung**

In früheren "Veröffentlichungshinweisen" wurden für GCC, Linux-Kernel, initrd-Werkzeuge, Glibc, Perl, APT-Werkzeuge usw. spezielle Vorsichtsmaßnahmen bei systemweiten Upgrades erwähnt.

---

**Achtung**

Die "Veröffentlichungshinweise" decken unter Umständen nicht alle möglichen Fälle ab. Wenn Sie Konfigurationen tief im Inneren des Systems ändern, könnte Ihre nächste Systemhochrüstung mit Meldungen wie `"... segfault after upgrade ..."` fehlschlagen.

---

Informationen zu täglichen Upgrades in `Unstable` finden Sie in Abschnitt [2.4.3](#).

## 2.4 Erweiterte Paketmanagement-Operationen

### 2.4.1 Erweiterte Paketmanagement-Operationen auf der Befehlszeile

Hier eine Liste weiterer Paketmanagement-Operationen, die `aptitude` nicht unterstützt, weil es auf einer anderen Ebene arbeitet oder weil ihm die nötigen Funktionen fehlen.

---

**Anmerkung**

Für ein Paket mit der `multi-arch`-Funktionalität müssen Sie unter Umständen bei einigen Befehlen den Architekturnamen mit angeben. Verwenden Sie zum Beispiel `dpkg -L libglib2.0-0:amd64`, um die Inhalte des Pakets `libglib2.0-0` für die amd64-Architektur anzuzeigen.

---

| Befehl                                                                     | Aktion                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>COLUMNS=120 dpkg -l<br/>paketnamen_muster</code>                     | Status eines installierten Pakets für einen Fehlerbericht auflisten                                                         |
| <code>dpkg -L paketname</code>                                             | Inhalte eines installierten Pakets auflisten                                                                                |
| <code>dpkg -L paketname   egrep<br/>'/usr/share/man/man.*/.+'</code>       | Handbuchseiten (manpages) für ein installiertes Paket auflisten                                                             |
| <code>dpkg -S dateinamen_muster</code>                                     | Installierte Pakete auflisten, die auf das Muster passende Dateien enthalten                                                |
| <code>apt-file search<br/>dateinamen_muster</code>                         | Pakete im Archiv auflisten, die auf das Muster passende Dateien enthalten                                                   |
| <code>apt-file list paketnamen_muster</code>                               | Inhalte von auf das Muster passenden Paketen im Archiv auflisten                                                            |
| <code>dpkg-reconfigure paketname</code>                                    | Dieses Paket neu konfigurieren                                                                                              |
| <code>dpkg-reconfigure -plow<br/>paketname</code>                          | Dieses Paket mit detaillierten Fragen neu konfigurieren                                                                     |
| <code>configure-debian</code>                                              | Pakete über das Vollbildschirm-Menü neu konfigurieren                                                                       |
| <code>dpkg --audit</code>                                                  | System nach teilweise installierten Paketen durchsuchen                                                                     |
| <code>dpkg --configure -a</code>                                           | Alle teilweise installierten Pakete konfigurieren                                                                           |
| <code>apt-cache policy binärpaketname</code>                               | Verfügbare Version, Priorität und Archivinformationen eines Binärpakets anzeigen                                            |
| <code>apt-cache madison paketname</code>                                   | Verfügbare Version und Archivinformationen eines Pakets anzeigen                                                            |
| <code>apt-cache showsrc<br/>binärpaketname</code>                          | Quellpaket-Informationen eines Binärpakets anzeigen                                                                         |
| <code>apt-get build-dep paketname</code>                                   | Zum Bau eines Pakets benötigte Pakete installieren                                                                          |
| <code>aptitude build-dep paketname</code>                                  | Zum Bau eines Pakets benötigte Pakete installieren                                                                          |
| <code>apt-get source paketname</code>                                      | Ein Quellpaket herunterladen (aus dem Standardarchiv)                                                                       |
| <code>dget URL für dsc-Datei</code>                                        | Ein Quellpaket herunterladen (aus einem anderen Archiv)                                                                     |
| <code>dpkg-source -x<br/>paketname_version-debian.revision<br/>_dsc</code> | Einen Quellcodebaum aus einem Satz von Quellpaketen erstellen ("*.orig.tar.gz" und "*.debian.tar.gz" / "*.diff.gz")         |
| <code>debuild binärdatei</code>                                            | Paket(e) aus einem lokalen Quellcodebaum bauen                                                                              |
| <code>make-kpkg kernel_image</code>                                        | Ein Kernelpaket aus einem Kernel-Quellcodebaum bauen                                                                        |
| <code>make-kpkg --initrd kernel_image</code>                               | Ein Kernelpaket mit aktivierter initramfs aus einem Kernel-Quellcodebaum bauen                                              |
| <code>dpkg -i<br/>paketname_version-debian.revision<br/>_arch.deb</code>   | Ein lokales Paket in das System installieren                                                                                |
| <code>apt install<br/>/pfad/zu/paketname.deb</code>                        | Ein lokales Paket in das System installieren und dabei versuchen, die Abhängigkeiten automatisch aufzulösen                 |
| <code>debi<br/>paketname_version-debian.revision<br/>_arch.dsc</code>      | Lokale(s) Paket(e) in das System installieren                                                                               |
| <code>dpkg --get-selections '*'<br/>&gt;selection.txt</code>               | dpkg-Paketauswahlinformationen sichern                                                                                      |
| <code>dpkg --set-selections<br/>&lt;selection.txt</code>                   | dpkg-Paketauswahlinformationen setzen                                                                                       |
| <code>echo paketname hold   dpkg<br/>--set-selections</code>               | dpkg-Paketauswahlinformationen eines Pakets auf <b>hold</b> (halten) setzen (gleichbedeutend mit "aptitude hold paketname") |

Tabelle 2.13: Liste erweiterter Paketmanagement-Operationen

**Achtung**

Grundlegende Paketwerkzeuge wie `"dpkg -i ..."` und `"debi ..."` sollten vom Systemadministrator mit Vorsicht eingesetzt werden. Erforderliche Paketabhängigkeiten werden dabei nicht automatisch aufgelöst. Dpkg's Befehlszeilenoption `"- - force-all"` und ähnliche (schauen Sie in [dpkg\(1\)](#)) dürfen nur von Experten eingesetzt werden. Sie zu verwenden ohne deren Auswirkungen vollständig zu verstehen könnte das komplette System beschädigen.

Bitte beachten Sie folgendes:

- Alle System-Konfigurations- und Installationsbefehle müssen von root ausgeführt werden.
- Anders als `aptitude`, das reguläre Ausdrücke verwendet (mehr dazu in Abschnitt [1.6.2](#)), nutzen andere Paketmanagern Befehle Suchmuster wie Shell-Globs (Details in Abschnitt [1.5.6](#)).
- Für [apt-file\(1\)](#) aus dem `apt-file`-Paket muss zuvor `"apt-file update"` ausgeführt werden.
- [configure-debian\(8\)](#) aus dem `configure-debian`-Paket führt [dpkg-reconfigure\(8\)](#) als Backend im Hintergrund aus.
- [dpkg-reconfigure\(8\)](#) führt Paketskripte aus, die [debconf\(1\)](#) als Backend im Hintergrund verwenden.
- Die Befehle `"apt-get build-dep"`, `"apt-get source"` und `"apt-cache showsrc"` erfordern einen `"deb-src"`-Eintrag in Ihrer `"sources.list"`.
- [dget\(1\)](#), [debuild\(1\)](#) und [debi\(1\)](#) erfordern die Installation des `devscripts`-Pakets.
- Infos zur Prozedur des (Neu-)Paketierens mittels `"apt-get source"` finden Sie in Abschnitt [2.7.13](#).
- Der `make-kpkg`-Befehl erfordert die Installation des `kernel-package`-Pakets (lesen Sie Abschnitt [9.10](#)).
- Grundsätzliche Informationen über das Paketieren finden Sie in Abschnitt [12.9](#).

## 2.4.2 Verifizierung von installierten Paketdateien

Die Installation von `debsums` ermöglicht die Verifizierung installierter Pakete über MD5sum-Werte aus der Datei `"/var/lib/dpkg/info/*.md5sums"` mittels [debsums\(1\)](#). Details darüber, wie MD5sum arbeitet, finden Sie in Abschnitt [10.3.5](#).

**Anmerkung**

Da die MD5sum-Datenbank durch Eindringlinge gefälscht werden könnte, ist [debsums\(1\)](#) als Werkzeug für die Systemsicherheit nur von begrenztem Nutzen. Es eignet sich aber gut dafür, lokale Veränderungen durch den Administrator oder durch Beschädigungen aufgrund von Fehlern des Speichermediums zu erkennen.

## 2.4.3 Absicherungen für den Fall von Paketproblemen

Viele Benutzer bevorzugen die **Testing**- oder **Unstable**-Veröffentlichung des Debian-Systems wegen seiner neuen Funktionen und Pakete. Dies macht deren System jedoch anfällig für kritische Paketfehler.

Die Installation des `apt-listbugs`-Pakets schützt Ihr System vor kritischen Fehlern, indem bei Upgrades durch das APT-System automatisch die Debian-Fehlerdatenbank (BTS) bezüglich kritischer Fehler abgefragt wird.

Die Installation des `apt-listchanges`-Pakets stellt Ihnen wichtige Neuigkeiten aus `"NEWS.Debian"` zur Verfügung, wenn Upgrades durch das APT-System durchgeführt werden.

## 2.4.4 Durchsuchen der Paket-Metadaten

Obwohl der Besuch der Debian-Site <https://packages.debian.org/> heutzutage einfache Möglichkeiten bietet, die Paket-Metadaten zu durchsuchen, wollen wir uns auch die traditionellen Wege anschauen.

Die Befehle [grep-dctrl\(1\)](#), [grep-status\(1\)](#) und [grep-available\(1\)](#) können verwendet werden, um jegliche Datei zu durchsuchen, die das grundsätzliche Format einer control-Datei für ein Debian-Paket hat.

"dpkg -S *dateinamen\_muster*" kann verwendet werden, um durch dpkg installierte Pakete zu finden, die auf das Suchmuster passende Dateinamen enthalten. Hiermit werden jedoch keine Dateien gefunden, die durch Skripte der Paketbetreuer erzeugt wurden.

Wenn Sie eine tiefergehende Suche der dpkg-Metadaten benötigen, müssen Sie den Befehl "grep -e *regex\_muster* \*" im Verzeichnis "/var/lib/dpkg/info/" ausführen. So können Sie Wörter finden, die in Paketskripten und Texten für Abfragen bei der Installation auftauchen.

Wenn Sie Paketabhängigkeiten rekursiv abfragen möchten, sollten Sie [apt-rdepends\(8\)](#) verwenden.

## 2.5 Internas des Debian-Paketmanagements

Lassen Sie uns betrachten, wie das Debian-Paketmanagement-System intern funktioniert. Dies sollte Ihnen dabei helfen, eigene Lösungen für gewisse Paketprobleme zu finden.

### 2.5.1 Archiv-Metadaten

Metadaten-Dateien für die jeweilige Distribution sind auf jedem Debian-Spiegel unter "*dist/codename*" abgelegt, z.B. auf "<http://deb.debian.org/debian/>". Sie können die Archivstruktur mit einem Webbrowser durchsuchen. Es gibt sechs Arten von wichtigen Metadaten:

| Datei                | Speicherort                                                                     | Inhalt                                                                                       |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Release              | Wurzelverzeichnis der Distribution                                              | Archivbeschreibung und Integritätsinformationen                                              |
| Release.gpg          | Wurzelverzeichnis der Distribution                                              | Signaturdatei für die "Release"-Datei, mit dem Archiv-Schlüssel signiert                     |
| Contents-architektur | Wurzelverzeichnis der Distribution                                              | Liste aller Dateien für alle Pakete in dem entsprechenden Archiv                             |
| Release              | Wurzelverzeichnis aller Distributions-/Bereichs-/Architektur-Kombinationen      | Archivbeschreibung, die zur Festlegung von <a href="#">apt_preferences(5)</a> verwendet wird |
| Packages             | Wurzelverzeichnis aller Distributions-/Bereichs-/Binärarchitektur-Kombinationen | vereinigte debian/control für Binärpakete                                                    |
| Sources              | Wurzelverzeichnis aller Distributions-/Bereichs-/Quellen-Kombinationen          | vereinigte debian/control für Quellpakete                                                    |

Tabelle 2.14: Inhalt der Metadaten des Debian-Archivs

Im aktuellen Archiv sind diese Metadaten als komprimierte und differenzielle Dateien abgelegt, um Netzwerkverkehr zu reduzieren.



## 2.5.2 "Release"-Datei im Wurzelverzeichnis und Authentizität

---

### Tipp

Die "Release"-Datei im Wurzelverzeichnis wird verwendet, um die Archive im **Secure-APT**-System zu signieren.

---

Jede Suite im Debian-Archiv hat im Wurzelverzeichnis eine "Release"-Datei, z.B. `http://deb.debian.org/debian/d` wie hier:

```
Origin: Debian
Label: Debian
Suite: unstable
Codename: sid
Date: Sat, 14 May 2011 08:20:50 UTC
Valid-Until: Sat, 21 May 2011 08:20:50 UTC
Architectures: alpha amd64 armel hppa hurd-i386 i386 ia64 kfreebsd-amd64 kfreebsd-i386 mips ←
               mipsel powerpc s390 sparc
Components: main contrib non-free
Description: Debian x.y Unstable - Not Released
MD5Sum:
  bdc8fa4b3f5e4a715dd0d56d176fc789 18876880 Contents-alpha.gz
  9469a03c94b85e010d116aeeab9614c0 19441880 Contents-amd64.gz
  3d68e206d7faa3aded660dc0996054fe 19203165 Contents-armel.gz
...
```

---

### Anmerkung

Hier finden Sie den Grund dafür, warum ich in Abschnitt 2.1.5 "Suite" und "Codename" verwende. Die "Distribution" wird benutzt, um sowohl auf "Suite" wie auch auf "Codename" zu verweisen. Alle Namen der Archiv-Bereiche, die von dem Archiv angeboten werden, sind unter "Components" aufgelistet.

---

Die Integrität der "Release"-Datei im Wurzelverzeichnis wird über die kryptografische Infrastruktur namens **Secure-APT** verifiziert, wie in [apt-secure\(8\)](#) beschrieben.

- Die kryptografische Signaturdatei "Release.gpg" wird aus der authentischen "Release"-Datei im Wurzelverzeichnis und dem geheimen Debian-Archiv-Schlüssel erzeugt.
- Die öffentlichen Debian-Archiv-Schlüssel werden lokal mittels des aktuellsten `debian-archive-keyring`-Pakets installiert.
- Das **Secure-APT**-System verifiziert automatisch kryptografisch die Integrität der heruntergeladenen "Release"-Datei im Wurzelverzeichnis über diese "Release.gpg"-Datei und die lokal installierten Debian-Archiv-Schlüssel.
- Die Integrität all der "Packages"- und "Sources"-Dateien wird über MD5sum-Werte in der "Release"-Datei im Wurzelverzeichnis verifiziert. Die Integrität der Paketdateien wird über MD5sum-Werte in den "Packages"- und "Sources"-Dateien verifiziert. Lesen Sie dazu [debsums\(1\)](#) und Abschnitt 2.4.2.
- Da die kryptografische Signaturverifizierung viel CPU-intensiver ist als die Berechnung von MD5sum-Werten, bietet die Verwendung von MD5sum-Werten für die Pakete bei gleichzeitiger Nutzung einer kryptografischen Signatur für die "Release"-Datei im Wurzelverzeichnis [einen guten Kompromiss zwischen Sicherheit und Performance](#) (weiteres in Abschnitt 10.3).

Wenn der `sources.list`-Eintrag die "signed-by"-Option enthält, wird die Integrität der heruntergeladenen "Release"-Datei des obersten Pfad-Levels mittels des angegebenen öffentlichen Schlüssels verifiziert. Dies ist nützlich, wenn die `sources.list` Einträge für nicht-Debian-Archive enthält.

---

---

**Tipp**

Die Verwendung des [apt-key\(8\)](#)-Befehls für das APT-Paketmanagement ist überholt.

---

Sie können die Integrität der "Release"-Datei auch händisch mittels gpg mit der "Release.gpg"-Datei und dem öffentlichen Schlüssel des Debian-Archivs verifizieren, der auf [ftp-master.debian.org](http://ftp-master.debian.org) zu finden ist.

### 2.5.3 "Release"-Dateien im Archivverzeichnis

---

**Tipp**

Die "Release"-Dateien im Archivverzeichnis werden zur Festlegung von [apt\\_preferences\(5\)](#) genutzt.

---

Es gibt "Release"-Dateien in allen Archivverzeichnissen, die über **sources.list**-Einträge wie "http://deb.debian.org/" oder "http://deb.debian.org/debian/dists/sid/main/binary-amd64/Release" angegeben werden, wie hier:

```
Archive: unstable
Origin: Debian
Label: Debian
Component: main
Architecture: amd64
```

**Achtung**

Für "Archive:" werden im [Debian-Archiv](#) Suite-Namen ("stable", "testing", "unstable", ...) verwendet, im [Ubuntu-Archiv](#) jedoch Codenamen ("trusty", "xenial", "artful", ...).

---

Für einige Archive (wie experimental und trixie-backports), die Pakete enthalten, welche nicht automatisch installiert werden sollten, z.B. "http://deb.debian.org/debian/dists/experimental/main/binary-amd64/Release" existiert eine zusätzliche Zeile, wie hier:

```
Archive: experimental
Origin: Debian
Label: Debian
NotAutomatic: yes
Component: main
Architecture: amd64
```

Bitte beachten Sie, dass für normale Archive ohne "NotAutomatic: yes" der Wert für die Pin-Priorität 500 ist, während für besondere Archive mit "NotAutomatic: yes" dieser Wert 1 ist (lesen Sie dazu [apt\\_preferences\(5\)](#) und Abschnitt [2.7.7](#)).

### 2.5.4 Empfangen der Metadaten für ein Paket

Um APT-Werkzeuge wie aptitude, apt-get, synaptic, apt-file, auto-apt ... zu verwenden, müssen wir die lokalen Kopien der Metadaten, die die Debian-Archivinformationen enthalten, aktualisieren. Diese lokalen Kopien haben die folgenden Dateinamen, passend zu den in der "sources.list" festgelegten Namen für Distribution, Bereich und Architektur (weiteres in Abschnitt [2.1.5](#)):

- "/var/lib/apt/lists/deb.debian.org\_debian\_dists\_distribution-Release"
  - "/var/lib/apt/lists/deb.debian.org\_debian\_dists\_distribution-Release.gpg"
-

- `/var/lib/apt/lists/deb.debian.org_debian_dists_distribution_area_binary-architektur_Pack`
- `/var/lib/apt/lists/deb.debian.org_debian_dists_distribution_bereich_source_Sources`
- `/var/cache/apt/apt-file/deb.debian.org_debian_dists_distribution_Contents-architektur.gz`  
(für `apt-file`)

Die ersten vier Typen obiger Dateien werden von allen entsprechenden APT-Befehlen gemeinsam genutzt und mittels `"apt-get update"` oder `"aptitude update"` aktualisiert. Die `"Packages"`-Metadaten werden aktualisiert, wenn `"deb"` in der `"sources.list"` angegeben ist. `"Sources"`-Metadaten werden aktualisiert, wenn `"deb-src"` in der `"sources.list"` existiert.

Die `"Packages"`- und `"Sources"`-Metadaten enthalten einen `"Filename:"`-Eintrag, der auf den Speicherort der Binär- und Quellpakete verweist. Derzeit sind diese Pakete in dem Verzeichnisbaum unterhalb von `"pool/"` abgelegt zwecks einfacher Übergänge zwischen den Veröffentlichungen.

Lokale Kopien der `"Packages"`-Metadaten können mit Hilfe von `aptitude` interaktiv durchsucht werden. Der spezialisierte Suchbefehl [grep-dctrl\(1\)](#) kann lokale Kopien der `"Packages"`- und `"Sources"`-Metadaten durchsuchen.

Lokale Kopien von `"Contents-architektur"`-Metadaten können mittels `"apt-file update"` aktualisiert werden und ihr Speicherort unterscheidet sich von den vier anderen. Lesen Sie dazu [apt-file\(1\)](#). (auto-apt nutzt standardmäßig andere Speicherorte für die lokale Kopie von `"Contents-architektur.gz"`.)

## 2.5.5 Der Paketstatus für APT

Zusätzlich zu den von außerhalb empfangenen Metadaten speichert das APT-Werkzeug seit Lenny seine lokal erzeugten Installationsstatus-Informationen in der Datei `/var/lib/apt/extended_states`, die von allen APT-Programmen genutzt wird, um automatisch installierte Pakete zu verfolgen.

## 2.5.6 Der Paketstatus von aptitude

Zusätzlich zu den von außerhalb empfangenen Metadaten speichert der `aptitude`-Befehl seine lokal erzeugten Installationsstatus-Informationen in der Datei `/var/lib/aptitude/pkgstates`, die nur von `aptitude` selbst genutzt wird.

## 2.5.7 Lokale Kopien der empfangenen Pakete

Alle über den APT-Mechanismus von außerhalb empfangenen Pakete werden im Verzeichnis `/var/cache/apt/archive` abgelegt, bis sie gelöscht werden.

Sie können diese Richtlinie zur Entfernung von zwischengespeicherten Dateien bei `aptitude` unter `"Optionen"` → `"Einstellungen"` festlegen; über das Menü unter `"Aktionen"` → `"Paketcache komplett leeren"` oder `"Nur veraltete Paketdateien löschen"` können Sie dies auch händisch erzwingen.

## 2.5.8 Debian-Paketdateinamen

Die Dateien von Debian-Paketen haben eine bestimmte Namensstruktur:

---

### Tipp

Hier sind nur die grundlegenden Quellpaketformate beschrieben. Lesen Sie weitere Details in [dpkg-source\(1\)](#).

---

| Pakettyp                                         | Namensstruktur                                                  |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Binärpaket (auch deb)                            | <i>paketname_upstream-version-debian.revision_architektur</i>   |
| Binärpaket für den debian-installer (auch udeb)  | <i>paketname_upstream-version-debian.revision_architektur</i>   |
| Quellpaket (Quellcode der Originalprogrammierer) | <i>paketname_upstream-version-debian.revision.orig.tar.gz</i>   |
| 1.0-Quellpaket (Debian-Änderungen)               | <i>paketname_upstream-version-debian.revision.diff.gz</i>       |
| 3.0 (quilt)-Quellpaket (Debian-Änderungen)       | <i>paketname_upstream-version-debian.revision.debian.tar.gz</i> |
| Quellpaket (Beschreibung)                        | <i>paketname_upstream-version-debian.revision.dsc</i>           |

Tabelle 2.15: Namensstruktur von Debian-Paketen

| Namenskomponente        | zu verwendende Zeichen<br>(erweiterter regulärer Ausdruck) | Existenz     |
|-------------------------|------------------------------------------------------------|--------------|
| <i>paketname</i>        | <code>[a-z0-9] [-a-z0-9.+] +</code>                        | erforderlich |
| <i>epoche:</i>          | <code>[0-9] + :</code>                                     | optional     |
| <i>upstream-version</i> | <code>[-a-zA-Z0-9.+:] +</code>                             | erforderlich |
| <i>debian.revision</i>  | <code>[a-zA-Z0-9.+~] +</code>                              | optional     |

Tabelle 2.16: In den einzelnen Komponenten von Debian-Paketnamen zu verwendende Zeichen

**Anmerkung**

Sie können die Reihenfolge von Paketversionen (welche Versionsnummer höher ist) mit `dpkg(1)` überprüfen, z.B. mittels `"dpkg --compare-versions 7.0 gt 7.~pre1 ; echo $?"`.

**Anmerkung**

`Der debian-installer (d-i)` nutzt `udeb` als Dateinamenerweiterung für seine Binärpakete statt des normalen `deb`. Ein `udeb`-Paket ist ein reduziertes `deb`-Paket, in dem einige nicht-essentielle Bestandteile wie Dokumentation entfernt wurden, um Speicherplatz zu sparen; dazu wurden die Anforderungen an die Paketrichtlinien etwas gelockert. Sowohl `deb`- wie auch `udeb`-Pakete verwenden die gleiche Paketstruktur. Das "u" steht für micro (sehr klein).

## 2.5.9 Der dpkg-Befehl

`dpkg(1)` ist das Werkzeug, das beim Debian-Paketmanagement auf der untersten Ebene arbeitet. Es ist sehr leistungsfähig und muss mit Vorsicht verwendet werden.

Beim Installieren eines Pakets "*paketname*" arbeitet `dpkg` folgende Schritte ab:

1. die `deb`-Datei auspacken (gleichbedeutend mit `"ar -x"`);
2. ausführen von "*paketname.preinst*" mittels `debconf(1)`;
3. installieren des Paketinhalts in das System (gleichbedeutend zu `"tar -x"`);
4. ausführen von "*paketname.postinst*" mittels `debconf(1)`.

Das `debconf`-System bietet eine standardisierte Benutzer-Schnittstelle mit Unterstützung für I18N und L10N (Näheres in Kapitel 8).

Die "`status`"-Datei wird auch von Werkzeugen wie `dpkg(1)`, "`dselect update`" und "`apt-get -u dselect upgrade`" verwendet.

| Datei                                          | Beschreibung des Inhalts                                                                                                                 |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| /var/lib/dpkg/info/ <i>paketname</i> .conf     | Liste der Konfigurationsdateien (durch den Benutzer änderbar)                                                                            |
| /var/lib/dpkg/info/ <i>paketname</i> .list     | Liste von Dateien und Verzeichnissen, die durch das Paket installiert werden                                                             |
| /var/lib/dpkg/info/ <i>paketname</i> .md5sums  | Liste der MD5-Hash-Werte für Dateien, die durch das Paket installiert werden                                                             |
| /var/lib/dpkg/info/ <i>paketname</i> .preinst  | Paket-Skript, das vor der Paketinstallation ausgeführt wird                                                                              |
| /var/lib/dpkg/info/ <i>paketname</i> .postinst | Paket-Skript, das nach der Paketinstallation ausgeführt wird                                                                             |
| /var/lib/dpkg/info/ <i>paketname</i> .prerm    | Paket-Skript, das vor der Paketentfernung ausgeführt wird                                                                                |
| /var/lib/dpkg/info/ <i>paketname</i> .postrm   | Paket-Skript, das nach der Paketentfernung ausgeführt wird                                                                               |
| /var/lib/dpkg/info/ <i>paketname</i> .confi    | Paket-Skript für das debconf-System                                                                                                      |
| /var/lib/dpkg/alternatives/ <i>paketname</i>   | alternative-Informationen, die durch den update-alternatives-Befehl genutzt werden                                                       |
| /var/lib/dpkg/available                        | availability-Informationen (Verfügbarkeit) für alle Pakete                                                                               |
| /var/lib/dpkg/diversions                       | die diversions-Informationen, die durch <a href="#">dpkg(1)</a> genutzt und durch <a href="#">dpkg-divert(8)</a> gesetzt werden          |
| /var/lib/dpkg/statoverride                     | die stat-override-Informationen, die durch <a href="#">dpkg(1)</a> genutzt und durch <a href="#">dpkg-statoverride(8)</a> gesetzt werden |
| /var/lib/dpkg/status                           | Status-Informationen für alle Pakete                                                                                                     |
| /var/lib/dpkg/status-old                       | Backup der ersten Generation von "var/lib/dpkg/status"                                                                                   |
| /var/backups/dpkg.status*                      | Backup der zweiten Generation und ältere von "var/lib/dpkg/status"                                                                       |

Tabelle 2.17: Erwähnenswerte Dateien, die durch dpkg erzeugt werden

Der spezialisierte Suchbefehl [grep-dctrl\(1\)](#) kann lokale Kopien der "status"- und "available"-Metadaten durchsuchen.

#### **Tipp**

In der [debian-installer](#)-Umgebung wird der Befehl `udpkg` benutzt, um udeb-Pakete zu öffnen. `udpkg` ist eine reduzierte Variante des `dpkg`-Befehls.

### 2.5.10 Der update-alternatives-Befehl

Das Debian-System hat Mechanismen, um Programme, die sich bei der Funktionalität ein wenig überlappen, friedlich nebeneinander zu installieren, und zwar mittels [update-alternatives\(1\)](#). Zum Beispiel können Sie den `vi`-Befehl so einrichten, dass er `vim` ausführt, wenn Sie sowohl das `vim` wie auch das `nvi`-Paket installiert haben.

```
$ ls -l $(type -p vi)
lrwxrwxrwx 1 root root 20 2007-03-24 19:05 /usr/bin/vi -> /etc/alternatives/vi
$ sudo update-alternatives --display vi
...
$ sudo update-alternatives --config vi
Selection      Command
-----
      1      /usr/bin/vim
*+    2      /usr/bin/nvi

Enter to keep the default[*], or type selection number: 1
```

Das Debian-alternatives-System setzt seine Auswahl als symbolischer Link in `/etc/alternatives/`. Der Auswahlprozess nutzt die entsprechende Datei in `/var/lib/dpkg/alternatives/`.

### 2.5.11 Der dpkg-statoverride-Befehl

**Stat overrides**, bereitgestellt durch den [dpkg-statoverride\(8\)](#)-Befehl, sind ein Weg, [dpkg\(1\)](#) mitzuteilen, dass bei Installation eines Pakets für eine **Datei** ein anderer Eigentümer oder andere Berechtigungen verwendet werden sollen. Falls "- -update" angegeben wurde und die Datei bereits existiert, werden direkt der neue Eigentümer oder neue Berechtigungen gesetzt.

**Achtung**

Die direkte Abänderung von Benutzer oder Berechtigungen durch den Systemadministrator (über die Befehle `chmod` oder `chown`) bei einer **Datei**, die zu einem Paket gehört, wird bei der nächsten Aktualisierung des Pakets wieder aufgehoben.

---

**Anmerkung**

Ich verwende hier den Begriff **Datei**, jedoch kann dies jegliches Objekt im Dateisystem sein, dass durch `dpkg` behandelt wird, inklusive Verzeichnissen, Gerätedateien usw.

---

### 2.5.12 Der dpkg-divert-Befehl

**Diversions**, bereitgestellt durch den [dpkg-divert\(8\)](#)-Befehl, bieten die Möglichkeit, [dpkg\(1\)](#) zu zwingen, eine Datei nicht an Ihren Standardort zu installieren, sondern an einen umgelenkten Speicherort (**diverted**). `dpkg-divert` ist zur Verwendung durch Paketverwaltungs-Skripte gedacht. Die beiläufige Verwendung durch den Systemadministrator ist nicht mehr zeitgemäß.

## 2.6 Wiederherstellung eines beschädigten Systems

Bei einem `testing`- oder `unstable`-System sollte der Administrator darauf vorbereitet sein, das System im Falle einer Beschädigung des Paketmanagements wiederherstellen zu können.

**Achtung**

Einige Methoden, die hier beschrieben werden, beinhalten ein hohes Risiko. Sie wurden gewarnt!

---

### 2.6.1 Inkompatibilität mit alter Benutzerkonfiguration

Wenn ein Desktop-GUI-Programm nach signifikanten Upgrades von Upstream Instabilitäten erkennen lässt, sollten Sie Behinderungen durch alte lokal erstellte Konfigurationsdateien als Ursache in Betracht ziehen. Falls das Programm unter einem neu erstellten Benutzerkonto stabil läuft, ist diese Hypothese bestätigt. (Dies ist ein Fehler beim Paketieren und wird für gewöhnlich durch den Paketersteller vermieden.)

Um das Programm wieder stabil zu bekommen, sollten Sie die entsprechenden lokalen Konfigurationsdateien beiseite schaffen und das GUI-Programm neu starten. Sie müssen möglicherweise die Inhalte alter Konfigurationsdateien lesen, um die Konfigurationsinformationen später wiederherstellen zu können. (Löschen Sie sie nicht zu früh.)

---

## 2.6.2 Fehler beim Zwischenspeichern der Paketdaten

Fehler beim Zwischenspeichern der Paketdaten führen zu verblüffenden Meldungen, wie **"GPG error: ... invalid: BAD-SIG ..."** bei APT.

Sie sollten alle zwischengespeicherten Daten mittels `"sudo rm -rf /var/lib/apt/*"` entfernen und es erneut versuchen. (Falls Sie `apt-cacher-ng` verwenden, führen Sie auch `"sudo rm -rf /var/cache/apt-cacher-ng/*"` aus.)

## 2.6.3 Systemrettung mit dem dpkg-Befehl

Das dpkg-Werkzeug arbeitet tief im Inneren und kann auch ohne Netzwerkverbindung funktionieren.

Gehen wir davon aus, dass das Paket "foo" beschädigt ist und wieder funktionsfähig gemacht werden soll.

Sie könnten im cache-Verzeichnis `"/var/cache/apt/archives/"` zwischengespeicherte Kopien von älteren, fehlerfreien Versionen des Pakets foo finden. (Falls nicht, können Sie diese auch aus dem Archiv unter <https://snapshot.debian.org/> herunterladen oder von einem funktionierenden System herüber kopieren.)

Ist das System boot-fähig, könnte es unter Umständen möglich sein, das Paket mit folgendem Befehl zu installieren:

```
# dpkg -i /path/to/foo_old_version_arch.deb
```

Falls der Versuch, ein Paket auf diese Art zu installieren, aufgrund von verletzten Abhängigkeiten fehlschlägt, können Sie als letzten Ausweg Abhängigkeiten mit den dpkg-Optionen `"--ignore-depends"`, `"--force-depends"` und weiteren überschreiben. Dabei müssen Sie besondere Sorgfalt darauf verwenden, die Abhängigkeiten später korrekt wiederherzustellen. Details finden Sie in [dpkg\(8\)](#).

---

### Anmerkung

Falls Ihr System ernsthaft beschädigt ist, sollten ein vollständiges Backup aller Daten an einem sicheren Ort ablegen (siehe Abschnitt [10.2](#)) und eine saubere Neuinstallation durchführen. Dies ist weniger zeitaufwändig und führt am Ende zu einem besseren Ergebnis.

---

---

### Tipp

Wenn die Beschädigung des Systems nur gering ist, könnten Sie das ganze System möglicherweise mit dem APT-System auf eine ältere Version zurückrüsten, wie in Abschnitt [2.7.11](#) beschrieben.

---

## 2.6.4 Fehlgeschlagene Installation aufgrund von fehlenden Abhängigkeiten

Wenn Sie die Installation eines Pakets über `"sudo dpkg -i ..."` auf einem System erzwingen, auf dem nicht alle erforderlichen Pakete vorhanden sind, wird die Paketinstallation mit dem Status `"nicht vollständig installiert"` fehlschlagen.

Sie sollten alle benötigten Pakete über wiederholte Aufrufe von `"sudo dpkg -i ..."` installieren, oder mittels:

```
# apt --fix-broken install
```

Konfigurieren Sie dann alle unvollständig installierten Pakete mit folgendem Befehl:

```
# dpkg --configure -a
```

---



## 2.6.5 Mehrere Pakete mit überlappenden Dateien

Paketmanagementsysteme für das Debian-Archiv wie [aptitude\(8\)](#) oder [apt-get\(1\)](#) versuchen erst gar nicht, Pakete mit überlappenden Dateien über Paketabhängigkeiten zu installieren (weiteres in Abschnitt 2.1.7).

Fehler durch einen Paketbetreuer oder die Einrichtung von inkonsistent gemischten Archivquellen durch den Systemadministrator (lesen Sie Abschnitt 2.7.6) könnten Situationen mit falsch definierten Paketabhängigkeiten hervorrufen. Wenn Sie in solch einer Situation ein Paket mit überlappenden Dateien mittels [aptitude\(8\)](#) oder [apt-get\(1\)](#) installieren, stellt [dpkg\(1\)](#), das das Paket entpackt, sicher, dass ein Fehler an das aufrufende Programm zurückgegeben wird, ohne dass vorhandene Dateien überschrieben werden.



### Achtung

Die Verwendung von Paketen aus Drittquellen bringt durch Betreuerskripte ein erhebliches Risiko für das System mit sich, da diese mit root-Privilegien ausgeführt werden und jegliche Aktion auf dem System ausführen können. Der [dpkg\(1\)](#)-Befehl schützt lediglich vor dem Überschreiben beim Entpacken.

Sie können solche beschädigten Installationen umgehen, indem Sie vorher das alte betroffene Paket *alt-es-paket* entfernen:

```
$ sudo dpkg -P old-package
```

## 2.6.6 Behebung von Problemen aufgrund von beschädigtem Paketskript

Wenn ein Befehl in einem Paketskript aus irgendeinem Grund einen Fehler zurückgibt und das Skript aufgrund des Fehlers abgebrochen wird, beendet das Paketmanagement die Aktion und es bleiben halb-installierte Pakete zurück. Enthält ein Paket Programmierfehler in seinen Skripten zum Löschen des Pakets, könnte es sein, dass das Paket nicht mehr entfernt werden kann und ziemlich unangenehm wird.

Wenn das Paket "*paketname*" ein Problem mit den Skripten hat, sollten Sie in folgenden Paketskripten nachschauen:

- `/var/lib/dpkg/info/paketname.preinst`
- `/var/lib/dpkg/info/paketname.postinst`
- `/var/lib/dpkg/info/paketname.prerm`
- `/var/lib/dpkg/info/paketname.postrm`

Editieren Sie die angebotenen Paketskripte von Grund auf mittels folgender Techniken:

- deaktivieren Sie die problematische Zeile, indem Sie ein `"#"` voranstellen;
- erzwingen Sie, dass das Skript einen Rückgabewert für Erfolg zurück gibt, indem Sie der fraglichen Zeile `" | true"` anhängen.

Konfigurieren Sie dann alle unvollständig installierten Pakete mit folgendem Befehl:

```
# dpkg --configure -a
```



## 2.6.7 Paketauswahldaten wiederherstellen

Falls `/var/lib/dpkg/status` aus irgendeinem Grund beschädigt wird, verliert das Debian-System die Daten über ausgewählte Pakete und kommt dadurch erheblich zu Schaden. Sie finden alte `/var/lib/dpkg/status`-Dateien in `/var/lib/dpkg/status-old` oder `/var/backups/dpkg.*`.

Es könnte eine gute Idee sein, `/var/backups/` auf einer separaten Partition abzulegen, da dieses Verzeichnis viele wichtige Systemdaten enthält.

Bei ernststen Beschädigungen empfehle ich eine frische Neuinstallation, nachdem eine Sicherung der Daten durchgeführt wurde. Sogar wenn alles in `/var/` verloren ist, können Sie trotzdem noch etliche Informationen aus Verzeichnissen in `/usr/share/doc/` wiederherstellen, um Ihre neue Installation zu lenken:

Installieren Sie ein minimales (Desktop-)System.

```
# mkdir -p /path/to/old/system
```

Binden Sie die alten Systempartitionen in `/pfad/zum/alten/system/` ein.

```
# cd /path/to/old/system/usr/share/doc
# ls -1 >~/ls1.txt
# cd /usr/share/doc
# ls -1 >>~/ls1.txt
# cd
# sort ls1.txt | uniq | less
```

Jetzt haben Sie eine Liste mit Paketnamen, die Sie installieren können. (Es könnten auch einige Zeichenfolgen darunter sein, die keine Paketnamen sind, wie z.B. `"texmf"`.)

## 2.7 Tipps für das Paketmanagement

Der Einfachheit halber sind die **sources.list**-Beispiele in diesem Abschnitt im einzeiligen Stil angegeben, nach Freigabe von `trixie`.

### 2.7.1 Wer hat das Paket hochgeladen?

Obwohl der Betreuername, der in `/var/lib/dpkg/available` und `/usr/share/doc/package_name/changelog` aufgelistet ist, Informationen darüber gibt, "wer hinter den Paketaktivitäten steht", sind Informationen über den Uploader (die Person, die das Paket wirklich hochgeladen hat) ein wenig verschleiert. [who-uploads\(1\)](#) aus dem `devscripts`-Paket identifiziert die realen Uploader von Debian-Quellpaketen.

### 2.7.2 Die Download-Bandbreite für APT einschränken

Falls Sie die Download-Bandbreite für APT einschränken möchten, sagen wir z.B. auf 800Kib/sec (=100kiB/sec), sollten Sie APT mit folgenden Konfigurationsparametern einrichten:

```
APT::Acquire::http::DL-Limit "800";
```

### 2.7.3 Automatisches Herunterladen und Aktualisieren von Paketen

Das `apt`-Paket enthält ein eigenes cron-Skript (`/etc/cron.daily/apt`), um den automatischen Download von Paketen zu unterstützen. Durch die Installation des `unattended-upgrades`-Pakets kann dieses Skript erweitert

werden, so dass auch die automatische Aktualisierung von Paketen durchgeführt wird. Sie können dies über Parameter in `/etc/apt/apt.conf.d/02backup` und `/etc/apt/apt.conf.d/50unattended-upgrades` noch weiter anpassen, wie in `/usr/share/doc/unattended-upgrades/README` beschrieben.

Das `unattended-upgrades`-Paket ist hauptsächlich für Sicherheits-Updates auf `Stable`-Systemen gedacht. Wenn das Risiko, ein vorhandenes `Stable`-System über einen automatischen Upgrade-Prozess zu beschädigen, geringer ist als das, welches von einem Angreifer ausgeht, der über Ausnutzung einer Sicherheitslücke das System schädigt, sollten Sie ein automatisches Upgrade in Erwägung ziehen, das diese Lücke über ein Sicherheits-Upgrade schließt. Nutzen Sie dazu folgende Konfigurationsparameter:

```
APT::Periodic::Update-Package-Lists "1";
APT::Periodic::Download-Upgradeable-Packages "1";
APT::Periodic::Unattended-Upgrade "1";
```

Wenn Sie ein `Testing`- oder `Unstable`-System laufen haben, sollten Sie kein automatisches Upgrade verwenden, da sonst mit Sicherheit eines Tages das System beschädigt würde. Aber sogar für solch ein `Testing`- oder `Unstable`-System möchten Sie vielleicht in Vorbereitung für ein interaktives Upgrade die Pakete schon mal automatisch herunterladen, um Zeit zu sparen. Verwenden Sie dazu folgende Konfigurationsparameter:

```
APT::Periodic::Update-Package-Lists "1";
APT::Periodic::Download-Upgradeable-Packages "1";
APT::Periodic::Unattended-Upgrade "0";
```

## 2.7.4 Aktualisierungen und Backports

Es gibt [stable-updates](#)- (`trixie-updates`, während `trixie` als `stable` gilt) und [backports.debian.org](#)-Archive, die aktualisierte Pakete für `stable` bereitstellen.

Um diese Archive zu nutzen, listen Sie alle erforderlichen Archive in der `/etc/apt/sources.list`-Datei auf, wie hier:

```
deb http://deb.debian.org/debian/ trixie main non-free-firmware contrib non-free
deb http://security.debian.org/debian-security trixie-security main non-free-firmware ↔
    contrib non-free
deb http://deb.debian.org/debian/ trixie-updates main non-free-firmware contrib non-free
deb http://deb.debian.org/debian/ trixie-backports main non-free-firmware contrib non-free
```

Es ist nicht nötig, einen Wert für die Pin-Priorität in `/etc/apt/preferences` zu setzen. Wenn neuere Pakete verfügbar werden, werden mit der Standardkonfiguration passende Upgrades bereitgestellt (siehe Abschnitt [2.5.3](#)).

- Alle installierten veralteten Pakete werden auf die neuen von `trixie-updates` aktualisiert.
- Nur manuell installierte veraltete Pakete von `trixie-backports` werden auf die neuen Versionen von `trixie-backports` aktualisiert.

Wann immer Sie ein Paket namens `"paketname"` inklusive seiner Abhängigkeiten von `trixie-backports` manuell installieren möchten, verwenden Sie den folgenden Befehl, wobei Sie die Zielveröffentlichung mit der Option `"-t"` festlegen:

```
$ sudo apt-get install -t trixie-backports package-name
```



### Warnung

Installieren Sie nicht zu viele Pakete von [backports.debian.org](#). Dies könnte zu Abhängigkeitsproblemen führen. In Abschnitt [2.1.11](#) finden Sie alternative Lösungen.

## 2.7.5 Externe Paketarchive



### Warnung

Sie sollten sich bewusst sein, dass das externe Paket root-Privilegien für Ihr System bekommt. Sie sollten nur externe Paketarchive nutzen, denen Sie vertrauen. In Abschnitt [2.1.11](#) finden Sie alternative Lösungen.

Sie können secure-APT mit Debian-kompatiblen externen Paketarchiven verwenden, indem Sie diese zur **sources.list** hinzufügen und den zugehörigen Archivschlüssel zum `/etc/apt/trusted.gpg.d/`-Verzeichnis. Lesen Sie dazu [sources.list\(5\)](#), [apt-secure\(8\)](#) und [apt-key\(8\)](#).

## 2.7.6 Pakete aus verschiedenen Paketarchiven ohne apt-pinning



### Achtung

Die Installation von Paketen aus gemischten Paketquellen wird von der offiziellen Debian-Distribution nicht unterstützt, außer für ein paar bestimmte Archivkombinationen, wie z.B. `stable` mit [Sicherheits-Updates](#) und [stable-updates](#).

Hier ein Beispiel von Befehlen, über die man spezielle neuere Upstream-Versionen von Paketen aus `Unstable` verwendet, während ansonsten `Testing` genutzt wird:

1. Ändern Sie die Datei `/etc/apt/sources.list` vorübergehend in `unstable`.
2. Führen Sie `aptitude update` aus.
3. Führen Sie `aptitude install packetname` aus.
4. Stellen Sie die Originalversion von `/etc/apt/sources.list` für `testing` wieder her.
5. Führen Sie `aptitude update` aus.

Bei diesem manuellen Vorgehen erstellen Sie keine `/etc/apt/preferences`-Datei und müssen sich auch keine Sorgen über **apt-pinning** machen. Allerdings ist dies sehr mühsam.



### Achtung

Wenn Sie gemischte Paketquellen verwenden, müssen Sie die Kompatibilität selbst sicherstellen, da Debian diese in solchem Falle nicht garantieren kann. Falls Paketinkompatibilitäten existieren, könnten Sie Ihr System beschädigen. Sie müssen in der Lage sein, diese technischen Anforderungen zu beurteilen. Die Verwendung von gemischten Quellen zufällig ausgewählter Archive ist eine absolut optionale Operation und nicht zu empfehlen.

Die grundsätzlichen Regeln für die Installation von Paketen aus unterschiedlichen Archiven sind wie folgt:

- Nicht-binäre Pakete (`Architecture: all`) sind recht **unproblematisch** zu installieren:
  - Dokumentationspakete: keine speziellen Anforderungen;
  - Pakete von Interpreter-Programmen: ein kompatibler Interpreter muss verfügbar sein.
- Bei Binärpaketen (nicht `Architecture: all`) gibt es gewöhnlich viele Stolpersteine und ihre Installation könnte **problematisch** sein:
  - Kompatibilität zu Bibliotheksversionen (inklusive `libc`);

- Kompatibilität zu damit in Verbindung stehenden Hilfswerkzeugen;
- Kernel [ABI](#)-Kompatibilität;
- C++ [ABI](#)-Kompatibilität;
- ...

---

**Anmerkung**

Um die Installation eines Pakets **unproblematischer** zu machen, existieren möglicherweise einige nicht-freie Binärprogramm-Pakete mit vollständig statisch gelinkten Bibliotheken. Sie sollten diese immer auf [ABI](#)-Kompatibilitätsprobleme usw. kontrollieren.

---

---

**Anmerkung**

Die Installation von Binärpaketen aus nicht-Debian-Archiven ist grundsätzlich eine schlechte Idee, außer vielleicht um für eine kurze Zeit die Installation von beschädigten Paketen zu vermeiden. Sie sollten vorher alle anderen, verfügbaren sicheren Alternativen in Erwägung ziehen, die mit Ihrem aktuellen Debian-System kompatibel sind (lesen Sie dazu Abschnitt [2.1.11](#)).

---

## 2.7.7 Die Installationskandidat-Version anpassen mit apt-pinning

**Warnung**

Die Verwendung der **apt-pinning**-Technik durch einen unerfahrenen Benutzer wird sicher große Probleme hervorrufen. Sie müssen die Verwendung dieser Technik vermeiden, außer es ist unbedingt erforderlich. In Abschnitt [2.1.11](#) finden sie alternative Möglichkeiten.

---

Ohne eine `/etc/apt/preferences`-Datei wählt das APT-System basierend auf dem Versionseintrag die letzte verfügbare Version als **Installationskandidat-Version** aus. Dies ist der normale Weg und die empfohlene Verwendung des APT-Systems. Alle offiziell unterstützten Archivkombinationen erfordern keine `/etc/apt/preferences`-Datei, da bei Archiven, die nicht als automatische Quelle für Aktualisierungen empfohlen werden, die Einstellung **NotAutomatic** gesetzt ist und diese entsprechend behandelt werden.

---

**Tipp**

Die Regel zum Vergleich der Versionsnummern (welche Versionsnummer größer ist) kann z.B. über `dpkg --compare-versions ver1.1 gt ver1.1~1; echo $?` verifiziert werden (näheres unter [dpkg\(1\)](#)).

---

Wenn Sie regelmäßig Pakete aus gemischten Quellen installieren (siehe Abschnitt [2.7.6](#)), können Sie diese komplizierten Operationen automatisieren, indem Sie eine Datei `/etc/apt/preferences` mit entsprechenden Einträgen erstellen; so beeinflussen Sie die Auswahlregel für die **Installationskandidat-Version**; dies ist in [apt\\_preferences\(5\)](#) beschrieben. Dies Verfahren wird **apt-pinning** genannt.

Wenn Sie **apt-pinning** verwenden, müssen Sie die Kompatibilität der Pakete selbst sicherstellen, da Debian diese in einem solchen Fall nicht garantieren kann. Apt-pinning ist ein absolut optionales Verfahren und nicht zu empfehlen.

Für die [apt\\_preferences\(5\)](#)-Regeln werden die Release-Dateien im Archiv-Wurzelverzeichnis verwendet (näheres in Abschnitt [2.5.3](#)). Daher funktioniert **apt-pinning** bei [normalen Debian-Archiven](#) und [Debian-Archiven für Sicherheitsaktualisierungen](#) nur mit dem "Suite"-Namen. (Dies ist anders als bei [Ubuntu-Archiven](#).) Zum Beispiel können wir `"Pin: release a=unstable"` in `/etc/apt/preferences` verwenden, aber nicht `"Pin: release a=sid"`.

Wenn Sie Debian-fremde Archive als Teil von **apt-pinning** verwenden, sollten Sie kontrollieren, wofür diese gedacht sind und ob sie glaubwürdig sind. So sind zum Beispiel Ubuntu und Debian nicht dazu gedacht, miteinander vermischt zu werden.

---

**Anmerkung**

Selbst wenn Sie keine `/etc/apt/preferences`-Datei erstellen, können Sie auch ohne **apt-pinning** ziemlich komplexe Systemoperationen durchführen (lesen Sie Abschnitt 2.6.3 und Abschnitt 2.7.6).

Hier eine vereinfachte Beschreibung der Technik hinter **apt-pinning**:

Das APT-System wählt für ein **Upgrade** das Paket mit der höchsten Pin-Priorität aus den verfügbaren (in `/etc/apt/sources.list` definierten) Paketquellen als **Installationskandidat-Version** aus. Wenn die Pin-Priorität des Pakets größer als 1000 ist, wird die Einschränkung für **Upgrades** nicht beachtet, um ein Downgrade (eine Zurückrüstung auf eine ältere Version) zu ermöglichen (siehe Abschnitt 2.7.11).

Werte für die Pin-Priorität eines jeden Pakets werden über Einträge in der `/etc/apt/preferences`-Datei festgelegt oder verwenden deren Standardwert.

| Pin-Priorität | apt-pinning-Effekte auf das Paket                                                                   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1001          | das Paket installieren, auch wenn dies ein Downgrade des Pakets bedeutet                            |
| 990           | wird als Standardwert für das Archiv der <b>Zielveröffentlichung</b> verwendet                      |
| 500           | wird als Standardwert für das <b>normale</b> Archiv verwendet                                       |
| 100           | wird als Standardwert für Archive mit <b>NotAutomatic</b> und <b>ButAutomaticUpgrades</b> verwendet |
| 100           | wird für das <b>installierte</b> Paket verwendet                                                    |
| 1             | wird als Standardwert für Archive mit <b>NotAutomatic</b> verwendet                                 |
| -1            | das Paket <b>niemals installieren</b> , selbst wenn es empfohlen wird                               |

Tabelle 2.18: Liste erwähnenswerter Pin-Prioritäts-Werte für **apt-pinning**

Die gewünschte **Zieldistribution** (target release) kann über die Befehlszeilen-Option angegeben werden, z.B. `apt-get install -t testing irgendein-paket`.

Die **NotAutomatic**- und **ButAutomaticUpgrades**-Archive werden durch Archiv-Server definiert, die in ihren Release-Dateien im Archiv-Wurzelverzeichnis (siehe Abschnitt 2.5.3) sowohl `NotAutomatic: yes` wie auch `ButAutomaticUpgrades: yes` gesetzt haben. Das **NotAutomatic**-Archiv wird über Server definiert, die in ihren Release-Dateien lediglich `NotAutomatic: yes` gesetzt haben.

Die **apt-pinning-Situation** von *package* aus mehreren Archivquellen wird mittels `apt-cache policy package` angezeigt.

- Eine Zeile beginnend mit `Package pin:` listet die Paketversion von **pin** auf, wenn die Zuordnung direkt über *package* definiert ist, z.B. `Package pin: 0.190`.
- Es existiert keine Zeile mit `Package pin:`, wenn keine Zuordnung direkt über *package* definiert ist.
- Der Pin-Prioritäts-Wert, der direkt zu *package* gehört, ist rechts neben den Versionseinträgen aufgelistet, z.B. `0.181 700`.
- `0` wird rechts neben den Versionseinträgen aufgelistet, wenn keine Zuordnung direkt mit *package* definiert ist, z.B. `0.181 0`.
- Die Pin-Prioritäts-Werte von Archiven (definiert als `Package: *` in der `/etc/apt/preferences`-Datei) sind links von den Archivpfaden aufgelistet, z.B. `100 http://deb.debian.org/debian/ trixie-backports/main Packages`.

## 2.7.8 Über "Recommends" installierte Pakete blockieren



### Warnung

Die Verwendung der **apt-pinning**-Technik durch einen unerfahrenen Benutzer wird sicher große Probleme hervorrufen. Sie müssen die Verwendung dieser Technik vermeiden, außer es ist unbedingt erforderlich. In Abschnitt [2.1.11](#) finden sie alternative Möglichkeiten.

Wenn Sie verhindern möchten, dass bestimmte Pakete über "Recommends"-Abhängigkeiten (Empfohlen) installiert werden, müssen Sie die Datei `/etc/apt/preferences` erstellen und explizit all diese Pakete ganz oben in der Datei auflisten, wie in diesem Beispiel:

```
Package: package-1
Pin: version *
Pin-Priority: -1
```

```
Package: package-2
Pin: version *
Pin-Priority: -1
```

## 2.7.9 Nutzen von Testing mit einigen Paketen aus Unstable



### Warnung

Die Verwendung der **apt-pinning**-Technik durch einen unerfahrenen Benutzer wird sicher große Probleme hervorrufen. Sie müssen die Verwendung dieser Technik vermeiden, außer es ist unbedingt erforderlich. In Abschnitt [2.1.11](#) finden sie alternative Möglichkeiten.

Hier ein Beispiel für eine **apt-pinning**-Technik, um neuere Upstream-Versionen einzelner Pakete aus Unstable regelmäßig aktualisieren zu können und ansonsten Testing zu nutzen. Sie listen alle benötigten Archive in der `/etc/apt/sources.list`-Datei auf, wie hier:

```
deb http://deb.debian.org/debian/ testing main contrib non-free
deb http://deb.debian.org/debian/ unstable main contrib non-free
deb http://security.debian.org/debian-security testing-security main contrib
```

Richten Sie die `/etc/apt/preferences`-Datei wie folgt ein:

```
Package: *
Pin: release a=unstable
Pin-Priority: 100
```

Wenn Sie mit dieser Konfiguration ein Paket namens `"paketname"` aus dem Unstable-Archiv inklusive seiner Abhängigkeiten installieren möchten, führen Sie folgenden Befehl aus, wobei über die Option `-t` die Zielveröffentlichung angepasst wird (die Pin-Priorität von Unstable wird 990):

```
$ sudo apt-get install -t unstable paketname
```

Mit dieser Konfiguration wird die normale Ausführung von `"apt-get upgrade"` und `"apt-get dist-upgrade"` (oder `"aptitude safe-upgrade"` und `"aptitude full-upgrade"`) Pakete, die aus Testing installiert wurden, unter Verwendung des derzeitigen Testing-Archivs aktualisieren; Pakete, die aus Unstable installiert wurden, werden unter Verwendung des derzeitigen Unstable-Archivs aktualisiert.

**Achtung**

Achten Sie darauf, dass Sie nicht den "testing"-Eintrag aus der `/etc/apt/sources.list`-Datei entfernen. Ohne diesen "testing"-Eintrag aktualisiert das APT-System alle Pakete unter Verwendung des (neueren) Unstable-Archivs.

**Tipp**

Ich bearbeite für gewöhnlich die `/etc/apt/sources.list`-Datei direkt nach obigen Befehlen, um das "unstable"-Archiv auszukommentieren. Dies verhindert, dass der Prozess zur Aktualisierung der Paketdaten aufgrund von zu vielen Einträgen in der `/etc/apt/sources.list`-Datei sehr lange dauert; allerdings können dadurch Pakete, die aus Unstable installiert wurden, nicht unter Verwendung des derzeitigen Unstable-Archivs aktualisiert werden.

**Tipp**

Wenn `"Pin-Priority: 1"` statt `"Pin-Priority: 100"` in der `/etc/apt/preferences`-Datei eingetragen wird, werden bereits installierte Pakete, die den Pin-Prioritäts-Wert 100 haben, nicht mittels dem Unstable-Archiv aktualisiert, selbst wenn der "testing"-Eintrag in `/etc/apt/sources.list` entfernt wird.

Möchten Sie bestimmte Pakete in Unstable automatisch ohne vorangestelltes `-t unstable` auf aktuellem Stand halten, müssen Sie die `/etc/apt/preferences`-Datei erstellen und ganz oben in der Datei all diese Pakete wie folgt auflisten:

```
Package: package-1
Pin: release a=unstable
Pin-Priority: 700
```

```
Package: package-2
Pin: release a=unstable
Pin-Priority: 700
```

Dadurch wird die Pin-Priorität für jedes dieser Pakete spezifisch gesetzt. Um zum Beispiel immer die aktuellste Unstable-Version dieser "Debian Reference" in Englisch zu installieren, sollten Sie folgende Einträge in Ihrer `/etc/apt/p`-Datei haben:

```
Package: debian-reference-en
Pin: release a=unstable
Pin-Priority: 700
```

```
Package: debian-reference-common
Pin: release a=unstable
Pin-Priority: 700
```

**Tipp**

Diese **apt-pinning**-Technik funktioniert sogar, wenn Sie normalerweise Stable verwenden. Dokumentationspakete konnten nach meiner Erfahrung bis jetzt immer problemlos aus dem Unstable-Archiv installiert werden.

## 2.7.10 Nutzen von Unstable mit einigen Paketen aus Experimental

**Warnung**

Die Verwendung der **apt-pinning**-Technik durch einen unerfahrenen Benutzer wird sicher große Probleme hervorrufen. Sie müssen die Verwendung dieser Technik vermeiden, außer es ist unbedingt erforderlich. In Abschnitt [2.1.11](#) finden sie alternative Möglichkeiten.



Hier ein anderes Beispiel der **apt-pinning**-Technik, um neuere Upstream-Versionen einzelner Pakete aus Experimental zu integrieren und ansonsten Testing zu nutzen. Sie listen alle benötigten Archive in der `"/etc/apt/sources.list"`-Datei auf, wie hier:

```
deb http://deb.debian.org/debian/ unstable main contrib non-free
deb http://deb.debian.org/debian/ experimental main contrib non-free
deb http://security.debian.org/ testing-security main contrib
```

Die Standard-Pin-Priorität für das Experimental-Archiv ist immer 1 ( $\ll 100$ ), da es ein Archiv mit gesetztem **NotAutomatic** ist (siehe Abschnitt 2.5.3). Es ist nicht nötig, den Wert für die Pin-Priorität explizit in der `"/etc/apt/preferences"`-Datei zu setzen, um das Experimental-Archiv nutzen zu können (außer wenn Sie möchten, dass bestimmte Pakete daraus beim nächsten Upgrade automatisch verwendet werden sollen).

### 2.7.11 Downgrade im Notfall



#### Warnung

Die Verwendung der **apt-pinning**-Technik durch einen unerfahrenen Benutzer wird sicher große Probleme hervorrufen. Sie müssen die Verwendung dieser Technik vermeiden, außer es ist unbedingt erforderlich. In Abschnitt 2.1.11 finden sie alternative Möglichkeiten.



#### Achtung

Ein Downgrade wird von Debian aufgrund seines Designs nicht offiziell unterstützt. Es sollte nur als Teil einer Notfall-Rettungsmaßnahme durchgeführt werden. Davon einmal abgesehen ist bekannt, dass es in den meisten Fällen gut funktioniert. Bei kritischen Systemen sollten Sie nach der Wiederherstellung alle wichtigen Daten auf dem System sichern und dann das System von Grund auf neu installieren.

Sie könnten Glück haben und ein Downgrade auf eine ältere Archiv-Version durch Manipulation der **Installationskandidat-Versionen** hinbekommen (lesen Sie dazu Abschnitt 2.7.7). Dies ist die tippfaule Alternative zu vielen langwierigen Befehlen der Art `"dpkg -i beschädigtes-paket_alte-version.deb"` (näheres dazu in Abschnitt 2.6.3).

Suchen Sie Zeilen in der `"/etc/apt/sources.list"`-Datei wie die folgende, die `unstable` referenzieren:

```
deb http://deb.debian.org/debian/ sid main contrib non-free
```

Ersetzen Sie sie durch die folgende, um stattdessen auf `testing` zu verweisen:

```
deb http://deb.debian.org/debian/ forkyl main contrib non-free
```

Richten Sie die `"/etc/apt/preferences"`-Datei wie folgt ein:

```
Package: *
Pin: release a=testing
Pin-Priority: 1010
```

Führen Sie `"apt-get update; apt-get dist-upgrade"` aus, um ein Downgrade aller Pakete im System zu erzwingen.

Entfernen Sie diese spezielle `"/etc/apt/preferences"`-Datei nach dem Downgrade.

#### Tipp

Es ist eine gute Idee, so viele Pakete wie möglich zu löschen (nicht vollständig inklusive der Konfigurationsdateien entfernen!), um die Wahrscheinlichkeit von Abhängigkeitsproblemen zu minimieren. Sie müssen bei einem solchen Downgrade unter Umständen einige Pakete von Hand entfernen oder installieren. Linux-Kernel, Bootloader, udev, PAM, APT und Netzwerk-bezogene Pakete sowie deren Konfigurationsdateien erfordern besondere Aufmerksamkeit.



### 2.7.12 Das equivs-Paket

Wenn Sie ein Programm aus den Quellen übersetzen möchten, um das entsprechende Debian-Paket zu ersetzen, ist es das beste, ein echtes lokal gebautes Paket nach Debian-Art zu erstellen (\*.deb) und dafür ein privates Archiv zu nutzen.

Haben Sie sich jedoch entschieden, ein Programm aus den Quellen zu kompilieren und es stattdessen in "/usr/local" zu installieren, können Sie möglicherweise equivs als letzte Rettung einsetzen, um die fehlenden Paketabhängigkeiten zu erfüllen:

```
Package: equivs
Priority: optional
Section: admin
Description: Circumventing Debian package dependencies
 This package provides a tool to create trivial Debian packages.
 Typically these packages contain only dependency information, but they
 can also include normal installed files like other packages do.
.
 One use for this is to create a metapackage: a package whose sole
 purpose is to declare dependencies and conflicts on other packages so
 that these will be automatically installed, upgraded, or removed.
.
 Another use is to circumvent dependency checking: by letting dpkg
 think a particular package name and version is installed when it
 isn't, you can work around bugs in other packages' dependencies.
 (Please do still file such bugs, though.)
```

### 2.7.13 Ein Paket auf das Stable-System portieren



#### Achtung

Es gibt keine Garantie, dass die hier beschriebene Prozedur ohne händischen Extraaufwand funktioniert, wenn das System sich unterscheidet.

Für partielle Upgrades eines Stable-Systems ist das Neubauen von Paketen innerhalb ihrer Umgebung unter Verwendung der Quellpakete sinnvoll. Sie vermeiden so riesige Upgrades aufgrund von Paketabhängigkeiten.

Fügen Sie folgende Einträge zur "/etc/apt/sources.list" des Stable-Systems hinzu:

```
deb-src http://deb.debian.org/debian unstable main contrib non-free
```

Installieren Sie für das Kompilieren erforderliche Pakete und laden Sie das Quellpaket wie folgt herunter:

```
# apt-get update
# apt-get dist-upgrade
# apt-get install fakeroot devscripts build-essential
# apt-get build-dep foo
$ apt-get source foo
$ cd foo*
```

Aktualisieren Sie einige Pakete aus der Werkzeugkette wie z.B. dpkg und debhelper aus Paketquellen für zurückportierte Pakete, falls diese für die Rückportierung erforderlich sind.

Führen Sie folgendes aus:

```
$ dch -i
```

Erhöhen Sie die Paketversion, z.B. indem Sie ein "+bp1" in "debian/changelog" anhängen.

Bauen Sie die Pakete und installieren Sie sie wie folgt im System:

```
$ debuild
$ cd ..
# debi foo*.changes
```

### 2.7.14 Proxy-Server für APT

Obwohl das Spiegeln von vollständigen Sektionen des Debian-Archivs Plattenplatz und Netzwerkbandbreite verschwendet, ist es der Einsatz eines lokalen Proxy-Servers für APT wert in Erwägung gezogen zu werden, wenn Sie viele Systeme im LAN (Netzwerk) administrieren. APT kann konfiguriert werden, einen generischen Web-(http-)Proxy-Server wie squid (siehe auch Abschnitt 6.5) zu verwenden, wie in [apt.conf\(5\)](#) und `/usr/share/doc/apt/examples/` beschrieben. Sie können die Umgebungsvariable `$http_proxy` nutzen, um die Proxy-Server-Einstellungen aus der `/etc/apt/apt.conf`-Datei zu überschreiben.

Es gibt Proxy-Hilfsprogramme, die für das Debian-Archiv spezialisiert sind. Sie sollten die Fehlerdatenbank (BTS) überprüfen, bevor Sie sie verwenden.

| Paket                         | Popcon                         | Größe                | Beschreibung                                                                                  |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">apt-cacher</a>    | <a href="#">V:0.31, I:0.35</a> | <a href="#">265</a>  | zischenspeichernder Proxy-Server für Debian-Paket- und Quell-Dateien (Perl-Programm)          |
| <a href="#">apt-cacher-ng</a> | <a href="#">V:4.2, I:4.3</a>   | <a href="#">2063</a> | zischenspeichernder Proxy für die Verteilung von Software-Paketen (kompiliertes C++-Programm) |

Tabelle 2.19: Liste von Proxy-Hilfsprogrammen speziell für das Debian-Archiv



#### Achtung

Sollte Debian einmal seine Archivstruktur umorganisieren, benötigen diese spezialisierten Proxy-Hilfsprogramme eventuell eine Code-Änderung durch den Paketbetreuer und könnten eine Zeit lang nicht funktionsfähig sein. Generische Web-(http-)Proxy-Server sind andererseits robuster und können einfacher mit solchen Änderungen umgehen.

### 2.7.15 Weitere Lektüre zum Paketmanagement

Folgende Dokumentation bietet sich an, um mehr über das Paketmanagement zu lernen.

- Primäre Dokumentation zum Paketmanagement:
  - [aptitude\(8\)](#), [dpkg\(1\)](#), [tasksel\(8\)](#), [apt\(8\)](#), [apt-get\(8\)](#), [apt-config\(8\)](#), [apt-secure\(8\)](#), [sources.list\(5\)](#), [apt.conf\(5\)](#) und [apt\\_preferences\(5\)](#);
  - `/usr/share/doc/apt-doc/guide.html/index.html` und `/usr/share/doc/apt-doc/offline.html/index.html` aus dem `apt-doc`-Paket;
  - `/usr/share/doc/aptitude/html/en/index.html` aus dem `aptitude-doc-en`-Paket.
- Offizielle und detaillierte Dokumentation zum Debian-Archiv:
  - ["Debian Policy Manual Chapter 2 - The Debian Archive"](#)
  - ["Debian Entwickler-Referenz, Kapitel 4 - Ressourcen für Debian-Entwickler, 4.6 Das Debian-Archiv"](#)
  - ["Die Debian GNU/Linux-FAQ, Kapitel 6 - Die Debian FTP-Archive"](#)
- Anleitung zum Bau eines Debian-Pakets für Debian-Benutzer:
  - ["Debian-Leitfaden für Paketbetreuer"](#)

## Kapitel 3

# Die Systeminitialisierung

Als Systemadministrator sollten Sie grob wissen, wie das Debian-System gestartet und konfiguriert wird. Obwohl die genauen Details in den Quelldateien der installierten Pakete und deren Dokumentation zu finden sind, ist dies für die meisten von uns ein bisschen viel.

Hier ein knapper Überblick über die wichtigsten Dinge bei der Initialisierung eines Debian-Systems. Da dies ein bewegliches Ziel ist, sollten Sie die neueste Dokumentation lesen:

- Das [Debian Linux Kernel Handbook](#) ist die primäre Informationsquelle zum Debian-Kernel.
- [bootup\(7\)](#) beschreibt den System-Boot-Prozess basierend auf `systemd` (derzeitiges Debian-System).
- [boot\(7\)](#) beschreibt den System-Boot-Prozess basierend auf UNIX System V Release 4 (älteres Debian-System).

### 3.1 Ein Überblick über den Bootstrap-Prozess

Das Computer-System durchläuft verschiedene Phasen des [Bootstrap-Prozesses](#) vom Einschalten bis zur Bereitstellung des funktionalen Betriebssystems an den Benutzer.

Der Einfachheit halber beschränke ich meine Betrachtung auf die weit verbreitete PC-Plattform mit einer Standardinstallation.

Der typische Bootstrap-Prozess ist wie eine 4-stufige Rakete. Jede Stufe übergibt die Systemkontrolle an die jeweils nachfolgende Stufe:

- Abschnitt [3.1.1](#)
- Abschnitt [3.1.2](#)
- Abschnitt [3.1.3](#)
- Abschnitt [3.1.4](#)

Natürlich können diese unterschiedlich konfiguriert werden. Wenn Sie zum Beispiel Ihren eigenen Kernel kompilieren, werden Sie unter Umständen den Schritt mit dem Mini-Debian-System überspringen. Gehen Sie daher nicht davon aus, dass dies alles in Ihrem Fall zutrifft, solange Sie es nicht selbst überprüft haben.

### 3.1.1 Stufe 1: das UEFI

Das [Unified Extensible Firmware Interface \(UEFI\)](#) definiert als Teil der UEFI-Spezifikation einen Boot-Manager. Wenn ein Rechner eingeschaltet wird, ist dieser Boot-Manager die erste Stufe im Boot-Prozess; er prüft die Boot-Konfiguration und führt den dort festgelegten Betriebssystem-Bootloader bzw. Betriebssystem-Kern aus (normalerweise einen Bootloader). Die Boot-Konfiguration ist über Variablen definiert, die im NVRAM gespeichert sind; dazu gehören Variablen, die den Dateisystempfad zum Betriebssystem-Bootloader oder -Kern enthalten.

Eine [EFI System Partition \(ESP\)](#) ist eine spezielle Partition auf einem Datenspeicher auf UEFI-konformen Computersystemen. Nach dem Einschalten des Rechners greift die UEFI-Firmware auf die ESP zu. Auf ihr sind UEFI-Applikationen abgelegt sowie weitere Dateien, die von diesen Applikationen benötigt werden. Zu diesen Applikationen gehören auch die Betriebssystem-Bootloader. (Auf älteren PC-Systemen können auch das [BIOS](#) und der [MBR](#) zum Einsatz kommen.)

### 3.1.2 Stufe 2: der Bootloader

Der [Bootloader](#) ist die zweite Stufe des Boot-Prozesses und wird durch das UEFI gestartet. Er lädt das System-Kernel-Image und das [initrd](#)-Image in den Speicher und übergibt diesen die Kontrolle. Das [initrd](#)-Image ist ein Abbild des Wurzeldateisystems und seine Funktionalitäten hängen von dem verwendeten Bootloader ab.

Das Debian-System nutzt normalerweise den Linux-Kernel als Standard-Betriebssystem-Kern. Das [initrd](#)-Image für den aktuellen Linux-Kernel der Version 5.x ist technisch gesehen ein [initramfs](#)- (initial RAM Filesystem-) Image.

Es gibt mehrere Bootloader und Konfigurationsoptionen:

| Paket                           | Popcon                         | Größe                | initrd            | Bootloader                          | Beschreibung                                                                                                 |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">grub-efi-amd64</a>  | <a href="#">I:459</a>          | <a href="#">142</a>  | Unterstützt       | <a href="#">GRUB UEFI</a>           | Intelligenter Bootloader, der Festplattenpartitionen und Dateisysteme wie vfat, ext4 ... unterstützt (UEFI). |
| <a href="#">grub-pc</a>         | <a href="#">V:16, I:518</a>    | <a href="#">479</a>  | Unterstützt       | <a href="#">GRUB 2</a>              | Intelligenter Bootloader, der Festplattenpartitionen und Dateisysteme wie vfat, ext4 ... unterstützt (BIOS). |
| <a href="#">grub-rescue-pc</a>  | <a href="#">V:0.06, I:0.63</a> | <a href="#">7273</a> | Unterstützt       | <a href="#">GRUB 2</a>              | Dies ist das boot-fähige Rettungs-Image von GRUB 2 (CD und Diskette) (PC/BIOS-Version).                      |
| <a href="#">grml-rescueboot</a> | <a href="#">V:0.1, I:1.1</a>   | <a href="#">36</a>   | Nicht verfügbar   | <a href="#">GRUB 2 Plug-in</a>      | <a href="#">grml-rescueboot</a> fügt Live-Linux ISO-Images zum grub2-Bootmenü hinzu                          |
| <a href="#">syslinux</a>        | <a href="#">V:3, I:31</a>      | <a href="#">325</a>  | Unterstützt       | <a href="#">Isolinux</a>            | Unterstützt das ISO9660-Dateisystem. Dies wird von Boot-CDs verwendet.                                       |
| <a href="#">syslinux</a>        | <a href="#">V:3, I:31</a>      | <a href="#">325</a>  | Unterstützt       | <a href="#">Syslinux</a>            | Unterstützt das <a href="#">MSDOS-Dateisystem FAT</a> . Dies wird von Boot-Disketten verwendet.              |
| <a href="#">loadlin</a>         | <a href="#">V:0.04, I:0.42</a> | <a href="#">87</a>   | Unterstützt       | <a href="#">Loadlin</a>             | Das gewünschte Betriebssystem wird aus dem laufenden FreeDOS-/MSDOS-System heraus gestartet.                 |
| <a href="#">mbr</a>             | <a href="#">V:0.2, I:2.8</a>   | <a href="#">47</a>   | Nicht unterstützt | <a href="#">MBR von Neil Turton</a> | Dies ist freie Software, die den <a href="#">MSDOS-MBR</a> ersetzt. Unterstützt nur Festplattenpartitionen.  |

Tabelle 3.1: Liste der Bootloader

Auf UEFI-Systemen liest GRUB2 zuerst die ESP-Partition und verwendet die für `search.fs_uuid` in `"/boot/efi/EFI/debian/grub.cfg"` angegebene UUID, um die Partition von GRUB2's Menükonfigurations-Datei `"/boot/grub/grub.cfg"` zu bestimmen.

Der wichtigste Teil von GRUB2's Menükonfigurations-Datei sieht wie folgt aus:

```
menuentry 'Debian GNU/Linux' ... {
    load_video
    insmod gzio
    insmod part_gpt
    insmod ext2
    search --no-floppy --fs-uuid --set=root fe3e1db5-6454-46d6-a14c-071208ebe4b1
    echo 'Loading Linux 5.10.0-6-amd64 ...'
    linux /boot/vmlinuz-5.10.0-6-amd64 root=UUID=fe3e1db5-6454-46d6-a14c-071208ebe4b1 ↵
    ro quiet
    echo 'Loading initial ramdisk ...'
    initrd /boot/initrd.img-5.10.0-6-amd64
}
```

Dieser Teil von `/boot/grub/grub.cfg` hat folgende Bedeutung:

| Einstellung                                   | Wert                                                                             |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Geladene GRUB2-Module                         | gzio, part_gpt, ext2                                                             |
| verwendete Partition für das root-Dateisystem | Partition, die über UUID=fe3e1db5-6454-46d6-a14c-071208ebe4b1 identifiziert wird |
| Pfad zum Kernel-Image im root-Dateisystem     | /boot/vmlinuz-5.10.0-6-amd64                                                     |
| verwendete Kernel-Boot-Parameter              | "root=UUID=fe3e1db5-6454-46d6-a14c-071208ebe4b1 ro quiet"                        |
| Pfad zum initrd-Image im root-Dateisystem     | /boot/initrd.img-5.10.0-6-amd64                                                  |

Tabelle 3.2: Bedeutung der Bestandteile eines Menüeintrags in `/boot/grub/grub.cfg`

Auf einem Debian-System wird `"/boot/grub/grub.cfg"` von dem installierten GRUB-Paket (z.B. `grub-efi-amd64`) verwaltet und die direkte Modifizierung durch den Benutzer ist veraltet. Stattdessen sollten Sie die Konfigurationsdateien in `"/etc/grub.d/"` und `"/etc/default/grub"` anpassen. Danach konfigurieren Sie GRUBs Konfig-Dateien und aktualisieren die NVRAM-Variablen, um automatisch das Debian-System zu booten, indem Sie folgendes ausführen:

```
# dpkg-reconfigure grub-efi-amd64
```

**Tipp**  
Sie können die Anzeige von Kernel-Boot-Meldungen aktivieren, indem Sie das `quiet` aus der `"GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT"`-Zeile in `"/etc/default/grub"` entfernen.

**Tipp**  
Ein GRUB-Splash-Hintergrundbild fügen Sie hinzu, indem Sie die Grafikdatei in `"/boot/grub/"` ablegen.

Lesen Sie auch `"info grub"`, [grub-install\(8\)](#) und [grub-mkconfig\(8\)](#).

### 3.1.3 Stufe 3: das Mini-Debian-System

Das Mini-Debian-System ist die dritte Stufe des Boot-Prozesses und wird durch den Bootloader gestartet. Es lässt den System-Kernel mit seinem eigenen Wurzeldateisystem im Speicher laufen. Dies ist ein optionaler, vorbereitender Schritt des Boot-Prozesses.

---

**Anmerkung**

Der Begriff "Mini-Debian-System" wurde von dem Autor erfunden, um diese dritte Stufe des Boot-Prozesses in diesem Dokument zu beschreiben. Dieses System wird normalerweise [initrd](#)- oder [initramfs](#)-System genannt. Ein ähnliches System wird im Speicher auch durch den [Debian Installer](#) verwendet.

---

`/init` wird als erstes Programm aus diesem Wurzeldateisystem im Speicher ausgeführt. Es ist ein Programm, das den Kernel im Userspace initialisiert und die Kontrolle an die nächste Stufe übergibt. Dieses Mini-Debian-System bietet Flexibilität für den Boot-Prozess, um zum Beispiel Kernel-Module vor dem Hauptteil des Boot-Prozesses hinzuzufügen oder um das Wurzeldateisystem als verschlüsseltes Dateisystem einzubinden.

- `/init` ist ein Shell-Skript, wenn das `initramfs` durch `initramfs-tools` erstellt wurde.
  - Sie können diesen Teil des Boot-Prozesses unterbrechen, um eine root-Shell zu bekommen, indem Sie `break=init` usw. zu den Kernel-Boot-Parametern hinzufügen. Informationen zu weiteren Unterbrechungsmöglichkeiten finden Sie im `/init`-Skript. Diese Shell-Umgebung ist ausgeklügelt genug, um eine gute Überprüfung der Hardware Ihrer Maschine zu ermöglichen.
  - Die verfügbaren Befehle in diesem Mini-Debian-System gehen auf ein GNU-Werkzeug namens [busybox\(1\)](#) zurück und werden auch hauptsächlich von diesem bereitgestellt.
- `/init` ist ein binäres `systemd`-Programm, wenn das `initramfs` durch `dracut` erstellt wurde.
  - Befehle in diesem Mini-Debian-System sind in ihrer Funktionalität auf die [systemd\(1\)](#)-Umgebung reduziert.

**Achtung**

Sie müssen die Option `-n` für den `mount`-Befehl verwenden, wenn Sie sich im Nur-Lese-Wurzeldateisystem befinden.

---

### 3.1.4 Stufe 4: das normale Debian-System

Das normale Debian-System ist die vierte Stufe des Boot-Prozesses und wird von dem Mini-Debian-System gestartet. Der System-Kernel des Mini-Debian-Systems läuft in dieser Umgebung weiter. Das verwendete Wurzeldateisystem wird von dem im Arbeitsspeicher umgeschwenkt zu dem auf dem physischen Speichergerät.

Das Programm [init](#) wird als erstes Programm mit `PID=1` ausgeführt und erledigt die eigentliche Hauptarbeit beim Booten, das Starten verschiedener Programme. Der Standardpfad zum `init`-Programm ist `/usr/sbin/init`, aber er kann über einen Kernel-Boot-Parameter wie `init=/pfad/zum/init-programm` auch geändert werden.

`/usr/sbin/init` wurde nach Debian 8 Jessie (veröffentlicht in 2015) ein symbolischer Link auf `/lib/systemd/systemd`.

---

**Tipp**

Mittels `ps --pid 1 -f` können Sie überprüfen, welcher `init`-Befehl letztlich auf Ihrem System verwendet wird.

---

---

**Tipp**

Im [Debian Wiki unter BootProcessSpeedup](#) finden Sie aktuelle Tipps zur Beschleunigung des Boot-Prozesses.

---

| Paket                               | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                                                                       |
|-------------------------------------|----------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">systemd</a>             | V:920, I:979   | 11013 | Ereignis-basierter <a href="#">init(8)</a> -Daemon für gleichzeitige Ausführung (Alternative zu <a href="#">sysvinit</a> )         |
| <a href="#">cloud-init</a>          | V:3.6, I:6.7   | 3267  | Initialisierungssystem für Infrastruktur-Cloud-Instanzen                                                                           |
| <a href="#">systemd-sysv</a>        | V:912, I:981   | 76    | die Handbuchseiten und Links, die nötig sind, um <a href="#">sysvinit</a> durch <a href="#">systemd</a> zu ersetzen                |
| <a href="#">init-system-helpers</a> | V:585, I:988   | 131   | Hilfsprogramme, um zwischen <a href="#">sysvinit</a> und <a href="#">systemd</a> umschalten zu können                              |
| <a href="#">initscripts</a>         | V:16, I:59     | 197   | Skripte zur Initialisierung und zum Herunterfahren des Systems                                                                     |
| <a href="#">sysvinit-core</a>       | V:3.4, I:3.8   | 365   | System-V-ähnliche <a href="#">init(8)</a> -Werkzeuge                                                                               |
| <a href="#">sysv-rc</a>             | V:31, I:63     | 85    | System-V-ähnlicher Mechanismus zum Wechsel des Runlevels                                                                           |
| <a href="#">sysvinit-utils</a>      | V:722, I:1000  | 100   | System-V-ähnliche Werkzeuge ( <a href="#">startpar(8)</a> , <a href="#">bootlogd(8)</a> , ...)                                     |
| <a href="#">lsb-base</a>            | V:217, I:320   | 12    | Zur <a href="#">Linux Standard Base</a> 3.2 konforme <a href="#">init</a> -Skript-Funktionalität                                   |
| <a href="#">insserv</a>             | V:35, I:62     | 132   | Werkzeug, um die Boot-Reihenfolge unter Verwendung von LSB-konformen <a href="#">init.d</a> -Skript-Abhängigkeiten zu organisieren |
| <a href="#">kexec-tools</a>         | V:1.4, I:5.4   | 320   | Werkzeug für <a href="#">kexec(8)</a> -Neustarts (Warmstarts)                                                                      |
| <a href="#">systemd-bootchart</a>   | V:0.20, I:0.60 | 131   | Performance-Analyseprogramm für den Boot-Prozess                                                                                   |
| <a href="#">mingetty</a>            | V:0.1, I:2.5   | 36    | <a href="#">getty(8)</a> nur für die Konsole                                                                                       |
| <a href="#">mgetty</a>              | V:0.15, I:0.50 | 318   | Intelligenter <a href="#">getty(8)</a> -Ersatz für Modems                                                                          |

Tabelle 3.3: Liste von Boot-Hilfsprogrammen für das Debian-System

## 3.2 Das Rettungssystem



### Warnung

Führen Sie keine Systemadministrations-Arbeiten am Bootstrap-Prozess durch, wenn Sie kein Rettungssystem verfügbar haben.

Ein Rettungssystem in Reichweite zu haben, erlaubt es uns, folgende Dinge zu erledigen:

- Ein System von einer beschädigten Bootloader-Konfiguration zu booten;
- Eine beschädigte Bootloader-Konfiguration zu korrigieren;
- Extrahieren von Daten von einem nicht boot-fähigen System;
- Anpassen von Dateisystemen, Festplattenpartitionen und LVM-Volumes, inklusive dem root-Dateisystem.

Typischerweise wird ein Rettungssystem als ISO-Image-Datei bereitgestellt und auf einen Wechseldatenträger geschrieben, z.B.:

- auf einen [USB-Flash-Speicher](#), wie in Abschnitt [9.7.2](#);
- auf eine [CD](#) / [DVD](#), wie unter Abschnitt [9.7.7](#).

Der Einfachheit halber werden in den Beispielen hier Fälle für USB-Speicher aufgeführt, CDs oder DVDs könnten aber auch genutzt werden.

### Tipp

Das Booten einiger Bootloader von einem Wechseldatenträger erfordert eventuell die Anpassung bestimmter UEFI-NVRAM-Variablen.

### 3.2.1 GRUB UEFI-Rettungssystem auf USB

Ein GRUB UEFI-Rettungssystem mit Bootmenü kann gestartet werden, indem der Rechner eingeschaltet wird, während ein USB-Flash-Speicher mit dem "GRUB UEFI-Rettungssystem auf USB" eingesteckt ist.

Solch ein "GRUB UEFI-Rettungssystem auf USB" können Sie erstellen, indem Sie das [Super Grub2 Disk](#) ISO-Image auf [USB-Flash-Speicher](#) schreiben.

In dem Fall, dass die Bootloader-Konfiguration z.B. durch die Installation eines anderen Betriebssystems beschädigt wurde, können Sie dies beheben durch:

- Starten Sie das "GRUB UEFI-Rettungssystem", um automatisch boot-fähige, installierte Systeme zu detektieren.
- Starten Sie aus dem GRUB-Menü Ihr Debian-System.
- In der Linux-root-Shell geben Sie folgendes ein:

```
# dpkg-reconfigure grub-efi-amd64
```

---

#### Anmerkung

Sie können gemäß "info grub-mkrescue" auch ein boot-fähiges GRUB-Rettungs-Image erstellen. Es stellt eine textbasierte GRUB-Shell bereit, aber es kann nicht automatisch boot-fähige, installierte Betriebssysteme detektieren.

---

### 3.2.2 Linux Live-Rettungssystem auf USB

Ein Linux Live-Rettungssystem kann gestartet werden, indem der Rechner eingeschaltet wird, während ein USB-Flash-Speicher mit dem "Linux Live-Rettungssystem auf USB" eingesteckt ist.

Solch ein "Linux Live-Rettungssystem auf USB" wird erzeugt, indem ein Linux-Live ISO-Image auf einen [USB-Flash-Speicher](#) geschrieben wird. Hier einige Beispiele solcher Linux-Live-Images:

- [Debian Live-Images](#)
- [Kali Linux Live](#)
- [Grml Live Linux](#)

Einige Anwendungsfälle für solch ein Linux Live-Rettungssystem:

- Die defekte Bootloader-Konfiguration korrigieren, wenn diese durch die Installation eines anderen Betriebssystems beschädigt wurde:
  - Starten Sie das Linux Live-Rettungssystem;
  - Binden Sie die Partition von Ihrem nicht mehr startfähigen Debian-System, die das root-Dateisystem enthält, als "/mnt" ein.
  - In der Linux-root-Shell geben Sie folgendes ein:

```
# chroot /mnt; dpkg-reconfigure grub-efi-amd64
```

- Ein beschädigtes dpkg-Paket instandsetzen (ersetzen durch eine ältere Version):
    - Starten Sie das Linux Live-Rettungssystem;
    - Binden Sie die Partition Ihres Debian-Systems, die das root-Dateisystem enthält, als "/mnt" ein.
    - In der Linux-root-Shell geben Sie folgendes ein:
-



```
# dpkg --root /mnt -i /mnt/var/cache/apt/archives/dpkg_old_version_amd64.deb
```

- Durchführen von Änderungen, die normalerweise nicht erlaubt sind, wie Dateisystemoperationen am installierten System (siehe dazu Abschnitt 9.6):

**Warnung**

Die grafische Oberfläche Ihres Linux Live-Systems könnte gesperrt werden, wenn das System zu lange inaktiv war.

---

**Tipp**

- Es ist eine gute Idee, [ein Passwort zu vergeben, sobald Sie das Linux Live-System gestartet haben](#).
  - Sie können z.B. ein Passwort vergeben über "sudo passwd user" vom Benutzer-Shell-Prompt auf einer der virtuellen Konsolen (siehe dazu Abschnitt 1.1.6).
  - Einige Linux Live-Systeme setzen ein Passwort für den Standardbenutzer ("*Benutzer/Passwort*"): "Debian Live" = "user/live", "Kali Linux Live" = "kali/kali".
- 

### 3.2.3 Linux Live-Rettungssystem von GRUB

Dieses Linux Live-Rettungssystem kann über einen GRUB-Menüeintrag gestartet werden. Dazu müssen Sie die GRUB-Konfiguration wie folgt vorbereiten:

- Installieren Sie das Paket `grml-rescueboot`.
- Finden Sie ein Linux-Live ISO-Image, das `/boot/grub/loopback.cfg` enthält.
  - ISO-Images aus Abschnitt 3.2.2 enthalten solche eine `/boot/grub/loopback.cfg`.
- Kopieren Sie ein oder mehrere dieser Linux-Live ISO-Images in das `/boot/grml/`-Verzeichnis.
- Aktualisieren Sie das GRUB-Menü durch:

```
# dpkg-reconfigure grub-efi-amd64
```

Sobald Sie jetzt den Rechner einschalten, zeigt das GRUB-Menü mögliche Kandidaten für Linux Live-Rettungssysteme an.

## 3.3 Systemd

### 3.3.1 Systemd-Init

Wenn das Debian-System startet, wird `/usr/sbin/init` (ein symbolischer Link auf `/usr/lib/systemd`) gestartet als Init-System-Prozess mit der `PID=1`, Eigentümer ist `root` (`UID=0`). Lesen Sie dazu [systemd\(1\)](#).

Der `systemd-Init`-Prozess wird - basierend auf den Unit-Konfigurationsdateien (siehe [systemd.unit\(5\)](#)) - in mehrere parallele Prozesse aufgespalten; diese Konfigurationsdateien sind in deklarativem Stil geschrieben, im Unterschied zu dem prozeduralen Stil von `SysV`.

---

Die abgespalteten Prozesse werden in individuellen [Linux control groups](#) abgelegt, die nach der Unit benannt werden, zu der sie in der privaten systemd-Hierarchie gehören (siehe [cgroups](#) und Abschnitt 4.7.5).

Units für den System-Modus werden aus dem in [systemd.unit\(5\)](#) beschriebenen "System Unit Search Path" geladen. Die wichtigsten sind hier in der Reihenfolge ihrer Priorität aufgelistet:

- `/etc/systemd/system/*`: System-Units, erstellt vom Administrator
- `/run/systemd/system/*`: Runtime-Units
- `/lib/systemd/system/*`: System-Units, erstellt vom Distributions-Paketmanager

Deren Abhängigkeiten untereinander sind durch die Regeln "Wants=", "Requires=", "Before=", "After=", ... (siehe "MAPPING OF UNIT PROPERTIES TO THEIR INVERSES" in [systemd.unit\(5\)](#)) definiert. Die Ressourcen-Steuerung ist ebenfalls festgelegt (siehe [systemd.resource-control\(5\)](#)).

Die Endung der Unit-Konfigurationsdateien definiert ihren Typ wie folgt:

- **\*.service** beschreibt einen Prozess (Dienst), der von `systemd` gesteuert und überwacht wird. Siehe [systemd.service\(5\)](#).
- **\*.device** beschreibt ein Gerät, das im [sysfs\(5\)](#) als [udev\(7\)](#)-Gerätedatei abgebildet ist. Siehe [systemd.device\(5\)](#).
- **\*.mount** beschreibt einen Einbindungspunkt im System, der von `systemd` gesteuert und überwacht wird. Siehe [systemd.mount\(5\)](#).
- **\*.automount** beschreibt einen automatischen Einbindungspunkt im System, der von `systemd` gesteuert und überwacht wird. Siehe [systemd.automount\(5\)](#).
- **\*.swap** beschreibt ein Swap-Device oder eine Swap-Datei (zum Auslagern von Arbeitsspeicher auf eine Festplatte), die von `systemd` gesteuert und überwacht wird. Siehe [systemd.swap\(5\)](#).
- **\*.path** beschreibt einen Pfad im Dateisystem, der von `systemd` zum Zwecke der pfad-basierten Aktivierung überwacht wird. Siehe [systemd.path\(5\)](#).
- **\*.socket** beschreibt einen Socket, der von `systemd` zum Zwecke der socket-basierten Aktivierung gesteuert und überwacht wird. Siehe [systemd.socket\(5\)](#).
- **\*.timer** beschreibt einen Timer (Zeitgeber), der von `systemd` zum Zwecker der timer-basierten Aktivierung gesteuert und überwacht wird. Siehe [systemd.timer\(5\)](#).
- **\*.slice** verwaltet Ressourcen über [cgroups\(7\)](#). Siehe [systemd.slice\(5\)](#).
- **\*.scope** wird programmgesteuert über die Busschnittstellen von `systemd` erzeugt, um Systemprozesse zu verwalten. Siehe [systemd.scope\(5\)](#).
- **\*.target** fasst andere Unit-Konfigurationsdateien zu Gruppen zusammen, um Synchronisierungspunkte für den Startprozess zu erstellen. Siehe [systemd.target\(5\)](#).

Während des Systemstarts versucht der `systemd`-Prozess, das Target `/lib/systemd/system/default.target` (normalerweise ein symbolischer Link auf `graphical.target`) zu starten. Als erstes werden dabei einige spezielle Target-Units (siehe [systemd.special\(7\)](#)) wie `local-fs.target`, `swap.target` und `cryptsetup.target` aktiviert, um die Dateisysteme einzubinden. Dann werden über die Abhängigkeiten weitere Target-Units aktiviert. Details finden Sie in [bootup\(7\)](#).

`systemd` enthält Funktionalitäten, um die Rückwärtskompatibilität zu SysV zu gewährleisten. Boot-Skripte im SysV-Stil in `/etc/init.d/rc[0123456S].d/[KS]name` werden immer noch abgearbeitet, und [telinit\(8\)](#)-Befehle werden in Aktivierungsanforderungen für `systemd`-Units übersetzt.



#### Achtung

Die emulierten Runlevel 2 bis 4 verweisen über symbolische Links alle auf des gleiche `"multi-user.target"`.

---

### 3.3.2 Systemd-Login

Wenn sich ein Benutzer über [gdm3\(8\)](#), [sshd\(8\)](#) usw. am Debian-System anmeldet, wird `/lib/systemd/systemd --user` als User-Service-Manager-Prozess gestartet, Eigentümer ist der entsprechende Benutzer. Lesen Sie dazu [systemd\(1\)](#).

Der `systemd` User-Service-Manager-Prozess wird basierend auf den deklarativen Unit-Konfigurationsdateien (siehe [systemd.unit\(5\)](#) und `user@.service(5)`) in mehrere parallele Prozesse aufgespalten.

Units für den Benutzer-Modus werden aus dem in [systemd.unit\(5\)](#) beschriebenen "User Unit Search Path" geladen. Die wichtigsten sind hier in der Reihenfolge ihrer Priorität aufgelistet:

- `~/ .config/systemd/user/*`: Benutzer-Konfigurations-Units
- `/etc/systemd/user/*`: Benutzer-Units, erstellt vom Administrator
- `/run/systemd/user/*`: Runtime-Units
- `/lib/systemd/user/*`: Benutzer-Units, installiert vom Distributions-Paketmanager

Diese werden auf die gleiche Art verwaltet wie Abschnitt [3.3.1](#).

## 3.4 Die Kernel-Meldungen

Die angezeigten Fehlermeldungen des Kernels auf der Konsole können über einen Schwellwert gefiltert werden:

```
# dmesg -n3
```

| Wert | Name         | Bedeutung                                    |
|------|--------------|----------------------------------------------|
| 0    | KERN_EMERG   | System ist unbenutzbar                       |
| 1    | KERN_ALERT   | es ist unverzüglich eine Aktion erforderlich |
| 2    | KERN_CRIT    | Zustände mit kritischen Fehlern              |
| 3    | KERN_ERR     | Zustände mit Fehlern                         |
| 4    | KERN_WARNING | Zustände mit Warnungen                       |
| 5    | KERN_NOTICE  | normale, aber erwähnenswerte Zustände        |
| 6    | KERN_INFO    | rein informativ                              |
| 7    | KERN_DEBUG   | Nachrichten zur Fehlersuche/-eingrenzung     |

Tabelle 3.4: Liste der Schwellwerte zur Filterung von Kernel-Fehler-Meldungen

## 3.5 Die Systemmeldungen

Unter `systemd` werden sowohl Kernel- wie auch Systemmeldungen durch den Journal-Dienst `systemd-journald.service` (a.k.a `journald`) protokolliert, entweder in Form von Binärdaten unterhalb von `/var/log/journal` oder in flüchtigen Binärdaten in `/run/log/journal/`. Diese binären Protokolldaten können mit dem Befehl [journalctl\(1\)](#) abgefragt werden. Zum Beispiel erhalten Sie das Protokoll vom letzten Boot-Vorgang mit:

```
$ journalctl -b
```

Unter `systemd` könnte das System-Log-Werkzeug [rsyslogd\(8\)](#) deinstalliert sein. Falls es installiert ist, ändert sich sein Verhalten, so dass die volatilen binären Logdaten gelesen werden (statt `/dev/log`, was vor `systemd` der Standard war) und traditionelle permanente ASCII-Logdaten erstellt werden. Dies kann über `/etc/default/rsyslog` und `/etc/rsyslog.conf` sowohl für die Protokolldateien wie auch für die Bildschirmanzeige angepasst werden. Lesen Sie dazu [rsyslogd\(8\)](#) und [rsyslog.conf\(5\)](#) sowie auch Abschnitt [9.3.2](#).

| Tätigkeit                                                                                                   | Befehl                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Protokoll für Systemdienste und Kernel vom letzten Boot-Vorgang anzeigen                                    | <code>"journalctl -b --system"</code>     |
| Protokoll für Dienste des aktuellen Benutzers vom letzten Boot-Vorgang anzeigen                             | <code>"journalctl -b --user"</code>       |
| Protokollinformationen von "\$unit" vom letzten Boot-Vorgang anzeigen                                       | <code>"journalctl -b -u \$unit"</code>    |
| Protokollinformationen von "\$unit" vom letzten Boot-Vorgang anzeigen (im Stil von <code>"tail -f"</code> ) | <code>"journalctl -b -u \$unit -f"</code> |

Tabelle 3.5: Liste typischer `journalctl`-Befehle

## 3.6 Systemmanagement

`systemd` enthält nicht nur das eigentliche `init`-System zum Starten des Systems, sondern auch Funktionalitäten zum Systemmanagement mittels dem [`systemctl\(1\)`](#)-Befehl.

In obigen Beispielen kann `"$unit"` für einen einzelnen Unit-Namen stehen (ein Anhang wie `.service` oder `.target` ist dabei optional), oder auch für die Angabe mehrerer Units (über Suchmuster im Shell-Stil wie `"*"`, `"?"` oder `"["`), die [`fnmatch\(3\)`](#) verwenden; diese werden auf die primären Namen aller Units angewandt, die derzeit in den Arbeitsspeicher geladen sind).

Befehlen zum Ändern des Systemstatus wird typischerweise ein `"sudo"` vorangestellt, um die nötigen administrativen Rechte anzufordern.

Die Ausgabe von `"systemctl status $unit|$PID|$device"` nutzt farbige Punkte ("`●`"), um den Unit-Status kompakt zusammenzufassen.

- Ein weisser "`●`" steht für "inaktiv" oder "deaktiviert".
- Ein roter "`●`" steht für "fehlgeschlagen" oder "Fehler".
- Ein grüner "`●`" steht für "aktiv", "wird neu geladen" oder "wird aktiviert".

## 3.7 Weitere Systemüberwachungs-Werkzeuge

Hier eine Liste von weiteren Befehlsschnipseln zur Systemüberwachung unter `systemd`. Bitte lesen Sie die zugehörigen Handbuchseiten inklusive [`cgroups\(7\)`](#).

## 3.8 Systemkonfiguration

### 3.8.1 Der Rechnername

Der Kernel verwaltet den Rechnernamen (**hostname**) des Systems. Die durch `systemd-hostnamed.service` gestartete System-Unit setzt beim Systemstart den Rechnernamen auf den in `"etc/hostname"` festgelegten Wert. Diese Datei sollte **nur** den Rechnernamen des Systems enthalten, nicht einen vollqualifizierten Domänennamen.

Um den derzeitigen Rechnernamen auszugeben, führen Sie [`hostname\(1\)`](#) ohne ein Argument aus.

| <b>Tätigkeit</b>                                                                 | <b>Befehl</b>                             |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Alle verfügbaren Unit-Typen auflisten                                            | "systemctl list-units --type=help"        |
| Alle Target-Units im Arbeitsspeicher auflisten                                   | "systemctl list-units --type=target"      |
| Alle Service-Units im Arbeitsspeicher auflisten                                  | "systemctl list-units --type=service"     |
| Alle Device-Units im Arbeitsspeicher auflisten                                   | "systemctl list-units --type=device"      |
| Alle Mount-Units im Arbeitsspeicher auflisten                                    | "systemctl list-units --type=mount"       |
| Alle Socket-Units im Arbeitsspeicher auflisten                                   | "systemctl list-sockets"                  |
| Alle Timer-Units im Arbeitsspeicher auflisten                                    | "systemctl list-timers"                   |
| "\$unit" starten                                                                 | "systemctl start \$unit"                  |
| "\$unit" stoppen                                                                 | "systemctl stop \$unit"                   |
| Dienst-spezifische Konfiguration neu laden                                       | "systemctl reload \$unit"                 |
| "\$unit" stoppen und neu starten                                                 | "systemctl restart \$unit"                |
| "\$unit" starten und alle anderen stoppen                                        | "systemctl isolate \$unit"                |
| Zur grafischen Oberfläche wechseln (GUI-System)                                  | "systemctl isolate graphical"             |
| Zur Konsolenoberfläche wechseln (Mehrbenutzer-CLI-System)                        | "systemctl isolate multi-user"            |
| Zur Rettungssystem-Oberfläche wechseln (Einzelbenutzer-CLI-System)               | "systemctl isolate rescue"                |
| Kill-Signal an "\$unit" senden                                                   | "systemctl kill \$unit"                   |
| Prüfen, ob "\$unit" aktiv ist                                                    | "systemctl is-active \$unit"              |
| Prüfen, ob "\$unit" fehlgeschlagen ist                                           | "systemctl is-failed \$unit"              |
| Status von "\$unit \$PID device" prüfen                                          | "systemctl status \$unit \$PID \$device"  |
| Eigenschaften von "\$unit \$job" anzeigen                                        | "systemctl show \$unit \$job"             |
| Fehlgeschlagene "\$unit" zurücksetzen (Reset)                                    | "systemctl reset-failed \$unit"           |
| Abhängigkeiten aller Unit-Dienste auflisten                                      | "systemctl list-dependencies --all"       |
| Auf dem System installierte Unit-Dateien auflisten                               | "systemctl list-unit-files"               |
| "\$unit" aktivieren (symbolischen Link hinzufügen)                               | "systemctl enable \$unit"                 |
| "\$unit" deaktivieren (symbolischen Link entfernen)                              | "systemctl disable \$unit"                |
| "\$unit" zum Starten bereit machen (symbolischen Link auf "/dev/null" entfernen) | "systemctl unmask \$unit"                 |
| "\$unit" am Starten hindern (symbolischen Link auf "/dev/null" hinzufügen)       | "systemctl mask \$unit"                   |
| Aktuelles default-Target abrufen                                                 | "systemctl get-default"                   |
| default-Target auf "graphical" setzen (grafische Oberfläche, GUI)                | "systemctl set-default graphical"         |
| default-Target auf "multi-user" setzen (Konsolenoberfläche, CLI)                 | "systemctl set-default multi-user"        |
| Job-Umgebungseinstellungen anzeigen                                              | "systemctl show-environment"              |
| Job-Umgebungseinstellung "variable" auf "wert" setzen                            | "systemctl set-environment variable=wert" |
| Job-Umgebungseinstellung "variable" löschen                                      | "systemctl unset-environment variable"    |
| Alle Unit-Dateien und Daemons neu laden                                          | "systemctl daemon-reload"                 |
| System herunterfahren                                                            | "systemctl poweroff"                      |
| System herunterfahren und neu starten (Reboot)                                   | "systemctl reboot"                        |
| System in Standby setzen (Suspend)                                               | "systemctl suspend"                       |
| System in Ruhezustand setzen (Hibernate)                                         | "systemctl hibernate"                     |

Tabelle 3.6: Liste typischer systemctl-Befehle

| Tätigkeit                                                           | Befehl                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Dauer der einzelnen Initialisierungsschritte anzeigen               | "systemd-analyze time"                                 |
| Alle Units auflisten, sortiert nach der Dauer ihrer Initialisierung | "systemd-analyze blame"                                |
| "\$unit"-Datei laden und auf Fehler prüfen                          | "systemd-analyze verify \$unit"                        |
| Kurze Statusinformationen zum Benutzer der Sitzung vom Aufrufer     | "loginctl user-status"                                 |
| Kurze Statusinformationen zur Sitzung vom Aufrufer                  | "loginctl session-status"                              |
| Boot-Prozess nachverfolgen über <a href="#">cgroups</a>             | "systemd-cgls"                                         |
| Boot-Prozess nachverfolgen über <a href="#">cgroups</a>             | "ps xawf -eo pid,user,cgroup,args"                     |
| Boot-Prozess nachverfolgen über <a href="#">cgroups</a>             | <a href="#">sysfs</a> unter "/sys/fs/cgroup/" auslesen |

Tabelle 3.7: Liste weiterer Überwachungsbefehle unter systemd

### 3.8.2 Das Dateisystem

Die Optionen zum Einbinden normaler Festplatten- und Netzwerkdateisysteme werden in "/etc/fstab" festgelegt. Siehe [fstab\(5\)](#) und Abschnitt 9.6.7.

Die Konfiguration verschlüsselter Dateisysteme ist in "/etc/crypttab" abgelegt. Siehe [crypttab\(5\)](#).

Software-RAID mit [mdadm\(8\)](#) wird in "/etc/mdadm/mdadm.conf" konfiguriert. Siehe [mdadm.conf\(5\)](#).



#### Warnung

Bei jedem Systemstart werden nach dem Einbinden aller Dateisysteme temporäre Dateien in "/tmp", "/var/lock" und "/var/run" gelöscht.

### 3.8.3 Initialisierung der Netzwerkschnittstellen

Auf modernen Debian-Desktop-Systemen mit systemd erfolgt die Initialisierung von Netzwerkschnittstellen für die Loopback-Schnittstelle lo typischerweise durch "networking.service" und für andere Schnittstellen durch "NetworkManager.service". Details zur Konfiguration finden Sie in Kapitel 5.

### 3.8.4 Initialisierung eines Cloud-Systems

Die Cloud-System-Instanz kann als Klon der "[Debian Official Cloud Images](#)" oder ähnlicher Images ausgeführt werden. Für solche Systeminstanzen können persönliche Anpassungen wie Rechnername, Dateisystem, Netzwerk, Locale, SSH-Schlüssel, Benutzer und Gruppen über Funktionalitäten aus den Paketen `cloud-init` und `netplan.io` konfiguriert werden. Dabei werden mehrere Datenquellen genutzt, wie Dateien, die im Original-System-Image liegen, und externe Daten, die beim Start der Instanz bereitgestellt werden. Diese Pakete verwenden eine deklarative Systemkonfiguration mittels [YAML](#)-Daten.

Näheres finden Sie unter "[Cloud Computing with Debian and its descendants](#)", "[Cloud-init-Dokumentation](#)" und Abschnitt 5.4.

### 3.8.5 Anpassungsbeispiel zur Optimierung des sshd-Dienstes

Bei einer Standardinstallation werden viele Netzwerkdienste (siehe Kapitel 6) von systemd durch `network.target` als Daemon-Prozess gestartet. "sshd" ist hier keine Ausnahme. Als Beispiel dafür, wie man so etwas anpassen kann, wollen wir zeigen, wie Sie "sshd" so ändern, dass er nur auf Anfrage (on-demand) startet.

Als erstes deaktivieren Sie die entsprechende Dienst-Unit:

```
$ sudo systemctl stop sshd.service
$ sudo systemctl mask sshd.service
```

Der klassische Weg zur on-demand-Aktivierung von Sockets führte früher über den `inetd`- (oder `xinetd`)-Superserver. Unter `systemd` kann dies über das Hinzufügen von **\*.socket** und **\*.service** Unit-Konfigurationsdateien erreicht werden.

Eine `sshd.socket` anlegen zur Spezifizierung eines Sockets, der auf Anfragen überwacht wird:

```
[Unit]
Description=SSH Socket for Per-Connection Servers

[Socket]
ListenStream=22
Accept=yes

[Install]
WantedBy=sockets.target
```

Und eine `sshd@.service` als Dienste-Datei passend zu `sshd.socket`:

```
[Unit]
Description=SSH Per-Connection Server

[Service]
ExecStart=-/usr/sbin/sshd -i
StandardInput=socket
```

Dann muss der Dienst neu geladen werden:

```
$ sudo systemctl daemon-reload
```

## 3.9 Das udev-System

Das [udev-System](#) bietet seit dem Linux-Kernel 2.6 Mechanismen zur automatischen Hardware-Erkennung und -initialisierung (lesen Sie dazu [udev\(7\)](#)). Nach der Erkennung eines Gerätes durch den Kernel startet das udev-System einen User-Prozess. Dieser verwendet Informationen aus dem [sysfs](#)-Dateisystem (Näheres in Abschnitt [1.2.12](#)), lädt über den Befehl [modprobe\(8\)](#) benötigte Kernel-Module, die die Hardware unterstützen (Details in Abschnitt [3.10](#)), und erstellt die zugehörigen Geräteknoten (device nodes).

### Tipp

Falls `/lib/modules/kernel-version/modules.dep` mittels [depmod\(8\)](#) aus irgendeinem Grund nicht korrekt erstellt wurde, könnte es beim Laden der Module durch das udev-System Probleme geben. Führen Sie `depmod -a` aus, um dies zu beheben.

Für die Regeln zum Einbinden von Dateisystemen in `/etc/fstab` müssen Geräteknoten nicht fest zugeordnet sein. Sie können auch [UUIDs](#) verwenden, um Geräte einzubinden, statt der Gerätenamen wie `/dev/sda`. Lesen Sie dazu Abschnitt [9.6.3](#).

Da das udev-System immer ein wenig im Wandel ist, überlasse ich die Details anderen Dokumenten und beschränke mich hier auf das Nötigste.



### Warnung

Versuchen Sie nicht, lange laufende Programme wie Backup-Skripte mit `RUN` in udev-Regeln zu starten, wie in [udev\(7\)](#) erwähnt. Erstellen Sie stattdessen eine saubere [systemd.service\(5\)](#)-Datei und aktivieren Sie diesen Service. Lesen Sie dazu Abschnitt [10.2.3.2](#).

## 3.10 Die Kernel-Modul-Initialisierung

Das [modprobe\(8\)](#)-Programm erlaubt es, einen laufenden Linux-Kernel über einen User-Prozess zu konfigurieren, indem Kernel-Module hinzugefügt und entfernt werden. Das udev-System (Näheres in Abschnitt [3.9](#)) automatisiert dessen Aufruf, um bei der Initialisierung des Kernel-Moduls zu helfen.

Es gibt Module, die nicht zu bestimmter Hardware gehören, sowie spezielle Hardware-Treibermodule wie die folgenden, die im Voraus geladen werden müssen, indem Sie in die Datei `/etc/modules` eingetragen werden (Details in [modules\(5\)](#)):

- [TUN/TAP](#)-Module, die ein virtuelles Point-to-Point Netzwerkgerät (TUN) und ein virtuelles Ethernet-Netzwerkgerät (TAP) bereitstellen;
- [netfilter](#)-Module, die Netfilter-Firewall-Funktionalitäten bereitstellen (lesen Sie dazu [iptables\(8\)](#) und Abschnitt [5.7](#));
- [watchdog timer](#)-Treibermodule.

Die Konfigurationsdateien für das [modprobe\(8\)](#)-Programm sind unterhalb des `/etc/modprobes.d/`-Verzeichnisses abgelegt, wie in [modprobe.conf\(5\)](#) beschrieben. (Falls Sie vermeiden möchten, dass einige Kernel-Module automatisch geladen werden, sollten Sie erwägen, diese in die Datei `/etc/modprobes.d/blacklist` einzutragen.)

Die Datei `/lib/modules/version/modules.dep` (erzeugt durch das Programm [depmod\(8\)](#)) beschreibt Abhängigkeiten zwischen den Modulen; diese Abhängigkeiten werden von [modprobe\(8\)](#) genutzt.

---

### Anmerkung

Wenn Sie Probleme beim Laden von Modulen feststellen, entweder während des Systemstarts oder beim Nachladen mit [modprobe\(8\)](#), kann `depmod -a` diese Probleme möglicherweise durch Neuerstellung der `modules.dep`-Datei beheben.

---

Der Befehl [modinfo\(8\)](#) zeigt Informationen über ein Linux-Kernel-Modul an.

Das [lsmod\(8\)](#)-Programm formatiert den Inhalt von `/proc/modules` zu einer hübschen Ausgabe, um anzuzeigen, welche Kernel-Module gerade geladen sind.

---

### Tipp

Sie können die Hardware in Ihrem System exakt identifizieren. Lesen Sie dazu Abschnitt [9.5.3](#).

Möglicherweise wollen Sie Hardware während des Systemstarts konfigurieren, um bestimmte erwartete Hardware-Funktionalitäten zu aktivieren. Näheres finden Sie in Abschnitt [9.5.4](#).

Unterstützung für spezielle Geräte können Sie unter Umständen durch Neukompilieren des Kernels hinzufügen. Details finden Sie in Abschnitt [9.10](#).

---



## Kapitel 4

# Authentifizierung und Zugriffskontrolle

Wenn eine Person (oder ein Programm) Zugriff auf das System erlangen möchte, wird über die Authentifizierung kontrolliert, ob der Identität vertraut werden kann.



### Warnung

Konfigurationsfehler von PAM können Sie aus Ihrem eigenen System aussperren. Sie müssen eine Rettungs-CD zur Hand haben oder eine alternative Boot-Partition einrichten. Um das System wiederherzustellen, booten Sie das System damit und korrigieren Sie alles Nötige von dort.

## 4.1 Normale Unix-Authentifizierung

Die normale Unix-Authentifizierung wird über das Modul [pam\\_unix\(8\)](#) von [PAM \(Pluggable Authentication Modules\)](#) bereitgestellt. Dessen drei wichtige Konfigurationsdateien (mit durch ":" getrennten Einträgen) sind:

| Datei       | Berechtigung | Benutzer | Gruppe | Beschreibung                                 |
|-------------|--------------|----------|--------|----------------------------------------------|
| /etc/passwd | -rw-r--r--   | root     | root   | (bereinigte) Informationen zum Benutzerkonto |
| /etc/shadow | -rw-r-----   | root     | shadow | geschützte Informationen zum Benutzerkonto   |
| /etc/group  | -rw-r--r--   | root     | root   | Informationen zur Gruppe                     |

Tabelle 4.1: Wichtige Konfigurationsdateien für [pam\\_unix\(8\)](#)

"/etc/passwd" enthält Folgendes:

```
...
user1:x:1000:1000:User1 Name,,,:/home/user1:/bin/bash
user2:x:1001:1001:User2 Name,,,:/home/user2:/bin/bash
...
```

Wie in [passwd\(5\)](#) beschrieben haben die durch ":" separierten Einträge dieser Datei folgende Bedeutungen:

- Benutzername (Login-Name);
- Eintrag zur Passwortspezifikation;
- numerische Benutzer-ID;

- numerische Gruppen-ID;
- Name oder Kommentarfeld;
- Home-Verzeichnis des Benutzers;
- optionale Angabe des Befehlsinterpreters für den Benutzer.

Der zweite Eintrag von `/etc/passwd` wurde früher für das verschlüsselte Passwort benutzt. Seit der Einführung von `/etc/shadow` enthält er die Passwortspezifikation:

| Inhalt | Bedeutung                                                            |
|--------|----------------------------------------------------------------------|
| (leer) | Konto ohne Passwort                                                  |
| x      | das verschlüsselte Passwort ist in <code>/etc/shadow</code> abgelegt |

Tabelle 4.2: Inhalt des zweiten Eintrags in `/etc/passwd`

`/etc/shadow` enthält Folgendes:

```
...
user1:$1$Xop0FYH9$IfxyQwBe9b8tiyIkt2P4F/:13262:0:99999:7:::
user2:$1$vXGZLVbS$ElyErNf/agUDsm1DehJMS/:13261:0:99999:7:::
...
```

Wie in [shadow\(5\)](#) beschrieben haben die durch `:` separierten Einträge dieser Datei folgende Bedeutungen:

- Benutzername (Login-Name);
- verschlüsseltes Passwort (das `$1$` am Anfang zeigt die Verwendung der MD5-Verschlüsselung an; `*` steht für "kein Login");
- Datum der letzten Passwortänderung, ausgedrückt als Anzahl der Tage seit dem 1. Januar 1970;
- Anzahl der Tage, die der Benutzer vor der erneuten Änderung des Passworts warten muss;
- Anzahl der Tage, nach denen der Benutzer das Passwort ändern muss;
- Anzahl der Tage vor dem Verfall des Passworts, während derer der Benutzer vor dem Passwortverfall gewarnt wird;
- Anzahl der Tage, während derer das Passwort noch akzeptiert wird, obwohl es abgelaufen ist;
- Datum, an dem das Konto abläuft, ausgedrückt als Anzahl der Tage seit dem 1. Januar 1970.
- ...

`/etc/group` enthält Folgendes:

```
group1:x:20:user1,user2
```

Wie in [group\(5\)](#) beschrieben haben die durch `:` separierten Einträge dieser Datei folgende Bedeutungen:

- Gruppenname;
- verschlüsseltes Passwort (nicht wirklich benutzt);
- numerische Gruppen-ID;
- durch `,` getrennte Liste von Benutzernamen.

---

**Anmerkung**

"/etc/gshadow" bietet für "/etc/group" ähnliche Funktionalität wie "/etc/shadow", diese wird aber nicht wirklich genutzt.

---

---

**Anmerkung**

Die aktuelle Gruppenmitgliedschaft eines Benutzers kann dynamisch angepasst werden, wenn eine Zeile mit "auth optional pam\_group.so" zu "/etc/pam.d/common-auth" hinzugefügt wird und wenn dies in "/etc/security/group.conf" gesetzt ist. Lesen Sie dazu [pam\\_group\(8\)](#).

---

---

**Anmerkung**

Das base-passwd-Paket enthält eine verbindliche Liste von Benutzern und Gruppen: "/usr/share/doc/base-passwd/users-and-groups.html".

---

## 4.2 Verwalten von Konten- und Passwortinformationen

Hier einige erwähnenswerte Befehle zur Verwaltung von Konteninformationen:

| Befehl                                         | Funktion                                                                     |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <code>getent passwd <i>benutzername</i></code> | Konteninformationen von <i>benutzername</i> anzeigen                         |
| <code>getent shadow <i>benutzername</i></code> | durch shadow geschützte Konteninformationen von <i>benutzername</i> anzeigen |
| <code>getent group <i>gruppenname</i></code>   | Gruppeninformationen von <i>gruppenname</i> anzeigen                         |
| <code>passwd</code>                            | Passwort für das Konto verwalten                                             |
| <code>passwd -e</code>                         | Einmal-Passwort für die Kontenaktivierung setzen                             |
| <code>chage</code>                             | Alterungsinformationen des Passworts verwalten                               |

Tabelle 4.3: Liste von Befehlen zur Verwaltung von Konteninformationen

Sie benötigen für einige Funktionen root-Privilegien. Lesen Sie [crypt\(3\)](#) für Informationen zur Passwort- und Datenverschlüsselung.

---

**Anmerkung**

Auf Systemen, die mit PAM und NSS eingerichtet sind, wie der Debian-Salsa-Maschine, wird der Inhalt der lokalen Dateien "/etc/passwd", "/etc/group" und "/etc/shadow" auf dem System unter Umständen nicht aktiv verwendet. Obige Befehle sind aber auch in solchen Umgebungen gültig.

---

## 4.3 Ein gutes Passwort

Bei der Erstellung eines Kontos während der Systeminstallation oder mit dem [passwd\(1\)](#)-Befehl sollten Sie ein [gutes Passwort](#) auswählen, das aus mindestens sechs bis acht Zeichen besteht und ein oder mehrere Zeichen aus folgenden Gruppen enthält (gemäß [passwd\(1\)](#)):

- Kleinbuchstaben;
  - Ziffern zwischen 0 und 9;
  - Satzzeichen.
-

**Warnung**

Wählen Sie keine Wörter für das Passwort, die erraten werden könnten: Kontoname, Sozialversicherungsnummer, Telefonnummer, Adresse, Geburtstag, Name von Familienmitgliedern oder Haustieren, Wörter, die in Lexika auftauchen, einfache Zeichenfolgen wie "12345" oder "qwerty", ... alle diese sind eine schlechte Wahl für ein Passwort.

## 4.4 Verschlüsselte Passwörter erstellen

Es gibt mehrere unabhängige Werkzeuge, um [verschlüsselte Passwörter mit Salz](#) zu erzeugen:

| Paket                   | Popcon       | Größe | Befehl            | Funktion                                                                  |
|-------------------------|--------------|-------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">whois</a>   | V:23, I:210  | 384   | mkpasswd          | best-ausgestattetes Frontend für die <a href="#">crypt(3)</a> -Bibliothek |
| <a href="#">openssl</a> | V:855, I:997 | 2532  | openssl<br>passwd | Passwort-Hashes berechnen (OpenSSL).<br>passwd(1ssl)                      |

Tabelle 4.4: Liste der Werkzeuge zur Passwörterzeugung

## 4.5 PAM und NSS

Moderne [Unix-ähnliche](#) Systeme wie Debian stellen dem lokalen Systemadministrator die Mechanismen [PAM \(Pluggable Authentication Modules\)](#) und [NSS \(Name Service Switch\)](#) zur Systemkonfiguration bereit. Deren Funktionen können wie folgt zusammengefasst werden:

- PAM bietet flexible Authentifizierungsmechanismen, die von Anwendungen genutzt werden, und integriert daher auch den Austausch von Passwortdaten.
- NSS besitzt einen flexiblen Name-Service-Mechanismus, der oft von der [C-Standard-Bibliothek](#) genutzt wird, um die Benutzer- und Gruppennamen für Programme wie [ls\(1\)](#) und [id\(1\)](#) einzuholen.

Diese PAM- und NSS-Systeme müssen konsistent konfiguriert sein.

Hier einige erwähnenswerte Pakete von PAM- und NSS-Systemen:

- Der "Linux-PAM System Administrators' Guide" in `libpam-doc` ist zum Erlernen der PAM-Konfiguration unerlässlich.
- Zum Erlernen der NSS-Konfiguration ist der Abschnitt "System Databases and Name Service Switch" in `glibc-doc-ref` unerlässlich.

**Anmerkung**

Eine ausführlichere und aktuellere Liste bekommen Sie mit dem Befehl `"aptitude search 'libpam-|libnss-'"`. Die Abkürzung NSS kann auch "Network Security Service" bedeuten, was etwas anderes ist als "Name Service Switch".

**Anmerkung**

PAM ist der grundlegendste Weg, um Umgebungsvariablen für jegliche Programme mit einem systemweiten Standardwert vorzubelegen.

Unter [systemd](#) ist das Paket `libpam-systemd` installiert, um die Login-Informationen der Benutzer zu verwalten; dazu werden die Nutzersitzungen in der `systemd`-Kontrollgruppen-Hierarchie für [logind](#) registriert. Details finden Sie in [systemd-logind\(8\)](#), [logind.conf\(5\)](#) und [pam\\_systemd\(8\)](#).

| Paket                               | Popcon           | Größe | Beschreibung                                                                                   |
|-------------------------------------|------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">libpam-modules</a>      | V:941,<br>I:1000 | 892   | Pluggable Authentication Modules (grundlegende Dienste)                                        |
| <a href="#">libpam-ldapd</a>        | V:7, I:13        | 79    | Pluggable Authentication Module, das LDAP-Schnittstellen erlaubt                               |
| <a href="#">libpam-systemd</a>      | V:747, I:967     | 785   | Pluggable Authentication Module zur Registrierung von Nutzersitzungen für <code>logind</code>  |
| <a href="#">libpam-doc</a>          | I:7.5            | 1492  | Pluggable Authentication Modules (Dokumentation in html- und Textform)                         |
| <a href="#">libc6</a>               | V:942,<br>I:1000 | 5481  | GNU-C-Bibliothek: Programmbibliothek, die auch einen "Name Service Switch"-Dienst bereitstellt |
| <a href="#">glibc-doc</a>           | I:5.4            | 3926  | GNU-C-Bibliothek: Handbuchseiten                                                               |
| <a href="#">glibc-doc-reference</a> | I:3.2            | 14764 | GNU-C-Bibliothek: Referenzhandbuch im info-, pdf- und html-Format (nicht-frei)                 |
| <a href="#">libnss-mdns</a>         | V:282, I:502     | 142   | NSS-Modul für Multicast-DNS-Namensauflösung                                                    |
| <a href="#">libnss-ldapd</a>        | V:8, I:16        | 131   | NSS-Modul, um LDAP als Namensdienst zu verwenden                                               |

Tabelle 4.5: Liste von PAM- und NSS-Systemen

### 4.5.1 Konfigurationsdateien, auf die PAM und NSS zugreifen

Hier einige erwähnenswerte Konfigurationsdateien, die von PAM und NSS genutzt werden:

Einschränkungen bei der Passwortauswahl sind über die PAM-Module [pam\\_unix\(8\)](#) und [pam\\_cracklib\(8\)](#) implementiert. Diese können über deren Argumente konfiguriert werden.

---

#### Tipp

PAM-Module verwenden den Anhang ".so" für ihre Dateinamen.

---

### 4.5.2 Modernes zentralisiertes Systemmanagement

Ein [Lightweight Directory Access Protocol \(LDAP\)](#)-Server erlaubt modernes zentralisiertes Systemmanagement und somit die Administrierung vieler Unix-ähnlicher und nicht-Unix-Systeme über das Netzwerk. Die quelloffene Implementation des Lightweight Directory Access Protocol ist [OpenLDAP](#).

Der LDAP-Server stellt die Konteninformationen auf Debian-Systemen durch die Nutzung von PAM und NSS über die `libpam-ldapd`- und `libnss-ldapd`-Pakete bereit. Verschiedene Aktionen sind nötig, um dies zu aktivieren. (Ich verwende dieses Setup nicht, daher stammen diese Informationen komplett aus zweiter Hand. Bitte beachten Sie das beim Lesen dieses Abschnitts.)

- Richten Sie einen zentralisierten LDAP-Server ein, indem Sie ein Programm wie den eigenständigen LDAP-Daemon [slapd\(8\)](#) starten.
  - Ändern Sie die PAM-Konfigurationsdateien im Verzeichnis `/etc/pam.d/`, um `"pam_ldap.so"` statt dem Standard `"pam_unix.so"` zu verwenden.
  - Ändern Sie die NSS-Konfiguration in der Datei `/etc/nsswitch.conf`, um `"ldap"` statt dem Standard (`"compat"` oder `"file"`) zu verwenden.
  - Richten Sie es so ein, dass `libpam-ldapd` [SSL- \(oder TLS-\)](#)Verbindungen verwendet, um die Passwortsicherheit zu gewährleisten.
  - Richten Sie es so ein, dass `libnss-ldapd` [SSL- \(oder TLS-\)](#)Verbindungen verwendet, um die Unversehrtheit der Daten sicherzustellen (auch wenn dies zusätzlichen LDAP-Netzwerk-Overhead verursacht).
-

| Konfigurationsdatei             | Funktion                                                                                                                                       |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| /etc/pam.d/ <i>programmname</i> | Einrichtung der PAM-Konfiguration für das Programm <i>programmname</i> ; lesen Sie dazu <a href="#">pam(7)</a> und <a href="#">pam.d(5)</a>    |
| /etc/nsswitch.conf              | Einrichtung der NSS-Konfiguration mit Einträgen für die jeweiligen Dienste; lesen Sie dazu <a href="#">nsswitch.conf(5)</a>                    |
| /etc/nologin                    | Einschränkung der Benutzeranmeldung über das <a href="#">pam_nologin(8)</a> -Modul                                                             |
| /etc/securetty                  | Einschränkung des tty für den root-Zugriff durch das <a href="#">pam_securetty(8)</a> -Modul                                                   |
| /etc/security/access.conf       | Zugriffsbeschränkungen setzen über das <a href="#">pam_access(8)</a> -Modul                                                                    |
| /etc/security/group.conf        | Einschränkungen für Gruppen setzen über das <a href="#">pam_group(8)</a> -Modul                                                                |
| /etc/security/pam_env.conf      | Umgebungsvariablen setzen über das <a href="#">pam_env(8)</a> -Modul                                                                           |
| /etc/environment                | Zusätzliche Umgebungsvariablen setzen über das <a href="#">pam_env(8)</a> -Modul mit dem Argument "readenv=1"                                  |
| /etc/default/locale             | Setzen der Locale (Gebietsschema) über das <a href="#">pam_env(8)</a> -Modul mit dem Argument "readenv=1 envfile=/etc/default/locale" (Debian) |
| /etc/security/limits.conf       | Beschränkungen für Ressourcen (ulimit, core, ...) setzen über das <a href="#">pam_limits(8)</a> -Modul                                         |
| /etc/security/time.conf         | Zeitbeschränkungen setzen über das <a href="#">pam_time(8)</a> -Modul                                                                          |
| /etc/systemd/logind.conf        | systemd Login-Manager-Konfiguration setzen (siehe <a href="#">logind.conf(5)</a> und <a href="#">systemd-logind.service(8)</a> )               |

Tabelle 4.6: Liste von Konfigurationsdateien, auf die PAM und NSS zugreifen

- Sie sollten [nscd\(8\)](#) lokal ausführen, um alle Antworten auf LDAP-Anfragen zwischenspeichern; dies reduziert den LDAP-Netzwerkverkehr.

Lesen Sie die Dokumentation in [nsswitch.conf\(5\)](#), [pam.conf\(5\)](#), [ldap.conf\(5\)](#) und `/usr/share/doc/libpam-doc/html/` aus dem `libpam-doc`-Paket sowie `info libc 'Name Service Switch'`, bereitgestellt durch das Paket `glibc-doc`.

Ähnlich zu diesem Verfahren können Sie auch alternative zentralisierte Systeme mit anderen Methoden einrichten:

- Verflechtung von Benutzer- und Gruppeninformationen mit Windows-Systemen
  - Zugriff auf [Windows Domain](#)-Dienste mittels der Pakete `winbind`- und `libpam_winbind`;
  - Lesen Sie dazu [winbindd\(8\)](#) und [Integrating MS Windows Networks with Samba](#).
- Verflechtung von Benutzer- und Gruppeninformationen mit Unix-ähnlichen Systemen
  - Zugriff auf [NIS](#) (ursprünglich [YP](#) genannt) oder [NIS+](#) mittels dem `nis`-Paket;
  - Lesen Sie dazu das [Linux NIS\(YP\)/NIS/NIS+ HOWTO](#).

### 4.5.3 "Warum unterstützt GNU su nicht die wheel-Gruppe"

Dies ist eine bekannte Redewendung am Ende der alten `info su`-Seite von Richard M. Stallman. Aber keine Sorge: der aktuelle `su`-Befehl in Debian nutzt PAM, so dass man die Erlaubnis zur Nutzung von `su` auf die `root`-Gruppe beschränken kann, indem die Zeile mit `"pam_wheel.so"` in `/etc/pam.d/su` aktiviert wird.

### 4.5.4 Schärfere Passwortregeln

Die Installation des `libpam-cracklib`-Pakets ermöglicht Ihnen, schärfere Regeln für Passwörter vorzuschreiben.

Auf einem typischen GNOME-System, auf dem automatisch `libpam-gnome-keyring` installiert wird, sieht `/etc/pam.d/` wie folgt aus:

```
# here are the per-package modules (the "Primary" block)
password requisite pam_cracklib.so retry=3 minlen=8 difok=3
password [success=1 default=ignore] pam_unix.so obscure use_authtok try_first_pass ↵
    yescrypt
# here's the fallback if no module succeeds
password requisite pam_deny.so
# prime the stack with a positive return value if there isn't one already;
# this avoids us returning an error just because nothing sets a success code
# since the modules above will each just jump around
password required pam_permit.so
# and here are more per-package modules (the "Additional" block)
password optional pam_gnome_keyring.so
# end of pam-auth-update config
```

## 4.6 Sicherheit der Authentifizierung

### Anmerkung

Die Informationen hier sind für Ihre Sicherheitsbedürfnisse **möglicherweise nicht passend**, aber sie sollten für den Anfang **eine gute Basis** sein.

### 4.6.1 Sicheres Passwort im Internet

Viele beliebte Transport-Layer-Dienste kommunizieren Nachrichten inklusive der Passwort-Authentifizierung im Klartext. Es ist eine sehr schlechte Idee, Passwörter im Klartext über das wilde Internet zu übertragen, wo es abgehört werden kann. Sie können diese Dienste über "[Transport Layer Security](#)" (TLS) oder seinen Vorgänger "Secure Sockets Layer" (SSL) betreiben, um die vollständige Kommunikation inklusive des Passworts über die Verschlüsselung zu schützen.

| Name des unsicheren Dienstes | Port | Name des sicheren Dienstes | Port |
|------------------------------|------|----------------------------|------|
| www (http)                   | 80   | https                      | 443  |
| smtp (Mail)                  | 25   | ssmtp (smtps)              | 465  |
| ftp-data                     | 20   | ftps-data                  | 989  |
| ftp                          | 21   | ftps                       | 990  |
| telnet                       | 23   | telnets                    | 992  |
| imap2                        | 143  | imaps                      | 993  |
| pop3                         | 110  | pop3s                      | 995  |
| ldap                         | 389  | ldaps                      | 636  |

Tabelle 4.7: Liste von unsicheren und sicheren Diensten und Ports

Die Verschlüsselung kostet CPU-Zeit. Als CPU-freundliche Alternative können Sie die Kommunikation im Klartext lassen und nur das Passwort verschlüsseln; verwenden Sie dazu ein sicheres Authentifizierungsprotokoll wie "Authenticated Post Office Protocol" (APOP) für POP oder "Challenge-Response Authentication Mechanism MD5" (CRAM-MD5) für SMTP und IMAP. (Um E-Mail-Nachrichten über das Internet von Ihrem Mail-Client-Programm zum Mail-Server zu übertragen, ist es derzeit verbreitet, den neuen Message-Submission-Port 587 zu nutzen statt dem traditionellen SMTP-Port 25, um zu vermeiden, dass Port 25 vom Netzwerk-Provider geblockt wird, während Sie sich über CRAM-MD5 authentifizieren.)

Die traditionelle Passwort-basierte [Authentifizierung](#) leidet nach wie vor unter immanenten Sicherheitsproblemen, wie der Wiederverwendung von identischen Passwörtern über mehrere Websites. Andere Möglichkeiten der [Authentifi-](#)

zierung können eine sichere Lösung sein: [Time-based one-time password \(TOTP\)](#), [Universal 2nd Factor \(U2F\)](#) oder [Web Authentication \(WebAuthn\)](#), allgemein auch oft "Passkey" genannt).

## 4.6.2 Secure Shell (sichere Shell)

Das [Secure-Shell-\(SSH\)](#)-Programm bietet sichere verschlüsselte Kommunikation zwischen zwei nicht vertrauenswürdigen Rechnern über ein unsicheres Netzwerk mittels sicherer Authentifizierung. Es besteht aus dem [OpenSSH-Client \(ssh\(1\)\)](#) und dem [OpenSSH-Daemon \(sshd\(8\)\)](#). SSH kann genutzt werden, um mittels der Port-Forwarding-Funktionalität (Port-Weiterleitung) eine unsichere Protokoll-Kommunikation wie POP oder X gesichert durch das Internet zu tunneln.

Der Client versucht, sich selbst über eine Host-basierte Authentifizierung gegenüber dem Server zu identifizieren; dazu können verschiedene Verfahren angewandt werden: Public Key Authentication (über einen öffentlichen Schlüssel), Challenge-Response Authentication (es wird eine Aufgabe gestellt, für die die andere Seite die Lösung liefern muss) oder Passwort-Authentifizierung. Die Nutzung der Public Key Authentication ermöglicht eine Anmeldung aus der Ferne ohne Passwort. Lesen Sie dazu Abschnitt [6.3](#).

## 4.6.3 Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen für das Internet

Sogar wenn Sie sichere Dienste wie [Secure Shell \(SSH\)](#) und [Point-to-point Tunneling Protocol \(PPTP\)](#) verwenden, bestehen trotzdem noch Chancen für die Einbrecher mittels Brute-Force-Attacks zum Erraten von Passwörtern usw. über das Internet. Die Nutzung von Firewall-Richtlinien (mehr dazu in Abschnitt [5.7](#)) zusammen mit den folgenden Sicherheitswerkzeugen kann die Situation weiter verbessern.

| Paket                         | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                                                                                |
|-------------------------------|----------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">knockd</a>        | V:0.7, I:1.7   | 110   | kleiner Port-Knock-Daemon <a href="#">knockd(1)</a> (horcht auf spezielle Anklopf-Sequenzen für Ports) und -Client <a href="#">knock(1)</a> |
| <a href="#">fail2ban</a>      | V:102, I:113   | 2191  | IP-Adressen sperren, die vielfache Authentifizierungsfehler verursachen                                                                     |
| <a href="#">libpam-shield</a> | V:0.05, I:0.05 | 115   | Ferne Angreifer aussperren, die versuchen, Passwörter zu erraten                                                                            |

Tabelle 4.8: Liste von Werkzeugen, die zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen ermöglichen

## 4.6.4 Sichern des root-Passworts

Um zu verhindern, dass Leute auf Ihre Maschine mit root-Privilegien zugreifen, müssen Sie folgende Aktionen durchführen:

- den physischen Zugriff auf den System-Datenspeicher ([HDD](#) / [SSD](#) / ...) verhindern;
- das UEFI/BIOS abriegeln und verhindern, dass von Wechseldatenträgern gebootet wird;
- ein Passwort für interaktive Sitzungen von GRUB vergeben;
- das Editieren des GRUB-Menüs sperren.

Mit physischem Zugriff auf den Datenspeicher ist das Zurücksetzen des root-Passworts relativ leicht; dies erfordert folgende Schritte:

1. den Datenspeicher in einen PC mit UEFI/BIOS einbauen, der von USB gebootet werden kann;
2. das System mit einem Rettungssystem booten (siehe Abschnitt [3.2.2](#));



3. die root-Partition mit Lese-/Schreibberechtigung einbinden;
4. `/etc/passwd` auf der root-Partition editieren, um den zweiten Eintrag für den root-Zugang durch einen leeren Wert zu ersetzen.

Wenn Sie beim Booten Schreibzugriff auf den GRUB-Menüeintrag für `grub-rescue-pc` haben (lesen Sie dazu Abschnitt 3.1.2), ist es mit folgenden Schritten sogar noch einfacher:

1. das System booten, nachdem die Kernel-Parameter etwa wie folgt geändert wurden: `"root=/dev/sda6 rw init=/bin/sh"`;
2. `/etc/passwd` editieren, um den zweiten Eintrag für den root-Zugang durch einen leeren Wert zu ersetzen;
3. Neustart des Systems.

Die root-Shell des Systems ist jetzt ohne Passwort zugänglich.

---

**Anmerkung**

Sobald jemand Zugriff auf die root-Shell hat, kann er auf alles auf dem System zugreifen und jegliche Passwörter auf dem System zurücksetzen. Mehr noch, er könnte die Passwörter für alle Benutzerkonten kompromittieren, indem Brute-Force-Werkzeuge zum Knacken von Passwörtern wie `john` oder `crack` eingesetzt werden (Näheres in Abschnitt 9.5.10). Diese geknackten Passwörter könnten dann dazu verwendet werden, um andere Systeme zu kompromittieren.

---

Die einzige vernünftige Software-Lösung, um all diese Bedenken auszuräumen, ist die Verwendung einer Software-verschlüsselten root-Partition (oder `/etc`-Partition) mittels `dm-crypt` und `initramfs` (lesen Sie dazu Abschnitt 9.9). Sie benötigen dann allerdings immer ein Passwort, um das System zu booten.

## 4.7 Andere Möglichkeiten zur Zugriffskontrolle

Es gibt Zugriffsbeschränkungen auf dem System, die nicht auf passwort-basierter Authentifizierung und Dateiberechtigungen beruhen.

---

**Anmerkung**

Abschnitt 9.4.16 enthält Informationen, wie Sie die Kernel-Funktion `Secure attention key (SAK)` einschränken.

---

### 4.7.1 Zugriffssteuerungslisten (Access control lists/ACLs)

ACLs sind eine Obermenge der regulären Berechtigungen, (beschrieben in Abschnitt 1.2.3).

ACLs in Aktion finden Sie in modernen Arbeitsplatsumgebungen. Wenn ein formatierter USB-Speicher automatisch eingebunden wird, z.B. als `/media/penguin/USBSTICK`, kann ein normaler Benutzer `penguin` folgendes ausführen:

```
$ cd /media/penguin
$ ls -la
total 16
drwxr-x---+ 1 root    root    16 Jan 17 22:55 .
drwxr-xr-x  1 root    root    28 Sep 17 19:03 ..
drwxr-xr-x  1 penguin penguin 18 Jan  6 07:05 USBSTICK
```

Das `+` an der 11. Stelle zeigt an, dass ACLs aktiv sind. Ohne ACLs sollte es einem normalen Benutzer nicht erlaubt sein, diesen `ls`-Befehl auszuführen, da `penguin` nicht in der `root`-Gruppe ist. Sie können die ACLs auflisten mit:

---

```
$ getfacl .
# file: .
# owner: root
# group: root
user::rwx
user:penguin:r-x
group:---
mask:r-x
other:---
```

Hierbei gilt:

- "user::rwx", "group:---" und "other:---" stehen für regulären Eigentümer, Gruppe und Berechtigungen anderer.
- Die ACL "user:penguin:r-x" erlaubt es einem normalen Benutzer penguin, die Rechte "r-x" zu erhalten. Damit ist es diesem möglich, mit "ls -la" den Verzeichnisinhalt aufzulisten.
- Die ACL "mask:r-x" setzt eine Obergrenze für die Berechtigungen.

Lesen Sie dazu "[POSIX Access Control Lists on Linux](#)", [acl\(5\)](#), [getfacl\(1\)](#) und [setfacl\(1\)](#).

## 4.7.2 sudo

Das Programm [sudo\(8\)](#) wurde entwickelt, um einem Systemadministrator die Möglichkeit zu geben, Benutzern eingeschränkte root-Privilegien zu gewähren sowie um die Aktivitäten rund um das root-Konto zu protokollieren. sudo benötigt nur das Passwort eines normalen Benutzers. Installieren Sie das sudo-Paket und aktivieren Sie es, indem Sie passende Optionen in "/etc/sudoers" setzen. Konfigurationsbeispiele finden Sie unter "/usr/share/doc/sudo/examples" und in Abschnitt [1.1.12](#).

Die Art, wie ich sudo auf meinem Einzelbenutzersystem verwende (lesen Sie Abschnitt [1.1.12](#)), soll mich selbst vor meiner eigenen Dummheit schützen. Ich persönlich denke, dass die Verwendung von sudo eine bessere Alternative zur dauerhaften Nutzung des root-Kontos ist. Der folgende Befehl ändert zum Beispiel den Eigentümer von "irgendeine\_datei" in "mein\_name":

```
$ sudo chown my_name some_file
```

Wenn Sie das root-Passwort kennen (was bei Benutzern, die sich ihr Debian-System selbst installieren, immer der Fall ist), können Sie natürlich jeden Befehl von jeglichem Benutzerkonto aus ausführen, indem Sie "su -c" verwenden.

## 4.7.3 PolicyKit

[PolicyKit](#) ist eine Komponente des Betriebssystems zur Kontrolle von systemweiten Privilegien auf Unix-ähnlichen Systemen.

Neuere GUI-Anwendungen sind nicht dafür entwickelt, als privilegierte Prozesse zu laufen. Sie kommunizieren mit privilegierten Prozessen über PolicyKit, um administrative Operationen durchführen zu können.

Auf Debian-Systemen beschränkt PolicyKit solche Operationen auf Benutzerkonten, die der sudo-Gruppe angehören.

Lesen Sie dazu [polkit\(8\)](#).

#### 4.7.4 Den Zugriff auf einige Server-Dienste einschränken

Aus Gründen der Systemsicherheit ist es eine gute Idee, so viele Server-Programme wie möglich zu deaktivieren. Dies ist besonders für Netzwerk-Server kritisch. Ungenutzte Server, die entweder direkt als [Daemon](#) oder über den [Super-Server](#) aktiviert sind, müssen als Sicherheitsrisiko angesehen werden.

Viele Programme wie [sshd\(8\)](#) verwenden PAM-basierte Zugriffskontrollen. Es gibt viele Möglichkeiten, um den Zugriff auf Server-Dienste einzuschränken:

- Konfigurationsdateien: `/etc/default/programmname`;
- Systemd Dienste-Unit-Konfiguration für den [Daemon](#);
- [PAM \(Pluggable Authentication Modules\)](#);
- `/etc/inetd.conf` für den [Super-Server](#);
- `/etc/hosts.deny` und `/etc/hosts.allow` für [TCP-Wrapper \(tcpd\(8\)\)](#);
- `/etc/rpc.conf` für [Sun RPC](#);
- `/etc/at.allow` und `/etc/at.deny` für [atd\(8\)](#);
- `/etc/cron.allow` und `/etc/cron.deny` für [crontab\(1\)](#);
- [Netzwerk-Firewall](#) aus der [netfilter](#)-Infrastruktur.

Lesen Sie dazu Abschnitt [3.6](#), Abschnitt [4.5.1](#) und Abschnitt [5.7](#).

---

**Tipp**

[Sun-RPC](#)-Dienste müssen für [NFS](#) und andere RPC-basierte Programme aktiviert sein.

---

---

**Tipp**

Falls Sie Probleme mit dem Zugriff von außen auf ein aktuelles Debian-System haben, kommentieren Sie blockierende Konfigurationselemente wie `"ALL : PARANOID"` in `/etc/hosts.deny` aus, falls solche existieren. (Aber sie müssen vorsichtig sein bezüglich der Sicherheitsrisiken, die durch solche Aktionen entstehen.)

---

#### 4.7.5 Linux Sicherheits-Funktionalitäten

Der Linux-Kernel hat Sicherheitsfunktionen entwickelt und unterstützt sie immer noch, die in traditionellen UNIX-Implementierungen nicht zu finden sind.

Linux unterstützt [erweiterte Dateiattribute](#), die über die traditionellen UNIX-Attribute hinausgehen (siehe [xattr\(7\)](#)).

Linux teilt die Privilegien, die dem Superuser traditionell zugewiesen wurden, in verschiedene Bereiche auf, bekannt als [Capabilities\(7\)](#), die unabhängig voneinander aktiviert oder deaktiviert werden können. Capabilities sind Attribute, die pro Prozess definiert werden können, und werden seit der Kernel-Version 2.2 unterstützt.

Das [Linux Security Module \(LSM\) Framework](#) stellt einen [Mechanismus für verschiedene Sicherheits-Checks](#) bereit, die von neuen Kernel-Erweiterungen abhängig sind. Zum Beispiel:

- [AppArmor](#)
  - [Security-Enhanced Linux \(SELinux\)](#)
  - [Smack \(Simplified Mandatory Access Control Kernel\)](#)
  - [Tomoyo Linux](#)
-

Da diese Erweiterungen die Privilegien grundsätzlich weiter einschränken, als dies im normalen UNIX-artigen Sicherheitsmodell der Fall ist, können unter Umständen sogar die Superuser-Rechte beschnitten sein. Sie werden aufgefordert, das [Dokument zum Linux Security Module \(LSM\) Framework auf kernel.org](#) zu lesen.

Das Konzept der Linux [Namespaces](#) hüllt eine globale Systemressource in eine Abstraktion, die dazu führt, dass es für einen Prozess innerhalb des Namespace so erscheint, als hätte er eine eigene isolierte Instanz dieser globalen Ressource. Änderungen an der globalen Ressource sind für alle Prozesse innerhalb des Namespace sichtbar, nicht aber für andere Prozesse. Seit Kernel-Version 5.6 gibt es 8 Arten von Namespaces (lesen Sie dazu [namespaces\(7\)](#), [unshare\(1\)](#), [nsenter\(1\)](#)).

Mit Stand Debian 11 Bullseye (2021) nutzt Debian die Funktionalität "unified cgroup hierarchy" (a.k.a. [cgroups-v2](#)).

Anwendungsbeispiele für [Namespaces](#) mit [cgroups](#), die die Isolation von Prozessen sowie die Zugriffskontrolle ermöglichen, sind:

- [Systemd](#). Siehe Abschnitt [3.3.1](#).
- [Sandbox-Umgebungen](#). Näheres dazu in Abschnitt [7.7](#).
- [Linux-Container](#) wie [Docker](#) oder [LXC](#). Lesen Sie hierzu Abschnitt [9.11](#).

Diese Funktionalitäten können nicht über das Konzept in Abschnitt [4.1](#) realisiert werden! Solche fortgeschrittenen Themen sind allerdings nicht Thema dieses einführenden Dokuments.

---

## Kapitel 5

# Netzwerkkonfiguration

---

### Tipp

Bezüglich einer aktuellen Anleitung für Debian zum Thema Netzwerk lesen Sie [Debian Administratorhandbuch — Konfigurieren des Netzwerks](#).

---

---

### Tipp

Unter [systemd](#) kann [networkd](#) für die Netzwerkverwaltung genutzt werden; lesen Sie dazu [systemd-networkd\(8\)](#).

---

## 5.1 Die elementare Netzwerkinfrastruktur

Lassen Sie uns einen Blick auf die elementare Netzwerkinfrastruktur eines modernen Debian-Systems werfen:

### 5.1.1 Die Auflösung des Rechnernamens

Die Auflösung des Rechnernamens (hostname) wird derzeit auch durch den [NSS-\(Name-Service-Switch-\)](#)Mechanismus unterstützt. Die Auflösung läuft wie folgt ab:

1. Die `/etc/nsswitch.conf`-Datei mit Einträgen wie `hosts: files dns` bestimmt die Reihenfolge der Rechnernamenauflösung. (Dies ersetzt die alte Funktionalität der `order`-Einträge in `/etc/host.conf`.)
2. Als erstes wird in diesem Beispiel die `files`-Methode aufgerufen. Wenn der Rechnername in der `/etc/hosts`-Datei gefunden wird, werden alle gültigen Adressen für den Rechner ausgegeben und die Abfrage wird beendet. (Die `/etc/host.conf`-Datei enthält `multi on`.)
3. Dann wird die `dns`-Methode aufgerufen. Wenn der Rechnername über das [Internet Domain Name System \(DNS\)](#) (definiert über die Datei `/etc/resolv.conf`) gefunden wird, werden alle dafür gültigen Adressen ausgegeben und die Abfrage wird beendet.

Eine typische Arbeitsplatzstation könnte z.B. installiert werden mit einem Rechnernamen wie `host_name` und der optionalen Domain-Namen bleibt leer. Dann sähe die `/etc/hosts` wie folgt aus:

```
127.0.0.1 localhost
127.0.1.1 host_name

# The following lines are desirable for IPv6 capable hosts
::1      localhost ip6-localhost ip6-loopback
ff02::1  ip6-allnodes
ff02::2  ip6-allrouters
```

| Pakete                                | Popcon       | Größe | Art                | Beschreibung                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------|--------------|-------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">network-manager</a>       | V:422, I:469 | 7021  | config::NM         | <a href="#">NetworkManager</a> (Daemon): das Netzwerk automatisch verwalten                                                                                              |
| <a href="#">network-manager-gnome</a> | V:39, I:156  | 18    | config::NM         | <a href="#">NetworkManager</a> (GNOME-Frontend)                                                                                                                          |
| <a href="#">netplan.io</a>            | V:1.4, I:8.6 | 340   | config::NM+netplan | <a href="#">Netplan</a> (generator): Vereinheitlichte, deklarative Konfigurationsdatei zu NetworkManager und systemd-networkd-Backends                                   |
| <a href="#">ifupdown</a>              | V:640, I:972 | 201   | config::ifupdown   | standardisiertes Werkzeug zum Aktivieren und Deaktivieren des Netzwerks (Debian-spezifisch)                                                                              |
| <a href="#">pppoeconf</a>             | V:0.2, I:4.0 | 176   | config::helper     | Konfigurations-Hilfswerkzeug für PPPoE-Verbindungen                                                                                                                      |
| <a href="#">wpasupplicant</a>         | V:411, I:513 | 3896  | config::helper     | clientseitige Unterstützung für WPA und WPA2 (IEEE 802.11i)                                                                                                              |
| <a href="#">wpaui</a>                 | V:0.2, I:1.4 | 779   | config::helper     | Qt-GUI-Programm für wpa_supplicant                                                                                                                                       |
| <a href="#">wireless-tools</a>        | V:190, I:260 | 232   | config::helper     | Werkzeuge zum Bearbeiten der Linux Wireless Extensions                                                                                                                   |
| <a href="#">iw</a>                    | V:38, I:472  | 332   | config::helper     | Werkzeug zum Konfigurieren von Drahtlos-Netzwerkgeräten unter Linux                                                                                                      |
| <a href="#">iproute2</a>              | V:775, I:987 | 4123  | config::iproute2   | <a href="#">iproute2</a> , IPv6 und andere erweiterte Netzwerkkonfiguration: <a href="#">ip(8)</a> , <a href="#">tc(8)</a> usw.                                          |
| <a href="#">iptables</a>              | V:382, I:642 | 2408  | config::Netfilter  | Administrationswerkzeuge für Paketfilterung und NAT ( <a href="#">Netfilter</a> )                                                                                        |
| <a href="#">nftables</a>              | V:254, I:872 | 189   | config::Netfilter  | Administrationswerkzeuge für Paketfilterung und NAT ( <a href="#">Netfilter</a> ) (Nachfolger von {ip,ip6,arp,eb}tables)                                                 |
| <a href="#">iputils-ping</a>          | V:198, I:998 | 188   | Test               | Erreichbarkeit eines fernen Rechners über das Netzwerk testen, entweder mittels <a href="#">Rechnername</a> oder <a href="#">IP-Adresse</a> ( <a href="#">iproute2</a> ) |
| <a href="#">iputils-arping</a>        | V:2, I:18    | 53    | Test               | Erreichbarkeit eines fernen Rechners über das Netzwerk mittels seiner <a href="#">ARP</a> -Adresse testen                                                                |
| <a href="#">iputils-tracepath</a>     | V:2, I:21    | 50    | Test               | Netzwerkpfad zu einem fernen Rechner verfolgen                                                                                                                           |
| <a href="#">ethtool</a>               | V:97, I:254  | 1093  | Test               | Eigenschaften von Ethernet-Geräten anzeigen oder ändern                                                                                                                  |
| <a href="#">mtr-tiny</a>              | V:4, I:39    | 182   | test::low-level    | Netzwerkpfad zu einem fernen Rechner verfolgen (Curses-basiert)                                                                                                          |
| <a href="#">mtr</a>                   | V:4, I:41    | 231   | test::low-level    | Netzwerkpfad zu einem fernen Rechner verfolgen (Curses- und GTK-basiert)                                                                                                 |
| <a href="#">gnome-nettool</a>         | V:0.5, I:9.1 | 2480  | test::low-level    | Werkzeuge für allgemeine Netzwerkinformations-Operationen (GNOME)                                                                                                        |
| <a href="#">nmap</a>                  | V:25, I:186  | 4759  | test::low-level    | Netzwerk-Mapper/Port-Scanner ( <a href="#">Nmap</a> , konsolen-basiert)                                                                                                  |
| <a href="#">tcpdump</a>               | V:19, I:177  | 1346  | test::low-level    | Netzwerkverkehr-Analysator ( <a href="#">Tcpdump</a> , konsolen-basiert)                                                                                                 |
| <a href="#">wireshark</a>             | V:4, I:39    | 17068 | test::low-level    | Netzwerkverkehr-Analysator ( <a href="#">Wireshark</a> , GTK-basiert)                                                                                                    |
| <a href="#">tshark</a>                | V:2, I:24    | 433   | test::low-level    | Netzwerkverkehr-Analysator (konsolen-basiert)                                                                                                                            |
| <a href="#">tcptrace</a>              | V:0.2, I:1.7 | 407   | test::low-level    | eine Zusammenfassung von Verbindungen auf Basis der tcpdump-Ausgabe erstellen                                                                                            |
| <a href="#">dnsutils</a>              | V:5, I:156   | 23    | test::low-level    | Netzwerk-Clients, die mit <a href="#">BIND</a> bereitgestellt werden: <a href="#">nslookup(8)</a> , <a href="#">nsupdate(8)</a> , <a href="#">dig(8)</a>                 |
| <a href="#">dlint</a>                 | V:0.1, I:2.1 | 52    | test::low-level    | <a href="#">DNS</a> -Zoneninformationen mittels Nameserver-Abfragen überprüfen                                                                                           |
| <a href="#">dnstracer</a>             | V:0.1, I:1.1 | 63    | test::low-level    | eine Verkettung von <a href="#">DNS</a> -Servern zu ihrer Quelle verfolgen                                                                                               |

Tabelle 5.1: Liste von Werkzeugen zur Netzwerkkonfiguration

Jede Zeile beginnt mit einer [IP-Adresse](#) und dahinter steht jeweils der zugeordnete [Rechnername](#).

Die IP-Adresse 127.0.1.1 in der zweiten Zeile dieses Beispiels ist auf einigen anderen Unix-ähnlichen Systemen möglicherweise nicht vorhanden. Der [Debian Installer](#) erstellt diesen Eintrag für Systeme ohne feste IP-Adresse als provisorische Lösung für einige Software-Produkte (z.B. GNOME), wie in [Fehler #719621](#) dokumentiert.

Der Eintrag *rechnername* entspricht dem in `/etc/hostname` festgelegten Rechnernamen (Näheres in Abschnitt [3.8.1](#)).

Auf Systemen mit einer festen IP-Adresse sollte allerdings diese feste IP-Adresse statt der 127.0.1.1 verwendet werden.

Bei Systemen mit einer festen IP-Adresse und einem [voll qualifizierten Domain-Namen \(FQDN\)](#), bereitgestellt durch das [Domain Name System \(DNS\)](#), sollte *rechnername.domain-name* verwendet werden statt nur *rechnername*.

Die Datei `/etc/resolv.conf` ist eine statische Datei, falls das Paket `resolvconf` nicht installiert ist. Falls das Paket installiert ist, ist dies ein symbolischer Link. In beiden Fällen enthält es Informationen zur Initialisierung der Namensauflösungs-Routinen. Wenn das DNS zum Beispiel über die IP "192.168.11.1" erreichbar ist, enthält sie Folgendes:

```
nameserver 192.168.11.1
```

Das `resolvconf`-Paket macht `/etc/resolv.conf` zu einem symbolischen Link und verwaltet ihren Inhalt automatisch über die Hook-Skripte.

Bei PC-Arbeitsplatzrechnern in einer typischen LAN-Umgebung kann der Rechnername zusätzlich zu den grundlegenden `files`- und `dns`-Methoden auch über [Multicast DNS \(mDNS\)](#) aufgelöst werden.

- [Avahi](#) stellt ein Rahmenwerk für Multicast-DNS-Diensteabfragen auf Debian-Systemen bereit.
- Es ist ein Äquivalent zu [Apple Bonjour / Apple Rendezvous](#).
- Das `libnss-mdns`-Plugin-Paket bietet Rechnernamensauflösung via mDNS für die GNU Name-Service-Switch-(NSS)-Funktionalität der GNU C-Bibliothek (glibc).
- Die Datei `/etc/nsswitch.conf` sollte einen Eintrag wie `hosts: files mdns4_minimal [NOTFOUND=return] dns` enthalten (andere Konfigurationen finden Sie in `/usr/share/doc/libnss-mdns/README.Debian`).
- Ein Rechnername mit der [Pseudo-Top-Level Domain ".local"](#) als Suffix wird aufgelöst, indem eine mDNS-Anfrage in einem Multicast-UDP-Paket gesendet wird (unter Verwendung entweder der IPv4-Adresse "224.0.0.251" oder der IPv6-Adresse "FF02::FB").

---

#### Anmerkung

Die [Ausweitung generischer Top-Level-Domains \(gTLD\)](#) im [Domain-Name-System](#) ist in Arbeit. Achten Sie bei Auswahl von Domain-Namen, die nur im lokalen Netzwerk verwendet werden sollen, auf [Namenskollisionen](#).

---

---

#### Anmerkung

Die Verwendung von Paketen wie `libnss-resolve` zusammen mit `systemd-resolved`, oder `libnss-myhostname`, oder `libnss-mymachine`, mit entsprechenden Einträgen in der "hosts"-Zeile von `/etc/nsswitch.conf` könnte die oben erwähnte traditionelle Netzwerkkonfiguration überschreiben. Näheres dazu in [nss-resolve\(8\)](#), [systemd-resolved\(8\)](#), [nss-myhostname\(8\)](#) und [nss-mymachines\(8\)](#).

---

## 5.1.2 Der Netzwerkschnittstellename

`Systemd` verwendet "[verlässlich vorhersagbare Namen \(Predictable Network Interface Names\)](#)" wie `enp0s25`.

---

### 5.1.3 Der Netzwerkbereich für das LAN

Wir wollen uns an die IPv4 32-Bit-Adressbereiche erinnern, die durch die [rfc1918](#) für jede Klasse zur Verwendung in [Local Area Networks \(LANs\)](#) reserviert sind. Diese Adressen werden bestimmt nicht mit irgendwelchen Adressen im Internet kollidieren.

---

#### Anmerkung

IP-Adressen mit Doppelpunkten sind [IPv6-Adressen](#), z.B. `:::1` für `localhost`.

---

| Klasse | Netzwerkadressen            | Netzmaske     | Netzmaske /Bits | Anzahl der Sub-netze |
|--------|-----------------------------|---------------|-----------------|----------------------|
| A      | 10.x.x.x                    | 255.0.0.0     | /8              | 1                    |
| B      | 172.16.x.x — 172.31.x.x     | 255.255.0.0   | /16             | 16                   |
| C      | 192.168.0.x — 192.168.255.x | 255.255.255.0 | /24             | 256                  |

Tabelle 5.2: Liste der Netzwerkbereichsbereiche

---

#### Anmerkung

Wenn eine dieser Adressen einem Rechner zugewiesen ist, kann dieser Rechner das Internet nicht direkt erreichen, sondern muss ein Gateway verwenden, der als Proxy für verschiedene Dienste dient, oder er nutzt [Network Address Translation \(NAT\)](#). Ein Breitband-Router nutzt üblicherweise NAT für das Anwender-Netzwerk.

---

### 5.1.4 Unterstützung für Netzwerkgeräte

Der größte Teil verfügbarer Netzwerk-Hardware wird durch das Debian-System unterstützt; es gibt einige Geräte, die laut [DFSG](#) nicht-freie Firmware für den Betrieb erfordern. Lesen Sie dazu Abschnitt [9.10.5](#).

## 5.2 Moderne Netzwerkkonfiguration für Arbeitsplatzsysteme

Auf modernen Debian-Desktop-Systemen mit `systemd` erfolgt die Initialisierung von Netzwerkschnittstellen für die Loopback-Schnittstelle `lo` typischerweise durch `networking.service` und für andere Schnittstellen durch `NetworkManager`. Debian-Systeme können Netzwerkverbindungen über Software-[Daemons](#) wie [NetworkManager \(NM\)](#) (`network-manager` und zugehörige Pakete) verwalten.

- Sie haben ihre eigenen grafischen [GUI](#)- und Befehlszeilen-Programme als Bedienoberfläche.
- Sie haben ihre eigenen [Daemons](#) als Unterbau.
- Sie erlauben eine einfache Verbindung Ihres Systems mit dem Internet.
- Sie ermöglichen eine problemlose Verwaltung von kabelgebundenen und kabellosen Netzwerkkonfigurationen.
- Sie erlauben uns, das Netzwerk unabhängig vom althergebrachten `ifupdown` zu konfigurieren.

---

#### Anmerkung

Verwenden Sie diese automatischen Netzwerkkonfigurations-Werkzeuge nicht für Server. Sie sind primär für die Nutzung auf Arbeitsplatzrechnern oder Laptops gedacht.

---

Diese modernen Werkzeuge müssen korrekt konfiguriert werden, um Konflikte mit dem `ifupdown`-Paket und seiner Konfigurationsdatei `/etc/network/interfaces` zu vermeiden.

---



### 5.2.1 Grafische Netzwerkkonfigurations-Werkzeuge

Offizielle Dokumentation für NM unter Debian ist in `/usr/share/doc/network-manager/README.Debian` verfügbar.

Grundsätzlich läuft die Netzwerkkonfiguration für Arbeitsplatzsysteme wie folgt ab:

1. Fügen Sie den Benutzer, der sich am Arbeitsplatz anmeldet, z.B. `foo`, mit folgendem Befehl zur Gruppe `"netdev"` hinzu (alternativ kann dies in modernen Arbeitsplatzumgebungen wie GNOME oder KDE auch automatisch über [D-bus](#) erledigt werden):

```
$ sudo usermod -a -G netdev foo
```

2. Halten Sie die Konfiguration in `/etc/network/interfaces` so einfach wie hier:

```
auto lo
iface lo inet loopback
```

3. Starten Sie NM mit folgendem Befehl neu:

```
$ sudo systemctl restart NetworkManager
```

4. Konfigurieren Sie Ihr Netzwerk über die grafische GUI-Oberfläche.

---

#### Anmerkung

Um Konflikte mit `ifupdown` zu vermeiden, werden nur Schnittstellen, die **nicht** in `/etc/network/interfaces` aufgelistet sind, von NM verwaltet.

---

---

#### Tipp

Wenn Sie die Fähigkeiten von NM erweitern möchten, suchen Sie nach entsprechenden Plugin-Modulen und zusätzlichen Paketen wie `network-manager-openconnect`, `network-manager-openvpn-gnome`, `network-manager-pptp-gnome`, `mobile-broadband-provider-info`, `gnome-bluetooth` usw.

---

## 5.3 Moderne Netzwerkkonfiguration ohne grafische Oberfläche

Unter [systemd](#) kann das Netzwerk stattdessen in `/etc/systemd/network/` konfiguriert werden. Lesen Sie dazu [systemd-resolved\(8\)](#), [resolved.conf\(5\)](#) und [systemd-networkd\(8\)](#).

Dies ermöglicht eine moderne Netzwerkkonfiguration auch ohne grafische Oberfläche.

Eine DHCP-Client-Konfiguration kann durch Erzeugen von `/etc/systemd/network/dhcp.network` eingerichtet werden, z.B. mit:

```
[Match]
Name=en*
```

```
[Network]
DHCP=yes
```

Eine statische Netzwerkkonfiguration richten Sie über `/etc/systemd/network/static.network` ein, wie hier:

```
[Match]
Name=en*
```

```
[Network]
Address=192.168.0.15/24
Gateway=192.168.0.1
```

---

## 5.4 Moderne Netzwerkkonfiguration für Cloud-Systeme

Eine moderne Netzwerkkonfiguration für Cloud-Systeme kann die Pakete `cloud-init` und `netplan.io` nutzen (siehe Abschnitt 3.8.4).

Das `netplan.io`-Paket unterstützt `systemd-networkd` und `NetworkManager` als Netzwerkkonfigurations-Backends und aktiviert eine deklarative Netzwerkkonfiguration mittels [YAML](#)-Daten. Nach Änderungen der YAML-Daten:

- Führen Sie `netplan generate` aus, um die benötigte Backend-Konfiguration aus [YAML](#) zu generieren.
- Führen Sie `netplan apply` aus, um die generierte Konfiguration bei den Backends anzuwenden.

Lesen Sie die ["Netplan-Dokumentation"](#), [netplan\(5\)](#), [netplan-generate\(8\)](#) und [netplan-apply\(8\)](#).

Lesen Sie auch in der ["Cloud-init-Dokumentation"](#) (speziell bezüglich ["Configuration sources"](#) und ["Netplan Passthrough"](#)), wie `cloud-init` die `netplan.io`-Konfiguration mit alternativen Datenquellen integrieren kann.

### 5.4.1 Moderne Netzwerkkonfiguration für Cloud-Systeme mit DHCP

Eine DHCP-Client-Konfiguration kann eingerichtet werden, indem eine Datei `/etc/netplan/50-dhcp.yaml` erstellt wird:

```
network:
  version: 2
  ethernets:
    all-en:
      match:
        name: "en*"
      dhcp4: true
      dhcp6: true
```

### 5.4.2 Moderne Netzwerkkonfiguration für Cloud-Systeme mit statischer IP-Adresse

Eine statische Netzwerkkonfiguration können Sie einrichten, indem Sie `/etc/netplan/50-static.yaml` erstellen:

```
network:
  version: 2
  ethernets:
    eth0:
      addresses:
        - 192.168.0.15/24
      routes:
        - to: default
          via: 192.168.0.1
```

### 5.4.3 Moderne Netzwerkkonfiguration für Cloud-Systeme mit NetworkManager

Eine Netzwerkkonfiguration über die `NetworkManager`-Infrastruktur richten Sie mittels `/etc/netplan/00-network-manager.yaml` ein:

```
network:
  version: 2
  renderer: NetworkManager
```

## 5.5 Netzwerkkonfiguration auf unterster Ebene

Für Netzwerkkonfiguration über die Konsole können Sie unter Linux die [iproute2](#)-Programme ([ip\(8\)](#), ...) verwenden.

### 5.5.1 iproute2-Befehle

Die [iproute2](#)-Befehle bieten vollwertige Funktionalität auf der untersten Ebene der Netzwerkkonfiguration. Hier eine Tabelle zur Gegenüberstellung von veralteten [net-tools](#)-Befehlen und neuen [iproute2](#)- und anderen Befehlen.

| net-tools (veraltet)        | iproute2 usw. (neu)         | Beeinflussung                                              |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|
| <a href="#">ifconfig(8)</a> | <code>ip addr</code>        | Protokoll-Adresse (IP oder IPv6) eines Gerätes             |
| <a href="#">route(8)</a>    | <code>ip route</code>       | Eintrag in der Routing-Tabelle                             |
| <a href="#">arp(8)</a>      | <code>ip neigh</code>       | ARP- oder NDISC-Cache-Eintrag                              |
| <code>ipmaddr</code>        | <code>ip maddr</code>       | Multicast-Adresse                                          |
| <code>iptunnel</code>       | <code>ip tunnel</code>      | Tunnel über IP                                             |
| <a href="#">nameif(8)</a>   | <a href="#">ifrename(8)</a> | Netzwerkschnittstellen basierend auf MAC-Adressen benennen |
| <a href="#">mii-tool(8)</a> | <a href="#">ethtool(8)</a>  | Einstellungen von Ethernet-Geräten                         |

Tabelle 5.3: Gegenüberstellung von `net-tools`- und `iproute2`-Befehlen

Lesen Sie [ip\(8\)](#) und das [Linux Advanced Routing & Traffic Control](#).

### 5.5.2 Sichere Basis-Netzwerkoperationen

Sie können die folgenden Netzwerkbefehle der untersten Ebene problemlos verwenden, da sie die Netzwerkkonfiguration nicht verändern:

#### Tipp

Einige dieser Basisbefehle zur Netzwerkkonfiguration sind in `/usr/sbin/` abgelegt. Sie müssen unter Umständen den vollständigen Pfad, wie z.B. `/usr/sbin/ifconfig` angeben oder `/usr/sbin` zur Variable `$PATH` in Ihrer `~/.bashrc`-Datei hinzufügen.

## 5.6 Netzwerkoptimierung

Die grundsätzliche Netzwerkoptimierung liegt außerhalb des Rahmens dieser Dokumentation. Ich erwähne hier nur Dinge, die für Anwender-typische Verbindungen passend sind.

### 5.6.1 Die optimale MTU finden

NM setzt den optimalen Wert für die [Maximum Transmission Unit \(MTU\)](#) normalerweise automatisch.

In speziellen Fällen möchten Sie die MTU jedoch vielleicht händisch setzen, nachdem Sie mit [ping\(8\)](#) und seiner Option `-M do` experimentiert haben; Sie haben damit die Möglichkeit, ein ICMP-Paket mit verschiedenen Paketgrößen zu verschicken. MTU ist die größte Paketgröße, bei der das Paket noch erfolgreich ohne Fragmentierung verschickt werden kann plus 28 Byte für die IPv4- bzw. 48 Byte für die IPv6-Adresse. In folgendem Beispiel wurde für eine IPv4-Verbindung eine MTU von 1460 ermittelt und für IPv6 eine MTU von 1500:

| Befehl                                                          | Beschreibung                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>ip addr show</code>                                       | Verbindungs- und Adressstatus von aktiven Schnittstellen anzeigen                                                                       |
| <code>route -n</code>                                           | Vollständige Routing-Tabelle mit numerischen Adressen anzeigen                                                                          |
| <code>ip route show</code>                                      | Vollständige Routing-Tabelle mit numerischen Adressen anzeigen                                                                          |
| <code>arp</code>                                                | Aktuellen Inhalt der <a href="#">ARP</a> -Cache-Tabellen anzeigen                                                                       |
| <code>ip neigh</code>                                           | Aktuellen Inhalt der <a href="#">ARP</a> -Cache-Tabellen anzeigen                                                                       |
| <code>plog</code>                                               | Logdaten des PPP-Daemons anzeigen                                                                                                       |
| <code>ping yahoo.com</code>                                     | Internet-Verbindung zu "yahoo.com" überprüfen                                                                                           |
| <code>whois yahoo.com</code>                                    | Überprüfen, wer "yahoo.com" in der Domain-Datenbank registriert hat                                                                     |
| <code>traceroute yahoo.com</code>                               | Verbindung zu "yahoo.com" durch das Internet verfolgen                                                                                  |
| <code>tracepath yahoo.com</code>                                | Verbindung zu "yahoo.com" durch das Internet verfolgen                                                                                  |
| <code>mtr yahoo.com</code>                                      | Verbindung zu "yahoo.com" durch das Internet verfolgen (wiederholt)                                                                     |
| <code>dig [@dns-server.com]<br/>example.com [{a mx any}]</code> | <a href="#">DNS</a> -Einträge von "example.com" laut den Daten von "dns-server.com" auf einen "a"-, "mx"- oder "any"-Eintrag überprüfen |
| <code>iptables -L -n</code>                                     | Paketfilter überprüfen                                                                                                                  |
| <code>ss -a</code>                                              | Alle offenen Ports finden                                                                                                               |
| <code>ss -l</code>                                              | Ports finden, die auf eine Verbindung warten                                                                                            |
| <code>ss -l -t -n</code>                                        | TCP-Ports finden, die auf eine Verbindung warten (numerisch)                                                                            |
| <code>dlint example.com</code>                                  | DNS-Zonen-Informationen von "example.com" überprüfen                                                                                    |

Tabelle 5.4: Liste von Basis-Netzwerkbefehlen

| Pakete                    | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                    |
|---------------------------|----------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">iftop</a>     | V:6, I:88      | 93    | Informationen zur Bandbreitennutzung einer Netzwerkschnittstelle anzeigen       |
| <a href="#">iperf</a>     | V:2, I:34      | 431   | Werkzeug zur IP-Bandbreiten-Messung                                             |
| <a href="#">ifstat</a>    | V:0.6, I:5.5   | 52    | InterFace STATistics Monitoring (Netzwerkschnittstellen-Statistik/-Überwachung) |
| <a href="#">bmon</a>      | V:2, I:20      | 141   | Portierbarer Bandbreitenmonitor und Geschwindigkeitsrechner                     |
| <a href="#">ethstatus</a> | V:0.2, I:2.6   | 41    | Skript, das schnell den Durchsatz eines Netzwerkgerätes messen kann             |
| <a href="#">bing</a>      | V:0.07, I:0.50 | 80    | Empirisch stochastischer Bandbreitentester                                      |
| <a href="#">bwm-ng</a>    | V:1.0, I:9.6   | 95    | Kleiner und einfacher konsolenbasierter Bandbreitenmonitor                      |
| <a href="#">ethstats</a>  | V:0.05, I:0.39 | 21    | Konsolenbasierter Ethernet-Statistikmonitor                                     |
| <a href="#">ipfm</a>      | V:0.04, I:0.11 | 78    | Bandbreitenanalyse-Werkzeug                                                     |

Tabelle 5.5: Liste von Werkzeugen zur Netzwerkoptimierung

```
$ ping -4 -c 1 -s $((1500-28)) -M do www.debian.org
PING (149.20.4.15) 1472(1500) bytes of data.
ping: local error: message too long, mtu=1460

--- ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms

$ ping -4 -c 1 -s $((1460-28)) -M do www.debian.org
PING (130.89.148.77) 1432(1460) bytes of data.
1440 bytes from klecker-misc.debian.org (130.89.148.77): icmp_seq=1 ttl=50 time=325 ms

--- ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 325.318/325.318/325.318/0.000 ms
$ ping -6 -c 1 -s $((1500-48)) -M do www.debian.org
PING www.debian.org(mirror-csail.debian.org (2603:400a:ffff:bb8::801f:3e)) 1452 data bytes
1460 bytes from mirror-csail.debian.org (2603:400a:ffff:bb8::801f:3e): icmp_seq=1 ttl=47 ↔
time=191 ms

--- www.debian.org ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 191.332/191.332/191.332/0.000 ms
```

Dies ist das [Path MTU \(PMTU\) Discovery](#)-Verfahren ([RFC1191](#)) und der Befehl [tracepath\(8\)](#) kann dies automatisieren.

| Netzwerkumgebung                         | MTU  | Argumentation           |
|------------------------------------------|------|-------------------------|
| Einwahlverbindung (IP: PPP)              | 576  | Standard                |
| Ethernet-Verbindung (IP: DHCP oder fest) | 1500 | Standard und vorgegeben |

Tabelle 5.6: Wesentliche Grundregeln für den optimalen MTU-Wert

Zusätzlich zu diesen Grundregeln sollten Sie folgendes wissen:

- Jegliche Nutzung von Tunneling-Methoden ([VPN](#) usw.) kann aufgrund des Overheads den optimalen MTU-Wert reduzieren.
- Der MTU-Wert sollte den über die experimentelle Methode ermittelten PMTU-Wert nicht überschreiten.
- Ein größerer MTU-Wert ist grundsätzlich besser, wenn andere Einschränkungen greifen.

Die [Maximum Segment Size](#) (MSS) wird als alternative Messmethode für die Paketgröße verwendet. Der Zusammenhang zwischen MSS und MTU ist wie folgt:

- MSS = "MTU - 40" bei IPv4
- MSS = "MTU - 60" bei IPv6

---

#### Anmerkung

Bei Netzwerkoptimierung mittels [iptables\(8\)](#) (lesen Sie dazu auch Abschnitt [5.7](#)) kann die Paketgröße über die MSS begrenzt werden; dies ist für einen Router nützlich. Lesen Sie den Abschnitt bezüglich "TCPMSS" in [iptables\(8\)](#).

---

## 5.6.2 WAN-TCP-Optimierung

Der TCP-Durchsatz kann über die Anpassung von Parametern zur TCP-Puffergröße maximiert werden, wie in "[TCP tuning](#)" für modernes WAN mit hoher Bandbreite und hoher Latenz beschrieben. Das soll hierzu genügen; die aktuellen Debian-Standardeinstellungen funktionieren für mein LAN mit seiner Verbindung zum sehr schnellen 1G bps FFTP-Dienst sehr gut.

## 5.7 Die Netfilter-Infrastruktur

[Netfilter](#) stellt eine Infrastruktur für [Stateful Packet Inspection \(SPI, zustandsorientierte Paketüberprüfung\)](#) und [Network Address Translation \(NAT\)](#) über Module des [Linux-Kernels](#) (lesen Sie hierzu Abschnitt 3.10) zur Verfügung.

| Pakete                          | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                                                                          |
|---------------------------------|----------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">nftables</a>        | V:254, I:872   | 189   | Administrationswerkzeuge für Paketfilterung und NAT ( <a href="#">Netfilter</a> ) (Nachfolger von {ip,ip6,arp,eb}tables)              |
| <a href="#">iptables</a>        | V:382, I:642   | 2408  | Administrationswerkzeuge für <a href="#">netfilter</a> ( <a href="#">iptables(8)</a> für IPv4, <a href="#">ip6tables(8)</a> für IPv6) |
| <a href="#">arptables</a>       | V:0.1, I:1.8   | 102   | Administrationswerkzeuge für <a href="#">netfilter</a> ( <a href="#">arptables(8)</a> für ARP)                                        |
| <a href="#">ebtables</a>        | V:14, I:24     | 276   | Administrationswerkzeuge für <a href="#">netfilter</a> ( <a href="#">ebtables(8)</a> für Ethernet-Bridging-Betrieb)                   |
| <a href="#">iptstate</a>        | V:0.2, I:1.7   | 121   | Fortlaufende Überwachung des <a href="#">netfilter</a> -Status (ähnlich zu <a href="#">top(1)</a> )                                   |
| <a href="#">ufw</a>             | V:82, I:109    | 862   | <a href="#">Uncomplicated Firewall (UFW)</a> ist ein Programm zur Verwaltung einer Netfilter-Firewall                                 |
| <a href="#">gufw</a>            | V:6, I:11      | 3682  | grafische Bedienoberfläche für <a href="#">Uncomplicated Firewall (UFW)</a>                                                           |
| <a href="#">firewalld</a>       | V:14, I:22     | 2581  | <a href="#">firewalld</a> ist ein dynamisch verwaltetes Firewall-Programm mit Unterstützung für Netzwerkzonen                         |
| <a href="#">firewall-config</a> | V:0.7, I:3.3   | 1096  | grafische Bedienoberfläche für <a href="#">firewalld</a>                                                                              |
| <a href="#">shorewall-init</a>  | V:0.18, I:0.40 | 88    | Initialisierung der <a href="#">Shoreline Firewall</a>                                                                                |
| <a href="#">shorewall</a>       | V:2.2, I:5.0   | 3090  | Erzeugung von <a href="#">netfilter</a> -Konfigurationsdateien für <a href="#">Shoreline Firewall</a>                                 |
| <a href="#">shorewall-lite</a>  | V:0.02, I:0.06 | 71    | Erzeugung von <a href="#">netfilter</a> -Konfigurationsdateien für <a href="#">Shoreline Firewall</a> (abgespeckte Version)           |
| <a href="#">shorewall6</a>      | V:0.7, I:1.3   | 1334  | Erzeugung von <a href="#">netfilter</a> -Konfigurationsdateien für <a href="#">Shoreline Firewall</a> (IPv6-Version)                  |
| <a href="#">shorewall6-lite</a> | V:0.01, I:0.02 | 71    | Erzeugung von <a href="#">netfilter</a> -Konfigurationsdateien für <a href="#">Shoreline Firewall</a> (abgespeckte IPv6-Version)      |

Tabelle 5.7: Liste von Firewall-Werkzeugen

Siehe das [netfilter.org "nftables"-Projekt](#) für den neuen Userspace-Befehl [nft\(8\)](#) aus dem [nftables](#)-Paket (Linux kernel >= 3.13).

Siehe das [netfilter.org "iptables"-Projekt](#) für den älteren Userspace-Befehl [iptables\(8\)](#) und weitere aus dem [iptables](#)-Paket sowie aus anderen ähnlichen Paketen (Linux kernel >= 2.4.x).

Sie können [netfilter](#) von Hand interaktiv über die Shell konfigurieren, seinen Status mit `"nft list ruleset > file"` oder [iptables-save\(8\)](#) sichern und es beim Systemstart via Init-Skript über `"nft -f file"` oder über [iptables-restore\(8\)](#) wiederherstellen.

Konfigurations-Hilfsskripte wie [shorewall](#) vereinfachen diesen Prozess.

Sie finden Dokumentation unter [Netfilter Documentation](#) oder in `"/usr/share/doc/iptables/html/":`

- [Linux Networking-Concepts HOWTO](#)
- [Linux 2.4 Packet Filtering HOWTO](#)
- [Linux 2.4 NAT HOWTO](#)
- [nftables HOWTO](#)

## Kapitel 6

# Netzwerkapplikationen

Nach dem Aufbau der Netzwerkverbindung (laut Kapitel 5) können Sie verschiedenste Netzwerkapplikationen nutzen.

---

### Tipp

Bezüglich einer aktuellen Anleitung für Debian zum Thema Netzwerk-Infrastruktur lesen Sie das [Debian Administratorhandbuch — Netzwerk-Infrastruktur](#).

---

---

### Tipp

Falls Sie "2-Schritt-Verifizierung" aktiviert haben, müssen Sie bei manchen Internet-Providern ein Anwendungspasswort beziehen, um aus Ihrem Anwendungsprogramm Zugriff auf POP- und SMTP-Dienste zu erhalten. Auch kann es erforderlich sein, dass Sie im voraus Ihre Host-IP-Adresse bestätigen müssen.

---

## 6.1 Webbrowser

Es gibt viele [Webbrowser](#)-Pakete, um über das [Hypertext Transfer Protocol](#) (HTTP-Protokoll) auf ferne Inhalte zuzugreifen:

| Paket                            | Popcon                       | Größe                  | Art      | Beschreibung des Webbrowsers                                                                   |
|----------------------------------|------------------------------|------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">chromium</a>         | <a href="#">V:30, I:99</a>   | <a href="#">316808</a> | X        | <a href="#">Chromium</a> (quelloffener Browser von Google)                                     |
| <a href="#">firefox</a>          | <a href="#">V:16, I:22</a>   | <a href="#">299491</a> | "        | <a href="#">Firefox</a> , (quelloffener Browser von Mozilla, nur in Debian Unstable verfügbar) |
| <a href="#">firefox-esr</a>      | <a href="#">V:195, I:421</a> | <a href="#">266258</a> | "        | <a href="#">Firefox ESR</a> , (Firefox-Variante mit erweitertem Support-Umfang, ESR)           |
| <a href="#">epiphany-browser</a> | <a href="#">V:2, I:11</a>    | <a href="#">6666</a>   | "        | <a href="#">GNOME</a> , <a href="#">HIG</a> -konform, <a href="#">Epiphany</a>                 |
| <a href="#">konqueror</a>        | <a href="#">V:25, I:112</a>  | <a href="#">7982</a>   | "        | <a href="#">KDE</a> , <a href="#">Konqueror</a>                                                |
| <a href="#">dillo</a>            | <a href="#">V:0.5, I:4.3</a> | <a href="#">2203</a>   | "        | <a href="#">Dillo</a> (ressourcenschonender Browser, <a href="#">FLTK</a> -basiert)            |
| <a href="#">w3m</a>              | <a href="#">V:10, I:134</a>  | <a href="#">2853</a>   | Text     | <a href="#">w3m</a>                                                                            |
| <a href="#">lynx</a>             | <a href="#">V:29, I:448</a>  | <a href="#">2031</a>   | "        | <a href="#">Lynx</a>                                                                           |
| <a href="#">elinks</a>           | <a href="#">V:3, I:16</a>    | <a href="#">1791</a>   | "        | <a href="#">ELinks</a>                                                                         |
| <a href="#">links</a>            | <a href="#">V:2, I:21</a>    | <a href="#">2321</a>   | "        | <a href="#">Links</a> (Nur-Text)                                                               |
| <a href="#">links2</a>           | <a href="#">V:0.8, I:8.6</a> | <a href="#">5466</a>   | grafisch | <a href="#">Links</a> (Konsolen-Grafik ohne X)                                                 |

Tabelle 6.1: Liste der Webbrowser

---



### 6.1.1 Fälschen der User-Agent-Angabe

Um auf einige übermäßig beschränkte Webseiten zugreifen zu können, müssen Sie unter Umständen die [User-Agent](#)-Angabe fälschen, die Ihr Webbrowser zurück gibt. Näheres unter:

- [MDN Web Docs: userAgent \(englisch\)](#)
- [Chrome-Entwickler: die User-Agent-Angabe überschreiben \(englisch\)](#)
- [Wie Sie Ihre User-Agent-Angabe ändern \(englisch\)](#)
- [Wie Sie die User-Agent-Angabe in Chrome, Firefox, Safari und weiteren ändern \(englisch\)](#)
- [Wie Sie die User-Agent-Angabe Ihres Browsers ändern, ohne irgendwelche Erweiterungen installieren zu müssen \(englisch\)](#)
- [Wie Sie die User-Agent-Angabe in Gnome Web \(epiphany\) ändern \(englisch\)](#)

### 6.1.2 Browser-Erweiterung

Alle modernen grafischen Webbrowser unterstützen quellcode-basierte [Browser-Erweiterungen](#); diese sollen als [Web extensions](#) standardisiert werden.

## 6.2 Das Mail-System

Dieser Abschnitt ist überwiegend für typische tragbare Arbeitsplatzrechner (Laptops) gedacht, die über Internetverbindungen verfügen, wie sie für normale Privatkunden üblich sind.



#### Achtung

Falls Sie vorhaben, den Mail-Server so einzurichten, dass Mails direkt über das Internet ausgetauscht werden, gibt es wahrscheinlich bessere Beschreibungen als dieses grundlegende Dokument.

---

### 6.2.1 Grundlagen des E-Mail-Systems

Eine [E-Mail](#) besteht aus drei Komponenten: den Absender- und Empfänger-Informationen, wie sie bei einem normalen Brief auf dem Umschlag stehen würden, den Nachrichten-Kopfzeilen (Header) und der eigentlichen Nachricht (dem "Nachrichtenkörper").

- Die "An"- und "Von"-Informationen ("To" und "From") auf dem "Umschlag" werden von [SMTP](#) genutzt, um die Nachricht zuzustellen. (Die "From"-Information auf dem Umschlag wird auch mit [Bounce address/Envelope sender](#), `From_` usw. bezeichnet).
- Die "An"- und "Von"-Informationen ("To" und "From") in den Nachrichten-Kopfzeilen werden vom [E-Mail-Client](#) (E-Mail-Programm) angezeigt. (Obwohl es sehr gängig ist, dass diese mit den Informationen vom "Umschlag" übereinstimmen, muss dies nicht immer der Fall sein.)
- Das E-Mail-Nachrichtenformat bestehend aus Kopfzeilen (Header) und Nachrichtenkörper (Body) wird erweitert durch die [Multipurpose Internet Mail Extensions \(MIME\)](#), so dass zusätzlich zum reinen ASCII-Text auch andere Zeichenkodierungen unterstützt werden sowie Anhänge mit Audio-, Video-, Grafik- oder Applikationsdaten.

Voll ausgestattete GUI-basierte [E-Mail-Clients](#) bieten all diese Funktionen über eine grafische intuitive Konfiguration.

---

- Sie erstellen und interpretieren die Nachrichten-Kopfzeilen und den Nachrichtenkörper unter Verwendung der [Multipurpose Internet Mail Extensions \(MIME\)](#), um den Datentyp und die Kodierung des Nachrichteninhalts korrekt zu bestimmen.
- Sie authentifizieren sich selbst gegenüber den SMTP- und IMAP-Servern des ISP mittels der althergebrachten [Basic Access Authentication](#) oder der modernen Variante [OAuth 2.0](#). (Um [OAuth 2.0](#) zu nutzen, legen Sie dies über die Einstellungen Ihrer Arbeitsplatzumgebung fest; z.B. über "Einstellungen" -> "Online-Konten".)
- Sie versenden die Nachrichten an den SMTP-Server des ISP (über den Message Submission Port 587).
- Sie empfangen die auf dem Mail-Server des ISP vorhandenen Nachrichten über den TSL/IMAP4-Port (993).
- Sie können Mails über deren Attribute filtern.
- Teilweise bieten sie auch weitere optionale Funktionalitäten: Kontakte, Kalender, Aufgaben, Notizen.

| Paket                       | Popcon         | Größe  | Art                                                                                  |
|-----------------------------|----------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">evolution</a>   | V:25, I:225    | 489    | Programm mit grafischer X-GUI-Oberfläche (GNOME, Groupware-Suite)                    |
| <a href="#">thunderbird</a> | V:41, I:103    | 274581 | Programm mit grafischer X-GUI-Oberfläche (GTK, <a href="#">Mozilla Thunderbird</a> ) |
| <a href="#">kmail</a>       | V:43, I:103    | 25265  | Programm mit grafischer X-GUI-Oberfläche (KDE)                                       |
| <a href="#">mutt</a>        | V:11, I:86     | 7334   | Programm für textbasiertes Terminal, zu benutzen u.a. mit <a href="#">vim</a>        |
| <a href="#">mew</a>         | V:0.01, I:0.16 | 2319   | Programm für textbasiertes Terminal, zu benutzen mit (x)emacs                        |

Tabelle 6.2: Liste der Mail User Agents (MUA)

## 6.2.2 Einschränkungen moderner E-Mail-Dienste

Moderne E-Mail-Dienste unterliegen einigen Einschränkungen, um die Belästigung/Schädigung durch Spam (unerwünschte und unverlangte E-Mails) zu minimieren.

- Sie können nicht davon ausgehen, dass das Betreiben eines SMTP-Servers an einem Endverbraucher-Anschluß (und somit das Senden von Nachrichten direkt an einen fernen Zielrechner) zuverlässig funktioniert.
- Eine E-Mail kann an jeglicher Stelle auf der Route zum Ziel ohne weiteren Hinweis verworfen werden, außer sie ist als so authentisch wie möglich erkennbar.
- Sie können nicht davon ausgehen, dass das Versenden von Mails an ferne Rechner mit einer zufälligen Absender-Mail-Adresse über einen eigenen Smarthost zuverlässig funktioniert.

Die Gründe hierfür sind:

- Kommunikation über den SMTP-Port (25) von Rechnern an einem Endverbraucher-Anschluß wird geblockt.
- Kommunikation über den SMTP-Port (25) zu Rechnern an einem Endverbraucher-Anschluß wird geblockt.
- Ausgehende Nachrichten von Rechnern an einem Endverbraucher-Anschluß ins Internet können nur über den Message Submission Port (587) versandt werden.
- Zur [E-Mail-Filterung](#) werden großflächig [Anti-Spam-Techniken](#) wie [DomainKeys Identified Mail \(DKIM\)](#), [Sender Policy Framework \(SPF\)](#) und [Domain-based Message Authentication, Reporting and Conformance \(DMARC\)](#) eingesetzt.
- Unter Umständen können Sie zum Versand von Mails über einen Smarthost den [DomainKeys Identified Mail](#)-Dienst verwenden.
- Der Smarthost-Dienst überschreibt unter Umständen die Absenderadresse in den Nachrichten-Kopfzeilen mit der Ihres Mail-Accounts, um zu verhindern, dass die E-Mail-Adresse gefälscht wird.

### 6.2.3 Historische Erwartungen an E-Mail-Dienste

Einige Programme im Debian-System erwarten, dass auf den `/usr/sbin/sendmail`-Befehl zugegriffen werden kann, um in der Standardeinstellung (oder auch in benutzerspezifisch angepassten Konfigurationen) E-Mails verschicken zu können. Der Grund hierfür ist, dass der Mail-Dienst auf UNIX-Systemen historisch gesehen wie folgt funktioniert:

- Eine E-Mail wird als Textdatei erstellt.
- Die E-Mail wird an den `/usr/sbin/sendmail`-Befehl übergeben.
- Wenn die Zieladresse auf dem gleichen Rechner liegt, stellt `/usr/sbin/sendmail` die Mail per lokaler Auslieferung zu, indem sie an die Datei `/var/mail/$username` angehängt wird.
  - Befehle, die diese Funktionalität nutzen: `apt - listchanges`, `cron`, `at`, ...
- Liegt die Zieladresse auf einem fernen Rechner, sendet `/usr/sbin/sendmail` die Nachricht per SMTP an den (per DNS-MX-Eintrag ermittelten) Zielrechner.
  - Befehle, die diese Funktionalität nutzen: `popcon`, `reportbug`, `bts`, ...

### 6.2.4 Mail Transfer Agent (MTA)

Mobile Arbeitsplatzrechner unter Debian können seit Debian 12 Bookworm so konfiguriert werden, dass ein voll ausgestatteter grafischer [E-Mail-Client](#) ohne installierten [Mail Transfer Agent \(MTA\)](#) trotzdem korrekt funktioniert.

Traditionell hat Debian immer ein MTA-Programm installiert, um Mail-Programme zu unterstützen, die den `/usr/sbin/sendmail` erwarten. Solche MTA müssen auf mobilen Arbeitsplatzrechnern mit Abschnitt [6.2.2](#) und Abschnitt [6.2.3](#) zurechtkommen.

Bei mobilen Arbeitsplatzrechnern ist die typische Wahl für den MTA entweder `exim4-daemon-light` oder `postfix` (bei diesem wird die Installationsoption "E-Mails direkt mittels SMTP oder über fetchmail empfangen; ausgehende E-Mails über einen Smarthost versenden." ausgewählt). Dies sind ressourcen-schonende MTAs, die auch `/etc/aliases` respektieren.

---

#### **Tipp**

Die Konfiguration von `exim4` zum Versenden von E-Mails über mehrere Absender-Mail-Adressen und mehrere dazugehörige Smarthosts ist alles andere als einfach. Wenn Sie solche Funktionalitäten für einige Programme benötigen, richten Sie diese so ein, dass sie `msmtp` benutzen; damit ist es auf einfache Art möglich, mehrere Absender-Adressen einzurichten. Den Haupt-MTA können Sie dann für nur eine einzige Mail-Adresse eingerichtet lassen.

---

#### 6.2.4.1 Die Konfiguration von `exim4`

Für das Verschicken von Mails über das Internet via Smarthost (re-)konfigurieren Sie die `exim4`-\*-Pakete wie folgt:

```
$ sudo systemctl stop exim4
$ sudo dpkg-reconfigure exim4-config
```

Wählen Sie bei "Generelle E-Mail-Einstellungen" den Eintrag "Versand über Sendezentrale (Smarthost); Empfang mit SMTP oder Fetchmail".

Setzen Sie den "E-Mail-Name des Systems" auf seinen Standardwert, den FQDN (Näheres dazu in Abschnitt [5.1.1](#)).

Bei "IP-Adressen, an denen eingehende SMTP-Verbindungen erwartet werden" wählen Sie den Standardwert "127.0.0.1 ; ::1".

---

| Paket                              | Popcon       | Größe | Beschreibung                                                                         |
|------------------------------------|--------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">exim4-daemon-light</a> | V:207, I:215 | 1768  | Exim4 Mail Transfer Agent (MTA: Debian-Standard)                                     |
| <a href="#">exim4-daemon-heavy</a> | V:5.1, I:5.2 | 1950  | Exim4 Mail Transfer Agent (MTA: flexible Alternative)                                |
| <a href="#">exim4-base</a>         | V:213, I:221 | 1677  | Exim4-Dokumentation (Text-Variante) und allgemeine Dateien                           |
| <a href="#">exim4-doc-html</a>     | I:1.1        | 3798  | Exim4-Dokumentation (html-Variante)                                                  |
| <a href="#">exim4-doc-info</a>     | I:0.57       | 648   | Exim4-Dokumentation (info-Variante)                                                  |
| <a href="#">postfix</a>            | V:103, I:110 | 4268  | Postfix Mail Transfer Agent (MTA: sichere Alternative)                               |
| <a href="#">postfix-doc</a>        | I:4.6        | 5026  | Postfix-Dokumentation (html- + Text-Variante)                                        |
| <a href="#">saslm2-bin</a>         | V:5, I:10    | 381   | Cyrus SASL API Implementation (Ergänzung zu Postfix für SMTP AUTH)                   |
| <a href="#">cyrus-saslm2-doc</a>   | I:0.71       | 2140  | Cyrus SASL - Dokumentation                                                           |
| <a href="#">msmtp</a>              | V:8, I:15    | 822   | Ressourcen-schonender MTA                                                            |
| <a href="#">msmtp-mta</a>          | V:6.8, I:8.9 | 139   | Ressourcen-schonender MTA (Sendmail-Kompatibilitätserweiterung für msmtp)            |
| <a href="#">nullmailer</a>         | V:7.7, I:8.2 | 483   | eingeschränkter MTA, kein lokaler Mail-Transfer                                      |
| <a href="#">ssmtp</a>              | V:4.0, I:6.2 | 134   | eingeschränkter MTA, kein lokaler Mail-Transfer                                      |
| <a href="#">sendmail-bin</a>       | V:10, I:11   | 1954  | vollständig ausgestatteter MTA (nur, wenn Sie sich bereits damit auskennen)          |
| <a href="#">git-email</a>          | V:0.4, I:9.9 | 1229  | <a href="#">git-send-email(1)</a> Programm zum Versenden von Patch-Serien per E-Mail |

Tabelle 6.3: Liste von Paketen für grundlegende Mail Transfer Agents

Löschen Sie alle eingetragenen Werte bei der Abfrage von "Weitere Ziele, für die E-Mails angenommen werden sollen".

Löschen Sie alle eingetragenen Werte bei der Abfrage von "Rechner, für die E-Mails weitergeleitet werden (Relay)".

Setzen Sie "IP-Adresse oder Rechnername der Sendezentrale für ausgehende E-Mails" auf "smtp.hostname.dom:587".

Wählen Sie "Nein" bei der Frage "Lokalen E-Mail-Namen in ausgehenden E-Mails verbergen?". (Nutzen Sie stattdessen "/etc/email-addresses" wie in Abschnitt 6.2.4.3 beschrieben.)

Bei der Abfrage "DNS-Anfragen minimieren (Automatische Einwahl, Dial-on-Demand)?" gehen Sie wie folgt vor:

- Wählen Sie "Nein", wenn Ihr System während des Rechnerstarts mit dem Internet verbunden ist.
- Wählen Sie "Ja", wenn Ihr System während des Rechnerstarts **nicht** (oder nicht immer) mit dem Internet verbunden ist.

Setzen Sie den Wert für "Versandart bei lokaler E-Mail-Zustellung:" auf "Mbox-Format in /var/mail".

Bei der Frage "Einstellungen auf kleine Dateien aufteilen?" wählen Sie "Ja".

Erzeugen Sie Passwordeinträge für den Smarthost, indem Sie "/etc/exim4/passwd.client" editieren:

```
$ sudo vim /etc/exim4/passwd.client
...
$ cat /etc/exim4/passwd.client
^smtp.*\.hostname\.dom:username@hostname.dom:password
```

Konfigurieren Sie [exim4\(8\)](#) mit "QUEUERUNNER='queueonly'", "QUEUERUNNER='nodaemon'" usw. in "/etc/default/exim4", um die Nutzung von Systemressourcen zu minimieren (optional).

Starten Sie exim4 mit folgendem Befehl:

```
$ sudo systemctl start exim4
```

Der Rechnername in `/etc/exim4/passwd.client` sollte nicht der Alias-Name sein. Sie können den echten Rechnernamen wie folgt herausfinden:

```
$ host smtp.hostname.dom
smtp.hostname.dom is an alias for smtp99.hostname.dom.
smtp99.hostname.dom has address 123.234.123.89
```

Ich verwende reguläre Ausdrücke in `/etc/exim4/passwd.client`, um das Alias-Problem zu umgehen. SMTP AUTH funktioniert unter Umständen sogar, wenn der Internet-Diensteanbieter den Host (Rechner), auf den der Alias zeigt, verändert.

Sie können die `exim4`-Konfiguration händisch aktualisieren, indem Sie wie folgt vorgehen:

- Aktualisieren der `exim4`-Konfigurationsdateien in `/etc/exim4/`.
  - Erzeugen von `/etc/exim4/exim4.conf.localmacros`, um MACROs zu aktivieren und Editieren von `/etc/exim4/exim4.conf` (bei Installation ohne gesplittete Konfigurationsdateien)
  - Erzeugen neuer oder Editieren vorhandener Dateien in den Unterverzeichnissen von `/etc/exim4/exim4.conf.d` (bei Installation mit gesplitteten Konfigurationsdateien)
- Führen Sie `systemctl reload exim4` aus.



#### Achtung

Das Starten von `exim4` dauert ziemlich lange, wenn die Frage "DNS-Anfragen minimieren (Automatische Einwahl, Dial-on-Demand)?" mit "Nein" (dem Standardwert) beantwortet wurde und das System während dem Rechnerstart **nicht** mit dem Internet verbunden ist.

Lesen Sie bitte die offizielle Anleitung unter `/usr/share/doc/exim4-base/README.Debian.gz` und [update-exim4.conf\(8\)](#).



#### Warnung

Aus praktischen Gründen sollten Sie **SMTP** mit **STARTTLS** auf Port 587 verwenden oder **SMTPS** (SMTP over SSL) auf Port 465, statt reinem SMTP auf Port 25.

### 6.2.4.2 Die Konfiguration von Postfix mit SASL

Für das Verschicken von Mails über das Internet via Smarthost sollten Sie zunächst die [Postfix-Dokumentation](#) und einschlägige dazugehörige Handbuchseiten lesen.

| Befehl                       | Funktion                            |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <a href="#">postfix(1)</a>   | Postfix-Steuerprogramm              |
| <a href="#">postconf(1)</a>  | Postfix-Konfigurationswerkzeug      |
| <a href="#">postconf(5)</a>  | Postfix-Konfigurationsparameter     |
| <a href="#">postmap(1)</a>   | Wartung von Postfix-Lookup-Tabellen |
| <a href="#">postalias(1)</a> | Wartung der Postfix-Alias-Datenbank |

Tabelle 6.4: Liste von wichtigen Postfix-Handbuchseiten

Sie (re-)konfigurieren die `postfix`- und `sasl2-bin`-Pakete wie folgt:

```
$ sudo systemctl stop postfix
$ sudo dpkg-reconfigure postfix
```

Wählen Sie "Internet mit Smarthost".

Setzen Sie "SMTP-Relay-Server (leere Eingabe: keiner)" auf "[smtp.rechnername.dom]:587" und konfigurieren Sie ihn mit folgenden Befehlen:

```
$ sudo postconf -e 'smtp_sender_dependent_authentication = yes'
$ sudo postconf -e 'smtp_sasl_auth_enable = yes'
$ sudo postconf -e 'smtp_sasl_password_maps = hash:/etc/postfix/sasl_passwd'
$ sudo postconf -e 'smtp_sasl_type = cyrus'
$ sudo vim /etc/postfix/sasl_passwd
```

Erzeugen Sie Passworteinträge für den Smarthost:

```
$ cat /etc/postfix/sasl_passwd
[smtp.hostname.dom]:587      username:password
$ sudo postmap hash:/etc/postfix/sasl_passwd
```

Starten Sie postfix wie folgt:

```
$ sudo systemctl start postfix
```

Hierbei stellt die Verwendung von "[" und "]" im dpkg-reconfigure-Dialog und in "/etc/postfix/sasl\_passwd" sicher, dass keine MX-Einträge abgefragt werden, sondern direkt der angegebene Rechnername genutzt wird. Lesen Sie dazu "Enabling SASL authentication in the Postfix SMTP client" in "/usr/share/doc/postfix/html/SASL\_README".

6.2.4.3 Die Mail-Adress-Konfiguration

Es gibt mehrere [Dateien zur Konfiguration der Mail-Adresse](#) für Mail Transfer Agents, Mail Delivery Agents und Mail User Agents.

| Datei                | Funktion                                        | Applikation                                                                                               |
|----------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| /etc/mailname        | Standard-Rechnername für (ausgehende) Mails     | Debian-spezifisch, <a href="#">mailname(5)</a>                                                            |
| /etc/email-addresses | Änderung des Rechnernamens für ausgehende Mails | <a href="#">exim(8)</a> -spezifisch, <a href="#">exim4-config_files(5)</a>                                |
| /etc/postfix/generic | Änderung des Rechnernamens für ausgehende Mails | <a href="#">postfix(1)</a> -spezifisch, aktiviert nach Ausführung des <a href="#">postmap(1)</a> -Befehls |
| /etc/aliases         | Kontonamen-Alias für eingehende Mails           | Grundlegend, aktiviert nach Ausführung des <a href="#">newaliases(1)</a> -Befehls                         |

Tabelle 6.5: Liste von Konfigurationsdateien für Mail-Adressen

Der **mailname** in der Datei "/etc/mailname" ist normalerweise ein voll-qualifizierter Domain-Name (FQDN), der sich auf eine der IP-Adressen des Rechners auflösen lässt. Bei Privatkundenrechnern, die keinen solchen FQDN-Namen mit einer aufzulösenden IP-Adresse haben, setzen Sie diesen **mailname** auf den Wert von "hostname -f". (Dies ist eine sichere Wahl und funktioniert sowohl für exim4 - \* wie auch für postfix.)

Tipp

Der Inhalt von "/etc/mailname" wird von vielen nicht-MTA-Programmen für deren Standardverhalten genutzt. Für mutt setzen Sie die "hostname"- und "from"-Variablen in der Datei ~/.muttrc, um den **mailname**-Wert zu überschreiben. Für Programme im devscripts-Paket, wie [bts\(1\)](#) und [dch\(1\)](#), exportieren Sie die Umgebungsvariablen "\$DEBFULLNAME" und "\$DEBEMAIL", um ihn zu überschreiben.

---

**Tipp**

Das Paket `popularity-contest` sendet normalerweise Mails vom `root`-Konto über den FQDN. Sie müssen `MAILFROM` in `/etc/popularity-contest.conf` setzen, wie in der Datei `/usr/share/popularity-contest/default.conf` beschrieben. Andernfalls wird Ihre Mail vom Smarthost-SMTP-Server abgelehnt werden. Obwohl lästig, ist dieser Ansatz sicherer als das Neuschreiben der Ursprungsadresse für alle Mails von `root` über den MTA und sollte für andere Daemons und cron-Skripte ebenfalls genutzt werden.

---

Wenn Sie den **mailname** auf den Wert von `"hostname -f"` setzen, kann die Änderung der Mail-Ursprungsadresse via MTA wie folgt realisiert werden:

- für [exim4\(8\)](#) über die Datei `/etc/email-addresses`, wie in [exim4-config\\_files\(5\)](#) beschrieben;
- für [postfix\(1\)](#) über die Datei `/etc/postfix/generic`, wie in [generic\(5\)](#) beschrieben.

Für `postfix` sind die folgenden zusätzlichen Schritte nötig:

```
# postmap hash:/etc/postfix/generic
# postconf -e 'smtp_generic_maps = hash:/etc/postfix/generic'
# postfix reload
```

Sie können die Mailadressen-Konfiguration wie folgt testen:

- [exim\(8\)](#) mit den Optionen `-brw`, `-bf`, `-bF`, `-bV`, ...;
- [postmap\(1\)](#) mit der Option `-q`.

---

**Tipp**

Exim wird zusammen mit mehreren Hilfsprogrammen wie [exiqgrep\(8\)](#) und [exipick\(8\)](#) ausgeliefert. Informationen über verfügbare Befehle finden Sie mittels `"dpkg -L exim4-base|grep man8/"`.

---

#### 6.2.4.4 Grundlegende MTA-Operationen

Es gibt mehrere grundlegende MTA-Operationen. Einige könnten über die [sendmail\(1\)](#)-Kompatibilitätsschnittstelle ausgeführt werden.

---

**Tipp**

Es könnte eine gute Idee sein, alle Mails durch ein Skript in `/etc/ppp/ip-up.d/*` zustellen zu lassen.

---

## 6.3 Der Server für Fernzugriff (SSH) und Hilfsprogramme

Die [Secure SHell](#) (SSH) ist der **sichere** Weg für Verbindungen über das Internet. Eine freie Version von SSH namens [OpenSSH](#) ist in Debian über die `openssh-client`- und `openssh-server`-Pakete verfügbar.

Für den Benutzer fungiert [ssh\(1\)](#) als clevere und sichere Alternative zu [telnet\(1\)](#). Anders als der `telnet`-Befehl scheitert `ssh` nicht am `telnet`-Maskierungszeichen (escape character; Standardeinstellung STRG-J).

Obwohl `shellinabox` kein SSH-Programm ist, ist es hier als interessante Alternative für fernen Terminal-Zugriff aufgelistet.

Lesen Sie auch Abschnitt [7.9](#) für Infos zur Verbindung mit fernen X-Client-Programmen.

---



| exim-Befehl         | postfix-Befehl                          | Beschreibung                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| sendmail            | sendmail                                | Mails von der Standardeingabe lesen und für die Zustellung vorbereiten (-bm) |
| mailq               | mailq                                   | Die Mail-Warteschlange auflisten mit Status und Queue-ID (-bp)               |
| newaliases          | newaliases                              | Initialisieren der Alias-Datenbank (-I)                                      |
| exim4 -q            | postqueue -f                            | Wartende Mails zustellen (-q)                                                |
| exim4 -qf           | postsuper -r ALL deferred; postqueue -f | Alle Mails zustellen                                                         |
| exim4 -qff          | postsuper -r ALL; postqueue -f          | Zurückgehaltene Mails ebenfalls zustellen                                    |
| exim4 -Mg queue_id  | postsuper -h queue_id                   | Eine durch ihre Queue-ID spezifizierte Nachricht zurückhalten                |
| exim4 -Mrm queue_id | postsuper -d queue_id                   | Eine durch ihre Queue-ID spezifizierte Nachricht löschen                     |
| Nicht verfügbar     | postsuper -d ALL                        | Alle Nachrichten löschen                                                     |

Tabelle 6.6: Liste grundlegender MTA-Operationen

| Paket                                  | Popcon                         | Größe | Werkzeug                                  | Beschreibung                                                                  |
|----------------------------------------|--------------------------------|-------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">openssh-client</a>         | <a href="#">V:657, I:996</a>   | 3521  | <a href="#">ssh(1)</a>                    | Secure-Shell-Client                                                           |
| <a href="#">openssh-server</a>         | <a href="#">V:772, I:820</a>   | 3594  | <a href="#">sshd(8)</a>                   | Secure-Shell-Server                                                           |
| <a href="#">ssh-askpass</a>            | <a href="#">I:16</a>           | 103   | <a href="#">ssh-askpass(1)</a>            | Fragt den Benutzer nach einer Passphrase für ssh-add (reines X)               |
| <a href="#">ssh-askpass-gnome</a>      | <a href="#">V:0.4, I:3.0</a>   | 46    | <a href="#">ssh-askpass-gnome(1)</a>      | Fragt den Benutzer nach einer Passphrase für ssh-add (GNOME)                  |
| <a href="#">ssh-askpass-fullscreen</a> | <a href="#">V:0.09, I:0.42</a> | 41    | <a href="#">ssh-askpass-fullscreen(1)</a> | Fragt den Benutzer nach einer Passphrase für ssh-add (GNOME) - etwas hübscher |
| <a href="#">shellinabox</a>            | <a href="#">V:0.7, I:1.0</a>   | 528   | <a href="#">shellinabxd(1)</a>            | Webserver für den <a href="#">VT100-Terminal-Emulator mit Browser-Zugriff</a> |

Tabelle 6.7: Liste von Servern für Fernzugriff und Hilfsprogrammen



**Achtung**

Lesen Sie Abschnitt [4.6.3](#), falls Ihr SSH über das Internet erreichbar ist.

**Tipp**

Bitte nutzen Sie das Programm [screen\(1\)](#), um dem Remote-Shell-Prozess die Chance zu geben, Verbindungsunterbrechungen zu überstehen (Weiteres dazu finden Sie in Abschnitt [9.1.2](#)).

### 6.3.1 Grundlagen von SSH

Der OpenSSH-Daemon unterstützt lediglich das SSH-Protokoll 2.

Bitte lesen Sie `"/usr/share/doc/openssh-client/README.Debian.gz"`, [ssh\(1\)](#), [sshd\(8\)](#), [ssh-keygen\(1\)](#), [ssh-add\(1\)](#) und [ssh-agent\(1\)](#).

**Warnung**

Wenn Sie den OpenSSH-Server laufen lassen möchten, darf `"/etc/ssh/sshd_not_to_be_run"` nicht vorhanden sein.

Aktivieren Sie NICHT rhost-basierte Authentifizierung (`HostbasedAuthentication` in `/etc/ssh/sshd_config`).

| Konfigurationsdatei                  | Beschreibung                                                                                                           |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>/etc/ssh/ssh_config</code>     | SSH-Client-StandardEinstellungen, lesen Sie <a href="#">ssh_config(5)</a>                                              |
| <code>/etc/ssh/sshd_config</code>    | SSH-Server-StandardEinstellungen, lesen Sie <a href="#">sshd_config(5)</a>                                             |
| <code>~/.ssh/authorized_keys</code>  | öffentliche Standard-SSH-Schlüssel, die Clients verwenden, um sich mit diesem Konto auf diesem SSH-Server zu verbinden |
| <code>~/.ssh/id_rsa</code>           | geheimer SSH-2 RSA-Schlüssel des Benutzers                                                                             |
| <code>~/.ssh/id_key-type-name</code> | geheimer SSH-2 <i>key-type-name</i> -Schlüssel wie z.B. <code>ecdsa</code> , <code>ed25519</code> , ... des Benutzers  |

Tabelle 6.8: Liste von SSH-Konfigurationsdateien

Mit folgenden Befehlen starten Sie eine [ssh\(1\)](#)-Verbindung von einem Client:

| Befehl                                                                             | Beschreibung                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>ssh benutzername@rechnernamen.domaene.ext</code>                             | im Standardmodus verbinden                                                             |
| <code>ssh -v benutzername@rechnernamen.domaene.ext</code>                          | im Standardmodus verbinden mit aktivierten Debugging-Meldungen (zur Fehlersuche)       |
| <code>ssh -o PreferredAuthentications=password username@hostname.domain.ext</code> | Verwendung des Passworts erzwingen mit SSH Version 2                                   |
| <code>ssh -t username@hostname.domain.ext passwd</code>                            | führen Sie <code>passwd</code> aus, um das Passwort auf einem fernen Rechner zu ändern |

Tabelle 6.9: Liste von Beispielen zum Start einer SSH-Verbindung auf einem Client

### 6.3.2 Benutzername auf dem fernen Rechner

Wenn Sie auf dem lokalen und dem fernen Rechner den gleichen Benutzernamen verwenden, können Sie "user name@" weglassen.

Sogar wenn Sie unterschiedliche Benutzernamen nutzen, können Sie sie weglassen, sofern Sie "~/.ssh/config" verwenden. Für den [Debian Salsa-Service](#) mit dem Kontoname "foo-guest" muss "~/.ssh/config" z.B. folgendes enthalten:

```
Host salsa.debian.org people.debian.org
User foo-guest
```

### 6.3.3 Verbindungen ohne Passwörter für die ferne Seite

Man kann es vermeiden, sich Passwörter für ferne Systeme merken zu müssen, indem man "PubkeyAuthentication" (SSH-2-Protokoll) nutzt.

Setzen Sie dazu auf dem fernen System die entsprechenden Einträge: "PubkeyAuthentication yes" in "/etc/ssh/sshd\_config".

Erzeugen Sie die Authentifizierungs-Schlüssel lokal und installieren Sie sie wie folgt auf dem fernen System:

```
$ ssh-keygen -t rsa
$ cat .ssh/id_rsa.pub | ssh user1@remote "cat - >>.ssh/authorized_keys"
```

Sie können weitere Optionen zu den Einträgen in "~/.ssh/authorized\_keys" hinzufügen, um die erlaubten Rechner einzuschränken und spezifische Befehle ausführen. Lesen Sie dazu [sshd\(8\)](#) - "AUTHORIZED\_KEYS FILE FORMAT".

### 6.3.4 Der Umgang mit fremden SSH-Clients

Es sind einige freie [SSH](#)-Clients für andere Plattformen verfügbar:

| Umgebung         | freies SSH-Programm                                                                      |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Windows          | puTTY ( <a href="#">PuTTY: ein freier SSH- und Telnet-Client</a> ) (GPL)                 |
| Windows (Cygwin) | SSH in cygwin ( <a href="#">Cygwin: das Linux-Feeling unter Windows bekommen</a> ) (GPL) |
| Mac OS X         | OpenSSH; verwenden Sie ssh in der Terminal-Applikation (GPL)                             |

Tabelle 6.10: Liste freier SSH-Clients für andere Plattformen

### 6.3.5 Einrichten von ssh-agent

Es ist sicherer, Ihren geheimen SSH-Authentifizierungs-Schlüssel mit einer Passphrase zu schützen. Falls Sie noch keine Passphrase vergeben haben, verwenden Sie dazu "ssh-keygen -p".

Legen Sie Ihren öffentlichen SSH-Schlüssel (z.B. "~/.ssh/id\_rsa.pub") wie folgt in "~/.ssh/authorized\_keys" auf dem fernen Server ab, und zwar über eine passwort-basierte Verbindung zum Server, wie oben beschrieben.

```
$ ssh-agent bash
$ ssh-add ~/.ssh/id_rsa
Enter passphrase for /home/username/.ssh/id_rsa:
Identity added: /home/username/.ssh/id_rsa (/home/username/.ssh/id_rsa)
```

Es ist kein Passwort für das ferne System zur Ausführung des nächsten Befehls mehr nötig:

```
$ scp foo username@remote.host:foo
```

Drücken Sie Strg-D, um die ssh-agent-Sitzung zu beenden.

Für den X-Server führt das normale Debian-Start-Skript `ssh-agent` als Eltern-Prozess aus. Sie müssen `ssh-add` daher nur einmal ausführen. Für weitere Details lesen Sie [ssh-agent\(1\)](#) und [ssh-add\(1\)](#).

### 6.3.6 Eine Mail versenden auf einem fernen Rechner

Wenn Sie ein SSH-Shell-Konto auf einem Server mit vernünftigen DNS-Einstellungen haben, können Sie eine Mail, die Sie auf Ihrem Arbeitsplatzrechner vorbereitet haben, von dem fernen Rechner aus als E-Mail verschicken:

```
$ ssh username@example.org /usr/sbin/sendmail -bm -ti -f "username@example.org" < mail_data ↵  
.txt
```

### 6.3.7 Portweiterleitung für SMTP-/POP3-Tunnelung

Um für eine Verbindung von Port 4025 auf `localhost` zu Port 25 auf `remote-server` (einem fernen Server) oder für eine Verbindung von Port 4110 auf `localhost` zu Port 110 auf `remote-server` via `ssh` eine Weiterleitung aufzubauen, führen Sie auf dem lokalen Rechner (`localhost`) folgendes aus:

```
# ssh -q -L 4025:remote-server:25 4110:remote-server:110 username@remote-server
```

Dies ist ein sicherer Weg für Verbindungen zu SMTP-/POP3-Servern über das Internet. Setzen Sie in `/etc/ssh/sshd_config` auf dem fernen Server den Wert für `AllowTcpForwarding` auf `yes`.

### 6.3.8 Wie Sie das ferne System über SSH herunterfahren

Sie müssen den Prozess, der das `"shutdown -h now"` ausführt (lesen Sie Abschnitt [1.1.8](#)), davor schützen, durch SSH beendet zu werden. Verwenden Sie dazu wie folgt den [at\(1\)](#)-Befehl (weiteres zu `at` in Abschnitt [9.4.13](#)):

```
# echo "shutdown -h now" | at now
```

`"shutdown -h now"` in einer [screen\(1\)](#)-Sitzung auszuführen (weitere Infos in Abschnitt [9.1.2](#)) ist ein anderer möglicher Weg.

### 6.3.9 Fehlersuche bei SSH

Falls Sie Probleme haben, kontrollieren Sie die Zugriffsrechte der Konfigurationsdateien und starten Sie `ssh` mit der Option `-v`.

Nutzen Sie die Option `-p`, wenn Sie `root` sind und Probleme mit einer Firewall haben; dadurch wird die Verwendung der Ports 1 - 1023 auf dem Server vermieden.

Wenn `ssh`-Verbindungen zu einem fernen Rechner plötzlich nicht mehr funktionieren, könnte dies auf Spielereien des Systemadministrators zurückzuführen sein, höchstwahrscheinlich Änderungen am `"host_key"` im Rahmen von Systemwartungsarbeiten. Nachdem Sie sich versichert haben, dass dies der Fall ist und niemand versucht, den fernen Rechner über einen cleveren Hack zu imitieren, können Sie die Verbindung wiedererlangen, indem Sie den `"host_key"`-Eintrag in der `~/.ssh/known_hosts`-Datei auf dem lokalen Rechner entfernen.

## 6.4 Der Print-Server und Hilfsprogramme

Im alten Unix-ähnlichen System war der BSD [Line Printer Daemon \(lpd\)](#) Standard und das Standard-Druckausgabe-Format von freier Software auf Unix-artigen Systemen war [PostScript \(PS\)](#). Ein Filtersystem wurde zusammen mit [Ghostscript](#) verwendet, um das Drucken auf nicht-PostScript-Druckern zu ermöglichen. Siehe Abschnitt [11.4.1](#).

Im modernen Debian-System ist das [Common UNIX Printing System \(CUPS\)](#) der De-Facto-Standard und das Standard-Druckausgabe-Format von moderner freier Software ist das [Portable Document Format \(PDF\)](#).

CUPS nutzt das [Internet Printing Protocol \(IPP\)](#). IPP ist der plattform-übergreifende De-Facto-Standard für das Drucken von fern; es unterstützt bi-direktionale Kommunikation.

Dank der Dateiformat-abhängigen automatischen Konvertierungsfunktion des CUPS-Systems sollte die einfache Übergabe jeglicher Daten an den `lpr`-Befehl zur gewünschten Druckausgabe führen. (In CUPS kann `lpr` aktiviert werden, indem das `cups-bsd`-Paket installiert wird.)

Das Debian-System enthält einige erwähnenswerte Pakete für Print-Server und deren Hilfsprogramme:

| Paket                                     | Popcon                       | Größe                | Port            | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">lpr</a>                       | <a href="#">V:2.0, I:2.3</a> | <a href="#">378</a>  | printer (515)   | BSD <code>lpr/lpd</code> ( <a href="#">Line Printer Daemon</a> )                                                                                                                                                                                          |
| <a href="#">cups</a>                      | <a href="#">V:143, I:442</a> | <a href="#">1088</a> | IPP (631)       | Internet-Printing CUPS-Server                                                                                                                                                                                                                             |
| <a href="#">cups-client</a>               | <a href="#">V:151, I:454</a> | <a href="#">429</a>  | "               | <a href="#">System-V-Druckerbefehle</a> für CUPS: <a href="#">lp(1)</a> , <a href="#">lpstat(1)</a> , <a href="#">lpoptions(1)</a> , <a href="#">cancel(1)</a> , <a href="#">lpmove(8)</a> , <a href="#">lpinfo(8)</a> , <a href="#">lpadmin(8)</a> , ... |
| <a href="#">cups-bsd</a>                  | <a href="#">V:32, I:184</a>  | <a href="#">131</a>  | "               | <a href="#">BSD-Druckbefehle</a> für CUPS: <a href="#">lpr(1)</a> , <a href="#">lpq(1)</a> , <a href="#">lprm(1)</a> , <a href="#">lpc(8)</a>                                                                                                             |
| <a href="#">printer-driver-gutenprint</a> | <a href="#">V:17, I:54</a>   | <a href="#">1117</a> | Nicht anwendbar | Druckertreiber für CUPS                                                                                                                                                                                                                                   |

Tabelle 6.11: Liste von Print-Servern und Hilfsprogrammen

### Tipp

Sie können das CUPS-System konfigurieren, indem Sie in Ihrem Browser "<http://localhost:631/>" eingeben.

## 6.5 Weitere Netzanwendungs-Server

Hier einige weitere Netzanwendungs-Server:

Das Common Internet File System - Protokoll (CIFS) ist das gleiche Protokoll wie [Server Message Block \(SMB\)](#) und wird von Microsoft Windows ausgiebig genutzt.

### Tipp

In Abschnitt [4.5.2](#) finden Sie Informationen zur Integration von Server-Systemen.

### Tipp

Die Rechnernamenauflösung wird normalerweise über den [DNS](#)-Server realisiert. Für IP-Adressen, die dynamisch über einen [DHCP](#)-Server zugewiesen werden, kann [Dynamic DNS](#) eingerichtet werden; dazu können `bind9` und `kea` genutzt werden, wie auf der [DDNS-Seite im Debian-Wiki](#) beschrieben.

| Paket                             | Popcon         | Größe | Protokoll              | Beschreibung                                                    |
|-----------------------------------|----------------|-------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <a href="#">telnetd</a>           | V:0.3, I:1.5   | 55    | <a href="#">TELNET</a> | TELNET-Server                                                   |
| <a href="#">nfs-kernel-server</a> | V:47, I:55     | 834   | <a href="#">NFS</a>    | Datei-Netzwerkfreigabe unter Unix                               |
| <a href="#">samba</a>             | V:109, I:122   | 5138  | <a href="#">SMB</a>    | Datei- und Drucker-Netzwerkfreigabe unter Windows               |
| <a href="#">netatalk</a>          | V:0.71, I:0.93 | 933   | <a href="#">ATP</a>    | Datei- und Drucker-Netzwerkfreigabe unter Apple/Mac (AppleTalk) |
| <a href="#">proftpd-basic</a>     | V:3.7, I:9.0   | 452   | <a href="#">FTP</a>    | Grundlegender Datei-Download                                    |
| <a href="#">apache2</a>           | V:179, I:216   | 586   | <a href="#">HTTP</a>   | Grundlegender Web-Server                                        |
| <a href="#">squid</a>             | V:7.8, I:8.5   | 9358  | "                      | Grundlegender <a href="#">Web-Proxy-Server</a>                  |
| <a href="#">bind9</a>             | V:34, I:37     | 888   | <a href="#">DNS</a>    | IP-Adresse für andere Rechner                                   |
| <a href="#">kea</a>               | I:0.52         | 245   | <a href="#">DHCP</a>   | IP-Adresse des Clients selbst                                   |

Tabelle 6.12: Liste von weiteren Netzerkanwendungs-Servern

**Tipp**

Die Verwendung eines Proxy-Servers wie [squid](#) ist viel effizienter, um Bandbreite zu sparen, als ein lokaler Archiv-Spiegel mit dem vollständigen Inhalt des Debian-Archivs.

## 6.6 Weitere Netzerkanwendungs-Clients

Hier einige weitere Netzerkanwendungs-Clients:

## 6.7 Diagnose von System-Daemons

Das `telnet`-Programm ermöglicht die manuelle Verbindung zu den System-Daemons und ihren Diagnosefunktionen.

Um einen reinen [POP3](#)-Dienst zu testen, probieren Sie folgendes:

```
$ telnet mail.ispname.net pop3
```

Um einen [POP3](#)-Dienst mit aktiviertem [TLS/SSL](#) (wie sie bei manchen Providern vorkommen) zu testen, benötigen Sie einen `telnet`-Client mit aktiviertem [TLS/SSL](#), z.B. aus dem `telnet-ssl`- oder `openssl`-Paket:

```
$ telnet -z ssl pop.gmail.com 995
```

```
$ openssl s_client -connect pop.gmail.com:995
```

Die folgenden [RFCs](#) enthalten das zur Diagnose erforderliche Wissen für jeden System-Daemon.

Die Verwendung der Ports ist in `/etc/services` beschrieben.

| Paket                              | Popcon       | Größe | Protokoll    | Beschreibung                                                                 |
|------------------------------------|--------------|-------|--------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">netcat-traditional</a> | V:52, I:904  | 139   | TCP/IP       | TCP/IP-Alleskönner                                                           |
| <a href="#">netcat-openbsd</a>     | V:20, I:121  | 105   | TCP/IP       | TCP/IP-Alleskönner mit Unterstützung für IPv6, Proxys und Unix-Sockets       |
| <a href="#">openssl</a>            | V:855, I:997 | 2532  | SSL          | Secure-Socket-Layer-(SSL-)Binärdatei und dazugehörige Kryptografie-Werkzeuge |
| <a href="#">stunnel4</a>           | V:6.2, I:9.6 | 24    | "            | universeller SSL-Wrapper                                                     |
| <a href="#">telnet</a>             | V:11, I:206  | 55    | TELNET       | TELNET-Client                                                                |
| <a href="#">nfs-common</a>         | V:147, I:194 | 1140  | NFS          | Datei-Netzwerkfreigabe unter Unix                                            |
| <a href="#">smbclient</a>          | V:23, I:205  | 2117  | SMB          | Datei- und Druckerfreigabe-Client für MS Windows                             |
| <a href="#">cifs-utils</a>         | V:32, I:117  | 351   | "            | Befehle zum Einbinden und Trennen von fern abgelegten MS-Windows-Dateien     |
| <a href="#">wget</a>               | V:179, I:982 | 3784  | HTTP und FTP | Programm zum Herunterladen von Dateien aus dem Web                           |
| <a href="#">curl</a>               | V:248, I:726 | 512   | "            | "                                                                            |
| <a href="#">transmission-gtk</a>   | V:11, I:151  | 6259  | BitTorrent   | <a href="#">BitTorrent</a> -Client (GTK)                                     |
| <a href="#">transmission-qt</a>    | V:0.7, I:2.7 | 6213  | "            | <a href="#">BitTorrent</a> -Client (Qt)                                      |
| <a href="#">ktorrent</a>           | V:1.4, I:5.3 | 5031  | "            | <a href="#">BitTorrent</a> -Client (Qt)                                      |
| <a href="#">qbittorrent</a>        | V:9, I:24    | 15262 | "            | <a href="#">BitTorrent</a> -Client (Qt)                                      |
| <a href="#">bind9-host</a>         | V:117, I:940 | 136   | DNS          | <a href="#">host(1)</a> von bind9, "Priorität: standard"                     |
| <a href="#">dnsutils</a>           | V:5, I:156   | 23    | "            | <a href="#">dig(1)</a> von bind, "Priorität: standard"                       |
| <a href="#">ldap-utils</a>         | V:10, I:55   | 790   | LDAP         | Daten von einem LDAP-Server beziehen                                         |

Tabelle 6.13: Liste von Netzwerkanwendungs-Clients

| RFC                                                 | Beschreibung                                                 |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <a href="#">rfc1939</a> und <a href="#">rfc2449</a> | <a href="#">POP3</a> -Dienst                                 |
| <a href="#">rfc3501</a>                             | <a href="#">IMAP4</a> -Dienst                                |
| <a href="#">rfc2821</a> ( <a href="#">rfc821</a> )  | <a href="#">SMTP</a> -Dienst                                 |
| <a href="#">rfc2822</a> ( <a href="#">rfc822</a> )  | Mail-Datei-Format                                            |
| <a href="#">rfc2045</a>                             | <a href="#">Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME)</a> |
| <a href="#">rfc819</a>                              | <a href="#">DNS</a> -Dienst                                  |
| <a href="#">rfc2616</a>                             | <a href="#">HTTP</a> -Dienst                                 |
| <a href="#">rfc2396</a>                             | <a href="#">URI</a> -Definition                              |

Tabelle 6.14: Liste populärer RFCs

## Kapitel 7

# GUI-System

### 7.1 GUI-Arbeitsplatzumgebung

Im Debian-System stehen mehrere voll ausgestattete grafische [GUI](#)-Arbeitsplatzumgebungen zur Auswahl:

| Programmgruppen-Paket                        | Popcon | Größe | Beschreibung                                          |
|----------------------------------------------|--------|-------|-------------------------------------------------------|
| <a href="#">task-gnome-desktop</a>           | 1:187  | 9     | <a href="#">GNOME</a> -Arbeitsplatzumgebung           |
| <a href="#">task-xfce-desktop</a>            | 1:88   | 9     | <a href="#">Xfce</a> -Arbeitsplatzumgebung            |
| <a href="#">task-kde-desktop</a>             | 1:93   | 6     | <a href="#">KDE Plasma</a> -Arbeitsplatzumgebung      |
| <a href="#">task-mate-desktop</a>            | 1:31   | 9     | <a href="#">MATE</a> -Arbeitsplatzumgebung            |
| <a href="#">task-cinnamon-desktop</a>        | 1:36   | 9     | <a href="#">Cinnamon</a> -Arbeitsplatzumgebung        |
| <a href="#">task-lxde-desktop</a>            | 1:20   | 9     | <a href="#">LXDE</a> -Arbeitsplatzumgebung            |
| <a href="#">task-lxqt-desktop</a>            | 1:17   | 9     | <a href="#">LXQt</a> -Arbeitsplatzumgebung            |
| <a href="#">task-gnome-flashback-desktop</a> | 1:9.9  | 6     | <a href="#">GNOME Flashback</a> -Arbeitsplatzumgebung |

Tabelle 7.1: Liste der Arbeitsplatzumgebungen

---

**Tipp**

Paketabhängigkeiten, die durch ein Programmgruppen-Metapaket (task-\*) ausgewählt wurden, könnten nicht mehr synchron sein zu den letzten Versionsübergängen in Debian Unstable/Testing. Für task-gnome-desktop beispielsweise müssen Sie eventuell die Paketauswahl wie folgt anpassen:

- Starten Sie [aptitude\(8\)](#) mit `sudo aptitude -u`.
  - Wählen Sie "Tasks" aus und drücken Sie "Enter".
  - Wählen Sie "Endbenutzer" aus und drücken Sie "Enter".
  - Wählen Sie "GNOME" aus und drücken Sie "Enter".
  - Wählen Sie task-gnome-desktop aus und drücken Sie "Enter".
  - Wählen Sie "Hängt ab von" aus und drücken Sie "m" (manuell installiert).
  - Wählen Sie "Empfiehl" aus und drücken Sie "m" (manuell installiert).
  - Wählen Sie "task-gnome-desktop" aus und drücken Sie "-" (entfernen).
  - Anpassen ausgewählter Pakete bei gleichzeitigem Entfernen von problematischen Paketen, die Abhängigkeitskonflikte auslösen
  - Drücken Sie "g", um die Installation/Aktualisierung zu starten.
- 

Dieser Abschnitt behandelt die Standard-Arbeitsplatzumgebung von Debian: task-gnome-desktop, die [GNOME](#) unter [wayland](#) bereitstellt.

## 7.2 GUI-Kommunikationsprotokoll

Beim GNOME-Desktop verfügbare GUI-Kommunikationsprotokolle:

- [Wayland \(Display-Server-Protokoll\)](#) (nativ)
- [X-Window-System Core-Protokoll](#) (über xwayland)

Bitte besuchen Sie die [freedesktop.org-Seite für Infos zu Unterschieden zwischen Wayland und der X-Window-Architektur](#).

Aus Sicht des Benutzers können die Unterschiede wie folgt zusammengefasst werden:

- Wayland ist ein rechner-internes GUI-Kommunikationsprotokoll: neu, einfacher, schneller, keine setuid-root-Binärdatei;
- X-Window ist ein netzwerkfähiges GUI-Kommunikationsprotokoll: traditionell, komplex, langsamer, hat eine setuid-root-Binärdatei.

Betreffend Anwendungen, die das Wayland-Protokoll verwenden: der Zugriff auf deren Bildschirminhalte von einem fernen Rechner wird unterstützt durch [VNC](#) und [RDP](#). Siehe Abschnitt 7.8.

Moderne X-Server enthalten die [MIT Shared Memory Extension](#) und kommunizieren über gemeinsam genutzten Speicher (shared memory) mit den lokalen X-Clients. So wird der netzwerk-transparente [Xlib-Interprozess-Kommunikationskanal](#) umgangen und die Performance erhöht. Diese Situation war der [Hintergrund](#) für die Erstellung von Wayland als ausschließlich lokales GUI-Kommunikationsprotokoll.

Über das xeyes-Programm - vom GNOME-Terminal aus gestartet - können Sie das GUI-Kommunikationsprotokoll für jede GUI-Anwendung getrennt kontrollieren.

---



\$ xeyes

- Wenn der Mauscursor auf einer Anwendung steht, die das Wayland Display-Server-Protokoll verwendet - wie z.B. das "GNOME-Terminal", bewegen sich die Augen nicht zusammen mit dem Mauscursor.
- Befindet sich der Mauscursor auf einer Anwendung, die das X-Window-System Core-Protokoll nutzt - wie "xterm", bewegen sich die Augen synchron zum Mauscursor; hier zeigt sich die nicht-isolierte Natur der X-Window-Architektur.

Mit Stand April 2021 wurden viele populäre GUI-Anwendungen wie GNOME- und [LibreOffice \(LO\)](#)-Anwendungen auf das Wayland Display-Server-Protokoll migriert. Soweit ich das sehe, verwenden z.B. xterm, gitk, chromium, firefox, gimp, dia und KDE-Anwendungen noch das X-Window-System Core-Protokoll.

#### Anmerkung

Sowohl für xwayland unter Wayland wie auch für das native X-Window-System sollte die alte X-Server-Konfigurationsdatei `/etc/X11/xorg.conf` nicht auf dem System vorhanden sein. Die Grafikausgabe- und Eingabegeräte werden jetzt vom Kernel über [DRM](#), [KMS](#) und [udev](#) konfiguriert. Der native X-Server wurde entsprechend angepasst, um diese zu verwenden. Weiteres dazu unter "[modeb default video mode support](#)" in der Dokumentation des Linux-Kernels.

## 7.3 GUI-Infrastruktur

Hier einige erwähnenswerte GUI-Infrastruktur-Pakete für die GNOME-Umgebung unter Wayland:

| Paket                                       | Popcon       | Paketgröße | Beschreibung                                                          |
|---------------------------------------------|--------------|------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">mutter</a>                      | V:1, I:24    | 215        | GNOMEs Fenster-Manager <a href="#">mutter</a> <b>[auto]</b>           |
| <a href="#">xwayland</a>                    | V:249, I:329 | 2652       | Ein X-Server, der auf <a href="#">wayland</a> läuft <b>[auto]</b>     |
| <a href="#">gnome-remote-desktop</a>        | V:139, I:236 | 2453       | Remote-Desktop-Daemon für GNOME, der PipeWire verwendet <b>[auto]</b> |
| <a href="#">gnome-tweaks</a>                | V:16, I:228  | 1145       | Fortgeschrittene Konfigurationsoptionen für GNOME                     |
| <a href="#">gnome-shell-extension-prefs</a> | V:7, I:121   | 73         | Werkzeug, um die GNOME-Shell-Extensions zu aktivieren/deaktivieren    |

Tabelle 7.2: Liste erwähnenswerter GUI-Infrastruktur-Pakete

Hierbei bedeutet "**[auto]**", dass diese Pakete automatisch installiert werden, wenn Sie bei der Installation die Programmgruppe `task-gnome-desktop` auswählen.

#### Tipp

`gnome-tweaks` ist das unverzichtbare Konfigurationswerkzeug für GNOME. Zum Beispiel:

- können Sie eine "Über-Verstärkung" der Sound-Lautstärke erzwingen (unter "Allgemein");
- können Sie erzwingen, dass die Feststelltaste ("Caps-Lock") zu "Esc" wird (unter "Tastatur & Maus" -> "Tastatur" -> "Zusätzliche Layout-Optionen").

#### Tipp

Detail-Funktionen der GNOME-Desktop-Umgebung können mit Hilfsprogrammen konfiguriert werden, die Sie erreichen, indem Sie nach dem Drücken der Super-Taste `"settings"`, `"tweaks"` oder `"extensions"` eingeben.

## 7.4 GUI-Anwendungen

Viele nützliche GUI-Anwendungen sind jetzt in Debian verfügbar. Die Installation von Paketen wie `scribus` (aus KDE) innerhalb der GNOME-Arbeitsplatzumgebung ist absolut akzeptabel, da eine entsprechende Funktionalität in GNOME nicht enthalten ist. Allerdings könnte die Installation von vielen Paketen mit identischer Funktion Ihr System aufblähen.

Hier eine Liste von GUI-Anwendungen, die mir ins Auge gestochen sind:

## 7.5 Benutzerverzeichnisse

Die Standardnamen für Benutzerverzeichnisse wie `~/Desktop`, `~/Documents`, ... sind innerhalb der Desktop-Umgebung abhängig von der Locale, die für die Systeminstallation verwendet wurde, können also in eine andere Sprache als Englisch übersetzt sein. Sie können sie auf Englisch zurücksetzen mit:

```
$ LANGUAGE=C xdg-user-dirs-update --force
```

Anschließend verschieben Sie alle Daten in die neuen Verzeichnisse. Siehe dazu [xdg-user-dirs-update\(1\)](#).

Sie können auch frei wählbare eigene Namen vergeben, indem Sie `~/config/user-dirs.dirs` editieren. Näheres dazu in [user-dirs.dirs\(5\)](#).

## 7.6 Schriften

Viele nützliche skalierbare Schriftarten sind für Debian-Nutzer verfügbar. Anliegen der Benutzer hierbei sind, wie sie Redundanzen (doppelt vorhandene Schriften) vermeiden können und wie sie Teile von installierten Schriftarten deaktivieren können. Ansonsten könnten unnötigerweise verfügbare Schriften die Menüs der GUI-Anwendungen aufblähen.

Das Debian-System verwendet die [FreeType 2.0](#)-Bibliothek zur Rasterung vieler skalierbarer Schriftformate für Bildschirmanzeige und Druck:

- [Type 1 \(PostScript\)](#)-Schriften, die kubische [Bézierkurven](#) verwenden (nahezu veraltetes Format);
- [TrueType](#)-Schriften, die quadratische [Bézierkurven](#) verwenden (gute Wahl);
- [OpenType](#)-Schriften, die kubische [Bézierkurven](#) verwenden (beste Wahl).

### 7.6.1 Basis-Schriftarten

Die folgende Tabelle wurde erstellt in der Hoffnung, dass sie Nutzern hilft, passende skalierbare Schriftarten auszuwählen durch ein klares Verständnis der metrischen Kompatibilität und der Glyphenabdeckung. Die meisten Schriftarten decken alle lateinischen, griechischen und kyrillischen Zeichen ab. Auch ästhetische Gründe könnten Einfluß darauf haben, welche Schriften Sie letztlich aktivieren. Diese Schriften können sowohl für die Bildschirmanzeige wie auch für den Druck genutzt werden.

Hierbei gilt:

- steht "MCM" für "metrisch kompatibel mit durch Microsoft bereitgestellte Schriften";
- steht "MCMATC" für "metrisch kompatibel mit durch Microsoft bereitgestellte Schriften: [Arial](#), [Times New Roman](#), [Courier New](#)";
- steht "MCAHTC" für "metrisch kompatibel mit durch [Adobe](#) bereitgestellte Schriften: Helvetica, Times, Courier";

| Paket                               | Popcon         | Paketgröße | Arch          | Beschreibung                                                          |
|-------------------------------------|----------------|------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">evolution</a>           | V:25, I:225    | 489        | GNOME         | persönliches Informationsmanagement (Groupware und E-Mail)            |
| <a href="#">thunderbird</a>         | V:41, I:103    | 274581     | GTK           | E-Mail-Client ( <a href="#">Mozilla Thunderbird</a> )                 |
| <a href="#">kontakt</a>             | V:1.0, I:9.3   | 2360       | KDE           | persönliches Informationsmanagement (Groupware und E-Mail)            |
| <a href="#">libreoffice-writer</a>  | V:107, I:418   | 34123      | LO            | Schreibprogramm                                                       |
| <a href="#">abiword</a>             | V:0.9, I:5.2   | 3596       | GNOME         | Schreibprogramm                                                       |
| <a href="#">calligrawords</a>       | V:0.2, I:2.9   | 7134       | KDE           | Schreibprogramm                                                       |
| <a href="#">scribus</a>             | V:1, I:12      | 32415      | KDE           | <a href="#">Desktop-Publishing</a> -Editor zum Ändern von PDF-Dateien |
| <a href="#">glabels</a>             | V:0.3, I:2.6   | 1283       | GNOME         | Aufkleber-Editor                                                      |
| <a href="#">libreoffice-calc</a>    | V:104, I:415   | 28733      | LO            | Tabellenkalkulation                                                   |
| <a href="#">gnumeric</a>            | V:3, I:11      | 9945       | GNOME         | Tabellenkalkulation                                                   |
| <a href="#">calligrasheets</a>      | V:0.1, I:1.8   | 14012      | KDE           | Tabellenkalkulation                                                   |
| <a href="#">libreoffice-impress</a> | V:91, I:414    | 2485       | LO            | Präsentation                                                          |
| <a href="#">calligrastage</a>       | V:0.1, I:1.8   | 6194       | KDE           | Präsentation                                                          |
| <a href="#">libreoffice-base</a>    | V:21, I:69     | 5050       | LO            | Datenbank-Verwaltung                                                  |
| <a href="#">kexi</a>                | V:0.06, I:0.86 | 7565       | KDE           | Datenbank-Verwaltung                                                  |
| <a href="#">libreoffice-draw</a>    | V:91, I:414    | 11209      | LO            | Vektorgrafik-Editor                                                   |
| <a href="#">inkscape</a>            | V:11, I:76     | 113353     | GNOME         | Vektorgrafik-Editor                                                   |
| <a href="#">karbon</a>              | V:0.1, I:2.3   | 4004       | KDE           | Vektorgrafik-Editor                                                   |
| <a href="#">dia</a>                 | V:1, I:15      | 3846       | GTK           | Ablaufschema- und Diagramm-Editor                                     |
| <a href="#">gimp</a>                | V:41, I:214    | 32779      | GTK           | Bitmapgrafik-Editor                                                   |
| <a href="#">shotwell</a>            | V:14, I:243    | 6334       | GTK           | Digitalfoto-Verwaltung                                                |
| <a href="#">digikam</a>             | V:1.5, I:8.6   | 325        | KDE           | Digitalfoto-Verwaltung                                                |
| <a href="#">darktable</a>           | V:4, I:11      | 35876      | GTK           | Leuchttisch und Dunkelkammer für Photographen                         |
| <a href="#">gnome-video-trimmer</a> | V:0.2, I:1.1   | 1665       | GNOME         | verlustfreies Schneiden von Videodateien                              |
| <a href="#">kdenlive</a>            | V:3, I:22      | 19821      | KDE           | nicht-linearer Video-Editor                                           |
| <a href="#">shotcut</a>             | V:1.0, I:7.1   | 7943       | Qt-Appl.      | nicht-linearer Video-Editor                                           |
| <a href="#">openshot-qt</a>         | V:0.9, I:9.3   | 196007     | Qt-Appl.      | nicht-linearer Video-Editor                                           |
| <a href="#">flowblade</a>           | V:0.2, I:2.3   | 42213      | GTK           | nicht-linearer Video-Editor                                           |
| <a href="#">planner</a>             | V:0.1, I:3.2   | 1400       | GNOME         | Projektverwaltung                                                     |
| <a href="#">calligraplan</a>        | V:0.1, I:1.8   | 23545      | KDE           | Projektverwaltung                                                     |
| <a href="#">gncash</a>              | V:2.3, I:7.2   | 29451      | GNOME         | Finanzverwaltung/Homebanking-Programm                                 |
| <a href="#">homebank</a>            | V:0.3, I:1.7   | 3194       | GTK           | Finanzverwaltung/Homebanking-Programm                                 |
| <a href="#">khomebank</a>           | V:0.5, I:2.0   | 19289      | KDE           | Finanzverwaltung/Homebanking-Programm                                 |
| <a href="#">frescobaldi</a>         | V:0.2, I:1.5   | 11102      | Qt-Appl.      | LilyPond Notenblatt-Texteditor                                        |
| <a href="#">librecad</a>            | V:1, I:12      | 9164       | Qt-Appl.      | System für computerunterstützte Konstruktion (CAD, 2D)                |
| <a href="#">freecad</a>             | V:1, I:19      | 112        | Qt-Appl.      | System für computerunterstützte Konstruktion (CAD, 3D)                |
| <a href="#">kicad</a>               | V:3, I:13      | 222895     | GTK           | Software zum Entwurf von Schaltplänen und Platinen                    |
| <a href="#">xsane</a>               | V:8, I:129     | 1512       | GTK           | Scanner-Frontend                                                      |
| <a href="#">libreoffice-math</a>    | V:87, I:417    | 1958       | LO            | mathematischer Gleichungs-/Formel-Editor                              |
| <a href="#">calibre</a>             | V:7, I:26      | 69924      | KDE           | E-Book-Konvertierer und Bibliotheksverwaltung                         |
| <a href="#">fbreader</a>            | V:0.6, I:6.0   | 3827       | GTK           | E-Book-Reader                                                         |
| <a href="#">evince</a>              | V:72, I:282    | 942        | GNOME         | Dokumentenbetrachter (pdf)                                            |
| <a href="#">okular</a>              | V:41, I:129    | 4419       | KDE           | Dokumentenbetrachter (pdf)                                            |
| <a href="#">x11-apps</a>            | V:30, I:440    | 2461       | reine X-Appl. | <a href="#">xeyes(1)</a> , usw.                                       |
| <a href="#">x11-utils</a>           | V:222, I:551   | 651        | reine X-Appl. | <a href="#">xev(1)</a> , <a href="#">xwininfo(1)</a> , usw.           |

| Paket                     | Popcon       | Größe | sans | serif | mono | Hinweise zur Schriftart                                                                                                                      |
|---------------------------|--------------|-------|------|-------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| fonts-cantarell           | V:173, I:285 | 224   | 59   | -     | -    | <a href="#">Cantarell</a> (GNOME 3; Bildschirmanzeige)                                                                                       |
| fonts-noto                | I:151        | 30    | 61   | 63    | 40   | <a href="#">Noto-Schriften</a> (Google; mehrsprachig inkl. CJK)                                                                              |
| fonts-dejavu              | I:384        | 34    | 58   | 68    | 40   | <a href="#">DejaVu</a> (GNOME 2; MCM: <a href="#">Verdana</a> , erweiterte <a href="#">Bitstream Vera</a> )                                  |
| fonts-liberation2         | V:44, I:168  | 15    | 56   | 60    | 40   | <a href="#">Liberation-Schriften</a> für <a href="#">LibreOffice</a> (Red Hat; MCMATC)                                                       |
| fonts-croscore            | V:20, I:36   | 5260  | 56   | 60    | 40   | Chrome OS: <a href="#">Arimo</a> , <a href="#">Tinos</a> und <a href="#">Cousine</a> (Google; MCMATC)                                        |
| fonts-crosextra-carlito   | V:20, I:91   | 2696  | 57   | -     | -    | Chrome OS: <a href="#">Carlito</a> (Google; MCM: <a href="#">Calibri</a> )                                                                   |
| fonts-crosextra-caladea   | V:12, I:85   | 347   | -    | 55    | -    | Chrome OS: <a href="#">Caladea</a> (Google; MCM: <a href="#">Cambria</a> ) (nur Latein)                                                      |
| fonts-freefont-ttf        | V:79, I:203  | 14460 | 57   | 59    | 40   | <a href="#">GNU FreeFont</a> (erweiterte <a href="#">URW Nimbus</a> )                                                                        |
| fonts-quicksand           | V:207, I:447 | 392   | 56   | -     | -    | Debian task-desktop, <a href="#">Quicksand</a> (Bildschirmanzeige, nur Latein)                                                               |
| fonts-hack                | V:34, I:136  | 2507  | -    | -     | 40 P | Eine Schriftart, die für <a href="#">Quellcode-Hack</a> entworfen wurde (Facebook)                                                           |
| fonts-sil-gentiumplus     | V:0, I:28    | 14345 | -    | 54    | -    | <a href="#">Gentium SIL</a>                                                                                                                  |
| fonts-sil-charis          | V:1, I:28    | 6704  | -    | 59    | -    | <a href="#">Charis SIL</a>                                                                                                                   |
| fonts-urw-base35          | V:190, I:528 | 15558 | 56   | 60    | 40   | <a href="#">URW Nimbus</a> ( <a href="#">Nimbus Sans</a> , <a href="#">Roman No. 9 L</a> , <a href="#">Mono L</a> , <a href="#">MCAHTC</a> ) |
| fonts-ubuntu              | V:2.2, I:4.7 | 4339  | 58   | -     | 33 P | <a href="#">Ubuntu-Schriften</a> (Bildschirmanzeige)                                                                                         |
| fonts-terminus            | V:0.3, I:4.0 | 451   | -    | -     | 33   | <a href="#">Coole Retro-Terminal-Schriften</a>                                                                                               |
| ttf-mscorefonts-installer | V:1, I:39    | 85    | 56?  | 60    | 40   | Downloader für nicht-freie Microsoft-Schriften (siehe unten)                                                                                 |

Tabelle 7.4: Liste erwähnenswerter [TrueType](#)- und [OpenType](#)-Schriftarten

- stehen Zahlen in den Schrifttyp-Spalten für die ungefähre Weite von "M" der gleichen Punktgrößen-Schrift;
- steht "P" in einer Mono-Schrifttyp-Spalte für die Eignung in der Programmierung (mit einem klaren Unterschied bei "O"/"O" und "1"/"l"/"I").
- Das `ttf-mscorefonts-installer`-Paket lädt Microsofts "[Core fonts for the Web](#)" herunter und installiert [Arial](#), [Times New Roman](#), [Courier New](#), [Verdana](#), ... . Diese Schriftarten sind nicht-freie Daten.

Viele freie lateinische Schriftarten haben eine Abstammungslinie zur [URW Nimbus](#)-Familie oder zu [Bitstream Vera](#).

---

#### **Tipp**

Wenn Ihr Gebietsschema Schriften erfordert, die von den oben genannten Schriften nicht gut abgedeckt werden, verwenden Sie bitte `aptitude`, um nach Tasks-Paketen zu suchen (unter "Tasks" -> "Lokalisierung"). Die Schriftpakete, die in dem zu Ihrem Gebietsschema gehörigen Lokalisierungs-Task zu finden sind (unter "Hängt ab von" oder "Empfiehlt"), sind die primär für Sie interessanten Kandidaten.

---

## 7.6.2 Schriftenrasterung

Debian verwendet [FreeType](#) für die Rasterung von Schriften. Deren Infrastruktur zur Schriftenauswahl wird von der Schriften-Konfigurationsbibliothek [Fontconfig](#) bereitgestellt.

| Paket                                 | Popcon        | Größe | Beschreibung                                                               |
|---------------------------------------|---------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">libfreetype6</a>          | V:583, I:997  | 1018  | <a href="#">FreeType</a> -Bibliothek zur Schriftenrasterung                |
| <a href="#">libfontconfig1</a>        | V:573, I:810  | 344   | <a href="#">Fontconfig</a> - Schriften-Konfigurationsbibliothek            |
| <a href="#">fontconfig</a>            | V:464, I:692  | 415   | <code>fc - *</code> : Konsolen-Befehle für <a href="#">Fontconfig</a>      |
| <a href="#">font-manager</a>          | V:2.4, I:7.0  | 1116  | <a href="#">Font Manager</a> : GUI-Programm für <a href="#">Fontconfig</a> |
| <a href="#">nautilus-font-manager</a> | V:0.1, I:0.43 | 38    | Nautilus-Erweiterung für <a href="#">Font Manager</a>                      |

Tabelle 7.5: Liste erwähnenswerter Pakete für Schriftumgebungen

---

#### **Tipp**

Einige Schriftpakete wie `fonts-noto*` installieren zu viele Schriftarten. Auch möchten Sie vielleicht einige Schriftpakete installiert haben, aber die zugehörigen Schriftarten sollen normalerweise trotzdem nicht aktiv sein. Doppelte [Glyphen](#) sind für einige [Unicode](#)-Codepoints aufgrund der [Han-Vereinheitlichung](#) zu erwarten, und durch eine unkonfigurierte [Fontconfig](#)-Bibliothek könnte es dazu kommen, dass unerwünschte Glyphen ausgewählt werden. Sehr nervige Fälle sind dabei "U+3001 IDEOGRAPHIC COMMA" und "U+3002 IDEOGRAPHIC FULL STOP" in CJK-Ländern. Sie können solche Problematiken ganz einfach vermeiden, indem Sie die Verfügbarkeit von Schriftarten über den grafischen Schriften-Manager [font-manager](#) konfigurieren.

---

Der Schriftarten-Konfigurationsstatus kann auch über die Befehlszeile abgefragt werden:

- `"fc-match(1)"` zeigt, welche `fontconfig`-Schriften Standardeinstellung sind;
- `"fc-list(1)"` zeigt verfügbare `fontconfig`-Schriften.

Sie können den Schriftarten-Konfigurationsstatus auch über einen Texteditor konfigurieren, aber dies ist nicht trivial. Lesen Sie dazu [fonts.conf\(5\)](#).

---

## 7.7 Sandbox

Viele (meist grafische) Anwendungen unter Linux sind auch in binärer Form über Debian-fremde Quellen verfügbar:

- [ApplImage -- Linux apps that run anywhere](#)
- [FLATHUB -- Apps for Linux, right here](#)
- [snapcraft -- The app store for Linux](#)



### Warnung

Binärdateien aus diesen Quellen könnten proprietäre, nicht-freie Software-Pakete enthalten.

Es gibt eine Existenzberechtigung für diese Binärformat-Distributionen auch unter Liebhabern Freier Software, die Debian nutzen, da auf diesem Wege ein sauberer Satz von Bibliotheken für jede Anwendung vom jeweiligen Upstream-Entwickler bereitgestellt werden kann, unabhängig von den ansonsten in Debian verfügbaren Versionen.

Das dem Nutzen von externen Binärdateien anhängende Risiko kann reduziert werden, indem eine [Sandbox-Umgebung](#) genutzt wird, die moderne Linux-Sicherheitsfunktionalitäten zum Einsatz bringt (siehe Abschnitt [4.7.5](#)):

- Binärdateien von ApplImage und einigen weiteren Upstream-Sites sollten Sie in [firejail](#) laufen lassen (bei [manueller Konfiguration](#)).
- Binärdateien von FLATHUB sollten Sie in [Flatpak](#) laufen lassen. (Keine manuelle Konfiguration erforderlich.)
- Binärdateien von Snapcraft sollten Sie in [Snap](#) laufen lassen. (Keine manuelle Konfiguration erforderlich. Kompatibel mit Daemon-Programmen.)

Das `xdg-desktop-portal`-Paket bietet eine standardisierte API-Schnittstelle für allgemeine Desktop-Funktionalitäten. Näheres unter [xdg-desktop-portal \(Flatpak\)](#) und [xdg-desktop-portal \(Snap\)](#).

| Paket                                         | Popcon                       | Größe | Beschreibung                                                                                        |
|-----------------------------------------------|------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">flatpak</a>                       | <a href="#">V:107, I:115</a> | 9278  | Rahmenwerk zur Verteilung von Desktop-Anwendungen basierend auf <a href="#">Flatpak</a>             |
| <a href="#">gnome-software-plugin-flatpak</a> | <a href="#">V:30, I:42</a>   | 283   | Flatpak-Unterstützung für GNOME Software                                                            |
| <a href="#">snapd</a>                         | <a href="#">V:61, I:64</a>   | 78931 | Daemon und Werkzeuge, um <a href="#">Snap</a> -Pakete zu aktivieren                                 |
| <a href="#">gnome-software-plugin-snap</a>    | <a href="#">V:1.5, I:2.3</a> | 145   | Snap-Support für GNOME Software                                                                     |
| <a href="#">xdg-desktop-portal</a>            | <a href="#">V:365, I:434</a> | 2291  | Desktop-Integrations-Portal für Flatpak und Snap                                                    |
| <a href="#">xdg-desktop-portal-gtk</a>        | <a href="#">V:329, I:432</a> | 715   | <a href="#">xdg-desktop-portal</a> -Backend für <a href="#">gtk</a> (GNOME)                         |
| <a href="#">xdg-desktop-portal-kde</a>        | <a href="#">V:79, I:111</a>  | 3324  | <a href="#">xdg-desktop-portal</a> -Backend für <a href="#">Qt</a> (KDE)                            |
| <a href="#">xdg-desktop-portal-wlr</a>        | <a href="#">V:2.3, I:5.4</a> | 159   | <a href="#">xdg-desktop-portal</a> -Backend für <a href="#">wlroots</a> (Wayland)                   |
| <a href="#">firejail</a>                      | <a href="#">V:1.3, I:4.7</a> | 1827  | das Sicherheits-Sandbox-Programm <a href="#">firejail</a> zur Nutzung mit <a href="#">ApplImage</a> |

Tabelle 7.6: Liste erwähnenswerter Pakete für Sandbox-Umgebungen

Diese Sandbox-Technologie ähnelt sehr den Apps auf Smartphone-Betriebssystemen, wo Apps mit eingeschränktem Ressourcenzugriff ausgeführt werden.

Einige große GUI-Anwendungen in Debian wie Webbrowser nutzen intern ebenfalls die Sandbox-Technologie, um sicherer zu werden.

## 7.8 Arbeitsplatz-Fernzugriff (Remote Desktop)

| Paket                                      | Popcon                       | Größe | Protokolle                      | Beschreibung                                                                                 |
|--------------------------------------------|------------------------------|-------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">gnome-remote-desktop</a>       | <a href="#">V:189, I:236</a> | 2453  | RDP                             | <a href="#">GNOME Remote Desktop</a> -Server                                                 |
| <a href="#">xrdp</a>                       | <a href="#">V:27, I:29</a>   | 4669  | RDP                             | <a href="#">xrdp</a> , Remote-Desktop-Protocol (RDP) Server                                  |
| <a href="#">x11vnc</a>                     | <a href="#">V:9, I:44</a>    | 1863  | RFB (VNC)                       | <a href="#">x11vnc</a> , Remote-Framebuffer-Protocol (VNC) Server                            |
| <a href="#">tigervnc-standalone-server</a> | <a href="#">V:5, I:15</a>    | 2960  | RFB (VNC)                       | <a href="#">TigerVNC</a> , Remote-Framebuffer-Protocol (VNC) Server                          |
| <a href="#">gnome-connections</a>          | <a href="#">V:6, I:139</a>   | 1695  | RDP, RFB (VNC)                  | <a href="#">GNOME Remote-Desktop-Client</a>                                                  |
| <a href="#">vinagre</a>                    | <a href="#">V:1, I:23</a>    | 4249  | RDP, RFB (VNC), SPICE, SSH      | <a href="#">Vinagre</a> : GNOME-Client für Arbeitsplatz-Fernzugriff                          |
| <a href="#">remmina</a>                    | <a href="#">V:16, I:62</a>   | 983   | RDP, RFB (VNC), SPICE, SSH, ... | <a href="#">Remmina</a> : GTK-Client für Arbeitsplatz-Fernzugriff                            |
| <a href="#">krdc</a>                       | <a href="#">V:2, I:14</a>    | 4144  | RDP, RFB (VNC)                  | <a href="#">KRDC</a> : KDE-Client für Arbeitsplatz-Fernzugriff                               |
| <a href="#">virt-viewer</a>                | <a href="#">V:3, I:38</a>    | 1278  | RFB (VNC), SPICE                | <a href="#">Virtual Machine Manager</a> : grafischer Display-Client von Gastbetriebssystemen |

Tabelle 7.7: Liste erwähnenswerter Server für Fernzugriff

## 7.9 X-Server-Verbindungen

Es gibt verschiedene Wege, um eine Anwendung auf einem fernen Rechner mit dem X-Server zu verbinden; dazu gehört auch xwayland auf dem lokalen Rechner.

| Paket                             | Popcon                       | Größe | Befehl                             | Beschreibung                         |
|-----------------------------------|------------------------------|-------|------------------------------------|--------------------------------------|
| <a href="#">openssh-server</a>    | <a href="#">V:772, I:820</a> | 3594  | sshd mit der Option X11-forwarding | <a href="#">SSH</a> -Server (sicher) |
| <a href="#">openssh-client</a>    | <a href="#">V:657, I:996</a> | 3521  | ssh -X                             | <a href="#">SSH</a> -Client (sicher) |
| <a href="#">xauth</a>             | <a href="#">V:189, I:973</a> | 81    | xauth                              | Werkzeug für die X-authority-Datei   |
| <a href="#">x11-xserver-utils</a> | <a href="#">V:304, I:528</a> | 559   | xhost                              | Server-Zugriffskontrolle für X       |

Tabelle 7.8: Liste der Verbindungsmethoden zum X-Server

### 7.9.1 Lokale Verbindung zum X-Server

Ein Zugriff auf den lokalen X-Server durch lokale Anwendungen, die das X-Core-Protokoll nutzen, kann über einen lokalen UNIX-Domain-Socket realisiert werden. Die Authentifizierung hierfür kann über die authority-Datei mittels



[Access-Cookies](#) erfolgen. Der Speicherort der authority-Datei wird über die Umgebungsvariable "\$XAUTHORITY" definiert, und das X-Display über die "\$DISPLAY"-Umgebungsvariable. Da diese normalerweise automatisch gesetzt werden, ist keine spezielle Aktion dafür nötig; für "gitk" starten Sie z.B. einfach:

```
username $ gitk
```

---

**Anmerkung**

Für xwayland enthält XAUTHORITY einen Wert wie "/run/user/1000/.mutter-Xwaylandauth.YVSU30".

---

## 7.9.2 Fernverbindung auf den X-Server

Der Zugriff von fern auf den lokalen X-Server mittels einer Anwendung, die das X-Core-Protokoll verwendet, wird über die Nutzung der X11-forwarding-Funktionalität unterstützt:

- Öffnen Sie `gnome-terminal` auf dem lokalen Rechner.
- Führen Sie [ssh\(1\)](#) mit der Option `-X` wie folgt aus, um eine Verbindung mit der fernen Seite aufzubauen:

```
localname @ localhost $ ssh -q -X loginname@remotehost.domain  
Password:
```

- Starten Sie auf der fernen Seite einen X-Anwendungsbefehl, z.B. "gitk":

```
loginname @ remotehost $ gitk
```

Mit dieser Methode kann die Anzeige eines fernen X-Clients dargestellt werden, als wäre sie lokal über einen UNIX-Domain-Socket verbunden.

Lesen Sie für Informationen zu SSH/SSHD Abschnitt [6.3](#).

**Warnung**

Eine [TCP/IP](#)-Verbindung zu einem fernen X-Server ist in Debian aus Sicherheitsgründen deaktiviert. Wenn Sie es vermeiden können, sollten Sie dies auch nicht aktivieren (z.B. indem Sie einfach "`xhost +`" setzen oder [XDMCP-Verbindungen](#) gestatten).

---

## 7.9.3 Chroot-Verbindung zum X-Server

Der Zugriff auf den X-Server über Anwendungen, die das X-Core-Protokoll verwenden und auf dem gleichen Rechner laufen, jedoch in einer Umgebung (wie einem chroot), in der die authority-Datei nicht erreichbar ist, kann sicher über `xhost` authentifiziert werden, indem [User-based access](#) verwendet wird, z.B. wie hier für "gitk":

```
username $ xhost + si:localuser:root ; sudo chroot /path/to  
# cd /src  
# gitk  
# exit  
username $ xhost -
```

## 7.10 Zwischenablage

Um Text in die Zwischenablage zu kopieren, lesen Sie Abschnitt [1.4.4](#).

Um Grafiken in die Zwischenablage zu kopieren, gehen Sie zu Abschnitt [11.6](#).

Auch einige CLI-Befehle können die Zwischenablage beeinflussen:

---



| Paket                        | Popcon                       | Paketgröße          | Ziel          | Beschreibung                                                                                  |
|------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">xsel</a>         | <a href="#">V:7, I:42</a>    | <a href="#">55</a>  | X             | Befehlszeilenprogramm für die X-Auswahl (Zwischenablage)                                      |
| <a href="#">xclip</a>        | <a href="#">V:18, I:79</a>   | <a href="#">62</a>  | X             | Befehlszeilenprogramm für die X-Auswahl (Zwischenablage)                                      |
| <a href="#">wl-clipboard</a> | <a href="#">V:9, I:27</a>    | <a href="#">174</a> | Wayland       | wl-copy / wl-paste: Befehlszeilenschnittstelle für die <a href="#">Wayland-Zwischenablage</a> |
| <a href="#">gpm</a>          | <a href="#">V:8.2, I:9.1</a> | <a href="#">524</a> | Linux-Konsole | ein Daemon, der Mausereignisse auf der Linux-Konsole verarbeitet                              |

Tabelle 7.9: Liste von Programmen zum Beeinflussen der Zwischenablage

## Kapitel 8

# I18N und L10N

[Multilingualisation \(M17N\) oder native Sprachunterstützung](#) (die Anpassung eines Software-Produkts zur Unterstützung mehrerer Sprachen) besteht aus zwei Schritten:

- Internationalisierung (I18N): eine Software so einrichten, dass sie grundsätzlich verschiedene Gebietsschemata (Locales) unterstützt.
- Lokalisierung (L10N): eine Software für die Unterstützung eines bestimmten Gebietsschemas anpassen.

---

### Tipp

Bei den englischen Begriffen Multilingualization, Internationalization und Localization befinden sich 17, 18 bzw. 10 Buchstaben zwischen dem ersten und letzten Buchstaben ("m" und "n", "i" und "n" bzw. "l" und "n"), was M17N, I18N und L10N ergibt. Weitere Details finden Sie unter [Internationalization and localization](#) (englisch).

---

## 8.1 Das Gebietsschema (Locale)

Das Verhalten von Programmen, die Internationalisierung unterstützen, wird bestimmt durch die Umgebungsvariable "\$LANG". Die Unterstützung von Locale-abhängigen Funktionalitäten erfordert die Installation von `locales`-Paketen oder dem Paket `locales-all`. Die `locales`-Pakete müssen korrekt eingerichtet sein.

Wenn weder irgendwelche `locales`-Pakete noch `locales-all` installiert sind, gibt es keine Locale-spezifischen Funktionalitäten und das System nutzt Meldungen in amerikanischem Englisch; Daten werden als **ASCII** behandelt. Dieses Verhalten ist dasselbe, wie wenn "\$LANG" auf "LANG=", "LANG=C" oder "LANG=POSIX" gesetzt ist.

Moderne Software wie GNOME oder KDE ist für die Unterstützung verschiedener Sprachen ausgerüstet. Sie ist mittels [UTF-8](#) internationalisiert und über übersetzte Texte mittels [gettext\(1\)](#)-Infrastruktur lokalisiert. Übersetzte Texte werden teilweise als separate Lokalisierungspakete bereitgestellt.

Das aktuelle grafische Arbeitsplatzsystem in Debian setzt das Gebietsschema normalerweise in grafischen GUI-Umgebungen auf "LANG=xx\_YY.UTF-8". Hierbei entspricht "xx" dem [Sprachcode gemäß ISO 639](#) und "YY" dem [Ländercode gemäß ISO 3166](#). Diese Werte werden über den Konfigurationsdialog der jeweiligen Arbeitsplatsumgebung gesetzt und haben entsprechenden Einfluß auf die Programme. Näheres dazu finden Sie in Abschnitt [1.5.2](#).

### 8.1.1 Argumentation für UTF-8-Gebietsschemata

Die einfachste Art von Textdaten ist **ASCII**, was passend ist für Englisch und weniger als 127 Zeichen enthält (welche in 7 Bits dargestellt werden können).

Sogar reiner Text in Englisch kann nicht-ASCII-Zeichen enthalten, so sind z.B. die leicht geschweiften rechten und linken Anführungszeichen in ASCII nicht enthalten:

---

```
b'"b'double quoted textb'"b' is not "double quoted ASCII"
b''b'single quoted textb''b' is not 'single quoted ASCII'
```

Um mehr Zeichen zu unterstützen, wurden weitere Zeichensätze und Zeichenkodierungen entwickelt, um eine Vielzahl von Sprachen unterstützen zu können (siehe Tabelle [11.2](#)).

Der [Unicode](#)-Zeichensatz kann nahezu alle dem Menschen bekannten Zeichen mit Codepunkten aus einem Bereich von 21 Bits (dies entspricht 0 bis 10FFFF in hexadezimaler Darstellung) abbilden.

Das Zeichenkodierungssystem [UTF-8](#) passt Unicode-Codepunkte in einen 8 Bit breiten Datenstrom ein, der überwiegend zum ASCII-Datenverarbeitungssystem kompatibel ist. Das macht **UTF-8** zur modernen und bevorzugten Zeichenkodierung. **UTF** steht dabei für Unicode Transformation Format. Wenn reiner [ASCII](#)-Text in [UTF-8](#) konvertiert wird, hat er exakt den gleichen Inhalt und die gleiche Größe wie der originale ASCII-Text. Sie verlieren also nichts, wenn Sie ein UTF-8-Gebietsschema nutzen.

Mit einem [UTF-8](#)-Gebietsschema und einer dazu kompatiblen Anwendung können Sie Textdaten in jeglicher fremden Sprache anzeigen und editieren, solange die entsprechenden Schriftarten und Eingabemethoden installiert und aktiviert sind. Wenn beispielsweise das Gebietsschema auf "LANG=fr\_FR.UTF-8" gesetzt ist, kann mit [gedit\(1\)](#) (dem Texteditor der GNOME Arbeitsplatsumgebung) chinesischer Text dargestellt und bearbeitet werden, während das Menü in Französisch angezeigt wird.

---

#### **Tipp**

Sowohl das neue (standardmäßige) "en\_US.UTF-8" wie auch das alte "C"/"POSIX"-Gebietsschema nutzen US-Englisch für Meldungen, es gibt nur minimale Unterschiede bei der Sortierreihenfolge etc. Wenn Sie nicht nur ASCII-Zeichen anzeigen möchten, sondern auch UTF-8-kodierte Zeichen, und trotzdem das alte Verhalten der "C"-Locale bevorzugen, verwenden Sie das Gebietsschema "C.UTF-8" (kein Standard).

---

---

#### **Anmerkung**

Einige Programme verbrauchen mehr Speicher, wenn sie [I18N](#) unterstützen. Das kommt daher, weil sie für die Unicode-Unterstützung intern [UTF-32\(UCS4\)](#) verwenden (zwecks Geschwindigkeitsoptimierung; dabei werden 4 Bytes für jedes ASCII-Zeichen genutzt, unabhängig vom gewählten Gebietsschema). Nochmals: Sie verlieren nichts, wenn Sie ein UTF-8-Gebietsschema einsetzen.

---

### **8.1.2 Die Neukonfiguration des Gebietsschemas (Locale)**

Damit das System ein bestimmtes Gebietsschema verwenden kann, müssen die entsprechenden Locale-Daten aus der Datenbank kompiliert werden.

Das `locales`-Paket enthält all die verfügbaren Locale-Daten **nicht** bereits vorkompiliert. Sie müssen Sie also konfigurieren mittels:

```
# dpkg-reconfigure locales
```

Dieser Prozess besteht aus zwei Schritten:

1. Auswahl der benötigten Locale-Daten, die in die binäre Form kompiliert werden sollen. (Stellen Sie bitte sicher, dass Sie mindestens ein UTF-8-Gebietsschema auswählen.)
2. Setzen des Werts für das systemweite Standard-Gebietsschema (mittels `/etc/default/locale`); dies wird von PAM genutzt (Näheres in Abschnitt [4.5](#)).

Der Wert für das systemweite Standard-Gebietsschema (in `/etc/default/locale`) kann von der Konfiguration für grafische GUI-Anwendungen überschrieben werden.

---

---

**Anmerkung**

Das effektiv genutzte Kodierungssystem kann über `"/usr/share/i18n/SUPPORTED"` identifiziert werden. So ist `"LANG=en_US"` letztlich `"LANG=en_US.ISO-8859-1"`.

---

Das Paket `locales-all` enthält alle Locale-Daten in vorkompilierter Form. Da es aber nicht `"/etc/default/locale"` erzeugt, müssen Sie eventuell trotzdem auch noch das `locales`-Paket installieren.

---

**Tipp**

Das `locales`-Paket einiger Debian-Derivate enthält vorkompilierte Locale-Daten für alle Locales. Auf einem Debian-System müssen Sie sowohl das `locales`- wie auch das `locales-all`-Paket installieren, um solch eine Systemumgebung zu emulieren.

---

### 8.1.3 Dateinamenkodierung

Für den Datenaustausch über verschiedene Plattformen hinweg (Näheres in Abschnitt 10.1.7) müssen Sie unter Umständen beim Einbinden einiger Dateisysteme bestimmte Kodierungen vorwählen. Zum Beispiel wird beim Einbinden eines `vfat-Dateisystems` durch `mount(8)` die `CP437`-Kodierung genutzt, wenn nichts anderes angegeben ist. Sie müssen eine explizite `mount`-Option angeben, wenn `UTF-8` oder `CP932` als Kodierung für die Dateinamen genutzt werden soll.

---

**Anmerkung**

Wenn ein während des Betrieb eingesteckter `USB-Flash-Speicher` in einer modernen Arbeitsplatzumgebung wie GNOME automatisch eingebunden wird, können Sie solche `mount`-Optionen möglicherweise durch einen Rechtsklick auf das entsprechende Icon auf der Arbeitsfläche auswählen. Klicken Sie auf die Lasche "Laufwerk", klappen Sie per Mausklick die Liste der "Einstellungen" auf und geben Sie dann `"utf8"` bei den "Mount-Optionen" ein. Wenn der USB-Speicher das nächste Mal eingesteckt wird, ist das Einbinden mit UTF-8 automatisch aktiviert.

---

---

**Anmerkung**

Beim Hochrüsten eines Systems oder wenn Sie Laufwerke von älteren nicht-UTF-8-Systemen verwenden, könnten Dateinamen mit nicht-ASCII-Zeichen in historischen und überholten Kodierungen wie `ISO-8859-1` oder `eucJP` kodiert sein. Bitte suchen Sie die Hilfe von Textkonvertierungswerkzeugen, um diese in `UTF-8` zu konvertieren. Details hierzu finden Sie in Abschnitt 11.1.

---

`Samba` verwendet für neuere Clients (Windows NT, 200x, XP und später) standardmäßig Unicode, aber bei älteren für DOS und Windows 9x/Me wird per Voreinstellung `CP850` eingesetzt. Dieser Standard für ältere Clients kann mittels `"dos charset"` in der Datei `"/etc/samba/smb.conf"` geändert werden, `CP932` zum Beispiel für Japanisch.

### 8.1.4 Lokalisierte Meldungen und übersetzte Dokumentation

Für viele Textmeldungen und Dokumente, die im Debian-System angezeigt werden, wie z.B. Fehlermeldungen, Standard-Programmausgaben, Menüs und Handbuchseiten, existieren Übersetzungen. Für die meisten Übersetzungsaktivitäten werden die `GNU-gettext(1)-Werkzeuge` als Backend-Programme im Hintergrund verwendet.

`aptitude(8)` bietet unter "Tasks" → "Lokalisierung" eine ausführliche Liste nützlicher Binärpakete, die lokalisierte Meldungen für Anwendungen und übersetzte Dokumentation enthalten.

So können Sie übersetzte Handbuchseiten (manpages) in Deutsch erhalten, indem Sie das `manpages-de`-Paket installieren. Um andererseits die italienische Handbuchseite für `programmname` aus `"/usr/share/man/it/"` zu lesen, führen Sie folgendes aus:

---

```
LANG=it_IT.UTF-8 man programname
```

GNU gettext kann über die Umgebungsvariable `$LANGUAGE` eine priorisierte Liste von Übersetzungssprachen erstellen. Nutzen Sie dafür zum Beispiel:

```
$ export LANGUAGE="pt:pt_BR:es:it:fr"
```

Bezüglich weiterer Infos lesen Sie `info gettext` und dort speziell den Abschnitt "The LANGUAGE variable".

### 8.1.5 Auswirkungen des Gebietsschemas

Die Sortierreihenfolge der Zeichen bei Befehlen wie [sort\(1\)](#) und [ls\(1\)](#) ist abhängig von der Locale. Das Exportieren der Variablen `LANG=en_US.UTF-8` führt zur Reihenfolge wie in einem Lexikon (A->a->B->b . . .->Z->z), während `LANG=C.UTF-8` eine Reihenfolge in ASCII-Binärform bewirkt (A->B->. . .->Z->a->b . . .).

Das Gebietsschema wirkt sich auch auf das Datumsformat von [ls\(1\)](#) aus (Näheres in Abschnitt [9.3.4](#)).

Das Datumsformat von [date\(1\)](#) ist abhängig von der Locale. Zum Beispiel:

```
$ unset LC_ALL
$ LANG=en_US.UTF-8 date
Thu Dec 24 08:30:00 PM JST 2023
$ LANG=en_GB.UTF-8 date
Thu 24 Dec 20:30:10 JST 2023
$ LANG=es_ES.UTF-8 date
jue 24 dic 2023 20:30:20 JST
$ LC_TIME=en_DK.UTF-8 date
2023-12-24T20:30:30 JST
```

Die Zahlen-Interpunktion unterscheidet sich ebenfalls abhängig vom Gebietsschema. Zum Beispiel wird ein-tausend-komma-eins im englischen Gebietsschema "1, 000.1" geschrieben, im deutschen hingegen "1. 000, 1". Sie können den Unterschied in einem Tabellenkalkulationsprogramm sehen.

Jegliches Detail der "\$LANG"-Umgebungsvariable kann über das Setzen einer der "\$LC\_\*"-Variablen überschrieben werden. Diese wiederum können über die "\$LC\_ALL"-Variable überschrieben werden. Details hierzu finden Sie in der [locale\(7\)](#)-Handbuchseite. Bitte versuchen Sie, dies alles zu vermeiden und nutzen Sie nur die Variable "\$LANG", um eine der UTF-8-Locales zu setzen (außer Sie haben gute Gründe für die Erstellung einer komplizierten Konfiguration).

## 8.2 Die Tastatureingabe

Das Tastatursystem kann in verschiedenen Ebenen des Systems konfiguriert werden:

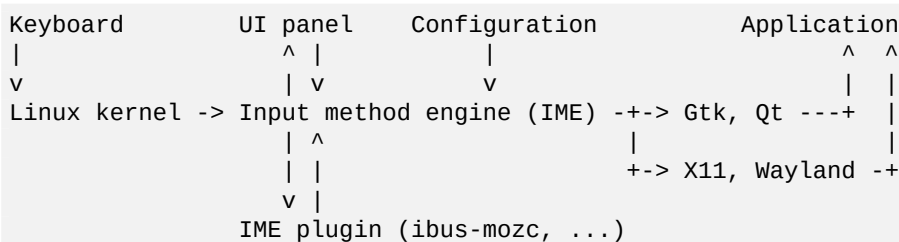
- Linux-Kernel: [keyboard\(5\)](#)
- X-Server: [setxkbmap\(1\)](#), [xkeyboard-config\(5\)](#), Umgebungsvariable `XMODIFIERS`
- Grafische Desktop-Umgebung: Eingabemethoden-Rahmenwerk: `ibus`, `fcitx5`
- Anwendung: Umgebungsvariablen, um die Eingabequelle festzulegen: `GTK_IM_MODULE`, `QT_IM_MODULE`, `QT_IM_MODULE`, ...

Eingabemethoden-Rahmenwerk (IM), bestehend aus:

- Eingabemethoden-Engine (IME): die eigentliche Eingabenmethodik
- Konfiguration: erledigt die Konfiguration für IBus und andere Dienste wie IME-Plugins

- Panel/Leiste: Benutzerschnittstelle wie eine Sprachenleiste und Auswahltabellen

Mehrsprachige Eingaben für Anwendungen werden im groben wie hier dargestellt verarbeitet:



## 8.2.1 Tastatureingabe für die Linux-Konsole und X-Window

Das Debian-System kann mittels des Pakets `keyboard-configuration` so konfiguriert werden, dass es mit vielen internationalen Tastaturkonfigurationen funktioniert:

```
# dpkg-reconfigure keyboard-configuration
```

Für die Linux-Konsole und das X-Window-System werden damit Parameter in `/etc/default/keyboard` angepasst. Viele nicht-ASCII-Zeichen, inklusive akzentuierte Zeichen, die in europäischen Sprachen verwendet werden, sind über die [Tottaste](#), [AltGr-Taste](#) und [Compose-Taste](#) zugänglich.

### Anmerkung

Wenn `ibus` aktiv ist, könnte Ihre klassische X-Tastatur-Konfiguration (durchgeführt über `setxkbmap`) von `ibus` überschrieben werden, selbst wenn die klassische X-Arbeitsplatzumgebung läuft. Sie können `ibus` über `im-config` deaktivieren, indem Sie die Eingabemethode auf "Keine" einstellen. Weitere Informationen hierzu finden Sie im [Debian-Wiki unter Keyboard](#).

## 8.2.2 Tastatureingabe für Wayland

Anders als das X-Window-Protokoll unterstützt das Wayland-Core-Protokoll nicht einmal die Eingabe von akzentuierten Zeichen. Populäre Wayland-Compositoren, wie [Mutter](#) für GNOME oder [KWin](#) für KDE, implementieren Erweiterungsprotokolle wie `text-input-unstable-v3` für die Texteingabe (hier eine Tabelle der ["derzeitigen Wayland-Protokolle und deren Status"](#)).

Das `text-input-unstable-v3`-Protokoll funktioniert gut mit Eingabemethoden für Wayland (siehe auch ["Wayland Eingabemethoden-Projekt post-mortem"](#)).

- Die meisten grafischen Anwendungen werden mit GUI-Bibliotheken wie GTK oder Qt gebaut, die `text-input-unstable-v3` unterstützen.
- Populäre Eingabemethoden-Engines (IME), wie [IBus](#) oder [Fcitx \(Version 5\)](#), arbeiten gut mit `text-input-unstable-v3` zusammen.
- IMEs unterstützen die Texteingabe für viele Sprachen über Plugins.
- Aktuelle IMEs integrieren Funktionalitäten der ["X Keyboard Extensions \(XKB\)"](#) zur Eingabe von akzentuierten Zeichen in europäischen Sprachen unter Wayland, ähnlich wie `setxkbmap` dies früher für X Window tat.

### 8.2.3 Unterstützung für Eingabemethoden mit IBus

Für GNOME ist `ibus` die Standard-IME, und wird über ihre Paketabhängigkeiten automatisch installiert.

- Die meisten Funktionalitäten für multilinguale Tastatureingaben können über "GNOME Settings" oder "GNOME Tweaks" konfiguriert werden.
- Einige wenige Features für multilinguale Tastatureingaben müssen eventuell über den Befehl `ibus-setup(1)` konfiguriert werden.
- Die [emoji](#)-Eingabemethode ist verfügbar, indem Sie "SUPER - ." eingeben (gleichzeitig die Windows- und die Punkt-Taste drücken), gefolgt von einem Schlüsselwort für das jeweilige Emoji und der Leertaste.

Hier eine Liste der IBus- und zugehöriger Plugin-Pakete:

| Paket                           | Popcon            | Größe                 | unterstütztes Gebietsschema                                             |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">ibus</a>            | V:210, I:250      | <a href="#">1828</a>  | Eingabemethoden-Rahmenwerk, das dbus verwendet                          |
| <a href="#">ibus-mozc</a>       | V:2.2, I:3.9      | <a href="#">979</a>   | Japanisch                                                               |
| <a href="#">ibus-anthy</a>      | V:0.5, I:1.2      | <a href="#">8958</a>  | Japanisch                                                               |
| <a href="#">ibus-skk</a>        | V:0.05,<br>I:0.16 | <a href="#">242</a>   | Japanisch                                                               |
| <a href="#">ibus-kkc</a>        | V:0.04,<br>I:0.17 | <a href="#">206</a>   | Japanisch                                                               |
| <a href="#">ibus-libpinyin</a>  | V:1.1, I:5.1      | <a href="#">123</a>   | Chinesisch (für zh_CN)                                                  |
| <a href="#">ibus-chewing</a>    | V:0.16,<br>I:0.84 | <a href="#">298</a>   | Chinesisch (für zh_TW)                                                  |
| <a href="#">ibus-libzhuyin</a>  | V:0.00,<br>I:0.12 | <a href="#">41021</a> | Chinesisch (für zh_TW)                                                  |
| <a href="#">ibus-rime</a>       | V:0.26,<br>I:0.49 | <a href="#">76</a>    | Chinesisch (für zh_CN/zh_TW)                                            |
| <a href="#">ibus-cangjie</a>    | V:0.01,<br>I:0.11 | <a href="#">235</a>   | Chinesisch (für zh_HK)                                                  |
| <a href="#">ibus-hangul</a>     | V:0.3, I:2.0      | <a href="#">261</a>   | Koreanisch                                                              |
| <a href="#">ibus-libthai</a>    | V:0.00,<br>I:0.04 | <a href="#">84</a>    | Thailändisch                                                            |
| <a href="#">ibus-table-thai</a> | I:0.05            | <a href="#">59</a>    | Thailändisch                                                            |
| <a href="#">ibus-unikey</a>     | V:0.18,<br>I:0.38 | <a href="#">286</a>   | Vietnamesisch                                                           |
| <a href="#">keyman</a>          | V:0.00,<br>I:0.12 | <a href="#">507</a>   | Multilingual: <a href="#">Keyman</a> -Plugin für mehr als 2000 Sprachen |
| <a href="#">ibus-table</a>      | V:0.1, I:1.0      | <a href="#">2364</a>  | Tabellen-Plugin für IBus                                                |
| <a href="#">ibus-m17n</a>       | V:0.2, I:1.9      | <a href="#">373</a>   | Multilingual: Indisch, Arabisch und andere                              |

Tabelle 8.1: Liste von IBus- und dessen Plugin-Paketen

### 8.2.4 Unterstützung für Eingabemethoden mit Fcitx

Das Eingabemethode-Rahmenwerk [Fcitx](#) (Version 5) ist beliebt bei chinesischen Benutzern und kompatibel mit `ibus`. Hier eine Liste der fcitx5- und zugehöriger Plugin-Pakete:

### 8.2.5 Ein Beispiel für Japanisch

Ich finde die japanische Eingabemethode, gestartet in einer englischen Umgebung ("en\_US.UTF-8"), sehr nützlich. Hier ein Beispiel, wie ich dies mit IBus eingerichtet habe:

| Paket                                      | Popcon            | Größe | unterstütztes Gebietsschema                                             |
|--------------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">fcitx5</a>                     | V:8, I:12         | 761   | Eingabemethoden-Rahmenwerk kompatibel mit "ibus"                        |
| <a href="#">fcitx5-mozc</a>                | V:1.1, I:1.8      | 1265  | Japanisch                                                               |
| <a href="#">fcitx5-anthy</a>               | V:0.07,<br>I:0.21 | 808   | Japanisch                                                               |
| <a href="#">fcitx5-skk</a>                 | V:0.06,<br>I:0.17 | 369   | Japanisch                                                               |
| <a href="#">fcitx5-kkc</a>                 | V:0.01,<br>I:0.07 | 416   | Japanisch                                                               |
| <a href="#">fcitx5-chinese-addons</a>      | I:9.0             | 17    | Chinesisch (Metapaket für zh_*)                                         |
| <a href="#">fcitx5-pinyin</a>              | V:3.9, I:9.4      | 996   | Chinesisch (für zh_CN)                                                  |
| <a href="#">fcitx5-chewing</a>             | V:0.24,<br>I:0.93 | 217   | Chinesisch (für zh_TW)                                                  |
| <a href="#">fcitx5-zhuyin</a>              | I:0.07            | 41051 | Chinesisch (für zh_TW)                                                  |
| <a href="#">fcitx5-rime</a>                | V:0.45,<br>I:0.90 | 371   | Chinesisch (für zh_CN/zh_TW)                                            |
| <a href="#">fcitx5-table-cangjie-large</a> | I:0.12            | 1292  | Chinesisch (für zh_HK)                                                  |
| <a href="#">fcitx5-hangul</a>              | V:0.11,<br>I:0.25 | 235   | Koreanisch                                                              |
| <a href="#">fcitx5-libthai</a>             | I:0.04            | 119   | Thailändisch                                                            |
| <a href="#">fcitx5-table-thai</a>          | I:0.07            | 34    | Thailändisch                                                            |
| <a href="#">fcitx5-unikey</a>              | V:0.09,<br>I:0.20 | 588   | Vietnamesisch                                                           |
| <a href="#">fcitx5-m17n</a>                | V:0.16,<br>I:0.58 | 259   | Multilingual: Indisch, Arabisch und andere                              |
| <a href="#">fcitx5-table</a>               | V:0.3, I:9.3      | 417   | Tabellen-Plugin für fcitx5                                              |
| <a href="#">fcitx5-keyman</a>              | V:0.04,<br>I:0.05 | 235   | Multilingual: <a href="#">Keyman</a> -Plugin für mehr als 2000 Sprachen |

Tabelle 8.2: Liste von Fcitx5- und dessen Plugin-Paketen



1. Installieren Sie das japanische Eingabewerkzeug über `ibus-mozc` (oder `ibus-anthy`).
2. • Allgemein: `ibus-setup(1)` ausführen → "Eingabemethode" auswählen → klicken auf "Hinzufügen" → "Japanisch" → "Mozc (oder Anthy)" → Klicken auf "Hinzufügen"  
• GNOME: "Einstellungen" wählen → "Tastatur" → "Eingabequellen", bei den "Eingabequellen" klicken auf "+" → "Japanisch" → "Mozc (oder Anthy)" → klicken auf "Hinzufügen"
3. Sie können weitere Eingabequellen wählen.
4. Melden Sie sich am Benutzerkonto neu an.
5. Richten Sie jede Eingabequelle durch einen Rechtsklick auf das Icon in der GUI-Werkzeugleiste ein.
6. Wählen Sie zwischen den installierten Eingabequellen mittels `SUPERTASTE+LEERTASTE` (die `SUPERTASTE` ist normalerweise die Windows-Taste).

---

**Tipp**

Wenn Sie mit Ihrer japanischen Tastatur Zugriff auf eine Tastaturumgebung mit alphabetischen Zeichen wünschen, bei der Umschalt-2 das doppelte Anführungszeichen (") ausgibt, sollten Sie in der obigen Prozedur "Japanisch" auswählen. Auch können Sie Japanisch über "Japanisch mozc (oder anthy)" mit einer physikalischen "US"-Tastatur eingeben, dabei wird dann über Umschalt-2 das @-Zeichen ausgegeben.

---

- Für Wayland:
  - Das `im-config`-Paket hat keinen Zweck und kann entfernt werden.
  - Möglicherweise müssen Sie keine Umgebungsvariablen mehr setzen, ausser zum Zwecke der Rückwärtskompatibilität.
  - Falls Sie Umgebungsvariablen setzen müssen, erzeugen Sie eine Datei wie `~/ .config/environment.d/50-input` um sie festzulegen.
- Für X-Window:
  - Installieren Sie das `im-config`-Paket.
  - Der Eintrag für `im-config(8)` im GUI-Menü ist "Eingabemethode"; starten Sie es jetzt.
  - Alternativ führen Sie jetzt "`im-config`" über eine Benutzer-Shell aus.
  - `im-config(8)` verhält sich unterschiedlich abhängig davon, ob es von `root` ausgeführt wurde oder nicht.
  - `im-config(8)` aktiviert standardmäßig ohne weiteres Zutun des Benutzers die beste Eingabemethode auf dem System.

## 8.3 Die Bildschirmausgabe

Die Linux-Konsole kann nur einen beschränkten Bereich von Zeichen anzeigen. (Sie benötigen ein spezielles Terminal-Programm wie `jfbterm(1)`, um nicht-europäische Sprachen in der Konsole außerhalb der grafischen Umgebung anzuzeigen.)

Die grafische Umgebung (Kapitel 7) kann jegliche Zeichen in UTF-8 anzeigen, sofern die benötigten Schriften installiert und aktiviert sind. (Die Kodierung der Original-Schriftdateien wird für den Benutzer transparent erledigt.)

---

### 8.3.1 Die Terminal-Konfiguration

Das Debian-System kann über das Paket `console-setup` so eingerichtet werden, dass es mit vielen internationalen Tastaturkonfigurationen funktioniert:

```
# dpkg-reconfigure console-setup
```

Für die Linux-Konsole und das X-Window-System werden damit Parameter in `/etc/default/console-setup` angepasst, um viele nicht-ASCII-Zeichen, inklusive akzentuierte Zeichen, die in europäischen Sprachen verwendet werden, anzeigen zu können.

Es existieren mehrere Komponenten zur Konfiguration von Systemfunktionalitäten für textbasierte Konsolen und [ncurses\(3\)](#):

- die Datei `/etc/terminfo/*/*` ([terminfo\(5\)](#));
- die Umgebungsvariable `$TERM` ([term\(7\)](#));
- [setterm\(1\)](#), [stty\(1\)](#), [tic\(1\)](#) und [toe\(1\)](#).

Falls bei Anmeldung von fern auf einem Debian-System mit einem Debian-fremden `xterm` der `terminfo`-Eintrag für `xterm` nicht funktioniert, ändern Sie den Terminaltyp (`$TERM`) von `xterm` auf eine der funktionseingeschränkten Versionen wie `xterm-r6`. Näheres dazu finden Sie in `/usr/share/doc/libncurses5/FAQ`. `dumb` ist der kleinste gemeinsame Nenner für `$TERM`.

### 8.3.2 Unbekannte Zeichenbreite bei ostasiatischen Zeichen

Bei Verwendung des ostasiatischen Gebietsschemas können die Zeichnung der Box sowie griechische und kyrillische Schriftzeichen breiter als beabsichtigt dargestellt werden, was zu einer ungleichmäßigen, schlecht ausgerichteten Terminalausgabe führt (näheres unter [Unicode Standard Annex #11, 4.2 Ambiguous Characters](#)).

Sie können dies Problem jedoch umgehen:

- `gnome-terminal`: Einstellungen → Profile → *Profilname* → Kompatibilität → Zeichen mit unbekannter Breite → Schmal
- `ncurses`: Setzen einer Umgebungsvariablen mit `export NCURSES_NO_UTF8_ACS=0`.

## Kapitel 9

# Systemtipps

Hier beschreibe ich einige grundlegende Tipps zur Konfiguration und Verwaltung des Systems, überwiegend für die Konsole.

### 9.1 Tipps für die Konsole

Es gibt einige Hilfsprogramme, die Sie bei Ihren Konsolenaktivitäten unterstützen können:

| Paket                    | Popcon                         | Größe                | Beschreibung                                                                                    |
|--------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">mc</a>       | <a href="#">V:39, I:179</a>    | <a href="#">1590</a> | siehe Abschnitt <a href="#">1.3</a>                                                             |
| <a href="#">bsdutils</a> | <a href="#">V:445, I:1000</a>  | <a href="#">338</a>  | <a href="#">script(1)</a> -Befehl, um eine Aufzeichnung von einer Terminal-Sitzung zu erstellen |
| <a href="#">screen</a>   | <a href="#">V:52, I:198</a>    | <a href="#">991</a>  | Terminal-Multiplexer mit VT100-/ANSI-Terminal-Emulation                                         |
| <a href="#">tmux</a>     | <a href="#">V:100, I:164</a>   | <a href="#">1391</a> | Terminal-Multiplexer-Alternative (verwenden Sie "Strg-B")                                       |
| <a href="#">ripgrep</a>  | <a href="#">V:15, I:46</a>     | <a href="#">5284</a> | schnelle rekursive Textsuche für Quellcode-Bäume mit automatischer Filterung                    |
| <a href="#">fzf</a>      | <a href="#">V:8, I:34</a>      | <a href="#">5064</a> | Unschärfe-Textsuch-Programm                                                                     |
| <a href="#">fzy</a>      | <a href="#">V:0.07, I:0.38</a> | <a href="#">59</a>   | Unschärfe-Textsuch-Programm                                                                     |
| <a href="#">rlwrap</a>   | <a href="#">V:1, I:11</a>      | <a href="#">328</a>  | Befehlszeilen-Wrapper mit readline-Funktionalität                                               |
| <a href="#">ledit</a>    | <a href="#">V:0.4, I:7.8</a>   | <a href="#">375</a>  | Befehlszeilen-Wrapper mit readline-Funktionalität                                               |
| <a href="#">rlfe</a>     | <a href="#">V:0.02, I:0.50</a> | <a href="#">45</a>   | Befehlszeilen-Wrapper mit readline-Funktionalität                                               |

Tabelle 9.1: Liste von Programmen für Konsolenaktivitäten

#### 9.1.1 Shell-Aktivitäten sauber aufzeichnen

Die schlichte Verwendung von [script\(1\)](#) wie in Abschnitt [1.4.9](#) erzeugt eine Datei mit Steuerzeichen. Sie können dies durch Nutzung von [col\(1\)](#) wie folgt beheben:

```
$ script
Script started, file is typescript
```

Machen Sie irgendetwas ... und drücken Sie Strg-D, um script zu beenden.

```
$ col -bx < typescript > cleanedfile
$ vim cleanedfile
```

Es gibt alternative Methoden, um Shell-Aktivitäten aufzuzeichnen:

- Verwendung von `tee` (auch verwendbar während des Boot-Vorgangs in der `initramfs`):

```
$ sh -i 2>&1 | tee typescript
```

- Verwendung von `gnome-terminal` erweitertem Zeilenpuffer, um zurückscrollen zu können.
- Verwendung von `screen` mit `^A H` (siehe Abschnitt 9.1.2), um eine Konsolensitzung aufzuzeichnen.
- Verwendung von `vim` mit `:terminal`, um in den Terminal-Modus zu wechseln. (Mit `Ctrl-W N` kommen Sie vom Terminal-Modus zurück in den Normalmodus.) Geben Sie `:w typescript` ein, um den Puffer in eine Datei zu schreiben.
- Verwendung von `emacs` mit `M-x shell`, `M-x eshell` oder `M-x term`, um eine Konsolensitzung aufzuzeichnen. Um den Puffer in eine Datei zu schreiben, verwenden Sie `C-x C-w`.

### 9.1.2 Das Programm `screen`

`screen(1)` bietet nicht nur die Möglichkeit, in einem Terminal-Fenster mehrere Prozesse laufen zu lassen, sondern erlaubt auch **einem Remote-Shell-Prozess, Verbindungsunterbrechungen zu überstehen**. Hier ein typisches Anwendungsszenario für `screen(1)`:

1. Sie melden sich auf einer fernen Maschine an.
2. Sie starten `screen` auf einer einfachen Konsole.
3. Sie führen mehrere Programme in `screen`-Fenstern aus, die Sie über `^A c` ("Strg-A" gefolgt von "c") erzeugen.
4. Sie können mittels `^A n` ("Strg-A" gefolgt von "n") zwischen den verschiedenen `screen`-Fenstern hin- und herschalten.
5. Plötzlich müssen Sie Ihr Terminal verlassen, aber Sie möchten Ihre aktuelle Arbeit nicht verlieren und deshalb die Verbindung erhalten.
6. Sie können die Verbindung zur `screen`-Sitzung durch eine der folgenden Methoden **lösen**:
  - Ganz brutal: die Netzwerkverbindung trennen;
  - Tippen Sie `^A d` ("Strg-A" gefolgt von "d") und melden Sie sich händisch von der Fernverbindung ab;
  - Tippen Sie `^A DD` ("Strg-A" gefolgt von "DD"), damit `screen` die Verbindung löst und Sie abmeldet.
7. Sie melden sich am gleichen fernen Rechner erneut an (funktioniert sogar bei Anmeldung über ein anderes Terminal).
8. Sie starten `screen` über `"screen -r"`.
9. `screen` **verbindet** ganz von selbst alle vorherigen `screen`-Fenster mit allen aktuell laufenden Programmen.

---

#### **Tipp**

Bei Verbindungen, die über Zeit oder Volumen abgerechnet werden, können Sie mit `screen` Kosten sparen, indem Sie einen Prozess aktiv laufen lassen, während die Verbindung aber unterbrochen ist, und die Sitzung später erneut verbinden, wenn Sie sich wieder einwählt haben.

---

In einer `screen`-Sitzung werden alle Tastatureingaben zu Ihrem aktuell laufenden `screen`-Fenster gesendet, außer Befehlseingaben. Alle `screen`-Befehlseingaben werden mittels `^A` ("Strg-A") plus einer einzelnen Taste [plus eventuellen Parametern] eingegeben. Hier einige wichtige zur Erinnerung:

Lesen Sie `screen(1)` bezüglich weiterer Details.

Lesen Sie `tmux(1)` für Funktionalitäten einer Alternative zum Befehl `screen`.

---

| Tastaturbefehl     | Bedeutung                                                            |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <code>^A ?</code>  | eine Hilfe anzeigen (Tastaturkürzel anzeigen)                        |
| <code>^A c</code>  | ein neues Fenster erstellen und dorthin wechseln                     |
| <code>^A n</code>  | zu nächstem Fenster wechseln                                         |
| <code>^A p</code>  | zu vorherigem Fenster wechseln                                       |
| <code>^A 0</code>  | zu Fenster Nr. 0 wechseln                                            |
| <code>^A 1</code>  | zu Fenster Nr. 1 wechseln                                            |
| <code>^A w</code>  | eine Liste vorhandener Fenster anzeigen                              |
| <code>^A a</code>  | ein Strg-A als Tastatureingabe an das aktuelle Fenster senden        |
| <code>^A h</code>  | Hardcopy des aktuellen Fensters in eine Datei schreiben              |
| <code>^A H</code>  | Starten/stoppen des Aufzeichnens vom aktuellen Fenster in eine Datei |
| <code>^A ^X</code> | Terminal sperren (Passwort-geschützt)                                |
| <code>^A d</code>  | Verbindung der screen-Sitzung zum Terminal lösen                     |
| <code>^A DD</code> | Verbindung der screen-Sitzung lösen und abmelden                     |

Tabelle 9.2: Liste von Tastaturkürzeln für screen

### 9.1.3 Durch Verzeichnisse navigieren

In Abschnitt 1.4.2 finden Sie 2 Tipps, die eine schnelle Navigation durch Verzeichnisse ermöglichen: `$CDPATH` und `mc`.

Wenn Sie einen Unschärfe-Textfilter verwenden, müssen Sie dabei nicht einmal den exakten Pfad angeben. Für `fzf` geben Sie dazu folgendes in `~/.bashrc` ein:

```
FZF_KEYBINDINGS_PATH=/usr/share/doc/fzf/examples/key-bindings.bash
if [ -f $FZF_KEYBINDINGS_PATH ]; then
    . $FZF_KEYBINDINGS_PATH
fi
```

Beispiele:

- Sie können mit minimalem Aufwand in ein sehr tief verschachteltes Unterverzeichnis springen. Zunächst geben Sie `"cd **"` ein und drücken Tab. Es werden Ihnen jetzt die in Frage kommenden Pfade angezeigt. Durch Eingabe von Teilen des Pfads, z.B. `s/d/b foo`, schränken Sie die Kandidaten weiter ein. Den gewünschten Pfad wählen Sie mittels `cd` und Pfeil-/Entertasten aus.
- Sie können ganz einfach und effizient einen Befehl aus der Befehlshistorie aufrufen. Drücken Sie dazu am Eingabeprompt `Strg-R`. Es werden Ihnen die in Frage kommenden Befehle angezeigt. Durch Eingabe von Teilen des Befehls, z.B. `vim d`, schränken Sie die Kandidaten weiter ein. Den gewünschten Befehl wählen Sie mittels Pfeil-/Entertasten aus.

### 9.1.4 Readline-Wrapper

Einige Befehle wie z.B. `/usr/bin/dash`, die nicht die Fähigkeit zum Editieren der Befehlshistorie haben, können diese Fähigkeit trotzdem erlangen, indem sie mittels `rlwrap` (oder seinen Äquivalenten) ausgeführt werden.

```
$ rlwrap dash -i
```

Dies bietet eine komfortable Plattform, um gewisse Dinge mit `dash` zu testen mit dem Komfort einer `bash`-ähnlichen Umgebung.

## 9.1.5 Durchsuchen eines Quellcode-Baums

Der Befehl [rg\(1\)](#) aus dem `ripgrep`-Paket ist eine schnellere Alternative zu [grep\(1\)](#) zum Durchsuchen eines Quellcode-Baums nach typischen Situationen. Er nutzt die Vorteile moderner Multi-Kern-CPU's und wendet bei einigen Dateien automatisch passende Filter an.

## 9.2 Anpassen von vim

Nachdem Sie die Grundlagen von [vim\(1\)](#) in Abschnitt 1.4.8 kennengelernt haben, lesen Sie bitte Bram Moolenaar's "[Seven habits of effective text editing \(2000\)](#)", um zu verstehen, wie vim genutzt werden sollte.

### 9.2.1 Anpassen von vim mit internen Funktionalitäten

Das Verhalten von vim kann signifikant verändert werden, indem über Ex-Modus-Befehle interne Funktionalitäten aktiviert werden, wie z.B. "set ..." zum Setzen von vim-Optionen.

Diese Ex-Modus-Befehle können in der vimrc-Datei des Benutzers (traditionell "~/.vimrc", oder auch git-freundlich "~/.vim/vimrc") eingefügt werden. Hier ein einfaches Beispiel 1:

```
"""" Generic baseline Vim and Neovim configuration (~/.vimrc)
"""" - For NeoVim, use "nvim -u ~/.vimrc [filename]"
""""
let mapleader = ' ' " :h mapleader
""""
set nocompatible " :h 'cp -- sensible (n)vim mode
syntax on " :h :syn-on
filetype plugin indent on " :h :filetype-overview
set encoding=utf-8 " :h 'enc (default: latin1) -- sensible encoding
"""" current vim option value can be verified by :set encoding?
set backspace=indent,eol,start " :h 'bs (default: nobs) -- sensible BS
set statusline=%<%f%m%r%h%w%=%y[U+%04B]%2l/%2L=%P,%2c%V
set listchars=eol:␣,tab:b'␣b'\ ,extends:b'␣b'',precedes:b'␣b'',nbsp:b'␣b''
set viminfo=!,100,<5000,s100,h " :h 'vi -- bigger copy buffer etc.
"""" Pick "colorscheme" from blue darkblue default delek desert elflord evening
"""" habamax industry koehler lunaperche morning murphy pablo peachpuff quiet ron
"""" shine slate torte zellner
colorscheme industry
"""" don't pick "colorscheme" as "default" which may kill SpellUnderline settings
set scrolloff=5 " :h 'scr -- show 5 lines around cursor
set laststatus=2 " :h 'ls (default 1) k
"""" boolean options can be unset by prefixing "no"
set ignorecase " :h 'ic
set smartcase " :h 'scs
set autoindent " :h 'ai
set smartindent " :h 'si
set nowrap " :h 'wrap
"set list " :h 'list (default nolist)
set noerrorbells " :h 'eb
set novisualbell " :h 'vb
set t_vb= " :h 't_vb -- termcap visual bell
set spell " :h 'spell
set spelllang=en_us,cjk " :h 'spl -- english spell, ignore CJK
set clipboard=unnamedplus " :h 'cb -- cut/copy/paste with other app
set hidden " :h 'hid
set autowrite " :h 'aw
set timeoutlen=300 " :h 'tm
```

1Tiefergehende Anpassungsbeispiele: "[Vim Galore](#)", "[sensible.vim](#)", ...

Die Tastenbelegung von vim kann in der vimrc-Datei des Benutzers geändert werden. Z.B.:



### Achtung

Versuchen Sie nicht ohne guten Grund, die Standard-Tastaturkürzel zu ändern.

```

"""" Popular mappings (imitating LazyVim etc.)
"""" Window moves without using CTRL-W which is dangerous in INSERT mode
nnoremap <C-H> <C-W>h
nnoremap <C-J> <C-W>j
nnoremap <C-K> <C-W>k
silent! nnoremap <C-L> <C-W>l
"""" Window resize
nnoremap <C-LEFT> <CMD>vertical resize -2<CR>
nnoremap <C-DOWN> <CMD>resize -2<CR>
nnoremap <C-UP> <CMD>resize +2<CR>
nnoremap <C-RIGHT> <CMD>vertical resize +2<CR>
"""" Clear hlsearch with <ESC> (<C-L> is mapped as above)
nnoremap <ESC> <CMD>noh<CR><ESC>
inoremap <ESC> <CMD>noh<CR><ESC>
"""" center after jump next
nnoremap n nzz
nnoremap N Nzz
"""" fast "jk" to get out of INSERT mode (<ESC>)
inoremap jk <CMD>noh<CR><ESC>
"""" fast "<ESC><ESC>" to get out of TERM mode (CTRL-\ CTRL-N)
tnoremap <ESC><ESC> <C-\><C-N>
"""" fast "jk" to get out of TERM mode (CTRL-\ CTRL-N)
tnoremap jk <C-\><C-N>
"""" previous/next trouble/quickfix item
nnoremap [q <CMD>cprevious<CR>
nnoremap ]q <CMD>cnext<CR>
"""" buffers
nnoremap <S-H> <CMD>bprevious<CR>
nnoremap <S-L> <CMD>bnext<CR>
nnoremap [b <CMD>bprevious<CR>
nnoremap ]b <CMD>bnext<CR>
"""" Add undo break-points
inoremap , ,<C-G>u
inoremap . .<C-G>u
inoremap ; ;<C-G>u
"""" save file
inoremap <C-S> <CMD>w<CR><ESC>
xnoremap <C-S> <CMD>w<CR><ESC>
nnoremap <C-S> <CMD>w<CR><ESC>
snoremap <C-S> <CMD>w<CR><ESC>
"""" better indenting
vnoremap < <gv
vnoremap > >gv
"""" terminal (Somehow under Linux, <C-/> becomes <C-_> in Vim)
nnoremap <C-_> <CMD>terminal<CR>
"nnoremap <C-/> <CMD>terminal<CR>
""""
if ! has('nvim')
"""" Toggle paste mode with <SPACE>p for Vim (no need for Nvim)
set pastetoggle=<leader>p
"""" nvim default mappings for Vim. See :h default-mappings in nvim
"""" copy to EOL (no delete) like D for d
noremap Y y$

```

```

"""" sets a new undo point before deleting
inoremap <C-U> <C-G>u<C-U>
inoremap <C-W> <C-G>u<C-W>
"""" <C-L> is re-purposed as above
"""" execute the previous macro recorded with Q
nnoremap Q @@
"""" repeat last substitute and *KEEP* flags
nnoremap & :&&<CR>
"""" search visual selected string for visual mode
xnoremap * y/\V<C-R>"<CR>
xnoremap # y?\V<C-R>"<CR>
endif

```

Damit die oben aufgeführten Tastaturkürzel korrekt funktionieren, muss das Terminal-Programm so konfiguriert sein, dass es "ASCII DEL" für die Backspace-Taste und "Escape sequence" für die Entf-Taste generiert.

Weitere Konfigurationsparameter können in der vimrc-Datei des Benutzers angepasst werden. Z.B.:

```

"""" Use faster 'rg' (ripgrep package) for :grep
if executable("rg")
  set grepprg=rg\ --vimgrep\ --smart-case
  set grepformat=%f:%l:%c:%m
endif
#####
"""" Retain last cursor position :h ""
augroup RetainLastCursorPosition
  autocmd!
  autocmd BufReadPost *
    \ if line("'"'"') > 0 && line("'"'"') <= line("$") |
    \   exe "normal! g'"'"' |
    \ endif
augroup END
#####
"""" Force to use underline for spell check results
augroup SpellUnderline
  autocmd!
  autocmd ColorScheme * highlight SpellBad term=Underline gui=Undercurl
  autocmd ColorScheme * highlight SpellCap term=Underline gui=Undercurl
  autocmd ColorScheme * highlight SpellLocal term=Underline gui=Undercurl
  autocmd ColorScheme * highlight SpellRare term=Underline gui=Undercurl
augroup END
#####
"""" highlight tailing spaces except when typing as red (set after colorscheme)
highlight TailingWhitespaces ctermbg=red guibg=red
"""" \s\+      1 or more whitespace character: <Space> and <Tab>
"""" \%#\@<!  Matches with zero width if the cursor position does NOT match.
match TailingWhitespaces /\s\+\%#\@<!$/

```

## 9.2.2 Anpassen von vim mit externen Paketen

Interessante externe Plugin-Pakete finden Sie unter:

- [Vim - the ubiquitous text editor](#) -- Die offizielle Upstream-Seite von Vim und Vim-Skripten
- [VimAwesome](#) -- Auflistung von Vim-Plugins
- [vim-scripts](#) -- Debian-Paket: eine Sammlung von Vim-Skripten

Plugin-Pakete aus dem [vim-scripts](#)-Paket können über die vimrc-Datei des Benutzers aktiviert werden. Z.B.:



```
packadd! secure-modelines
packadd! winmanager
" IDE-like UI for files and buffers with <space>w
nnoremap <leader>w          :WMToggle<CR>
```

Das neue native Vim-Paketsystem funktioniert sehr gut mit "git" und "git submodule". Eine solche Beispielkonfiguration finden Sie in [meinem git-Repository: dot-vim](#). Was sie bewirkt, ist letztlich:

- Durch Verwenden von "git" und "git submodule" werden die aktuellsten externen Pakete in `~/.vim/pack/*/opt/` abgelegt, z.B. für "name" in `~/.vim/pack/*/opt/name`, und entsprechend für andere Pakete.
- Indem eine `:packadd! name`-Zeile zur vimrc-Datei des Benutzers hinzugefügt wird, werden die entsprechenden Pakete im runtimepath abgelegt.
- Vim lädt diese Pakete während der Initialisierung aus dem runtimepath.
- Am Ende der Initialisierung werden die Marker (Tags) für die installierten Dokumente mit "helptags ALL" aktualisiert.

Wenn Sie es genauer wissen möchten, starten Sie vim mit "vim --startuptime vimstart.log", um die aktuell ausgeführte Startsequenz sowie die für jeden Schritt benötigte Zeit kontrollieren zu können.

Es kann sehr verwirrend sein, wenn es zu viele Wege [2](#) für die Verwaltung und das Herunterladen externer vim-Pakete gibt. Sich an die Original-Informationen zu halten, ist dann die beste Hilfe.

| Tastatureingabe    | Information                                                                                                                              |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| :help package      | Erklärung zum Vim-Paket-Mechanismus                                                                                                      |
| :help runtimepath  | Erklärung zum runtimepath-Mechanismus                                                                                                    |
| :version           | interner Status inklusive Kandidaten für die vimrc-Datei                                                                                 |
| :echo \$VIM        | die Umgebungsvariable "\$VIM", die verwendet wird, um die vimrc-Datei zu finden                                                          |
| :set runtimepath?  | Liste der Verzeichnisse, die auf der Suche nach runtime-Support-Dateien durchsucht werden                                                |
| :echo \$VIMRUNTIME | die Umgebungsvariable "\$VIMRUNTIME", die verwendet wird, um verschiedene (vom System bereitgestellte) Runtime-Support-Dateien zu finden |

Tabelle 9.3: Informationen zur Initialisierung von vim

## 9.3 Datenaufzeichnung und -darstellung

### 9.3.1 Der log-Daemon

Viele traditionelle Programme zeichnen ihre Aktivitäten als Textdatei im `/var/log/`-Verzeichnis auf.

[logrotate\(8\)](#) wird verwendet, um die Administration der Logdateien auf Systemen zu vereinfachen, die viele solcher Logdateien erzeugen.

Viele neue Programme hingegen zeichnen ihre Aktivitäten in binärem Format mittels dem Journal-Service [systemd-journald\(8\)](#) im Verzeichnis `/var/log/journal` auf.

Sie können Logdaten von einem Shell-Skript zum [systemd-journald\(8\)](#)-Journal hinzufügen, indem Sie den [systemd-cat\(1\)](#)-Befehl nutzen.

Lesen Sie dazu Abschnitt [3.5](#) und Abschnitt [3.4](#).

---

<sup>2</sup>[vim-pathogen](#) war sehr populär.

### 9.3.2 Analyseprogramme für Logdateien

Hier eine Liste erwähnenswerter Analyseprogramme für Logdateien ("~Gsecurity::log-analyzer" in [aptitude\(8\)](#)):

| Paket                      | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                                    |
|----------------------------|----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">fail2ban</a>   | V:102, I:113   | 2191  | IP-Adressen sperren, die vielfache Authentifizierungsfehler verursachen                         |
| <a href="#">logwatch</a>   | V:9, I:11      | 2440  | Log-Analysator mit netter Ausgabe, geschrieben in Perl                                          |
| <a href="#">awstats</a>    | V:5.3, I:8.4   | 6934  | leistungsfähiger und mit vielen Funktionen ausgestatteter Webserver-Log-Analysator              |
| <a href="#">analog</a>     | V:3, I:84      | 3739  | Webserver-Log-Analysator                                                                        |
| <a href="#">sarg</a>       | V:0.71, I:0.79 | 863   | Analysereportgenerator für Squid                                                                |
| <a href="#">pflogsumm</a>  | V:1.5, I:3.7   | 173   | Programm zur Zusammenfassung von Postfix-Logeinträgen                                           |
| <a href="#">fwlogwatch</a> | V:0.12, I:0.18 | 487   | Firewall-Log-Analysator                                                                         |
| <a href="#">squidview</a>  | V:0.02, I:0.43 | 224   | Programm zum Beobachten und Analysieren von Squid-access.log-Dateien                            |
| <a href="#">swatch</a>     | V:0.07, I:0.31 | 99    | Logdatei-Betrachter mit Unterstützung für reguläre Ausdrücke, Hervorhebung und Einsprungstellen |
| <a href="#">crm114</a>     | V:0.06, I:0.33 | 1371  | Programm zur flexiblen Einordnung von E-Mails und anderen Daten (CRM114)                        |
| <a href="#">icmpinfo</a>   | V:0.01, I:0.38 | 42    | Programm zur Interpretation von ICMP-Nachrichten                                                |

Tabelle 9.4: Liste von System-Log-Analysern

#### Anmerkung

[CRM114](#) bietet eine Sprachinfrastruktur, um **Unschärfe**-Filter (fuzzy filters) mittels der [TRE-regex-Bibliothek](#) zu erstellen. Ein populärer Anwendungsfall ist der Spam-Mail-Filter, aber es kann auch als Log-Analysator verwendet werden.

### 9.3.3 Angepasste Anzeige von Textdaten

Obwohl Pager wie [more\(1\)](#) und [less\(1\)](#) (lesen Sie dazu Abschnitt [1.4.5](#)) sowie spezielle Werkzeuge für Hervorhebung und Formatierung (Näheres dazu in Abschnitt [11.1.8](#)) Text gut anzeigen können, sind normale Texteditoren (Details in Abschnitt [1.4.6](#)) vielseitiger und besser anzupassen.

#### Tipp

Bei [vim\(1\)](#) und seinem Pager-Modus alias [view\(1\)](#) wird über ":set hls" die Suche mit Hervorhebung aktiviert.

### 9.3.4 Angepasste Anzeige von Datum und Uhrzeit

Das Standard-Anzeigeformat von Datum und Uhrzeit bei dem Befehl "ls -l" hängt vom gewählten **Gebietsschema** (locale) ab (siehe dazu auch Abschnitt [1.2.6](#)). Die Variable "\$LANG" wird als erstes abgefragt, der Wert kann jedoch mittels der "\$LC\_TIME"- oder "\$LC\_ALL"-Variable überschrieben werden.

Das letztlich verwendete Anzeigeformat für das jeweilige Gebietsschema hängt von der verwendeten Standard-C-Bibliothek (aus dem libc6-Paket) ab. Aufgrunddessen hatten verschiedene Debian-Veröffentlichungen unterschiedliche Standardeinstellungen. Bezüglich der ISO-Formate besuchen Sie [ISO 8601](#).

Wenn Sie das Anzeigeformat von Datum und Uhrzeit wirklich über die **locale**-Einstellung hinaus anpassen möchten, sollten Sie die Option **time style value** setzen, entweder über das `--time-style`-Argument oder über den Wert der Variable `$TIME_STYLE` (Näheres unter [ls\(1\)](#), [date\(1\)](#) und `"info coreutils 'ls invocation'"`).

| time style value | Locale             | Anzeige von Datum und Uhrzeit          |
|------------------|--------------------|----------------------------------------|
| iso              | alle               | 01-19 00:15                            |
| long-iso         | alle               | 2009-01-19 00:15                       |
| full-iso         | alle               | 2009-01-19 00:15:16.000000000<br>+0900 |
| locale           | C                  | Jan 19 00:15                           |
| locale           | en_US.UTF-8        | Jan 19 00:15                           |
| locale           | es_ES.UTF-8        | ene 19 00:15                           |
| +%d.%m.%y %H:%M  | alle               | 19.01.09 00:15                         |
| +%d.%b.%y %H:%M  | C oder en_US.UTF-8 | 19. Jan.09 00:15                       |
| +%d.%b.%y %H:%M  | es_ES.UTF-8        | 19. ene.09 00:15                       |

Tabelle 9.5: Anzeigebeispiele von Datum und Uhrzeit für den Befehl `"ls -l"` mit **time style value**-Einstellung

### Tipp

Sie können die Eingabe langer Optionsparameter auf der Befehlszeile vermeiden, indem sie einen Befehls-Alias verwenden (siehe Abschnitt [1.5.9](#)):

```
alias ls='ls --time-style=+%d.%m.%y %H:%M'
```

## 9.3.5 Farbige Shell-Ausgabe

Die Shell-Ausgabe der meisten modernen Terminals kann über [ANSI-Escape-Codes](#) farbig gestaltet werden (lesen Sie dazu auch `/usr/share/doc/xterm/ctlseqs.txt.gz`).

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ RED=$(printf "\x1b[31m")
$ NORMAL=$(printf "\x1b[0m")
$ REVERSE=$(printf "\x1b[7m")
$ echo "${RED}RED-TEXT${NORMAL} ${REVERSE}REVERSE-TEXT${NORMAL}"
```

## 9.3.6 Farbige Befehle

Farbige Befehle sind praktisch, um deren Ausgabe in einer interaktiven Umgebung zu kontrollieren. Ich habe Folgendes in meiner `"~/.bashrc"`:

```
if [ "$TERM" != "dumb" ]; then
    eval "`dircolors -b`"
    alias ls='ls --color=always'
    alias ll='ls --color=always -l'
    alias la='ls --color=always -A'
    alias less='less -R'
    alias ls='ls --color=always'
    alias grep='grep --color=always'
    alias egrep='egrep --color=always'
    alias fgrep='fgrep --color=always'
    alias zgrep='zgrep --color=always'
else
```

```
alias ll='ls -l'
alias la='ls -A'
fi
```

Die Verwendung von Befehls-Alias beschränkt die Farbeffekte auf interaktive Befehlseingaben. Dies ist ein Vorteil gegenüber dem Exportieren der Umgebungsvariablen (`export GREP_OPTIONS='--color=auto'`), da die Farben auch in Pager-Programmen wie [less\(1\)](#) sichtbar sind. Falls Sie die Farbeffekte bei Weiterleitung zu anderen Programmen deaktivieren möchten, nutzen Sie stattdessen `--color=auto` in dem obigen Beispiel für die `~/ .bashrc`.

---

#### **Tipp**

Sie können die Farb-Alias in der interaktiven Umgebung ausschalten, indem Sie die Shell mit `TERM=dumb bash` starten.

---

### 9.3.7 Aufzeichnen von Editor-Aktivitäten für komplexe Wiederholungen

Sie können Editor-Aktivitäten aufzeichnen, um sie später für komplexe Wiederholungen wiederzuverwenden.

Bei [Vim](#) wie folgt:

- `"qa"`: Aufnahme der eingegebenen Zeichen in das Register `"a"` starten;
- ... Editor-Aktivitäten;
- `"q"`: Aufnahme der eingegebenen Zeichen beenden;
- `"@a"`: Ausführen des Inhalts von Register `"a"`.

Bei [Emacs](#) wie folgt:

- `"C-x ("`: Definition eines Tastaturmakros starten;
- ... Editor-Aktivitäten;
- `"C-x )"`: Definition des Tastaturmakros beenden;
- `"C-x e"`: Ausführen des Tastaturmakros.

### 9.3.8 Die Bildschirmanzeige einer X-Anwendung aufzeichnen

Es gibt mehrere Wege, die Anzeige einer X-Anwendung aufzuzeichnen, inklusive eines `xterm`-Displays:

| Paket                            | Popcon      | Größe                 | Umgebung    |
|----------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| <a href="#">gnome-screenshot</a> | V:12, I:99  | <a href="#">1115</a>  | Wayland     |
| <a href="#">flameshot</a>        | V:7, I:16   | <a href="#">3542</a>  | Wayland     |
| <a href="#">gimp</a>             | V:41, I:214 | <a href="#">32779</a> | Wayland + X |
| <a href="#">x11-apps</a>         | V:30, I:440 | <a href="#">2461</a>  | X           |
| <a href="#">imagemagick</a>      | V:7, I:275  | <a href="#">81</a>    | X           |
| <a href="#">scrot</a>            | V:4, I:49   | <a href="#">144</a>   | X           |

Tabelle 9.6: Liste von Werkzeugen zur Bildbearbeitung

---

| Paket                     | Popcon       | Größe | Beschreibung                                                                                                                                        |
|---------------------------|--------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">etckeeper</a> | V:23, I:26   | 157   | Konfigurationsdateien und deren Metadaten mit <a href="#">Git</a> (Standard), <a href="#">Mercurial</a> oder <a href="#">GNU Bazaar</a> abspeichern |
| <a href="#">timeshift</a> | V:8, I:14    | 4481  | Werkzeug zur Systemwiederherstellung mittels rsync oder BTRFS-Schnappschüssen                                                                       |
| <a href="#">snapper</a>   | V:6.3, I:8.4 | 2396  | Verwaltungswerkzeug für Linux-Dateisystem-Schnappschüsse                                                                                            |

Tabelle 9.7: Liste von Paketen zur Aufzeichnung der Konfigurations-Historie

### 9.3.9 Aufzeichnen von Änderungen in Konfigurationsdateien

Es gibt spezielle Werkzeuge, um Änderungen in Konfigurationsdateien mit Hilfe von DVCS-Systemen aufzuzeichnen sowie System-Schnappschüsse mittels [Btrfs](#) zu erstellen:

Sie könnten auch den Ansatz über ein lokales Skript wie in Abschnitt [10.2.3](#) in Erwägung ziehen.

## 9.4 Überwachen, Steuern und Starten von Programmaktivitäten

Programmaktivitäten können mittels spezieller Werkzeuge überwacht und kontrolliert werden:

| Paket                     | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                                                                                           |
|---------------------------|----------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">coreutils</a> | V:910, I:1000  | 17994 | <a href="#">nice(1)</a> : ein Programm mit veränderter Ablaufpriorität ausführen                                                                       |
| <a href="#">bsdutils</a>  | V:445, I:1000  | 338   | <a href="#">renice(1)</a> : die Ablaufpriorität eines laufenden Prozess verändern                                                                      |
| <a href="#">procs</a>     | V:828, I:998   | 2691  | Werkzeuge für das "/proc"-Dateisystem: <a href="#">ps(1)</a> , <a href="#">top(1)</a> , <a href="#">kill(1)</a> , <a href="#">watch(1)</a> , ...       |
| <a href="#">psmisc</a>    | V:400, I:720   | 950   | Werkzeuge für das "/proc"-Dateisystem: <a href="#">killall(1)</a> , <a href="#">fuser(1)</a> , <a href="#">peekfd(1)</a> , <a href="#">pstree(1)</a>   |
| <a href="#">time</a>      | V:6, I:79      | 148   | <a href="#">time(1)</a> : ein Programm ausführen und die Zeit ausgeben, während der Ressourcen verbraucht wurden                                       |
| <a href="#">sysstat</a>   | V:118, I:168   | 1904  | <a href="#">sar(1)</a> , <a href="#">iostat(1)</a> , <a href="#">mpstat(1)</a> , ...: Werkzeuge zur Messung der System-Performance unter Linux         |
| <a href="#">isag</a>      | V:0.1, I:3.3   | 109   | Interaktive grafische Darstellung der Systemaktivität, basierend auf sysstat                                                                           |
| <a href="#">lsof</a>      | V:449, I:949   | 492   | <a href="#">lsof(8)</a> : mit der Option "-p" diejenigen Dateien auflisten, die von einem gerade laufenden Prozess geöffnet wurden                     |
| <a href="#">strace</a>    | V:11, I:103    | 4393  | <a href="#">strace(1)</a> : Systemaufrufe und -signale verfolgen                                                                                       |
| <a href="#">ltrace</a>    | V:1, I:12      | 420   | <a href="#">ltrace(1)</a> : Bibliotheksaufrufe verfolgen                                                                                               |
| <a href="#">xtrace</a>    | V:0.05, I:0.71 | 342   | <a href="#">xtrace(1)</a> : Kommunikation zwischen X11-Client und -Server verfolgen                                                                    |
| <a href="#">powertop</a>  | V:35, I:226    | 696   | <a href="#">powertop(1)</a> : Informationen über verbrauchte Systemleistung                                                                            |
| <a href="#">cron</a>      | V:922, I:997   | 247   | Prozesse laut dem Ablaufplan des <a href="#">cron(8)</a> -Daemons im Hintergrund ausführen                                                             |
| <a href="#">anacron</a>   | V:416, I:475   | 110   | cron-ähnlicher Programmablauf-Planer für Systeme, die nicht 24 Stunden am Tag laufen                                                                   |
| <a href="#">at</a>        | V:72, I:96     | 158   | <a href="#">at(1)</a> oder <a href="#">batch(1)</a> : einen Prozess zu einer bestimmten Zeit oder unterhalb einer bestimmten Systembelastung ausführen |

Tabelle 9.8: Liste von Werkzeugen zur Überwachung und Steuerung von Programmaktivitäten

**Tipp**

Das `procs`-Paket enthält sehr grundlegende Werkzeuge zum Überwachen, Steuern und Starten von Programmaktivitäten. Sie sollten sich mit diesen vertraut machen.

### 9.4.1 Zeitmessung für einen Prozess

Zeit anzeigen, die der von dem Befehl angestossene Prozess benötigt hat:

```
# time some_command >/dev/null
real    0m0.035s      # time on wall clock (elapsed real time)
user    0m0.000s      # time in user mode
sys     0m0.020s      # time in kernel mode
```

### 9.4.2 Die Ablaufpriorität

Der `nice`-Wert wird verwendet, um die Ablaufpriorität von Prozessen zu steuern.

| nice-Wert | Ablaufpriorität                                     |
|-----------|-----------------------------------------------------|
| 19        | niedrigste Prozesspriorität (sparsam)               |
| 0         | sehr hohe Prozesspriorität für Benutzer             |
| -20       | sehr hohe Prozesspriorität für root (nicht sparsam) |

Tabelle 9.9: Liste der `nice`-Werte für die Ablaufpriorität

```
# nice -19 top # very nice
# nice --20 wodim -v -eject speed=2 dev=0,0 disk.img # very fast
```

Manchmal schadet ein extremer `nice`-Wert dem System mehr als er ihm nützt. Nutzen Sie diesen Befehl mit Vorsicht.

### 9.4.3 Der Befehl `ps`

Der `ps(1)`-Befehl im Debian-System unterstützt sowohl BSD- wie auch SystemV-Funktionalitäten und hilft dabei, die Prozessaktivitäten (in statischem Zustand) zu beurteilen.

| Art      | typischer Befehl     | Funktionalität             |
|----------|----------------------|----------------------------|
| BSD      | <code>ps aux</code>  | anzeigen von %CPU und %MEM |
| System V | <code>ps -efH</code> | anzeigen der PPID          |

Tabelle 9.10: Liste von `ps`-Befehlen

Nicht mehr vorhandene Zombie-Kindprozesse können Sie über die Prozess-ID des Eltern-Prozesses in dem "PPID"-Feld beenden.

Der Befehl `pstree(1)` zeigt alle Prozesses in Form eines Hierarchie-Baums an.

### 9.4.4 Der Befehl `top`

`top(1)` auf einem Debian-System hat reichhaltige Funktionalitäten und hilft dabei, Prozesse zu identifizieren, die sich sehr auffällig dynamisch verhalten.

Es ist ein interaktives Programm mit Vollbildschirmmodus. Sie erhalten eine Hilfe zur Nutzung, indem Sie die Taste "h" drücken; mit "q" beenden Sie das Programm.

### 9.4.5 Dateien auflisten, die von einem Prozess geöffnet wurden

Sie können wie folgt alle Dateien auflisten, die von einem Prozess mit einer bestimmten Prozess-ID (PID), z.B. 1, geöffnet wurden:

```
$ sudo lsof -p 1
```

PID 1 ist normalerweise das `init`-Programm.

### 9.4.6 Programmaktivitäten verfolgen

Sie können Programmaktivitäten mit [strace\(1\)](#) (für Systemaufrufe und -signale), [ltrace\(1\)](#) (für Bibliotheksaufrufe) oder [xtrace\(1\)](#) (für die Kommunikation zwischen X11-Client und -Server) verfolgen.

Systemaufrufe des `ls`-Befehls verfolgen Sie z.B. wie folgt:

```
$ sudo strace ls
```

---

#### Tipp

Nutzen Sie das Skript **strace-graph** aus `/usr/share/doc/strace/examples/`, um eine hübsche Baumansicht zu erstellen.

---

### 9.4.7 Identifikation von Prozessen, die Dateien oder Sockets verwenden

Auch können Sie Prozesse, die bestimmte Dateien nutzen, mit [fuser\(1\)](#) identifizieren, hier z.B. `/var/log/mail.log`:

```
$ sudo fuser -v /var/log/mail.log
                USER      PID ACCESS COMMAND
/var/log/mail.log: root      2946 F.... rsyslogd
```

Sie sehen, dass die Datei `/var/log/mail.log` von dem Befehl [rsyslogd\(8\)](#) zum Schreiben geöffnet wurde.

Prozesse, die bestimmte Sockets verwenden, können Sie ebenfalls mittels [fuser\(1\)](#) identifizieren, für `smtp/tcp` z.B. wie hier:

```
$ sudo fuser -v smtp/tcp
                USER      PID ACCESS COMMAND
smtp/tcp:       Debian-exim 3379 F.... exim4
```

Jetzt wissen Sie, dass auf Ihrem System [exim4\(8\)](#) läuft, um [TCP](#)-Verbindungen zum [SMTP](#)-Port (25) zu bedienen.

### 9.4.8 Einen Befehl mit festem Intervall wiederholt ausführen

[watch\(1\)](#) führt ein Programm wiederholt mit einem festen Intervall aus und zeigt dessen Ausgabe im Vollbildschirmmodus an.

```
$ watch w
```

Hiermit wird alle 2 Sekunden neu angezeigt, wer auf dem System angemeldet ist.

---

### 9.4.9 Einen Befehl wiederholt mit einer Schleife über verschiedene Dateien ausführen

Es gibt verschiedene Wege, um einen Befehl zu wiederholen und jedes Mal eine andere Datei aus einer bestimmten Menge von Dateien (hier z.B. ausgewählt über ein glob-Suchmuster auf "\*" .ext") als Argument zu verwenden.

- Methode mit einer for-Schleife in der Shell (Näheres in Abschnitt [12.1.4](#)):

```
for x in *.ext; do if [ -f "$x" ]; then command "$x" ; fi; done
```

- Kombination aus [find\(1\)](#) und [xargs\(1\)](#):

```
find . -type f -maxdepth 1 -name '*.ext' -print0 | xargs -0 -n 1 command
```

- [find\(1\)](#) mit "-exec"-Option und einem Befehl:

```
find . -type f -maxdepth 1 -name '*.ext' -exec command '{}' \;
```

- [find\(1\)](#) mit "-exec"-Option und einem kurzen Shell-Skript:

```
find . -type f -maxdepth 1 -name '*.ext' -exec sh -c "command '{}'' && echo 'successful'" \;
```

Die obigen Beispiele wurden geschrieben, um auch eine korrekte Behandlung von komischen Dateinamen, wie z.B. solche mit Leerzeichen, sicherzustellen. Lesen Sie dazu auch Abschnitt [10.1.5](#); dort finden Sie außerdem weitergehende Verwendungen des Befehls [find\(1\)](#).

### 9.4.10 Ein Programm aus der grafischen Oberfläche heraus starten

Auf der [Befehlszeile \(command-line interface, CLI\)](#) wird das erste Programm mit dem passenden Namen ausgeführt, das in den durch die Umgebungsvariable \$PATH definierten Verzeichnissen gefunden wird. Lesen Sie dazu auch Abschnitt [1.5.3](#).

Bei einer zum [freedesktop.org](#)-Standard konformen [grafischen Oberfläche \(graphical user interface, GUI\)](#) enthalten die \*.desktop-Dateien in dem Verzeichnis /usr/share/applications/ alle nötigen Attribute für die Anzeige der Programmeinträge im grafischen Menü. Jedes Paket, das mit dem xdg-Menüsystem von Freedesktop.org konform ist, installiert seine Menüdaten (für die "\*.desktop"-Dateien) unter "/usr/share/applications/". Moderne Arbeitsplatsumgebungen gemäß Freedesktop.org-Standard verwenden diese Daten, um mittels dem xdg-utils-Paket das Programmmenü zu erstellen. Näheres dazu in "/usr/share/doc/xdg-utils/README".

Im folgenden Beispiel definiert die Datei chromium.desktop die Attribute für den "Chromium-Webbrowser", z.B. "Name" für den Programmnamen, "Exec" für den Pfad zum auszuführenden Programm mit zugehörigen Argumenten, "Icon" für das verwendete Icon-Symbol usw. (Details finden Sie unter [Desktop Entry Specification](#)):

```
[Desktop Entry]
Version=1.0
Name=Chromium Web Browser
GenericName=Web Browser
Comment=Access the Internet
Comment[fr]=Explorer le Web
Exec=/usr/bin/chromium %U
Terminal=false
X-MultipleArgs=false
Type=Application
Icon=chromium
Categories=Network;WebBrowser;
MimeType=text/html;text/xml;application/xhtml+xml;x-scheme-handler/http;x-scheme-handler/https;
StartupWMClass=Chromium
StartupNotify=true
```



Dies ist eine vereinfachte Beschreibung. Die \*.desktop-Dateien werden wie folgt eingelesen:

Die Desktop-Umgebung setzt die Umgebungsvariablen \$XDG\_DATA\_HOME und \$XDG\_DATA\_DIR. Unter GNOME z.B.:

- \$XDG\_DATA\_HOME wird nicht genutzt (der Standardwert aus \$HOME/.local/share wird verwendet).
- \$XDG\_DATA\_DIRS wird auf /usr/share/gnome:/usr/local/share:/usr/share/ gesetzt.

Daher werden die Basisverzeichnisse (lesen Sie [XDG Base Directory Specification](#)) und applications-Verzeichnisse wie folgt gesetzt:

- \$HOME/.local/share/ → \$HOME/.local/share/applications/
- /usr/share/gnome/ → /usr/share/gnome/applications/
- /usr/local/share/ → /usr/local/share/applications/
- /usr/share/ → /usr/share/applications/

Die \*.desktop-Dateien aus diesen applications-Verzeichnissen werden in obiger Reihenfolge eingelesen.

---

**Tipp**

Ein benutzerdefinierter Menüeintrag für die grafische Oberfläche kann erstellt werden, indem eine \*.desktop-Datei zum Verzeichnis \$HOME/.local/share/applications/ hinzugefügt wird.

---

---

**Tipp**

Die "Exec=..."-Zeile wird nicht durch die Shell ausgewertet. Nutzen Sie den [env\(1\)](#)-Befehl, wenn Umgebungsvariablen gesetzt werden müssen.

---

---

**Tipp**

Ähnlich dazu verhält es sich, wenn eine \*.desktop-Datei zum autostart-Verzeichnis in diesen Basisverzeichnissen hinzugefügt wird: das in der \*.desktop-Datei definierte Programm wird beim Start der grafischen Benutzeroberfläche automatisch ausgeführt (z.B. nach dem Anmelden). Lesen Sie dazu [Desktop Application Autostart Specification](#).

---

---

**Tipp**

Ähnlich ist es auch, wenn eine \*.desktop-Datei im \$HOME/Desktop-Verzeichnis erstellt wird und die grafische Umgebung die Funktionalität der Programmstarter-Icons (desktop icon launcher) unterstützt: das definierte Programm wird bei Anklicken des Icons ausgeführt. Bitte beachten Sie, dass der eigentliche Name des \$HOME/Desktop-Verzeichnisses letztlich vom Gebietsschema (Locale) abhängt; Näheres dazu finden Sie in [xdg-user-dirs-update\(1\)](#).

---

## 9.4.11 Anpassen des zu startenden Programms

Einige Programme starten automatisch weitere Programme. Hier einige Punkte bezüglich der Anpassung dieses Prozesses.

- Menü zur Konfiguration von bevorzugten Anwendungen:
    - GNOME-Desktop: "Einstellungen" → "Anwendungen" → "Vorgabe-Anwendungen";
-

- KDE-Desktop: "Anwendungsstarter" → "Systemeinstellungen" → "Standardanwendungen"
- Iceweasel-Browser: "Bearbeiten" → "Einstellungen" → "Anwendungen";
- [mc\(1\)](#): `"/etc/mc/mc.ext"`;
- Umgebungsvariablen wie `"$BROWSER"`, `"$EDITOR"`, `"$VISUAL"` und `"$PAGER"` (Näheres in [environ\(7\)](#));
- das [update-alternatives\(1\)](#)-System für Programme wie `"editor"`, `"view"`, `"x-www-browser"`, `"gnome-www-browser"` und `"www-browser"` (Näheres in Abschnitt [1.4.7](#));
- die Inhalte der Dateien `"~/ .mailcap"` und `"/etc/mailcap"`, über die die [MIME](#)-Types bestimmten Programmen zugeordnet werden (Näheres in [mailcap\(5\)](#));
- die Inhalte der Dateien `"~/ .mime.types"` und `"/etc/mime.types"`, über die Dateinamenerweiterungen entsprechenden [MIME](#)-Types zugeordnet werden (Näheres in [run-mailcap\(1\)](#)).

---

**Tipp**

[update-mime\(8\)](#) aktualisiert die `"/etc/mailcap"`-Datei unter Verwendung von `"/etc/mailcap.order"` (Näheres in [mailcap.order\(5\)](#)).

---

---

**Tipp**

Das `debianutils`-Paket stellt [sensible-browser\(1\)](#), [sensible-editor\(1\)](#) und [sensible-pager\(1\)](#) bereit; diese treffen eine sinnvolle Auswahl, welcher Editor, Pager bzw. Webbrowser aufgerufen wird. Ich empfehle, dass Sie diese Shell-Skripte lesen.

---

---

**Tipp**

Um eine Konsolen-Applikation (hier `mutt`) im GUI als bevorzugte Anwendung festzulegen, sollten Sie wie folgt ein Startskript für die Applikation erzeugen (in diesem Fall `"/usr/local/bin/mutt-term"`) und dieses als bevorzugt zu startende Anwendung konfigurieren:

```
# cat /usr/local/bin/mutt-term <<EOF
#!/bin/sh
gnome-terminal -e "mutt \${@}"
EOF
# chmod 755 /usr/local/bin/mutt-term
```

---

## 9.4.12 Einen Prozess beenden (kill)

Verwenden Sie [kill\(1\)](#), um über die Prozess-ID einen Prozess zu beenden (oder diesem ein Signal zu senden).

Nutzen Sie [killall\(1\)](#) oder [pkill\(1\)](#), um das gleiche über den Befehlsnamen und andere Attribute des Prozesses zu erledigen.

## 9.4.13 Einmalige Aufgaben planen

Führen Sie den [at\(1\)](#)-Befehl wie folgt aus, um eine einmalige Aufgabe zu planen:

```
$ echo 'command -args' | at 3:40 monday
```

---

| Signalwert | Signalname              | Aktion                                                        | Hinweis                                             |
|------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 0          | ---                     | es wird kein Signal gesendet (siehe <a href="#">kill(2)</a> ) | Überprüfung, ob der Prozess läuft                   |
| 1          | <a href="#">SIGHUP</a>  | den Prozess beenden                                           | nicht mehr verbundenes Terminal (Signal aufgehängt) |
| 2          | <a href="#">SIGINT</a>  | den Prozess beenden                                           | Unterbrechen durch die Tastatur (Strg-C)            |
| 3          | <a href="#">SIGQUIT</a> | den Prozess beenden und <a href="#">Core dump</a> erstellen   | Beenden durch die Tastatur (Strg-\)                 |
| 9          | <a href="#">SIGKILL</a> | den Prozess beenden                                           | Signal zum unmittelbaren Beenden                    |
| 15         | <a href="#">SIGTERM</a> | den Prozess beenden                                           | Anfrage zum Beenden                                 |

Tabelle 9.11: Liste von häufig verwendeten Signalen für den kill-Befehl

### 9.4.14 Regelmäßige Aufgaben planen

Verwenden Sie [cron\(8\)](#), um regelmäßig wiederkehrende Aufgaben zu planen. Lesen Sie dazu [crontab\(1\)](#) und [crontab\(5\)](#).

Sie können Prozesse zur Ausführung durch einen normalen Benutzer, z.B. den Benutzer foo, einplanen, indem Sie mit dem Befehl "crontab -e" eine [crontab\(5\)](#)-Datei namens "/var/spool/cron/crontabs/foo" erstellen.

Hier ein Beispiel einer [crontab\(5\)](#)-Datei:

```
# use /usr/bin/sh to run commands, no matter what /etc/passwd says
SHELL=/bin/sh
# mail any output to paul, no matter whose crontab this is
MAILTO=paul
# Min Hour DayOfMonth Month DayOfWeek command (Day... are OR'ed)
# run at 00:05, every day
5 0 * * * $HOME/bin/daily.job >> $HOME/tmp/out 2>&1
# run at 14:15 on the first of every month -- output mailed to paul
15 14 1 * * $HOME/bin/monthly
# run at 22:00 on weekdays(1-5), annoy Joe. % for newline, last % for cc:
0 22 * * 1-5 mail -s "It's 10pm" joe%Joe,%%Where are your kids?%.%%
23 */2 1 2 * echo "run 23 minutes after 0am, 2am, 4am ..., on Feb 1"
5 4 * * sun echo "run at 04:05 every Sunday"
# run at 03:40 on the first Monday of each month
40 3 1-7 * * [ "$(date +%a)" == "Mon" ] && command -args
```

---

#### Tipp

Auf Systemen, die nicht ständig laufen, installieren Sie das anacron-Paket, um regelmäßige Aufgaben auszuführen, sobald nach entsprechender Maschinen-Einschaltdauer ein festgelegter Intervall abgelaufen ist. Näheres unter [anacron\(8\)](#) und [anacrontab\(5\)](#).

---

---

#### Tipp

Geplante Skripte zur Systemwartung können Sie vom root-Konto aus wiederholt ausführen, indem Sie solche Skripte in "/etc/cron.hourly/", "/etc/cron.daily/", "/etc/cron.weekly/" oder "/etc/cron.monthly/" einfügen. Der Ausführungszeitpunkt dieser Skripte kann über "/etc/crontab" und "/etc/anacrontab" angepasst werden.

---

[Systemd](#) gewisse Fähigkeiten, um die Ausführung von Programmen ohne den cron-Daemon zu planen. Zum Beispiel werden über /lib/systemd/system/apt-daily.timer und /lib/systemd/system/apt-daily.service tägliche Download-Aktivitäten von apt geplant. Näheres in [systemd.timer\(5\)](#).

### 9.4.15 Aufgaben ereignisgesteuert planen

[Systemd](#) kann Programme nicht nur über das timer-Ereignis gesteuert ausführen, sondern auch über das mount-Ereignis. Beispiele finden Sie in Abschnitt [10.2.3.3](#) und Abschnitt [10.2.3.2](#).

### 9.4.16 Die Alt-SysRq-Tastenkombination

Alt-SysRq (auf deutschen Tastaturen das Drücken von Alt+Druck) gefolgt von einer weiteren Taste löst verschiedene, fast magische Aktionen aus, um im Notfall die Kontrolle über das System wiederzuerlangen:

Weitere Details finden Sie im [Linux kernel user's and administrator's guide](#) » [Linux Magic System Request Key Hacks](#).

---

| Taste nach Alt-SysRq | Beschreibung der Aktion                                                                                                        |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| k                    | alle Prozesse auf der <b>aktuellen virtuellen Konsole</b> durch ein <b>kill</b> zum Beenden zwingen ( <b>SAK</b> )             |
| s                    | alle eingebundenen Dateisysteme <b>synchronisieren</b> (Dateisystempuffer auf Platte schreiben), um Datenverluste zu vermeiden |
| u                    | alle eingebundenen Dateisysteme neu einbinden mit Nur-Lese-Berechtigung ( <b>umount</b> )                                      |
| r                    | Tastatur aus dem Roh-Modus ( <b>raw</b> ) wiederherstellen nach X-Abstürzen                                                    |

Tabelle 9.12: Liste erwähnenswerter SAK-Befehlstasten

**Tipp**

Von einem SSH-Terminal u.ä. können Sie die Alt-SysRq-Funktionalität nutzen, indem Sie in `/proc/sysrq-trigger` schreiben. Zum Beispiel werden durch `echo s > /proc/sysrq-trigger; echo u > /proc/sysrq-trigger` alle eingebundenen Dateisysteme **synchronisiert** und mittels **umount** aus der Einbindung gelöst.

Der aktuelle Debian amd64 Linux-Kernel (Stand 2021) hat `/proc/sys/kernel/sysrq=438=0b110110110`:

- 2 = 0x2 - Aktivieren der Kontrolle über das Konsolen-Log-Level (AN)
- 4 = 0x4 - Aktivieren der Kontrolle über die Tastatur (SAK, unraw) (AN)
- 8 = 0x8 - Aktivieren von Speicher-Dumps der Prozesse zwecks Fehlersuche (Debugging) usw. (AUS)
- 16 = 0x10 - Aktivieren des sync-Befehls (AN)
- 32 = 0x20 - Aktivieren von Neueinbinden mit Nur-Lese-Berechtigung (remount read-only) (AN)
- 64 = 0x40 - Aktivieren des Sendens von Signalen an Prozesse (term, kill, oom-kill) (AUS)
- 128 = 0x80 - Erlauben von Neustart/Ausschalten (AN)
- 256 = 0x100 - Erlauben von nice-Prioritäten für all Echtzeit-(RT-)Prozesse (AN)

## 9.5 Tipps zur Systempflege

### 9.5.1 Wer ist/war im System aktiv?

Sie können wie folgt überprüfen, wer derzeit im System aktiv ist:

- `who(1)` zeigt, wer angemeldet ist.
- `w(1)` zeigt, wer angemeldet ist und was derjenige jeweils tut.
- `last(1)` zeigt eine Auflistung der zuletzt angemeldeten Benutzer.
- `lastb(1)` zeigt eine Auflistung der letzten Benutzer mit fehlgeschlagenen Anmeldeversuchen.

**Tipp**

Diese Informationen werden in `/var/run/utmp` und `/var/log/wtmp` zur Verfügung gehalten. Lesen Sie dazu `login(1)` und `utmp(5)`.

## 9.5.2 Allen eine Warnung schicken

Mit [wall\(1\)](#) können Sie wie folgt eine Nachricht an alle am System angemeldeten Benutzer schicken:

```
$ echo "We are shutting down in 1 hour" | wall
```

## 9.5.3 Hardware-Identifikation

Bei [PCI](#)-basierten Geräten ([AGP](#), [PCI-Express](#), [CardBus](#), [ExpressCard](#) usw.) ist [lspci\(8\)](#) (eventuell mit der Option "-nn") ein guter Anfang zur Hardware-Identifikation.

Alternativ können Sie die Hardware auch über das Auslesen der Inhalte von `/proc/bus/pci/devices` identifizieren oder indem Sie die Verzeichnisse unterhalb von `/sys/bus/pci` durchsuchen (Näheres in [Abschnitt 1.2.12](#)).

| Paket                       | Popcon       | Größe | Beschreibung                                                                        |
|-----------------------------|--------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">pciutils</a>    | V:258, I:993 | 289   | Hilfsprogramme für PCI unter Linux: <a href="#">lspci(8)</a>                        |
| <a href="#">usbutils</a>    | V:84, I:888  | 322   | Hilfsprogramme für USB unter Linux: <a href="#">lsusb(8)</a>                        |
| <a href="#">nvme-cli</a>    | V:26, I:36   | 2222  | Hilfsprogramme für NVME unter Linux: <a href="#">nvme(1)</a>                        |
| <a href="#">pcmciautils</a> | V:4.0, I:6.0 | 92    | Hilfsprogramme für PCMCIA unter Linux: <a href="#">pccardctl(8)</a>                 |
| <a href="#">scsistools</a>  | V:0.2, I:2.2 | 261   | Sammlung von Werkzeugen für das SCSI-Hardware-Management: <a href="#">lsscsi(8)</a> |
| <a href="#">procinfo</a>    | V:0.8, I:6.1 | 149   | Systeminformationen, gewonnen aus <code>/proc</code> : <a href="#">lsdev(8)</a>     |
| <a href="#">lshw</a>        | V:12, I:91   | 971   | Informationen über die Hardware-Konfiguration: <a href="#">lshw(1)</a>              |
| <a href="#">discover</a>    | V:25, I:595  | 81    | System zur Hardware-Identifikation: <a href="#">discover(8)</a>                     |

Tabelle 9.13: Liste von Werkzeugen zur Hardware-Identifikation

## 9.5.4 Hardware-Konfiguration

Obwohl der größte Teil der Hardware-Konfiguration auf modernen GUI-Arbeitsplatzsystemen wie GNOME und KDE über entsprechende GUI-Werkzeuge verwaltet werden kann, ist es eine gute Idee, zumindest einige grundlegende Methoden für deren Konfiguration zu kennen.

Für Infos zur Tastatur- und Terminalkonfiguration lesen Sie [Abschnitt 8.2](#) und [Abschnitt 8.3](#).

[ACPI](#) ist ein neueres Rahmenwerk für das Power Management und der Nachfolger für das ältere [APM](#).

### Tipp

Die Skalierung der CPU-Frequenz wird auf modernen Systemen durch Kernel-Module wie `acpi_cpufreq` abgewickelt.

## 9.5.5 System- und Hardware-Zeit

Über folgende Befehle wird die System- und Hardware-Zeit auf MM/DD hh:mm, CCYY (MM - Monat, DD - Tag, hh - Stunde, mm - Minute, CCYY - Jahr) gesetzt:

```
# date MMDDhhmmCCYY
# hwclock --utc --systohc
# hwclock --show
```

| Paket                                | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                                              |
|--------------------------------------|----------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">console-setup</a>        | V:82, I:975    | 422   | Werkzeuge für Schriftarten und Tastaturbelegungen auf der Linux-Konsole                                   |
| <a href="#">keyd</a>                 | V:1.4, I:1.5   | 1437  | keyboard key remapping daemon using kernel level input primitives (evdev, uinput)                         |
| <a href="#">keyd-application-map</a> | V:0.06, I:0.07 | 34    | keyboard key remapping daemon - application-specific remapper                                             |
| <a href="#">x11-xserver-utils</a>    | V:304, I:528   | 559   | X-Server-Hilfsprogramme: <a href="#">xset(1)</a> , <a href="#">xmodmap(1)</a>                             |
| <a href="#">acpid</a>                | V:55, I:83     | 158   | Daemon zur Verwaltung von Ereignissen der Advanced-Configuration-and-Power-Interface-(ACPI-)Schnittstelle |
| <a href="#">acpi</a>                 | V:7, I:77      | 49    | Werkzeug zur Anzeige von Informationen über ACPI-Geräte                                                   |
| <a href="#">sleepd</a>               | V:0.10, I:0.12 | 84    | Daemon, mit dem man einen Laptop bei Inaktivität in Ruhemodus schicken kann                               |
| <a href="#">hdparm</a>               | V:114, I:208   | 246   | Optimierung des Festplattenzugriffs (lesen Sie dazu Abschnitt <a href="#">9.6.9</a> )                     |
| <a href="#">smartmontools</a>        | V:239, I:269   | 2455  | Speichersysteme mittels <a href="#">S.M.A.R.T.</a> kontrollieren und überwachen                           |
| <a href="#">setserial</a>            | V:3.2, I:5.2   | 104   | Werkzeugsammlung zur Verwaltung von seriellen Ports                                                       |
| <a href="#">memtest86+</a>           | V:1, I:19      | 12483 | Werkzeugsammlung zur Speicher-Hardware-Verwaltung                                                         |
| <a href="#">scsitools</a>            | V:0.2, I:2.2   | 261   | Werkzeugsammlung zur <a href="#">SCSI</a> -Hardware-Verwaltung                                            |
| <a href="#">setcd</a>                | V:0.06, I:0.67 | 33    | Optimierung des Zugriffs auf CD-Laufwerke                                                                 |
| <a href="#">big-cursor</a>           | I:0.65         | 26    | größere Maus-Cursor für X                                                                                 |

Tabelle 9.14: Liste von Werkzeugen zur Hardware-Konfiguration

Zeiten werden auf einem Debian-System normalerweise in der Lokalzeit angezeigt, aber die Hardware- und Systemzeit verwenden üblicherweise [UTC \(GMT\)](#).

Wenn die Hardware-Zeit (teilweise auch als BIOS-/UEFI- oder CMOS-Uhr bezeichnet) auf UTC eingestellt ist, ändern Sie die Einstellung in `/etc/default/rcS` auf `UTC=yes`.

Mit folgendem Befehl konfigurieren Sie die vom Debian-System verwendete Zeitzone neu:

```
# dpkg-reconfigure tzdata
```

Falls Sie die Systemzeit über das Netzwerk aktualisieren möchten, sollten Sie die Verwendung des [NTP](#)-Dienstes in Erwägung ziehen; dazugehörige Pakete sind `ntp`, `ntpdate` und `chrony`.

### Tipp

Unter [systemd](#) sollten Sie stattdessen `systemd-timesyncd` für die Netzwerk-Zeitsynchronisation verwenden. Lesen Sie dazu [systemd-timesyncd\(8\)](#).

Hier finden Sie weitere Informationen:

- [Managing Accurate Date and Time HOWTO](#);
- [NTP Public Services Project](#);
- im `ntp-doc`-Paket.

### Tipp

[ntptrace\(8\)](#) aus dem `ntp`-Paket kann eine Hintereinanderschaltung mehrerer NTP-Server zu deren primärer Quelle zurückverfolgen.

## 9.5.6 Die Audio-Infrastruktur

Gerätetreiber für Soundkarten werden in aktuellen Linux-Systemen von [Advanced Linux Sound Architecture \(ALSA\)](#) bereitgestellt. ALSA enthält zwecks Kompatibilität auch einen Emulationsmodus für das ältere [Open Sound System \(OSS\)](#).

Anwendungssoftware kann konfiguriert sein, nicht die Soundkarte direkt anzusprechen, sondern über standardisierte Sound-Server-Systeme darauf zuzugreifen. Derzeit werden PulseAudio, JACK und PipeWire als Sound-Server-Systeme genutzt. Schauen Sie im [Debian-Wiki unter Sound](#), wie die aktuelle Situation ist.

Es gibt normalerweise für jede populäre Arbeitsplatzumgebung eine Sound-Engine. Für jede Sound-Engine, die von einer Anwendung verwendet wird, kann ausgewählt werden, mit welchem der verschiedenen Sound-Server sie sich verbindet.

### Tipp

Verwenden Sie `cat /dev/urandom > /dev/audio` oder [speaker-test\(1\)](#), um die Lautsprecher zu testen (^C zum stoppen).

### Tipp

Falls Sie keinen Ton hören, sind Ihre Lautsprecher möglicherweise an einem stummgeschalteten Ausgang angeschlossen. Moderne Sound-Systeme haben oft mehrere Ausgänge. [alsamixer\(1\)](#) aus dem `alsa-utils`-Paket ist nützlich für die Einstellung von Lautstärke und Stummschaltung.

| Paket                           | Popcon       | Größe | Beschreibung                                                                                                          |
|---------------------------------|--------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">alsa-utils</a>      | V:337, I:455 | 2700  | Werkzeuge zur Konfiguration und Nutzung von ALSA                                                                      |
| <a href="#">oss-compat</a>      | V:0.5, I:9.7 | 21    | Paket für OSS-Kompatibilität, verhindert unter ALSA das Auftreten von <code>"/dev/dsp not found"</code> -Fehlern      |
| <a href="#">pipewire</a>        | V:321, I:364 | 135   | <a href="#">Multimedia-Server - Engine für Audio- und Videoverarbeitung</a> - Metapaket                               |
| <a href="#">pipewire-bin</a>    | V:328, I:364 | 2219  | <a href="#">Multimedia-Server - Engine für Audio- und Videoverarbeitung</a> - Audio-Server und CLI-Programme          |
| <a href="#">pipewire-alsa</a>   | V:168, I:234 | 190   | <a href="#">Multimedia-Server - Engine für Audio- und Videoverarbeitung</a> - Audio-Server, um ALSA zu ersetzen       |
| <a href="#">pipewire-pulse</a>  | V:290, I:338 | 53    | <a href="#">Multimedia-Server - Engine für Audio- und Videoverarbeitung</a> - Audio-Server, um PulseAudio zu ersetzen |
| <a href="#">pulseaudio</a>      | V:151, I:177 | 6602  | PulseAudio-Server                                                                                                     |
| <a href="#">libpulse0</a>       | V:437, I:575 | 969   | PulseAudio-Client-Bibliothek                                                                                          |
| <a href="#">jackd</a>           | V:2, I:14    | 8     | <a href="#">JACK Audio Connection Kit (JACK)</a> -Server (niedrige Latenzzeiten)                                      |
| <a href="#">libjack0</a>        | V:1.8, I:9.0 | 328   | <a href="#">JACK Audio Connection Kit (JACK)</a> -Bibliothek (niedrige Latenzzeiten)                                  |
| <a href="#">libphonon4qt5-4</a> | V:20, I:46   | 572   | <a href="#">Phonon</a> : KDE-Sound-Engine                                                                             |

Tabelle 9.15: Liste von Audio-Paketen

## 9.5.7 Deaktivieren des Bildschirmschoners

Verwenden Sie folgende Befehle, um den Bildschirmschoner zu deaktivieren:



| Umgebung                                                                 | Befehl                                   |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Linux-Konsole                                                            | <code>setterm -powersave off</code>      |
| X-Window (Bildschirmschoner ausschalten)                                 | <code>xset s off</code>                  |
| X-Window (dpms deaktivieren)                                             | <code>xset -dpms</code>                  |
| X-Window (grafische Oberfläche zur Konfiguration des Bildschirmschoners) | <code>xscreensaver-command -prefs</code> |

Tabelle 9.16: Liste von Befehlen zur Deaktivierung des Bildschirmschoners

## 9.5.8 Ausschalten von Pieptönen

Man kann immer den Stecker des internen PC-Lautsprechers abziehen, um jegliche Pieptöne loszuwerden, aber auch über das Entfernen des `pcspkr`-Kernel-Moduls kann dies erreicht werden.

Folgender Befehl verhindert, dass das `readline(3)`-Programm, das von `bash(1)` genutzt wird, einen Piepton ausgibt, wenn es ein Alarm-Zeichen (ASCII=7) empfängt:

```
$ echo "set bell-style none">> ~/.inputrc
```

## 9.5.9 Arbeitsspeichernutzung

Es gibt zwei Ressourcen, über die Sie die aktuelle Situation zur Arbeitsspeichernutzung abfragen können:

- Die Boot-Meldungen des Kernels in `/var/log/dmesg` enthalten die exakte Größe des verfügbaren Arbeitsspeichers.
- `free(1)` und `top(1)` zeigen Informationen über Arbeitsspeicher-Ressourcen auf dem laufenden System an.

Hier ein Beispiel:

```
# grep '\] Memory' /var/log/dmesg
[ 0.004000] Memory: 990528k/1016784k available (1975k kernel code, 25868k reserved, 931k ↵
data, 296k init)
$ free -k
              total        used        free      shared    buffers     cached
Mem:          997184       976928        20256           0        129592        171932
-/+ buffers/cache:        675404        321780
Swap:         4545576            4        4545572
```

Sie fragen sich vielleicht: "Warum sagt dmesg mir, dass 990 MB frei sind, während `free -k` sagt, 320 MB seien frei. Da fehlen mehr als 600 MB ..."

Sorgen Sie sich nicht über den hohen Wert von "used" und die kleine Größe von "free" in der "Mem:"-Zeile; schauen Sie sich stattdessen die Werte darunter an (inklusive Puffer/Cache, 675404 und 321780 in obigem Beispiel) und entspannen Sie sich.

Auf meinem MacBook mit 1GB=1048576k DRAM (das Grafik-System stiehlt einiges davon) sehe ich Folgendes:

### 9.5.10 Systemsicherheits- und Integritätsüberprüfung

Schlechte Systemwartung könnte Ihr System für Angriffe von extern anfällig machen.

Um eine Systemsicherheits- und Integritätsüberprüfung durchzuführen, sollten Sie mit folgendem beginnen:

- dem `debsums`-Paket, lesen Sie dazu `debsums(1)` und Abschnitt 2.5.2;



**Anmerkung**

Aussagen zu Festplatten ([HDD](#)) sind auch für andere Speichergeräte, wie [SSD](#) / [USB-Flash-Speicher](#) / [Speicherkarten](#) / usw. anwendbar. Ersetzen Sie in den Beispielen einfach die Gerätenamen wie `/dev/sda` durch passende Namen wie `/dev/nvme0`, `/dev/mmcblk0`, ... .

Teilweise werden Geräte vom grafischen Arbeitsplatzsystem automatisch eingebunden. Solche Geräte müssen Sie dann händisch über die Befehlszeile vom System trennen (mittels [umount\(8\)](#)), bevor Sie daran arbeiten können.

### 9.6.1 Verwendung des Plattenplatzes

Der verwendete Plattenplatz kann mit Programmen aus den Paketen `mount`, `coreutils` und `xdu` beurteilt werden:

- [mount\(8\)](#) gibt Informationen über alle eingebundenen Dateisysteme (= "Laufwerke") aus.
- [df\(1\)](#) gibt Informationen über den verwendeten Plattenplatz für das Dateisystem aus.
- [du\(1\)](#) gibt Informationen über den verwendeten Plattenplatz für den Verzeichnisbaum aus.

**Tipp**

Mit `"du -k . |xdu"`, `"sudo du -k -x / |xdu"` usw. können Sie die Ausgabe von [du\(8\)](#) an [xdu\(1\)](#) weiterleiten, um eine grafische und interaktive Präsentation zu erhalten.

### 9.6.2 Konfiguration der Festplattenpartitionen

Bei der Konfiguration von [Laufwerkspartitionen](#) können Sie erwägen, [parted\(8\)](#) zu verwenden (obwohl [fdisk\(8\)](#) lange als Standard angesehen wurde). Die Begriffe "Partitionstabelle", "Disk partitioning data", "Partition map" und "Disk label" werden alle gleichbedeutend verwendet.

Ältere PCs verwenden das klassische Schema des [Master Boot Record \(MBR\)](#) und legen die [Partitionstabelle](#) im ersten Sektor, also im [LBA](#)-Sektor 0 (512 Byte) ab.

Aktuelle PCs mit [Unified Extensible Firmware Interface \(UEFI\)](#), inklusive Intel-basierten Macs, verwenden teilweise das [GUID Partition Table \(GPT\)](#)-Schema, bei dem die [Partitionstabelle](#) nicht im ersten Sektor liegt.

Obwohl [fdisk\(8\)](#) lange Zeit das Standardwerkzeug zur Laufwerkspartitionierung war, ist [parted\(8\)](#) dabei, ihm den Rang abzulaufen.

| Paket                      | Popcon        | Größe | Beschreibung                                                                                   |
|----------------------------|---------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">util-linux</a> | V:914, I:1000 | 4758  | verschiedene System-Werkzeuge inklusive <a href="#">fdisk(8)</a> und <a href="#">cfdisk(8)</a> |
| <a href="#">parted</a>     | V:435, I:565  | 122   | GNU Parted - Programm zum Anlegen / Ändern von Partitionen                                     |
| <a href="#">gparted</a>    | V:11, I:87    | 2313  | GNOME Partitionseditor, basierend auf <code>libparted</code>                                   |
| <a href="#">gdisk</a>      | V:19, I:264   | 967   | Partitionseditor für GPT/MBR-Hybrid-Laufwerke                                                  |
| <a href="#">kpartx</a>     | V:16, I:26    | 80    | Programm zur Erzeugung von Gerätezuordnungen (device mappings) für Partitionen                 |

Tabelle 9.19: Liste von Paketen für die Partitionierung

**Achtung**

Obwohl [parted\(8\)](#) vorgibt, Dateisysteme erzeugen und auch nachträglich in der Größe verändern zu können, ist es sicherer, für solche Dinge gut betreute und spezialisierte Werkzeuge wie [mkfs\(8\)](#) ([mkfs.msdos\(8\)](#), [mkfs.ext2\(8\)](#), [mkfs.ext3\(8\)](#), [mkfs.ext4\(8\)](#), ...) und [resize2fs\(8\)](#) zu verwenden.

---

**Anmerkung**

Um zwischen [GPT](#) und [MBR](#) zu wechseln, müssen Sie die ersten paar Blöcke der Platte löschen (lesen Sie dazu Abschnitt [9.8.6](#)) und `"parted /dev/sdx mklabel gpt"` oder `"parted /dev/sdx mklabel msdos"` nutzen, um die gewünschte Einstellung neu zu setzen. Bitte beachten Sie, dass hierbei "msdos" für [MBR](#) verwendet wird.

---

### 9.6.3 Zugriff auf Partitionen über die UUID-Kennung

Obwohl aufgrund der Neukonfiguration einer Partition oder der Aktivierungsreihenfolge von Wechseldatenträgern Laufwerke von einem zum anderen Mal unterschiedliche Laufwerksnamen haben können, gibt es auch eine Möglichkeit, konsistente Bezeichnungen für den Laufwerkszugriff zu verwenden. Dies ist ebenfalls hilfreich, wenn Sie mehrere Festplatten haben und Ihr BIOS/UEFI die Gerätenamen nicht jedes Mal identisch zuweist.

- [mount\(8\)](#) kann über die Option "-U" ein blockorientiertes Gerät mittels seiner [UUID](#)-Kennung einbinden, statt dessen Gerätedateinamen (wie z.B. `"/dev/sda3"`) zu nutzen.
- `"/etc/fstab"` (lesen Sie hierzu auch [fstab\(5\)](#)) kann [UUID](#) verwenden.
- Auch Bootloader (Abschnitt [3.1.2](#)) können unter Umständen die [UUID](#) benutzen.

---

**Tipp**

Sie können die [UUID](#) eines blockorientierten Gerätes mit [blkid\(8\)](#) abfragen.

Sie können die [UUID](#) und weitere Informationen auch mit `"lsblk -f"` abfragen.

---

### 9.6.4 LVM2

LVM2 ist ein [Logical Volume Manager](#) für den Linux-Kernel. Mit LVM2 können Partitionen auf logischen Volumes erzeugt werden statt auf physikalischen Festplatten.

LVM erfordert folgendes:

- device-mapper-Unterstützung im Linux-Kernel (Standardeinstellung für Debian-Kernel);
- die Userspace-Bibliothek zur Unterstützung von device-mapper (`libdevmapper*`-Paket);
- die Userspace-LVM2-Werkzeuge (`lvm2`-Paket).

Lehrreiche Informationen über LVM2 finden Sie mittels folgender Handbuchseiten:

- [lvm\(8\)](#): Grundlagen des LVM2-Mechanismus' (Liste aller LVM2-Befehle);
  - [lvm.conf\(5\)](#): Konfigurationsdatei für LVM2;
  - [lvs\(8\)](#): Informationen über logische Volumes ausgeben;
  - [vgs\(8\)](#): Informationen über Volume-Gruppen ausgeben;
  - [pvs\(8\)](#): Informationen über physikalische Volumes ausgeben.
-

## 9.6.5 Konfiguration von Dateisystemen

Für das [ext4](#)-Dateisystem enthält das `e2fsprogs`-Paket folgendes:

- [mkfs.ext4\(8\)](#) zur Erzeugung neuer [ext4](#)-Dateisysteme;
- [fsck.ext4\(8\)](#) zur Überprüfung und Reparatur vorhandener [ext4](#)-Dateisysteme;
- [tune2fs\(8\)](#) zur Konfiguration des Superblocks von [ext4](#)-Dateisystemen;
- [debugfs\(8\)](#) für interaktive Fehlersuche in [ext4](#)-Dateisystemen (es enthält den `unde l`-Befehl, um gelöschte Dateien wiederherzustellen).

Die Befehle [mkfs\(8\)](#) und [fsck\(8\)](#) werden durch das `e2fsprogs`-Paket bereitgestellt und sind Frontends für Dateisystem-abhängige Programme (`mkfs.dateisystemtyp` und `fsck.dateisystemtyp`). Für [ext4](#) sind das [mkfs.ext4\(8\)](#) und [fsck.ext4\(8\)](#) (dies sind symbolischer Link auf [mke2fs\(8\)](#) und [e2fsck\(8\)](#)).

Ähnliche Befehle sind für jedes von Linux unterstützte Dateisystem verfügbar.

| Paket                          | Popcon       | Größe | Beschreibung                                                                                                     |
|--------------------------------|--------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">e2fsprogs</a>      | V:828, I:998 | 1560  | Hilfsprogramme für <a href="#">ext2/ext3/ext4</a> -Dateisysteme                                                  |
| <a href="#">btrfs-progs</a>    | V:52, I:79   | 5255  | Hilfsprogramme für das <a href="#">Btrfs</a> -Dateisystem                                                        |
| <a href="#">reiserfsprogs</a>  | V:10, I:21   | 473   | Hilfsprogramme für das <a href="#">Reiserfs</a> -Dateisystem                                                     |
| <a href="#">zfsutils-linux</a> | V:33, I:33   | 1904  | Hilfsprogramme für das <a href="#">OpenZFS</a> -Dateisystem                                                      |
| <a href="#">dosfstools</a>     | V:260, I:564 | 310   | Hilfsprogramme für das <a href="#">FAT</a> -Dateisystem (Microsoft: MS-DOS, Windows)                             |
| <a href="#">exfatprogs</a>     | V:35, I:459  | 558   | Hilfsprogramme für das von Samsung betreute <a href="#">exFAT</a> -Dateisystem                                   |
| <a href="#">exfat-fuse</a>     | V:2, I:43    | 73    | Treiber für das Lesen/Schreiben des <a href="#">exFAT</a> -Dateisystems (Microsoft) über FUSE                    |
| <a href="#">xfsprogs</a>       | V:41, I:86   | 4382  | Hilfsprogramme für das <a href="#">XFS</a> -Dateisystem (SGI: IRIX)                                              |
| <a href="#">ntfs-3g</a>        | V:175, I:509 | 1507  | Treiber für das Lesen/Schreiben des <a href="#">NTFS</a> -Dateisystems (Microsoft: Windows NT, ...) über FUSE    |
| <a href="#">jfsutils</a>       | V:0.4, I:6.7 | 1104  | Hilfsprogramme für das <a href="#">JFS</a> -Dateisystem (IBM: AIX, OS/2)                                         |
| <a href="#">xorriso</a>        | V:14, I:65   | 378   | Hilfsprogramme für das <a href="#">ISO-9660</a> -Dateisystem sowie CD/DVD-Brennen über <a href="#">libburnia</a> |
| <a href="#">wodim</a>          | V:7, I:87    | 898   | Befehlszeilen-Werkzeug zum Brennen von CD/DVD über <a href="#">cdrkit</a>                                        |
| <a href="#">genisoimage</a>    | V:16, I:158  | 1567  | Befehlszeilen-Werkzeug für das <a href="#">ISO-9660</a> -Dateisystem über <a href="#">cdrkit</a>                 |
| <a href="#">reiser4progs</a>   | V:0.1, I:1.2 | 1367  | Hilfsprogramme für das <a href="#">Reiser4</a> -Dateisystem                                                      |
| <a href="#">hfsprogs</a>       | V:0.3, I:3.2 | 394   | Hilfsprogramme für <a href="#">HFS</a> - und <a href="#">HFS Plus</a> -Dateisysteme (Apple: Mac OS)              |
| <a href="#">zerofree</a>       | V:7, I:117   | 30    | Programm, um freie Blöcke auf <a href="#">ext2/3/4</a> -Dateisystemen mit Nullen zu überschreiben                |

Tabelle 9.20: Liste von Paketen für das Dateisystem-Management

### Tipp

[Ext4](#) ist das Standard-Dateisystem für Linux-Systeme und Sie sollten dies verwenden, außer Sie haben einen bestimmten Grund, ein anderes zu nutzen.

Den aktuellen Status zu [Btrfs](#) finden Sie im [Debian Wiki](#) und im [kernel.org Wiki](#). Man geht davon aus, dass dies nach [ext4](#) das neue Standard-Dateisystem wird.

Einige Werkzeuge erlauben den Zugriff auf Dateisysteme ohne entsprechende Unterstützung im Linux-Kernel (lesen Sie dazu Abschnitt [9.8.2](#)).

## 9.6.6 Dateisystemerzeugung und Integritätsüberprüfung

Der `mkfs(8)`-Befehl erzeugt unter Linux ein Dateisystem. Mit `fsck(8)` führen Sie eine Integritätsüberprüfung oder Reparatur des Dateisystems durch.

Standardmäßig gibt es jetzt auf Debian-Systemen nach der Erzeugung des Dateisystems keinen periodischen Dateisystem-Check (`fsck`) mehr.



### Achtung

Es ist grundsätzlich nicht sicher, `fsck` auf **eingebundenen Dateisystemen** laufen zu lassen.

### Tipp

Sie können den `fsck(8)`-Befehl auf allen Dateisystemen inklusive dem root-Dateisystem (`/`) gefahrlos beim Reboot ausführen, indem Sie `"enable_periodic_fsck"` in `"/etc/mke2fs.conf"` setzen und den Max-Wert für die mount-Vorgänge mittels `"tune2fs -c0 /dev/partitionsname"` auf 0 setzen. Details finden Sie in `mke2fs.conf(5)` und `tune2fs(8)`.

In `"/var/log/fsck/"` finden Sie Ergebnisse von dem `fsck(8)`-Lauf, der bei jedem Systemstart durch das Boot-Skript durchgeführt wird.

## 9.6.7 Optimierung von Dateisystemen über mount-Optionen

Die grundlegende statische Dateisystem-Konfiguration wird in `"/etc/fstab"` festgelegt. Zum Beispiel:

| «file system»                                          | «mount point»              | «type»                   | «options»                      | «dump»         | «pass»         |
|--------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|
| <code>proc</code>                                      | <code>/proc</code>         | <code>proc</code>        | <code>defaults</code>          | <code>0</code> | <code>0</code> |
| <code>UUID=709cbe4c-80c1-56db-8ab1-dbce3146d2f7</code> | <code>/</code>             | <code>ext4</code>        | <code>errors=remount-ro</code> | <code>0</code> | <code>1</code> |
| <code>UUID=817bae6b-45d2-5aca-4d2a-1267ab46ac23</code> | <code>none</code>          | <code>swap</code>        | <code>sw</code>                | <code>0</code> | <code>0</code> |
| <code>/dev/scd0</code>                                 | <code>/media/cdrom0</code> | <code>udf,iso9660</code> | <code>user,noauto</code>       | <code>0</code> | <code>0</code> |

### Tipp

Die **UUID** (Näheres in Abschnitt 9.6.3) kann statt der normalen Namen für blockorientierte Geräte wie `"/dev/sda1"`, `"/dev/sda2"` ... verwendet werden, um das Gerät zu identifizieren.

Seit Linux 2.6.30 ist das Standardverhalten die `"relatime"`-Option.

Lesen Sie `fstab(5)` und `mount(8)`.

## 9.6.8 Optimierung von Dateisystemen über den Superblock

Die Charakteristik eines Dateisystems kann über seinen Superblock optimiert werden; verwenden Sie dazu den Befehl `tune2fs(8)`:

- `"sudo tune2fs -l /dev/sda1"` zeigt den Inhalt des Dateisystem-Superblocks auf `"/dev/sda1"` an.
- `"sudo tune2fs -c 50 /dev/sda1"` ändert den Intervall zur Überprüfung des Dateisystems (Ausführung von `fsck` während des Systemstarts) für `"/dev/sda1"` auf jeden 50. Start.
- `"sudo tune2fs -j /dev/sda1"` fügt Journalfunktionalität zum Dateisystem hinzu; das bedeutet, dass ein `ext2`-Dateisystem auf `"/dev/sda1"` nach `ext3` konvertiert wird. (Führen Sie dies nur bei einem nicht eingebundenen Dateisystem durch.)

- "sudo tune2fs -O extents,uninit\_bg,dir\_index /dev/sda1 && fsck -pf /dev/sda1" konvertiert ein [ext3](#)-Dateisystem auf "/dev/sda1" nach [ext4](#). (Führen Sie dies nur bei einem nicht eingebundenen Dateisystem durch.)

---

**Tipp**

Ungeachtet seines Namens funktioniert [tune2fs\(8\)](#) nicht nur für [ext2](#)-Dateisysteme, sondern auch für [ext3](#) und [ext4](#).

---

### 9.6.9 Optimierung der Festplatte

**Warnung**

Bitte überprüfen Sie Ihre Hardware und lesen Sie die Handbuchseite von [hdparm\(8\)](#), bevor Sie mit der Festplattenkonfiguration herumspielen, da dies ziemlich gefährlich für die Datenintegrität sein kann.

---

Sie können die Zugriffsgeschwindigkeit einer Festplatte testen, für "/dev/sda" z.B. mit "hdparm -tT /dev/sda". Bei einigen Festplatten, die über (E)IDE angeschlossen sind, kann diese über "hdparm -q -c3 -d1 -u1 -m16 /dev/sda" erhöht werden; dabei wird "(E)IDE 32-Bit I/O-Unterstützung" aktiviert, außerdem das "using\_dma-Flag" und das "interrupt-unmask-Flag" gesetzt sowie die (gefährliche!) "Multiple 16 Sector I/O"-Einstellung aktiviert.

Sie können die Cache-Funktionalität für das Schreiben auf eine Festplatte testen, für "/dev/sda" z.B. mit "hdparm -W /dev/sda". Mit "hdparm -W 0 /dev/sda" deaktivieren Sie diese Funktion.

Im Falle von Problemen beim Lesen von schlecht gepressten CD-ROMs in modernen Hochgeschwindigkeits-CD-ROM-Laufwerken können Sie diese möglicherweise trotzdem lesen, indem Sie mit "set cd -x 2" die Geschwindigkeit herabsetzen.

### 9.6.10 Optimierung von Solid State Disks

Eine [Solid State Disk \(SSD\)](#) wird mittlerweile automatisch detektiert.

Reduzieren Sie unnötige Laufwerkszugriffe, um die Laufwerksabnutzung zu minimieren, indem Sie "tmpfs" für das Einbinden schnell veränderlicher Daten in Ihrer /etc/fstab verwenden.

### 9.6.11 SMART verwenden, um Festplattenausfälle vorherzusehen

Sie können Ihre Festplatte mit dem [smartd\(8\)](#)-Daemon überwachen und protokollieren, sofern diese mit dem [SMART](#)-Standard kompatibel ist:

1. Aktivieren Sie die [SMART](#)-Funktionalität im [BIOS](#).
  2. Installieren Sie das Paket `smartmontools`.
  3. Identifizieren Sie Ihre Festplatten, indem Sie sie mit [df\(1\)](#) auflisten.
    - Wir gehen hier davon aus, dass die zu überwachende Festplatte als "/dev/sda" auftaucht.
  4. Überprüfen Sie die Ausgabe von "smartctl -a /dev/sda", um festzustellen, ob die [SMART](#)-Funktionalität derzeit wirklich aktiv ist.
    - Falls nicht, aktivieren Sie sie mit "smartctl -s on -a /dev/sda".
  5. Aktivieren Sie den [smartd\(8\)](#)-Daemon wie folgt:
-

- Entfernen Sie das Kommentarzeichen vor `start_smartd=yes` in der Datei `/etc/default/smartmontools`.
- Führen Sie einen Neustart des [smartd\(8\)](#)-Daemons über `sudo systemctl restart smartmontools` durch.

---

**Tipp**

Die Einstellungen des [smartd\(8\)](#)-Daemons können über die `/etc/smartd.conf`-Datei angepasst werden; dazu gehört auch die Einstellung, auf welchem Wege Sie über Warnungen informiert werden möchten.

---

### 9.6.12 Angeben eines Verzeichnisses für temporäre Dateien über `$TMPDIR`

Anwendungen erzeugen temporäre Dateien normalerweise unterhalb des temporären Verzeichnisses `/tmp`. Falls `/tmp` nicht genug freien Speicherplatz bietet, können Sie für Anwendungen, die sich diesbezüglich korrekt verhalten, auch mittels der `$TMPDIR`-Variable festlegen, welches Verzeichnis für solche temporären Daten genutzt werden soll.

### 9.6.13 Vergrößerung des nutzbaren Speicherplatzes mittels LVM

Partitionen, die bei der Installation über den [Logical Volume Manager \(LVM\)](#) (Linux-Funktionalität) erzeugt wurden, können einfach und ohne größere System-Neukonfiguration in der Größe verändert werden, indem Speicherplatz hinzugefügt oder entfernt wird, und zwar über die Grenzen einzelner Laufwerke hinweg.

### 9.6.14 Vergrößerung des nutzbaren Speicherplatzes über das Einbinden anderer Partitionen

Wenn Sie eine leere Partition (z.B. `/dev/sdx`) haben, können Sie sie mit [mkfs.ext4\(1\)](#) formatieren und dann mit [mount\(8\)](#) in ein Verzeichnis einbinden, in dem Sie mehr Platz benötigen (Sie müssen die originalen Daten kopieren):

```
$ sudo mv work-dir old-dir
$ sudo mkfs.ext4 /dev/sdx
$ sudo mount -t ext4 /dev/sdx work-dir
$ sudo cp -a old-dir/* work-dir
$ sudo rm -rf old-dir
```

---

**Tipp**

Alternativ können Sie eine leere Festplatten-Image-Datei (lesen Sie dazu Abschnitt [9.7.5](#)) als loop-device einbinden (Näheres dazu in Abschnitt [9.7.3](#)). Die reelle Größe des Festplatten-Images wächst mit den wirklich darin abgelegten Daten.

---

### 9.6.15 Vergrößerung des nutzbaren Speicherplatzes, indem ein anderes Verzeichnis mit `"mount --bind"` eingebunden wird

Wenn Sie ein leeres Verzeichnis (z.B. `/pfad/zu/leer`) auf einer anderen Partition haben, auf der noch Platz frei ist, können Sie dieses Verzeichnis mit der mount-Option `--bind` in ein anderes Verzeichnis (z.B. `arbeit`) einbinden, in dem Sie mehr Speicherplatz benötigen:

```
$ sudo mount --bind /path/to/emp-dir work-dir
```

---



### 9.6.16 Vergrößerung des nutzbaren Speicherplatzes, indem ein anderes Verzeichnis mit "Overlay-mounting" eingebunden wird

Wenn Sie freien Platz auf einer anderen Partition haben (mit 2 Verzeichnissen wie `/pfad/zu/leer` und `/pfad/zu/arbeitsverzeichnis`) können Sie dort ein Verzeichnis erstellen und dieses einem anderen alten Verzeichnis (z.B. `/pfad/zu/alt`) "überstülpen", in dem Sie mehr Platz benötigen. Dies wird ermöglicht durch die [OverlayFS](#)-Funktionalität im Linux-Kernel 3.18 oder neuer (ab Debian Stretch 9.0).

```
$ sudo mount -t overlay overlay \
  -olowerdir=/path/to/old-dir,upperdir=/path/to/empty,workdir=/path/to/work
```

Hierbei sollten `/pfad/zu/leer` und `/pfad/zu/nutzverzeichnis` auf einer schreibbaren (RW) Partition liegen, um `/pfad/zu/alt` zu überlagern.

### 9.6.17 Vergrößerung des nutzbaren Speicherplatzes über einen symbolischen Link



#### Achtung

Diese Methode ist überholt. Manche Software könnte nicht korrekt funktionieren mit "symbolischen Links auf ein Verzeichnis". Verwenden Sie stattdessen einen der oben beschriebenen "mounting"-basierten Ansätze.

Wenn Sie ein leeres Verzeichnis (z.B. `/pfad/zu/leer`) auf einer anderen Partition haben, auf der noch Platz frei ist, können Sie mit [ln\(8\)](#) einen symbolischen Link zu einem anderen Verzeichnis erstellen:

```
$ sudo mv work-dir old-dir
$ sudo mkdir -p /path/to/emp-dir
$ sudo ln -sf /path/to/emp-dir work-dir
$ sudo cp -a old-dir/* work-dir
$ sudo rm -rf old-dir
```



#### Warnung

Verwenden Sie solch einen symbolischen Link auf ein Verzeichnis nicht für Verzeichnisse, die von dem System verwaltet werden, wie z.B. `/opt`. Solch ein Link könnte bei einer Systemhochrüstung überschrieben werden.

## 9.7 Das Festplatten-Abbild

Hier wird die Veränderung eines Festplatten-Abbilds behandelt.

### 9.7.1 Erzeugung der Festplatten-Abbild-Datei

Ein Festplatten-Abbild (`disk.img`) eines nicht eingebundenen Gerätes, z.B. der zweiten SCSI- oder Serial-ATA-Festplatte `/dev/sdb`, kann mit einem der folgenden Befehle erzeugt werden:

```
# dd if=/dev/sdb of=disk.img; sync
```

```
# cp /dev/sdb disk.img ; sync
```

```
# cat /dev/sdb > disk.img ; sync
```

Ein Abbild des [Master Boot Record \(MBR\)](#), wie er in traditionellen PCs verwendet wird (lesen Sie auch Abschnitt [9.6.2](#)) und der im ersten Sektor der primären IDE-Festplatte abgelegt ist, kann mit [dd\(1\)](#) erstellt werden, wie hier:

```
# dd if=/dev/sda of=mbr.img bs=512 count=1
# dd if=/dev/sda of=mbr-nopart.img bs=446 count=1
# dd if=/dev/sda of=mbr-part.img skip=446 bs=1 count=66
```

- "mbr.img": der MBR mit der Partitionstabelle
- "mbr-nopart.img": der MBR ohne Partitionstabelle
- "mbr-part.img": die Partitionstabelle nur vom MBR

Falls Sie ein Abbild einer einzelnen Partition der Festplatte erstellen möchten, ersetzen Sie "/dev/sda" z.B. durch "/dev/sda1".

## 9.7.2 Direkt auf eine Festplatte schreiben

Das Festplatten-Abbild "disk.img" kann mit einem der folgenden Befehle auf ein nicht eingebundenes Laufwerk passender Größe (hier z.B. auf die zweite SCSI- oder Serial-ATA-Festplatte "/dev/sdb") geschrieben werden:

```
# dd if=disk.img of=/dev/sdb ; sync
```

```
# cp disk.img /dev/sdb ; sync
```

```
# cat disk.img >/dev/sdb ; sync
```

Ähnlich dazu kann mit folgendem Befehl die Abbild-Datei "partition.img" einer einzelnen Partition auf eine nicht eingebaute Partition passender Größe (hier z.B. die erste Partition der zweiten SCSI- oder Serial-ATA-Festplatte "/dev/sdb1") geschrieben werden:

```
# dd if=partition.img of=/dev/sdb1 ; sync
```

## 9.7.3 Einbinden der Festplatten-Abbild-Datei

Das Festplatten-Abbild "partition.img", welches ein einfaches Partitions-Abbild enthält, kann mittels einem [loop device](#) wie folgt eingebunden und anschließend wieder gelöst werden:

```
# losetup --show -f partition.img
/dev/loop0
# mkdir -p /mnt/loop0
# mount -t auto /dev/loop0 /mnt/loop0
...hack...hack...hack
# umount /dev/loop0
# losetup -d /dev/loop0
```

Das kann noch weiter vereinfacht werden:

```
# mkdir -p /mnt/loop0
# mount -t auto -o loop partition.img /mnt/loop0
...hack...hack...hack
# umount partition.img
```

Jede Partition des Festplatten-Abbilds "disk.img", das mehrere Partitionen enthält, kann mittels [loop device](#) eingebunden werden.

```
# losetup --show -f -P disk.img
/dev/loop0
# ls -l /dev/loop0*
brw-rw---- 1 root disk  7,  0 Apr  2 22:51 /dev/loop0
brw-rw---- 1 root disk 259, 12 Apr  2 22:51 /dev/loop0p1
brw-rw---- 1 root disk 259, 13 Apr  2 22:51 /dev/loop0p14
brw-rw---- 1 root disk 259, 14 Apr  2 22:51 /dev/loop0p15
# fdisk -l /dev/loop0
Disk /dev/loop0: 2 GiB, 2147483648 bytes, 4194304 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disklabel type: gpt
Disk identifier: 6A1D9E28-C48C-2144-91F7-968B3CBC9BD1

Device      Start      End Sectors  Size Type
/dev/loop0p1 262144 4192255 3930112    1.9G Linux root (x86-64)
/dev/loop0p14  2048      8191     6144     3M BIOS boot
/dev/loop0p15  8192   262143   253952    124M EFI System

Partition table entries are not in disk order.
# mkdir -p /mnt/loop0p1
# mkdir -p /mnt/loop0p15
# mount -t auto /dev/loop0p1 /mnt/loop0p1
# mount -t auto /dev/loop0p15 /mnt/loop0p15
# mount |grep loop
/dev/loop0p1 on /mnt/loop0p1 type ext4 (rw,relatime)
/dev/loop0p15 on /mnt/loop0p15 type vfat (rw,relatime,fmask=0002,dmask=0002,allow_utime ↵
=0020,codepage=437,iocharset=ascii,shortname=mixed,utf8,errors=remount-ro)
...hack...hack...hack
# umount /dev/loop0p1
# umount /dev/loop0p15
# losetup -d /dev/loop0
```

Alternativ können Sie ähnliche Funktionalitäten auch erreichen, indem Sie wie hier die [device-mapper](#)-Geräte nutzen, die von [kpartx\(8\)](#) aus dem kpartx-Paket erzeugt werden:

```
# kpartx -a -v disk.img
add map loop0p1 (253:0): 0 3930112 linear 7:0 262144
add map loop0p14 (253:1): 0 6144 linear 7:0 2048
add map loop0p15 (253:2): 0 253952 linear 7:0 8192
# fdisk -l /dev/loop0
Disk /dev/loop0: 2 GiB, 2147483648 bytes, 4194304 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disklabel type: gpt
Disk identifier: 6A1D9E28-C48C-2144-91F7-968B3CBC9BD1

Device      Start      End Sectors  Size Type
/dev/loop0p1 262144 4192255 3930112    1.9G Linux root (x86-64)
/dev/loop0p14  2048      8191     6144     3M BIOS boot
/dev/loop0p15  8192   262143   253952    124M EFI System

Partition table entries are not in disk order.
# ls -l /dev/mapper/
total 0
crw----- 1 root root 10, 236 Apr  2 22:45 control
lrwxrwxrwx 1 root root      7 Apr  2 23:19 loop0p1 -> ../dm-0
lrwxrwxrwx 1 root root      7 Apr  2 23:19 loop0p14 -> ../dm-1
lrwxrwxrwx 1 root root      7 Apr  2 23:19 loop0p15 -> ../dm-2
```

```
# mkdir -p /mnt/loop0p1
# mkdir -p /mnt/loop0p15
# mount -t auto /dev/mapper/loop0p1 /mnt/loop0p1
# mount -t auto /dev/mapper/loop0p15 /mnt/loop0p15
# mount |grep loop
/dev/loop0p1 on /mnt/loop0p1 type ext4 (rw,relatime)
/dev/loop0p15 on /mnt/loop0p15 type vfat (rw,relatime,fmask=0002,dmask=0002,allow_utime ↵
    =0020,codepage=437,iocharset=ascii,shortname=mixed,utf8,errors=remount-ro)
...hack...hack...hack
# umount /dev/mapper/loop0p1
# umount /dev/mapper/loop0p15
# kpartx -d disk.img
```

### 9.7.4 Eine Festplatten-Abbild-Datei bereinigen

Eine Festplatten-Abbild-Datei (hier "disk.img") kann wie folgt von allen gelöschten Dateien bereinigt und in eine gesäuberte kompakte Abbild-Datei "new.img" geschrieben werden:

```
# mkdir old; mkdir new
# mount -t auto -o loop disk.img old
# dd bs=1 count=0 if=/dev/zero of=new.img seek=5G
# mount -t auto -o loop new.img new
# cd old
# cp -a --sparse=always ./ ../new/
# cd ..
# umount new.img
# umount disk.img
```

Wenn "disk.img" auf einem ext2-, ext3- oder ext4-Dateisystem liegt, können Sie auch [zerofree\(8\)](#) aus dem zerofree-Paket verwenden, wie hier gezeigt:

```
# losetup --show -f disk.img
/dev/loop0
# zerofree /dev/loop0
# cp --sparse=always disk.img new.img
# losetup -d /dev/loop0
```

### 9.7.5 Eine leere Abbild-Datei erstellen

Ein leeres Festplatten-Abbild "disk.img", das bis zu einer Größe von 5 GiB anwachsen kann, erzeugen Sie mit [dd\(1\)](#) wie folgt:

```
$ dd bs=1 count=0 if=/dev/zero of=disk.img seek=5G
```

Statt [dd\(1\)](#) kann hier auch das dafür spezialisierte [fallocate\(8\)](#) verwendet werden.

Mittels eines [loop device](#) erstellen Sie auf diesem Festplatten-Abbild "disk.img" wie folgt ein ext4-Dateisystem:

```
# losetup --show -f disk.img
/dev/loop0
# mkfs.ext4 /dev/loop0
...hack...hack...hack
# losetup -d /dev/loop0
$ du --apparent-size -h disk.img
5.0G disk.img
$ du -h disk.img
83M disk.img
```

Die Dateigröße von "disk.img" ist 5.0 GiB, aber der aktuell von ihm verwendete Speicherplatz ist lediglich 83 MiB. Diese Diskrepanz ist möglich, da [ext4](#) die Verwendung von [Sparse-Dateien](#) unterstützt.

---

**Tipp**

Der wirklich genutzte Speicherplatz von [Sparse-Dateien](#) wächst mit den Daten, die in diese hineingeschrieben werden.

---

Die Nutzung von Befehlen ähnlich denen aus Abschnitt 9.7.3 auf Geräten, die von [loop device](#) oder [device-mapper](#)-Geräten erzeugt wurden, erlaubt Ihnen ebenfalls, das Abbild "disk.img" über [parted\(8\)](#) oder [fdisk\(8\)](#) zu erzeugen, sowie Dateisysteme mit [mkfs.ext4\(8\)](#), [mkswap\(8\)](#) usw. zu erstellen.

## 9.7.6 Erstellen einer ISO9660-Abbild-Datei

---

**Tipp**

Die beiden Programme [genisoimage\(1\)](#) (aus dem [cdrkit](#)-Paket) und [xorrisofs\(1\)](#) (aus dem [Libburnia](#)-Paket) teilen die gleiche Befehlssyntax, abgesehen von dem Befehlsnamen.

---

Eine [ISO9660](#)-Abbild-Datei "cd.iso" aus einem Quellverzeichnisbaum (hier in "quell\_verzeichnis") kann mit [genisoimage\(1\)](#) aus dem [cdrkit](#)-Paket erstellt werden:

```
# genisoimage -r -J -T -V volume_id -o cd.iso source_directory
```

Ähnlich dazu kann ein boot-fähiges ISO9660-Abbild "cdboot.iso" aus einem Verzeichnisbaum ("quell\_verzeichnis") erstellt werden, der dem des [debian-installer](#) ähnelt:

```
# genisoimage -r -o cdboot.iso -V volume_id \  
-b isolinux/isolinux.bin -c isolinux/boot.cat \  
-no-emul-boot -boot-load-size 4 -boot-info-table source_directory
```

Hier wird der [Isolinux-Bootloader](#) zum Booten verwendet (Näheres in Abschnitt 3.1.2).

Sie können die Berechnung der md5sum-Prüfsumme und die Erstellung eines ISO9660-Abbilds direkt von der CD-ROM durchführen, wie hier gezeigt:

```
$ isoinfo -d -i /dev/cdrom  
CD-ROM is in ISO 9660 format  
...  
Logical block size is: 2048  
Volume size is: 23150592  
...  
# dd if=/dev/cdrom bs=2048 count=23150592 conv=notrunc,noerror | md5sum  
# dd if=/dev/cdrom bs=2048 count=23150592 conv=notrunc,noerror > cd.iso
```

**Warnung**

Sie müssen wie oben gezeigt dafür sorgen, dass Sie nicht von einem Fehler im Linux-Kernel ("ISO9660 filesystem read ahead bug") betroffen werden; nur so können Sie korrekte Ergebnisse erhalten.

---

### 9.7.7 Direkt auf die CD/DVD-R/RW schreiben

---

**Tipp**

Eine DVD ist lediglich eine grosse CD für [wodim\(1\)](#) (aus dem [cdrkit](#)) und [xorrecord\(1\)](#) (aus dem [Libburnia](#)-Paket). Diese Befehle teilen die gleiche Befehlssyntax, abgesehen von dem Befehlsnamen.

---

Sie finden nutzbare Laufwerke wie folgt:

```
# wodim --devices
```

Dann wird die leere CD-R in das Laufwerk eingelegt und die ISO9660-Abbild-Datei "cd.iso" wird wie folgt mit [wodim\(1\)](#) auf das Laufwerk (hier "/dev/sda") geschrieben:

```
# wodim -v -eject dev=/dev/sda cd.iso
```

Falls statt der CD-R eine CD-RW genutzt wird, verwenden Sie dies:

```
# wodim -v -eject blank=fast dev=/dev/sda cd.iso
```

---

**Tipp**

Wenn Ihre Arbeitsplatzumgebung CDs automatisch einbindet, lösen Sie die Einbindung mit "sudo umount /dev/sda" über eine Konsole, bevor Sie den [wodim\(1\)](#)-Befehl ausführen.

---

### 9.7.8 Einbinden einer ISO9660-Abbild-Datei

Wenn "cd.iso" ein ISO9660-Abbild enthält, können Sie es wie folgt in "/cdrom" einbinden:

```
# mount -t iso9660 -o ro,loop cd.iso /cdrom
```

---

**Tipp**

Moderne Arbeitsplatzsysteme binden Wechseldatenträger (wie mit ISO9660 formatierte CDs) automatisch ein (lesen Sie dazu Abschnitt [10.1.7](#)).

---

## 9.8 Binärdaten

Hier behandeln wir das Bearbeiten von Binärdaten auf einem Speichermedium.

### 9.8.1 Betrachten und Bearbeiten von Binärdaten

Die grundlegendste Methode zum Betrachten von Binärdaten ist die Verwendung des Befehls "od -t x1".

---

**Tipp**

HEX wird als Acronym für das [Hexadezimal](#)-Format mit einer Basis ([Radix](#)) von 16 verwendet. OKTAL steht für das [Oktal](#)-Format mit einer Basis von 8. ASCII ist der [American Standard Code for Information Interchange](#), also für normalen englischsprachigen Text-Code. EBCDIC steht für den [Extended Binary Coded Decimal Interchange Code](#), der auf [IBM Mainframe](#)-Betriebssystemen verwendet wird.

---

| Paket                           | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                                                |
|---------------------------------|----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">coreutils</a>       | V:910, I:1000  | 17994 | grundlegendes Paket, das <a href="#">od(1)</a> für die Ausgabe von Dateien (HEX, ASCII, OCTAL, ...) enthält |
| <a href="#">bsdmainutils</a>    | V:4, I:131     | 17    | Hilfspaket, das <a href="#">hd(1)</a> für die Ausgabe von Dateien (HEX, ASCII, OCTAL, ...) enthält          |
| <a href="#">hexedit</a>         | V:0.8, I:8.1   | 70    | Editor und Betrachter für Binärdateien (HEX, ASCII)                                                         |
| <a href="#">bless</a>           | V:0.1, I:1.4   | 924   | voll ausgestatteter Hexadezimal-Editor (GNOME)                                                              |
| <a href="#">okteta</a>          | V:1, I:10      | 1589  | voll ausgestatteter Hexadezimal-Editor (KDE4)                                                               |
| <a href="#">ncurses-hexedit</a> | V:0.1, I:1.3   | 130   | Editor und Betrachter für Binärdateien (HEX, ASCII, EBCDIC)                                                 |
| <a href="#">beav</a>            | V:0.04, I:0.30 | 137   | Editor und Betrachter für Binärdateien (HEX, ASCII, EBCDIC, OKTAL, ...)                                     |

Tabelle 9.21: Liste von Paketen zum Betrachten und Bearbeiten von Binärdaten

## 9.8.2 Manipulieren von Dateien ohne Einbinden der Festplatte

Diese Werkzeuge können Dateien lesen und schreiben, ohne dass die Festplatte dazu eingebunden werden muss:

| Paket                    | Popcon       | Größe | Beschreibung                                             |
|--------------------------|--------------|-------|----------------------------------------------------------|
| <a href="#">mtools</a>   | V:7, I:53    | 400   | Hilfsprogramme zur Bearbeitung von MSDOS-Dateien         |
| <a href="#">hfsutils</a> | V:0.2, I:2.8 | 178   | Hilfsprogramme zur Bearbeitung von HFS- und HFS+-Dateien |

Tabelle 9.22: Liste von Paketen zur Manipulation von Dateien ohne Einbinden der Festplatte

## 9.8.3 Datenredundanz

Software [RAID](#)-Systeme, bereitgestellt durch den Linux-Kernel, bieten Datenredundanz auf Ebene des Kernel-Dateisystems und erreichen so eine sehr hohe Zuverlässigkeit der Datenspeicherung.

Es gibt auch Werkzeuge, die Datenredundanz für Dateien auf Ebene der Anwendungen ermöglichen und so ebenfalls eine sehr zuverlässige Datenspeicherung erlauben:

| Paket                      | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                        |
|----------------------------|----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">par2</a>       | V:9, I:116     | 297   | Parity Archive Volume Set, für die Dateiüberprüfung und -reparatur                  |
| <a href="#">dvdisaster</a> | V:0.1, I:1.2   | 1422  | Schutz vor Datenverlust/Kratzern/Alterung von CD-/DVD-Medien                        |
| <a href="#">dvbackup</a>   | V:0.01, I:0.04 | 413   | Backup-Werkzeug, das MiniDV-Camcorder verwendet (enthält <a href="#">rsbep(1)</a> ) |

Tabelle 9.23: Liste von Werkzeugen, um Redundanz für Dateien hinzuzufügen

## 9.8.4 Datenwiederherstellung und forensische Analyse

Hier einige Programme für Datenwiederherstellung und forensische Analysen:

### Tipp

Sie können gelöschte Dateien auf einem ext2-Dateisystem wiederherstellen, indem Sie `list_deleted_inodes` und den `unde1`-Befehl von [debugfs\(8\)](#) (aus dem `e2fsprogs`-Paket) verwenden.

| Paket                         | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                                |
|-------------------------------|----------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">testdisk</a>      | V:2, I:26      | 2276  | Hilfsprogramm zum Scannen von Partitionen und Wiederherstellen von Daten                    |
| <a href="#">magicrescue</a>   | V:0.2, I:1.9   | 257   | Hilfsprogramm zur Dateiwiederherstellung mittels Suche nach "magischen Bytes"               |
| <a href="#">scalpel</a>       | V:0.2, I:2.4   | 89    | ein sparsamer, sehr leistungsfähiger Datei-Carver                                           |
| <a href="#">myrescue</a>      | V:0.2, I:2.1   | 81    | Daten von beschädigten Festplatten retten                                                   |
| <a href="#">extundelete</a>   | V:0.5, I:7.8   | 152   | Hilfsprogramm, um gelöschte Dateien von ext3-/ext4-Dateisystemen wiederherzustellen         |
| <a href="#">ext4magic</a>     | V:0.3, I:3.7   | 235   | Hilfsprogramm, um gelöschte Dateien von ext3-/ext4-Dateisystemen wiederherzustellen         |
| <a href="#">ext3grep</a>      | V:0.2, I:2.0   | 299   | Werkzeug, das bei der Wiederherstellung von gelöschten Dateien auf ext3-Dateisystemen hilft |
| <a href="#">scrounge-ntfs</a> | V:0.2, I:1.7   | 49    | Datenwiederherstellungsprogramm für NTFS-Dateisysteme                                       |
| <a href="#">gzrt</a>          | V:0.02, I:0.47 | 34    | Werkzeugsatz für die Wiederherstellung von gzip-Daten                                       |
| <a href="#">sleuthkit</a>     | V:2, I:25      | 1119  | Werkzeuge für forensische Analysen (SleuthKit)                                              |
| <a href="#">autopsy</a>       | V:0.2, I:1.3   | 1026  | grafische Oberfläche für SleuthKit                                                          |
| <a href="#">foremost</a>      | V:0.4, I:4.2   | 101   | forensische Anwendung zur Datenwiederherstellung                                            |
| <a href="#">guymager</a>      | V:0.14, I:0.82 | 1049  | forensisches Imaging-Werkzeug, basierend auf Qt                                             |
| <a href="#">dcfldd</a>        | V:0.3, I:2.8   | 113   | erweitertes dd für Forensik und Sicherheit                                                  |

Tabelle 9.24: Liste von Paketen für Datenwiederherstellung und forensische Analysen

### 9.8.5 Aufsplitten einer großen in mehrere kleine Dateien

Wenn eine Datei zu groß ist, um sie als einzelne Datei zu sichern, können Sie trotzdem ein Backup davon erstellen, nachdem Sie sie in kleinere, z.B. 2000 MiB große Stücke aufgeteilt haben; später können diese Stücke wieder zur Originaldatei zusammengesetzt werden.

```
$ split -b 2000m large_file
$ cat x* >large_file
```



#### Achtung

Stellen Sie sicher, dass Sie dort keine anderen Dateien haben, die mit einem "x" beginnen, um Kollisionen bei den Dateinamen zu vermeiden.

### 9.8.6 Leeren von Dateiinhalten

Zum Leeren des Inhalt einer Datei, z.B. einer Logdatei, verwenden Sie nicht `rm(1)`, um die Datei zu löschen und anschließend eine neue leere Datei zu erstellen, da in der Zeit zwischen den Befehlen möglicherweise Zugriffsversuche auf die Datei erfolgen könnten. Folgender Weg ist der sicherste, um Dateiinhalte zu leeren:

```
$ :>file_to_be_cleared
```

### 9.8.7 Dummy-Dateien

Folgende Befehle erzeugen Dummy- oder leere Dateien:



```
$ dd if=/dev/zero of=5kb.file bs=1k count=5
$ dd if=/dev/urandom of=7mb.file bs=1M count=7
$ touch zero.file
$ : > alwayszero.file
```

Sie sollten folgende Dateien vorfinden:

- "5kb.file" ist eine 5KB große Datei, die Nullen enthält.
- "7mb.file" ist eine 7MB große Datei mit zufälligem Inhalt.
- "zero.file" könnte eine 0 Byte große Datei sein. Falls sie bereits existierte, wurde ihr `mtime`-Attribut aktualisiert, aber der Inhalt wurde beibehalten.
- "alwayszero.file" ist immer eine 0 Byte große Datei. Falls sie bereits existierte, wurde ihr `mtime`-Attribut aktualisiert und der Inhalt entfernt.

### 9.8.8 Eine vollständige Festplatte löschen

Es gibt mehrere Wege, um alle Daten von einer Festplatte oder einem ähnlichen Speichergerät zu entfernen, z.B. einem [USB-Flash-Speicher](#) unter `/dev/sda`.



#### Achtung

Überprüfen Sie zuerst den Speicherort Ihres [USB-Flash-Speichers](#) mit `mount(8)`, bevor Sie irgendwelche dieser Befehle ausführen. Das Gerät, auf das `/dev/sda` verweist, könnte auch die SCSI- oder Serial-ATA-Festplatte sein, die Ihr komplettes Betriebssystem enthält.

Löschen Sie den kompletten Inhalt der Platte, indem Sie wie folgt die Daten auf 0 setzen:

```
# dd if=/dev/zero of=/dev/sda
```

Löschen Sie alles, indem Sie es wie folgt mit zufälligen Daten überschreiben:

```
# dd if=/dev/urandom of=/dev/sda
```

Löschen Sie alles, indem Sie es wie hier auf sehr effiziente Art mit zufälligen Daten überschreiben:

```
# shred -v -n 1 /dev/sda
```

Alternativ können Sie auch `badblocks(8)` mit der Option `-t random` verwenden.

Da `dd(1)` auf der Shell vieler boot-fähiger Linux-CDs (wie einer Debian-Installer-CD) verfügbar ist, können Sie Ihr installiertes Betriebssystem vollständig entfernen, indem Sie von solch einer CD einen Löschbefehl auf die System-Festplatte (z.B. `/dev/sda`, `/dev/sda` o.ä.) ausführen.

### 9.8.9 Einen ungenutzten Bereich einer Festplatte löschen

In einem nicht genutzten Bereich auf einer Festplatte (oder einem [USB-Flash-Speicher](#)), z.B. `/dev/sdb1`, könnten gelöschte Daten noch immer vorhanden sein, da beim Löschen lediglich die Verbindung zum Dateisystem entfernt wird. Diese Daten könnten durch das Überschreiben dann wirklich entfernt werden.

```
# mount -t auto /dev/sdb1 /mnt/foo
# cd /mnt/foo
# dd if=/dev/zero of=junk
dd: writing to `junk': No space left on device
...
# sync
# umount /dev/sdb1
```

**Warnung**

Dies ist für Ihren [USB-Flash-Speicher](#) normalerweise ausreichend, aber es ist nicht perfekt. Die meisten Teile von gelöschten Dateinamen und deren Attribute könnten versteckt sein und im Dateisystem verbleiben.

### 9.8.10 Wiederherstellen von gelöschten, aber noch geöffneten Dateien

Wenn Sie versehentlich eine Datei gelöscht haben, die noch von einem Programm verwendet wird (lesend oder schreibend), ist es möglich, diese Datei wiederherzustellen.

Probieren Sie zum Beispiel folgendes:

```
$ echo foo > bar
$ less bar
$ ps aux | grep ' less[ ]'
bozo    4775  0.0  0.0  92200   884 pts/8    S+   00:18   0:00 less bar
$ rm bar
$ ls -l /proc/4775/fd | grep bar
lr-x----- 1 bozo bozo 64 2008-05-09 00:19 4 -> /home/bozo/bar (deleted)
$ cat /proc/4775/fd/4 >bar
$ ls -l
-rw-r--r-- 1 bozo bozo 4 2008-05-09 00:25 bar
$ cat bar
foo
```

Führen Sie auf einem anderen Terminal (wenn Sie das `lsof`-Paket installiert haben) folgendes aus:

```
$ ls -li bar
2228329 -rw-r--r-- 1 bozo bozo 4 2008-05-11 11:02 bar
$ lsof |grep bar|grep less
less 4775 bozo 4r REG 8,3 4 2228329 /home/bozo/bar
$ rm bar
$ lsof |grep bar|grep less
less 4775 bozo 4r REG 8,3 4 2228329 /home/bozo/bar (deleted)
$ cat /proc/4775/fd/4 >bar
$ ls -li bar
2228302 -rw-r--r-- 1 bozo bozo 4 2008-05-11 11:05 bar
$ cat bar
foo
```

### 9.8.11 Alle harten Links suchen

Dateien mit harten Links können mittels "`ls -li`" identifiziert werden:

```
$ ls -li
total 0
2738405 -rw-r--r-- 1 root root 0 2008-09-15 20:21 bar
2738404 -rw-r--r-- 2 root root 0 2008-09-15 20:21 baz
2738404 -rw-r--r-- 2 root root 0 2008-09-15 20:21 foo
```

Sowohl bei "baz" wie auch bei "foo" zeigt die Anzahl der Links von "2" (>1) an, dass für sie harte Links existieren. Sie haben beide die gemeinsame [Inode](#)-Nummer "2738404". Das bedeutet, dass dies beides die gleiche hart verlinkte Datei ist. Falls Sie nicht zufällig alle hart verlinkten Dateien finden, können Sie über die [Inode](#) (z.B. "2738404") danach suchen:

```
# find /path/to/mount/point -xdev -inum 2738404
```

9.8.12 Unsichtbarer Verbrauch von Festplattenplatz

Alle gelöschten, aber noch geöffneten Dateien verbrauchen Festplattenplatz, obwohl dies über einen normalen `du(1)`-Befehl nicht festgestellt werden kann. Sie können wie folgt über ihre Größe aufgelistet werden:

```
# lsof -s -X / |grep deleted
```

9.9 Tipps zur Datenverschlüsselung

Mit physikalischem Zugriff auf den Rechner kann jeder ganz einfach uneingeschränkte Rechte und Zugriffe auf alle Dateien auf Ihrem PC erlangen (lesen Sie dazu Abschnitt 4.6.4). Das passwortgeschützte Anmeldesystem ist nicht in der Lage, Ihre Privatsphäre und sensible Daten vor einem möglichen Diebstahl Ihres PCs zu schützen. Dies kann nur durch Verwendung einer Technologie zur Datenverschlüsselung erreicht werden. Obwohl [GNU Privacy Guard](#) (Näheres in Abschnitt 10.3) Dateien verschlüsseln kann, bedeutet es für den Benutzer einigen Aufwand.

`dm-crypt` ermöglicht eine automatische Datenverschlüsselung über native Linux-Kernel-Module mittels `device-mapper` bei minimalem Aufwand für den Benutzer.

| Paket                          | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                                                                                                               |
|--------------------------------|----------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">cryptsetup</a>     | V:35, I:80     | 465   | Werkzeug zur Verschlüsselung von blockorientierten Geräten ( <a href="#">dm-crypt</a> / <a href="#">LUKS</a> )                                                             |
| <a href="#">cryptmount</a>     | V:2.0, I:2.6   | 236   | Werkzeuge zur Verschlüsselung von blockorientierten Geräten ( <a href="#">dm-crypt</a> / <a href="#">LUKS</a> ) mit Fokus auf das Einbinden/Trennen durch normale Benutzer |
| <a href="#">fscrypt</a>        | V:0.4, I:1.1   | 6545  | Werkzeuge für die Verschlüsselung von Linux-Dateisystemen ( <a href="#">fscrypt</a> )                                                                                      |
| <a href="#">libpam-fscrypt</a> | V:0.29, I:0.34 | 6594  | PAM-Modul für die Verschlüsselung von Linux-Dateisystemen ( <a href="#">fscrypt</a> )                                                                                      |

Tabelle 9.25: Liste von Werkzeugen zur Datenverschlüsselung



Achtung

Datenverschlüsselung kostet CPU-Zeit usw. Verschlüsselte Daten sind nicht mehr zugänglich, wenn das zugehörige Passwort verloren ist. Bitte wägen Sie Kosten und Nutzen gegeneinander ab.

Anmerkung

Mit dem `debian-installer` (Lenny und später) kann ein vollständiges Debian-System auf einer verschlüsselten Festplatte installiert werden; dabei werden `dm-crypt/LUKS` und `initramfs` verwendet.

Tipp

In Abschnitt 10.3 finden Sie Infos über eine Verschlüsselungslösung, die komplett auf Benutzerebene abläuft: [GNU Privacy Guard](#).

9.9.1 Verschlüsselung von Wechseldatenträgern mit dm-crypt/LUKS

Sie können die Inhalte eines Wechseldatenträgers, wie z.B. eines [USB-Flash-Speichers](#) auf `"/dev/sdx"`, mit `dm-crypt/LUKS` verschlüsseln. Formatieren Sie ihn einfach wie folgt:

```
# fdisk /dev/sdx
... "n" "p" "1" "return" "return" "w"
# cryptsetup luksFormat /dev/sdx1
...
# cryptsetup open /dev/sdx1 secret
...
# ls -l /dev/mapper/
total 0
crw-rw---- 1 root root 10, 60 2021-10-04 18:44 control
lrwxrwxrwx 1 root root 7 2021-10-04 23:55 secret -> ../dm-0
# mkfs.vfat /dev/mapper/secret
...
# cryptsetup close secret
```

Dann kann er in einer modernen Arbeitsplatsumgebung wie ein normaler USB-Stick unter `/media/benutzername/daten` eingebunden werden (Näheres hierzu in Abschnitt [10.1.7](#)), nur dass dabei nach dem Passwort gefragt wird; dazu wird das Paket `udisks2` genutzt. Der Unterschied ist, dass jegliche Daten, die auf den Stick geschrieben werden, verschlüsselt sind. Der Passworteintrag kann auch automatisch über einen Schlüsselbund erfolgen (Näheres dazu in Abschnitt [10.3.6](#)).

Alternativ können Sie solche Medien auch mit anderen Dateisystemen formatieren, z.B. ext4 mit `mkfs.ext4 /dev/mapper/secret`. Falls `btrfs` genutzt wird, muss das Paket `udisks2-btrfs` installiert sein. Bei diesen Dateisystemen müssen unter Umständen der Eigentümer und die Berechtigungen der Dateien separat konfiguriert werden.

## 9.9.2 Einbinden verschlüsselter Laufwerke mit dm-crypt/LUKS

Eine verschlüsselte Plattenpartition zum Beispiel, die durch den Debian Installer mit `dm-crypt/LUKS` auf `/dev/sdc5` erstellt wurde, kann wie folgt unter `/mnt` eingebunden werden:

```
$ sudo cryptsetup open /dev/sdc5 ninja --type luks
Enter passphrase for /dev/sdc5: ****
$ sudo lvm
lvm> lvscan
inactive          '/dev/ninja-vg/root' [13.52 GiB] inherit
inactive          '/dev/ninja-vg/swap_1' [640.00 MiB] inherit
ACTIVE            '/dev/goofy/root' [180.00 GiB] inherit
ACTIVE            '/dev/goofy/swap' [9.70 GiB] inherit
lvm> lvchange -a y /dev/ninja-vg/root
lvm> exit
Exiting.
$ sudo mount /dev/ninja-vg/root /mnt
```

## 9.10 Der Kernel

Debian stellt für unterstützte Architekturen modulare [Linux-Kernel](#) als Pakete bereit.

Wenn Sie diese Dokumentation lesen, müssen Sie vermutlich keinen eigenen Linux-Kernel kompilieren.

### 9.10.1 Kernel-Parameter

Viele Linux-Funktionalitäten sind wie folgt über Kernel-Parameter konfigurierbar:

- Kernel-Parameter, die durch den Bootloader initialisiert werden (Näheres in Abschnitt [3.1.2](#));

- Kernel-Parameter, die durch [sysctl\(8\)](#) zur Laufzeit geändert werden und die über sysfs erreichbar sind (Näheres in Abschnitt [1.2.12](#));
- Modul-Parameter, die über Argumente von [modprobe\(8\)](#) gesetzt werden, wenn ein Modul aktiviert wird (Näheres in Abschnitt [9.7.3](#)).

Nähere Details finden Sie unter ["The Linux kernel user's and administrator's guide » The kernel's command-line parameters"](#) (Englisch).

### 9.10.2 Kernel-Header

Die meisten **normalen** Programme benötigen keine Kernel-Header und könnten im Gegenteil sogar gestört werden, wenn Sie diese direkt zum Kompilieren verwenden würden. Sie sollten stattdessen gegen die Header in `/usr/include/linux` und `/usr/include/asm` aus dem Paket `libc6-dev` kompiliert werden (diese werden auf einem Debian-System aus dem `glibc`-Quellpaket erzeugt).

#### Anmerkung

Um einige Kernel-spezifische Programme wie Kernel-Module aus externen Linux-Quellen oder den automounter-Daemon (`amd`) zu kompilieren, müssen Sie den Pfad zu den entsprechenden Kernel-Headern auf der Befehlszeile mit angeben.

### 9.10.3 Kompilieren des Kernels und dazugehöriger Module

Debian hat seine eigene Methode zur Kompilierung des Kernels und zugehöriger Module.

| Paket                            | Popcon       | Größe | Beschreibung                                                                                               |
|----------------------------------|--------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">build-essential</a>  | V:18, I:512  | 17    | Pakete, die zum Bauen von Debian-Paketen essentiell nötig sind: <code>make</code> , <code>gcc</code> , ... |
| <a href="#">bzip2</a>            | V:159, I:972 | 113   | Werkzeuge zum Komprimieren und Dekomprimieren von <code>bz2</code> -Dateien                                |
| <a href="#">libncurses5-dev</a>  | I:34         | 6     | Entwickler-Bibliothek und Dokumentation für <code>ncurses</code>                                           |
| <a href="#">git</a>              | V:409, I:623 | 52512 | git: vom Linux-Kernel verwendetes verteiltes Versionskontrollsystem                                        |
| <a href="#">fakeroot</a>         | V:32, I:514  | 225   | bietet eine <code>fakeroor</code> -Umgebung, um Pakete als nicht-root-Benutzer zu bauen                    |
| <a href="#">initramfs-tools</a>  | V:479, I:988 | 49    | Werkzeug zur Erzeugung eines <code>initramfs</code> (Debian-spezifisch)                                    |
| <a href="#">dkms</a>             | V:81, I:149  | 235   | <a href="#">Dynamic Kernel Module Support (DKMS)</a> (generisch)                                           |
| <a href="#">module-assistant</a> | V:1, I:13    | 395   | Hilfsprogramme zum Erstellen von Modulpaketen (Debian-spezifisch)                                          |
| <a href="#">devscripts</a>       | V:5, I:33    | 2766  | Helfer-Skripte für Debian-Paketbetreuer (Debian-spezifisch)                                                |

Tabelle 9.26: Liste von Schlüsselpaketen für die Neukompilierung des Kernels auf einem Debian-System

Wenn Sie eine `initrd` wie in Abschnitt [3.1.2](#) verwenden, lesen Sie unbedingt die entsprechenden Informationen in [initramfs-tools\(8\)](#), [update-initramfs\(8\)](#), [mkinitramfs\(8\)](#) und [initramfs.conf\(5\)](#).



#### Warnung

Setzen Sie in den Verzeichnissen Ihres Quellcode-Baums (z.B. `/usr/src/linux*`) keine symbolischen Links auf `/usr/include/linux` und `/usr/include/asm` (einige veraltete Dokumentationen empfehlen dies).

---

**Anmerkung**

Um den aktuellsten Linux-Kernel auf einem Debian-Stable-System zu kompilieren, könnte die Verwendung von rückportierten aktuellen Werkzeugen aus Unstable nötig sein.

[module-assistant\(8\)](#) (oder seine Kurzform `m-a`) unterstützt Benutzer bei Bau und Installation von Modulpaketen für einen oder mehrere selbst angepasste Kernel.

[Dynamic Kernel Module Support \(DKMS\)](#) ist ein neues distributions-unabhängiges Rahmenwerk, das entwickelt wurde, um die Aktualisierung einzelner Kernel-Module ohne Austausch des kompletten Kernels zu ermöglichen. Dies wird verwendet für die Betreuung von Modulen außerhalb des Linux-Quellcode-Baums. Auch ist es damit sehr einfach, im Zuge der Hochrüstung des Kernels Module neu zu bauen.

---

### 9.10.4 Kompilieren des Kernel-Quellcodes: Empfehlung des Debian-Kernel-Teams

Um eigene Kernel-Binärpakete aus den Upstream-Kernel-Quelltexten zu erstellen, sollten Sie das angebotene "deb-pkg"-Target nutzen:

```
$ sudo apt-get build-dep linux
$ cd /usr/src
$ wget https://mirrors.edge.kernel.org/pub/linux/kernel/v7.x/linux-7.1.7.tar.xz
$ tar --xz -xvf linux-7.1.7.tar.xz
$ cd linux-7.1.7
$ cp /boot/config-7.1.7.config
$ make menuconfig
...
$ make deb-pkg
```

---

**Tipp**

Das Paket `linux-source-version` stellt den Linux-Kernel-Quelltext inklusive Debian-Patches als `"usr/src/linux-version.tar.bz2"` bereit.

---

Um spezifische Binärpakete aus dem Debian-Kernel-Quellpaket zu bauen, sollten Sie die Targets "binary-arch\_*archite*" in "debian/rules.gen" verwenden:

```
$ sudo apt-get build-dep linux
$ apt-get source linux
$ cd linux-7.*
$ fakeroot make -f debian/rules.gen binary-arch_i386_none_686
```

Hier finden Sie weitere Informationen:

- Debian Wiki: [KernelFAQ](#)
- Debian Wiki: [DebianKernel](#)
- Debian Linux Kernel Handbook: <https://kernel-handbook.debian.net>

### 9.10.5 Hardware-Treiber und Firmware

Der Hardware-Treiber ist Code, der auf der Haupt-CPU des Zielsystems läuft. Die meisten Hardware-Treiber sind heutzutage als freie Software verfügbar und in den normalen Debian-Kernel-Paketen im `main`-Bereich des Debian-Archivs enthalten.

- [GPU](#)-Treiber
-

- Intel GPU-Treiber (main)
- AMD/ATI GPU-Treiber (main)
- NVIDIA GPU-Treiber (main für den [nouveau](#)-Treiber, non-free für Treiber, die vom Hersteller als Nur-Binär-Variante bereitgestellt werden)

Die Firmware ist Code, der in das (mit dem Zielsystem verbundene) Gerät geladen wird (z.B. CPU-Mikrocode, Rendering-Code, der auf der GPU läuft, oder [FPGA-/CPLD](#)-Daten ...). Einige Firmware-Pakete gibt es als freie Software, aber viele davon werden nicht als freie Software bereitgestellt, da sie Binärdaten ohne den zugehörigen Quelltext enthalten. Die Installation dieses Firmware-Codes ist erforderlich, damit das Gerät wie vorgesehen funktionieren kann.

- Firmware-Pakete, die Daten enthalten, welche in den flüchtigen Speicher des Zielgeräts geladen werden:
  - firmware-linux-free (main)
  - firmware-linux-nonfree (non-free-firmware)
  - firmware-linux-\* (non-free-firmware)
  - \*-firmware (non-free-firmware)
  - intel-microcode (non-free-firmware)
  - amd64-microcode (non-free-firmware)
- Pakete mit Firmware-Update-Programmen, die Daten in den nicht-flüchtigen Speicher des Zielgeräts laden:
  - [fwupd](#) (main): Firmware-Update-Daemon, der Firmware-Daten vom [Linux Vendor Firmware Service](#) herunterlädt
  - gnome-firmware (main): GTK-Frontend für fwupd
  - plasma-discover-backend-fwupd (main): Qt-Frontend für fwupd

Bitte beachten Sie, dass die offiziellen Installationsmedien seit Debian 12 Bookworm Pakete aus non-free-firmware bereithalten, um den Benutzern ein funktionales Installationserlebnis zu ermöglichen. Der Archivbereich non-free-firmware ist in Abschnitt [2.1.5](#) beschrieben.

Bitte beachten Sie außerdem, dass die Firmware-Daten, die über [fwupd](#) vom [Linux Vendor Firmware Service](#) heruntergeladen und in den laufenden Linux-Kernel integriert werden, ebenfalls nicht-frei (non-free) sein könnten.

## 9.11 Virtualisierte Systeme

Die Verwendung eines virtualisierten Systems ermöglicht es uns, mehrere Instanzen eines Systems gleichzeitig auf einer einzigen Hardware laufen zu lassen.

---

### Tipp

Lesen Sie die [Debian-Wiki-Seite SystemVirtualization](#).

---

### 9.11.1 Virtualisierungs- und Emulationswerkzeuge

Es gibt verschiedene [Virtualisierungs-](#) und Emulations-Plattformen:

- Vollständige [Hardware-Emulations-Pakete](#), wie die aus dem Metapaket [games-emulator](#)
  - Plattformen, bei denen die CPU und einige Eingabe-/Ausgabegeräte überwiegend emuliert werden, wie z.B. [QEMU](#)
  - Plattformen, bei denen die CPU und einige Eingabe-/Ausgabegeräte überwiegend virtualisiert werden, wie z.B. [Kernel-based Virtual Machine \(KVM\)](#) (Betriebssystemkern-basierte virtuelle Maschine)
-

- Container-Virtualisierung auf Betriebssystemebene mit Kernel-Level-Unterstützung, wie z.B. [LXC \(Linux Containers\)](#), [Docker](#), [systemd-nspawn\(1\)](#), ...
- Dateisystemzugriff-Virtualisierung auf Betriebssystemebene, bei der der Aufruf der Systembibliotheken über den Dateipfad überschrieben/geändert wird, wie z.B. [chroot](#)
- Dateisystemzugriff-Virtualisierung auf Betriebssystemebene, bei der der Aufruf der Systembibliotheken über die Dateieigentümerschaft überschrieben/geändert wird, wie z.B. [fakeroot](#)
- Betriebssystem-API-Emulation, wie z.B. [Wine](#)
- Virtualisierung auf Interpreter-Ebene mit Überschreiben von Executable Selection und Runtime-Bibliotheken, wie z.B. [virtualenv](#) und [venv](#) für Python

Die Container-Virtualisierung nutzt Fähigkeiten aus Abschnitt [4.7.5](#) sowie die Backend-Technologie aus Abschnitt [7.7](#).

Hier einige Pakete, die Ihnen bei der Einrichtung eines virtualisierten Systems helfen:

Der Wikipedia-Artikel [Comparison of platform virtual machines](#) (Englisch) enthält detaillierte Gegenüberstellungen der verschiedenen Plattform-Virtualisierungslösungen.

### 9.11.2 Arbeitsablauf bei Virtualisierung

---

#### Anmerkung

Standard-Debian-Kernel unterstützen [KVM](#) seit Lenny.

---

Ein typischer Arbeitsablauf für eine [Virtualisierung](#) enthält folgende Schritte:

- Erzeugen eines leeren Dateisystems (ein Verzeichnisbaum oder ein Festplatten-Image);
    - Ein Verzeichnisbaum kann über `mkdir -p /path/to/chroot` erzeugt werden.
    - Eine rohe (leere) Image-Datei kann mittels [dd\(1\)](#) erstellt werden (lesen Sie dazu Abschnitt [9.7.1](#) und Abschnitt [9.7.5](#)).
    - [qemu-img\(1\)](#) kann verwendet werden, um zu [QEMU](#) kompatible Image-Dateien zu erzeugen.
    - Rohe Image-Dateien und solche im [VMDK](#)-Format sind weit verbreitet und können bei verschiedenen Virtualisierungslösungen eingesetzt werden.
  - Einbinden des Festplatten-Images in das Dateisystem mit [mount\(8\)](#) (optional);
    - Bei einer rohen Image-Datei verwenden Sie zum Einbinden ein [loop device](#) oder [Device Mapper](#)-Geräte (Näheres in Abschnitt [9.7.3](#)).
    - Festplatten-Images, die von [QEMU](#) unterstützt werden, binden Sie als [Network Block Device](#) ein (lesen Sie dazu Abschnitt [9.11.3](#)).
  - Bestücken des Zieldateisystems mit den benötigten Systemdaten;
    - Die Nutzung von Programmen wie `debootstrap` und `cdebootstrap` hilft Ihnen bei diesem Schritt (Details dazu in Abschnitt [9.11.4](#)).
    - Verwenden Sie die Installationsroutinen anderer Betriebssysteme für das in der Emulation laufende System.
  - Ausführen eines Programms in der virtualisierten Umgebung;
    - [chroot](#) bietet eine grundlegende virtualisierte Umgebung, die zur Kompilierung von Programmen, Ausführung von Konsolenanwendungen sowie Daemons ausreichende Funktionalitäten hat.
    - [QEMU](#) stellt eine CPU-Emulation quer über verschiedene Plattformen zur Verfügung.
    - [QEMU](#) mit [KVM](#) bietet eine vollständige Systememulation mit [hardware-unterstützter Virtualisierung](#).
    - [VirtualBox](#) bietet eine vollständige System-Emulation auf i386 und amd64 mit oder ohne [hardware-unterstützter Virtualisierung](#).
-



| Paket                              | Popcon         | Größe  | Beschreibung                                                                                                                          |
|------------------------------------|----------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">coreutils</a>          | V:910, I:1000  | 17994  | GNU core-Hilfsprogramme, die <a href="#">chroot(8)</a> enthalten                                                                      |
| <a href="#">util-linux</a>         | V:914, I:1000  | 4758   | Paket mit Systemwerkzeugen, das u.a. <a href="#">unshare(1)</a> enthält                                                               |
| <a href="#">systemd-container</a>  | V:74, I:77     | 2726   | systemd container/nspawn-Werkzeuge, die <a href="#">systemd-nspawn(1)</a> enthalten                                                   |
| <a href="#">schroot</a>            | V:7.6, I:9.5   | 2222   | spezialisiertes Werkzeug, um Debian-Binärpakete in chroot-Umgebungen auszuführen                                                      |
| <a href="#">sbuild</a>             | V:3.8, I:7.2   | 155    | Werkzeug, um Debian-Binärpakete aus Debian-Quellen zu bauen                                                                           |
| <a href="#">debootstrap</a>        | V:4, I:46      | 331    | Programm zum Bootstrap eines grundlegenden Debian-Systems (geschrieben in sh)                                                         |
| <a href="#">mmdebstrap</a>         | V:8, I:13      | 574    | Programm zum Bootstrap eines Debian-Systems (geschrieben in Perl)                                                                     |
| <a href="#">cdebootstrap</a>       | V:0.1, I:1.3   | 114    | Programm zum Bootstrap eines Debian-Systems (geschrieben in C)                                                                        |
| <a href="#">cloud-image-utils</a>  | V:1, I:14      | 52     | Management-Werkzeuge für Cloud-Images                                                                                                 |
| <a href="#">cloud-guest-utils</a>  | V:5, I:23      | 67     | Cloud-Gast-Werkzeuge                                                                                                                  |
| <a href="#">virt-manager</a>       | V:11, I:48     | 2309   | <a href="#">Virtual Machine Manager</a> : grafische Arbeitsplatzanwendung zur Verwaltung von virtuellen Maschinen                     |
| <a href="#">libvirt-clients</a>    | V:48, I:72     | 1164   | Programme für die <a href="#">libvirt</a> -Bibliothek                                                                                 |
| <a href="#">docker.io</a>          | V:50, I:52     | 81699  | <a href="#">docker</a> : Linux-Container-Runtime                                                                                      |
| <a href="#">podman</a>             | V:33, I:36     | 84895  | <a href="#">podman</a> : Engine für OCI-basierte Container in Pods                                                                    |
| <a href="#">podman-docker</a>      | V:2.7, I:3.3   | 270    | Engine für OCI-basierte Container in Pods - Wrapper für docker                                                                        |
| <a href="#">incus</a>              | V:0.8, I:3.2   | 23     | <a href="#">Incus</a> : System-Container und Manager für virtuelle Maschinen                                                          |
| <a href="#">games-emulator</a>     | I:0.19         | 21     | <a href="#">games-emulator</a> : Debians Emulatoren für Spiele                                                                        |
| <a href="#">bochs</a>              | V:0.05, I:0.62 | 8180   | <a href="#">Bochs</a> : IA-32 PC-Emulator                                                                                             |
| <a href="#">qemu-system</a>        | I:21           | 64     | <a href="#">QEMU</a> : Binärdateien zur Emulation eines vollständigen Systems                                                         |
| <a href="#">qemu-user</a>          | V:5.8, I:9.6   | 471927 | <a href="#">QEMU</a> : Binärdateien für User-Mode-Emulation                                                                           |
| <a href="#">qemu-utils</a>         | V:13, I:113    | 12634  | <a href="#">QEMU</a> : Hilfsprogramme                                                                                                 |
| <a href="#">qemu-system-x86</a>    | V:53, I:96     | 69241  | <a href="#">KVM</a> : vollständige Virtualisierungslösung auf x86-Hardware mit <a href="#">hardware-unterstützter Virtualisierung</a> |
| <a href="#">virtualbox</a>         | V:2.7, I:3.4   | 151006 | <a href="#">VirtualBox</a> : x86-Virtualisierungslösung auf i386 und amd64                                                            |
| <a href="#">gnome-boxes</a>        | V:1.1, I:6.5   | 7074   | <a href="#">Boxes</a> : einfache GNOME-App für den Zugriff auf virtuelle Systeme                                                      |
| <a href="#">xen-tools</a>          | V:0.1, I:1.5   | 719    | Werkzeuge zur Verwaltung von virtuellen Debian- <a href="#">XEN</a> -Servern                                                          |
| <a href="#">wine</a>               | V:13, I:56     | 204    | <a href="#">Wine</a> : Windows-API-Implementierung (Standard-Programm-Suite)                                                          |
| <a href="#">dosbox</a>             | V:1, I:12      | 2697   | <a href="#">DOSBox</a> : x86-Emulator mit Tandy-/Herc-/CGA-/EGA-/VGA-/SVGA-Grafik, Audioausgabe und DOS                               |
| <a href="#">lxc</a>                | V:10, I:13     | 1681   | <a href="#">Linux-Container verwenden Werkzeuge im User-Space-Bereich</a>                                                             |
| <a href="#">python3-venv</a>       | V:8, I:153     | 6      | <a href="#">venv</a> zur Erzeugung von virtuellen Umgebungen für Python (Systembibliothek)                                            |
| <a href="#">python3-virtualenv</a> | V:7, I:39      | 374    | <a href="#">virtualenv</a> zur Erzeugung isolierter virtueller Umgebungen für Python                                                  |
| <a href="#">pipx</a>               | V:8, I:50      | 4412   | <a href="#">pipx</a> für die Installation von Python-Applikationen in isolierten Umgebungen                                           |

Tabelle 9.27: Liste von Virtualisierungswerkzeugen

### 9.11.3 Einbinden des virtuellen Festplatten-Images

Wenn Sie eine rohe Image-Datei verwenden, finden Sie die nötigen Informationen in Abschnitt 9.7.

Bei anderen Dateiformaten für virtuelle Festplatten-Images können Sie [qemu-nbd\(8\)](#) verwenden, um diese über das [Network Block Device](#)-Protokoll zu exportieren; dann können sie mittels dem `nbd`-Kernelmodul in das Dateisystem eingebunden werden (`mount`).

[qemu-nbd\(8\)](#) unterstützt Festplattenformate, die auch von [QEMU](#) unterstützt werden. [QEMU](#) wiederum unterstützt folgende Formate: `roh` (`raw`), [qcow2](#), [qcow](#), [vmdk](#), [vdi](#), [bochs](#), `cow` (User-Mode-Linux Copy-on-Write), [parallels](#), [dmg](#), [cloop](#), [vpc](#), `vfat` (virtuelles VFAT) und `host_device`.

Das [Network Block Device](#) unterstützt Partitionen auf die gleiche Art wie das [loop device](#) (Näheres hierzu in Abschnitt 9.7.3). Sie können die erste Partition von `"disk.img"` wie folgt einbinden:

```
# modprobe nbd max_part=16
# qemu-nbd -v -c /dev/nbd0 disk.img
...
# mkdir /mnt/part1
# mount /dev/nbd0p1 /mnt/part1
```

---

#### Tipp

Eventuell möchten Sie lediglich die erste Partition von `"disk.img"` exportieren; geben Sie dazu für [qemu-nbd\(8\)](#) die Option `"-P 1"` an.

---

### 9.11.4 Chroot-System

Wenn Sie eine neue Debian-Umgebung im Terminal ausprobieren möchten, empfehle ich Ihnen, [chroot](#) zu verwenden. Es ermöglicht Ihnen, Konsolenapplikationen aus Debian `Unstable` und `Testing` laufen zu lassen ohne die üblichen Risiken, die dies sonst mit sich bringt, und ohne einen Reboot des Systems. [chroot\(8\)](#) ist der elementarste Weg für solch einen Ansatz.



#### Achtung

Die hier angegebenen Beispiele gehen davon aus, dass sowohl das Elternsystem wie auch das `chroot`-System die gleiche CPU-Architektur (`amd64`) haben.

---

Obwohl Sie sich eine [chroot\(8\)](#)-Umgebung auch händisch über [debstrap\(1\)](#) erstellen können, erfordert dies einigen nicht ganz trivialen Aufwand.

Das [sbuid](#)-Paket zum Bauen von Debian-Paketen aus dem Quellcode nutzt eine `chroot`-Umgebung, die über das [schroot](#)-Paket verwaltet wird. Es enthält das Helfer-Skript [sbuid-createchroot\(1\)](#). Hier lernen Sie, wie dies funktioniert:

```
$ sudo mkdir -p /srv/chroot
$ sudo sbuid-createchroot -v --include=eatmydata,ccache unstable /srv/chroot/unstable- ↵
amd64-sbuid http://deb.debian.org/debian
...
```

Sie sehen jetzt, wie [debstrap\(8\)](#) Systemdaten für eine `unstable`-Umgebung in `"/srv/chroot/unstable-amd64-sbuid"` anlegt und so ein minimales Build-System erzeugt.

Sie können sich über [schroot\(1\)](#) in dieser Umgebung anmelden.

```
$ sudo schroot -v -c chroot:unstable-amd64-sbuid
```

Hier sehen Sie nun, wie eine System-Shell in einer `unstable`-Umgebung erstellt wird.

---

---

**Anmerkung**

Die Datei `"/usr/sbin/policy-rc.d"`, die immer mit dem Rückgabewert 101 beendet wird, verhindert, dass Daemon-Programme automatisch in dieser Debian-Umgebung gestartet werden. Lesen Sie hierzu `"/usr/share/doc/init-system-helpers/README.policy-rc.d.gz"`.

---

---

**Anmerkung**

Einige Programme könnten unter chroot Zugriff auf mehr Dateien des Elternsystems erfordern, als `sbuild-createchroot` mit obiger Vorgehensweise bereitstellt. Zum Beispiel könnte es nötig sein, `"/sys"`, `"/etc/passwd"`, `"/etc/group"`, `"/var/run/utmp"`, `"/var/log/wtmp"` usw. über `bind-mount` einzubinden oder zu kopieren.

---

---

**Tipp**

Das `sbuild`-Paket hilft Ihnen, ein `chroot`-System zu erstellen mit `schroot` als Backend, und ein Paket innerhalb dieser Umgebung zu bauen. Dies ist ideal, um Paketabhängigkeiten zu testen. Weitere Informationen finden Sie im [Debian-Wiki unter sbuild](#) sowie im [sbuild-Konfigurationsbeispiel des "Guide for Debian Maintainers"](#).

---

---

**Tipp**

Der Befehl `systemd-nspawn(1)` hilft dabei, einen Befehl oder ein Betriebssystem in einem ressourcen-schonenden Container laufen zu lassen, ähnlich wie bei `chroot`. Es ist aber leistungstärker, da es Namensräume verwendet, um Prozessbaum, IPC, Rechnername, Domainname und optional auch Netzwerk- und Benutzerdatenbanken vollständig zu virtualisieren. Siehe [systemd-nspawn](#).

---

### 9.11.5 System mit mehreren Arbeitsplatzumgebungen

Wenn Sie eine neue grafische Arbeitsplatzumgebung von irgendeinem Betriebssystem ausprobieren möchten, empfehle ich Ihnen, [QEMU](#) oder [KVM](#) auf einem Debian-Stable-System zu verwenden, um mittels [Virtualisierung](#) mehrere Arbeitsplatzumgebungen (Desktops) sicher auf einem System laufen lassen zu können. So ist es möglich, Desktop-Anwendungen aus Debian Unstable und Testing ohne die üblichen damit verbundenen Risiken auszuführen sowie ohne einen Reboot des Systems.

Da reines [QEMU](#) sehr langsam ist, wird empfohlen, es mit [KVM](#) zu beschleunigen, falls das Host-System dies unterstützt.

[Virtual Machine Manager](#), auch bekannt als `virt-manager`, ist ein praktisches grafisches Werkzeug für die Verwaltung von virtuellen KVM-Maschinen via [libvirt](#).

Ein Image einer virtuellen Festplatte `virtdisk.qcow2`, mit einem Debian-System für [QEMU](#) kann z.B. mittels [Debian über das Internet installieren](#) wie folgt erzeugt werden:

```
$ wget https://cdimage.debian.org/debian-cd/5.0.3/amd64/iso-cd/debian-503-amd64-netinst.iso
$ qemu-img create -f qcow2 virtdisk.qcow2 5G
$ qemu -hda virtdisk.qcow2 -cdrom debian-503-amd64-netinst.iso -boot d -m 256
...
```

---

**Tipp**

Andere GNU/Linux-Distributionen wie [Ubuntu](#) und [Fedora](#) mittels [Virtualisierung](#) laufen zu lassen ist eine tolle Möglichkeit, Tipps zur Konfiguration zu bekommen. Auch andere proprietäre Betriebssysteme können über diese GNU/Linux-[Virtualisierung](#) bequem zum Laufen gebracht werden.

---

Weitere Tipps finden Sie im [Debian Wiki unter SystemVirtualization](#).

---

## Kapitel 10

# Datenmanagement

Hier werden Werkzeuge und Tipps zur Verwaltung von Binär- und Textdateien auf einem Debian-System beschrieben.

### 10.1 Austauschen, kopieren und archivieren von Dateien

**Warnung**

Nicht-koordinierte zeitgleiche Schreibzugriffe auf Geräte und Dateien durch mehrere Prozesse sind nicht erlaubt, da dadurch eine [Race Condition](#) (Wettlaufsituation um konkurrierende Zugriffe auf die Ressource) entstehen könnte. Dies kann über einen [File locking](#)-Mechanismus mittels `flock(1)` umgangen werden.

---

Die Sicherheit der Daten und deren kontrolliertes Austauschen mit anderen hat verschiedene Aspekte:

- Erzeugung von Datenarchiven;
- Fern-Speicherzugriff;
- Vervielfältigung;
- Nachverfolgung der Änderungshistorie;
- Erleichterung des Tauschens von Daten;
- Verhinderung von unerlaubten Dateizugriffen;
- Erkennung von unerlaubten Dateiveränderungen.

Diese können über die Verwendung einer Kombination von Werkzeugen realisiert werden:

- Archivierungs- und Kompressionswerkzeuge
  - Kopier- und Synchronisationswerkzeuge
  - Netzwerk-Dateisysteme;
  - Wechseldatenträger;
  - Secure Shell;
  - Authentifizierungssysteme;
  - Versionskontrollsysteme;
  - Hash- und kryptographische Verschlüsselungswerkzeuge.
-

### 10.1.1 Archivierungs- und Kompressionswerkzeuge

Hier eine Zusammenfassung von Archivierungs- und Kompressionswerkzeugen im Debian-System:

**Warnung**

Setzen Sie nicht die "\$TAPE"-Variable, außer Sie sind sich über die Folgen im klaren. Sie verändern dadurch das Verhalten von [tar\(1\)](#).

---

- Ein gezipptes [tar\(1\)](#)-Archiv verwendet die Dateierweiterung ".tgz" oder ".tar.gz".
- Ein xz-komprimiertes [tar\(1\)](#)-Archiv verwendet die Dateierweiterung ".txz" oder ".tar.xz".
- Die Popularität der Kompressionsmethoden in FOSS-Programmen wie [tar\(1\)](#) hat sich mit der Zeit wie folgt verschoben: gzip → bzip2 → xz.
- [cpio\(1\)](#), [scp\(1\)](#) und [tar\(1\)](#) könnten Einschränkungen bei speziellen Dateien haben. [cpio\(1\)](#) ist dabei erheblich vielseitiger.
- [cpio\(1\)](#) wurde entwickelt, um zusammen mit [find\(1\)](#) und anderen Befehlen verwendet zu werden und ist geeignet, Backup-Skripte zu erstellen, da der Teil des Skriptes zur Dateiauswahl eigenständig getestet werden kann.
- Die interne Struktur von Libreoffice-Dateien entspricht der von ".jar"-Dateien, die auch mit unzip geöffnet werden können.
- Das de-facto plattform-übergreifende Archivwerkzeug ist zip. Benutzen Sie es in der Art "zip -rX", um maximal mögliche Kompatibilität zu erreichen. Verwenden Sie auch die Option "-s", wenn die maximale Dateigröße bei Ihnen relevant ist.

### 10.1.2 Kopier- und Synchronisationswerkzeuge

Hier eine Zusammenfassung von einfachen Kopier- und Backup-Werkzeugen im Debian-System:

Das Kopieren von Dateien mit [rsync\(8\)](#) bietet mehr Funktionalitäten als mit anderen Werkzeugen:

- Delta-Transfer-Algorithmus, der nur die Unterschiede zwischen Quelle und Ziel überträgt;
- schneller Prüf-Algorithmus, der (standardmäßig) nach Dateien sucht, die sich in Größe oder Änderungs-Zeitstempel verändert haben;
- die Optionen "--exclude" und "--exclude-from", vergleichbar mit denen von [tar\(1\)](#);
- die Syntax des Schrägstrichs hinter dem Quellverzeichnis, die verhindert, dass eine zusätzliche Verzeichnisebene auf dem Zielort erstellt wird.

---

**Tipp**

Versionskontrollsysteme (VCS) wie die in Tabelle [10.14](#) können ebenfalls als Mehrwege-Kopier- und Synchronisationswerkzeuge dienen.

---

| Paket                      | Popcon                        | Größe | Erweiterung | Befehl                                                     | Erläuterung                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------|-------------------------------|-------|-------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">tar</a>        | <a href="#">V:906, I:1000</a> | 3101  | .tar        | <a href="#">tar(1)</a>                                     | Standard-Archivierungs-Programm (De-Facto-Standard)                                                                                                                                                             |
| <a href="#">cpio</a>       | <a href="#">V:354, I:999</a>  | 1201  | .cpio       | <a href="#">cpio(1)</a>                                    | Unix-Archivier-Programm im System-V-Stil, zu verwenden mit <a href="#">find(1)</a>                                                                                                                              |
| <a href="#">binutils</a>   | <a href="#">V:190, I:637</a>  | 1119  | .ar         | <a href="#">ar(1)</a>                                      | Archivier-Programm zur Erstellung von statischen Bibliotheken                                                                                                                                                   |
| <a href="#">fastjar</a>    | <a href="#">V:0.9, I:9.8</a>  | 182   | .jar        | <a href="#">fastjar(1)</a>                                 | Archivier-Programm für Java (zip-artig)                                                                                                                                                                         |
| <a href="#">pax</a>        | <a href="#">V:5.4, I:9.5</a>  | 167   | .pax        | <a href="#">pax(1)</a>                                     | neues POSIX-Archivier-Programm, Kompromiss zwischen tar und cpio                                                                                                                                                |
| <a href="#">gzip</a>       | <a href="#">V:902, I:1000</a> | 256   | .gz         | <a href="#">gzip(1)</a> , <a href="#">zcat(1)</a> , ...    | GNU <a href="#">LZ77</a> -Kompressionswerkzeug (De-Facto-Standard)                                                                                                                                              |
| <a href="#">bzip2</a>      | <a href="#">V:159, I:972</a>  | 113   | .bz2        | <a href="#">bzip2(1)</a> , <a href="#">bzcat(1)</a> , ...  | <a href="#">Burrows-Wheeler Block-Sorting Kompressions</a> -Werkzeug mit höherem Kompressionsverhältnis als <a href="#">gzip(1)</a> (langsamer als gzip mit ähnlicher Syntax)                                   |
| <a href="#">lzma</a>       | <a href="#">V:1, I:10</a>     | 349   | .lzma       | <a href="#">lzma(1)</a>                                    | <a href="#">LZMA</a> -Kompressionswerkzeug mit höherem Kompressionsverhältnis als <a href="#">gzip(1)</a> (überholt)                                                                                            |
| <a href="#">xz-utils</a>   | <a href="#">V:309, I:981</a>  | 1520  | .xz         | <a href="#">xz(1)</a> , <a href="#">xzdec(1)</a> , ...     | <a href="#">XZ</a> -Kompressionswerkzeug mit höherem Kompressionsverhältnis als <a href="#">bzip2(1)</a> (langsamer als gzip, aber schneller als bzip2; ersetzt das <a href="#">LZMA</a> -Kompressionswerkzeug) |
| <a href="#">zstd</a>       | <a href="#">V:319, I:814</a>  | 2308  | .zstd       | <a href="#">zstd(1)</a> , <a href="#">zstdcat(1)</a> , ... | <a href="#">Zstandard</a> : schnelles verlustfreies Kompressionswerkzeug                                                                                                                                        |
| <a href="#">p7zip</a>      | <a href="#">V:5, I:184</a>    | 8     | .7z         | <a href="#">7zr(1)</a> , <a href="#">p7zip(1)</a>          | <a href="#">7-Zip</a> -Dateiarchivier-Programm mit hohem Kompressionsverhältnis ( <a href="#">LZMA</a> -Kompression)                                                                                            |
| <a href="#">p7zip-full</a> | <a href="#">V:15, I:210</a>   | 12    | .7z         | <a href="#">7z(1)</a> , <a href="#">7za(1)</a>             | <a href="#">7-Zip</a> -Dateiarchivier-Programm mit hohem Kompressionsverhältnis ( <a href="#">LZMA</a> - und andere Kompressionsalgorithmen)                                                                    |
| <a href="#">lzop</a>       | <a href="#">V:12, I:132</a>   | 164   | .lzo        | <a href="#">lzop(1)</a>                                    | <a href="#">LZO</a> -Kompressionswerkzeug mit höherer Kompressions- und Dekompressionsgeschwindigkeit als <a href="#">gzip(1)</a> (niedrigeres Kompressionsverhältnis als gzip mit ähnlicher Syntax)            |
| <a href="#">zip</a>        | <a href="#">V:48, I:360</a>   | 635   | .zip        | <a href="#">zip(1)</a>                                     | <a href="#">InfoZIP</a> : DOS-Archivierungs- und Kompressionswerkzeug                                                                                                                                           |
| <a href="#">unzip</a>      | <a href="#">V:109, I:747</a>  | 399   | .zip        | <a href="#">unzip(1)</a>                                   | <a href="#">InfoZIP</a> : DOS-Dearchivierungs- und Dekompressionswerkzeug                                                                                                                                       |

Tabelle 10.1: Liste von Archivierungs- und Kompressionswerkzeugen

| Paket                          | Popcon           | Größe | Werkzeug | Funktion                                                                                           |
|--------------------------------|------------------|-------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">coreutils</a>      | V:910,<br>I:1000 | 17994 | GNU cp   | Dateien und Verzeichnisse lokal kopieren (verwenden Sie "-a" für rekursive Operationen)            |
| <a href="#">openssh-client</a> | V:657,<br>I:996  | 3521  | scp      | Dateien und Verzeichnisse von fern kopieren (Client, verwenden Sie "-r" für rekursive Operationen) |
| <a href="#">openssh-server</a> | V:772,<br>I:820  | 3594  | sshd     | Dateien und Verzeichnisse von fern kopieren (ferner Server)                                        |
| <a href="#">rsync</a>          | V:196,<br>I:542  | 835   |          | 1-Weg-Synchronisation und -Backup von fern                                                         |
| <a href="#">unison</a>         | V:2, I:11        | 14    |          | 2-Wege-Synchronisation und -Backup von fern                                                        |

Tabelle 10.2: Liste von Kopier- und Synchronisationswerkzeugen

### 10.1.3 Aufrufe für Archivierungsoperationen

Hier finden Sie mehrere Wege, um den kompletten Inhalt des Verzeichnisses `"/source"` mit verschiedenen Werkzeugen zu archivieren oder dearchivieren.

GNU [tar\(1\)](#):

```
$ tar -cvJf archive.tar.xz ./source
$ tar -xvJf archive.tar.xz
```

Alternativ auch:

```
$ find ./source -xdev -print0 | tar -cvJf archive.tar.xz --null -T -
```

[cpio\(1\)](#):

```
$ find ./source -xdev -print0 | cpio -ov --null > archive.cpio; xz archive.cpio
$ zcat archive.cpio.xz | cpio -i
```

### 10.1.4 Aufrufe für Kopieroperationen

Hier finden Sie mehrere Wege, um den kompletten Inhalt des Verzeichnisses `"/source"` mit verschiedenen Werkzeugen zu kopieren.

- Lokale Kopie: `"/source"`-Verzeichnis → `"/dest"`-Verzeichnis
- Kopie auf einen fernen Rechner: `"/source"`-Verzeichnis auf dem lokalen Rechner → `"/dest"`-Verzeichnis auf dem Rechner `"user@host.dom"`

[rsync\(8\)](#):

```
# cd ./source; rsync -aHAXSv . /dest
# cd ./source; rsync -aHAXSv . user@host.dom:/dest
```

Sie können auch die Syntax mit Schrägstrich am Ende des Zielverzeichnisses nutzen:

```
# rsync -aHAXSv ./source/ /dest
# rsync -aHAXSv ./source/ user@host.dom:/dest
```

Alternativ auch:

```
# cd ./source; find . -print0 | rsync -aHAXSv0 --files-from=- . /dest
# cd ./source; find . -print0 | rsync -aHAXSv0 --files-from=- . user@host.dom:/dest
```

GNU [cp\(1\)](#) und openSSH [scp\(1\)](#):

```
# cd ./source; cp -a . /dest
# cd ./source; scp -pr . user@host.dom:/dest
```

GNU [tar\(1\)](#):

```
# (cd ./source && tar cf - . ) | (cd /dest && tar xvpf - )
# (cd ./source && tar cf - . ) | ssh user@host.dom '(cd /dest && tar xvpf - )'
```

[cpio\(1\)](#):

```
# cd ./source; find . -print0 | cpio -pvdM --null --sparse /dest
```

Sie können in allen Beispielen, die einen "." enthalten, diesen "." durch "foo" ersetzen, um Dateien aus dem Verzeichnis ". /source/foo" in das Verzeichnis "/dest/foo" zu kopieren.

Auch kann in allen Beispielen, die einen "." enthalten, dieser "." durch einen absoluten Pfad wie "/pfad/zur/source/foo" ersetzt werden, damit kann dann auf "cd ./source;" verzichtet werden. Dadurch werden, abhängig von den verwendeten Werkzeugen, die Dateien an unterschiedliche Orte kopiert:

- bei [rsync\(8\)](#), GNU [cp\(1\)](#) und [scp\(1\)](#): nach "/dest/foo";
- bei GNU [tar\(1\)](#) und [cpio\(1\)](#): nach "/dest/pfad/zur/source/foo".

---

#### **Tipp**

[rsync\(8\)](#) und GNU [cp\(1\)](#) unterstützen die Option "-u", um Dateien zu überspringen, die am Zielort neuer sind als im Quellverzeichnis.

---

### **10.1.5 Aufrufe für die Auswahl von Dateien**

[find\(1\)](#) wird verwendet, um Dateien für Archivierungs- und Kopierbefehle auszuwählen (lesen Sie Abschnitt [10.1.3](#) und Abschnitt [10.1.4](#)) oder [xargs\(1\)](#) (Näheres in Abschnitt [9.4.9](#)). Dies kann mit deren Befehlsargumenten noch erweitert werden.

Die grundsätzliche Syntax von [find\(1\)](#) kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Seine bedingten Argumente werden von links nach rechts ausgewertet.
  - Die Auswertung wird beendet, sobald ihr Resultat ermittelt wurde.
  - Ein "logisches **ODER**" (definiert über "-o" zwischen den Bedingungen) hat eine niedrigere Priorität als ein "logisches **UND**" (das über "-a" oder nichts zwischen den Bedingungen definiert wird).
  - Ein "logisches **NICHT**" (definiert über "!" vor der Bedingung) hat eine höhere Priorität als ein "logisches **UND**".
  - "-prune" liefert immer ein logisches **WAHR** zurück und, falls es ein Verzeichnis ist, wird die Suche nach Dateien an diesem Punkt beendet.
  - "-name" findet Dateien über den Anfang des Dateinamens mittels Shell-Glob-Suchmuster (lesen Sie dazu Abschnitt [1.5.6](#)), findet sie aber über Metazeichen wie "\*" und "?" auch bei einem führenden "." (neue [POSIX](#)-Funktionalität).
  - "-regext" findet Dateien mit vollständigem Pfad standardmäßig über Emacs-artige reguläre Ausdrücke (**BRE**, nähere Infos finden Sie in Abschnitt [1.6.2](#)).
  - "-size" findet Dateien basierend auf der Dateigröße (mit einem "+" vor dem Wert für größer, mit einem "-" für kleiner).
  - "-newer" findet Dateien, die neuer sind als in dem Argument angegeben.
-



- "-print0" liefert immer ein logisches **WAHR** zurück und gibt den kompletten Dateinamen ([abgeschlossen durch ein Nullzeichen](#)) auf der Standardausgabe aus.

[find\(1\)](#) wird oft in einem idiomatischen Stil verwendet, wie hier:

```
# find /path/to \
  -xdev -regextype posix-extended \
  -type f -regex ".*\.cpio|.*~" -prune -o \
  -type d -regex ".*\/\.git" -prune -o \
  -type f -size +99M -prune -o \
  -type f -newer /path/to/timestamp -print0
```

Das bedeutet folgendes:

1. nach allen Dateien suchen, beginnend in "/pfad/zu";
2. die Suche global auf das Dateisystem beschränken, in dem sie begonnen wurde, und stattdessen reguläre Ausdrücke (**ERE**, lesen Sie dazu Abschnitt [1.6.2](#)) verwenden;
3. Dateien ausschließen, auf die die regulären Ausdrücke ".\*\.cpio" oder ".\*~" zutreffen, indem die Suche abgebrochen wird;
4. Verzeichnisse ausschließen, auf die der reguläre Ausdruck ".\*\/\.git" zutrifft, indem die Suche abgebrochen wird;
5. Dateien ausschließen, die größer als 99 Megabyte (1048576 Byte) sind, indem die Suche abgebrochen wird;
6. Dateinamen ausgeben, die obige Suchkriterien erfüllen und neuer als "/path/to/timestamp" sind.

Bitte beachten Sie die idiomatische Verwendung von "-prune -o", um in obigen Beispielen Dateien auszuschließen.

---

#### Anmerkung

Auf [Unix-artigen](#) Nicht-Debian-Systemen werden einige Optionen von [find\(1\)](#) unter Umständen nicht unterstützt. Versuchen Sie in diesem Fall, die Suchmethoden anzupassen und "-print0" durch "-print" zu ersetzen. Unter Umständen müssen Sie auch zugehörige Befehle anpassen.

---

## 10.1.6 Archivierungsmedien

Wenn Sie [Speichermedien](#) für die Sicherung wichtiger Daten suchen, sollten Sie sorgfältig deren Einschränkungen abwägen. Für eine kleine persönliche Datensicherung verwende ich CD-R und DVD-R von einem Markenhersteller und lagere die Disks in einer kühlen, dunklen, trockenen und sauberen Umgebung. (Für die professionelle Nutzung scheinen Tapes (Speicherbänder) zur Archivierung sehr beliebt zu sein.)

---

#### Anmerkung

[Ein feuerbeständiger Tresor](#) ist gedacht für Dokumente in Papierform. Jedoch haben die meisten Speichermedien eine niedrigere Temperaturtoleranz als Papier. Ich baue auf mehrere sicher verschlüsselte Kopien, die an verschiedenen sicheren Orten aufbewahrt werden.

---

Optimistische Angabe der Lebensdauer von Speichermedien, gefunden im Internet (überwiegend Herstellerangaben):

- 100 Jahre und mehr: säurefreies Papier mit Tinte;
  - 100 Jahre: Optische Speichermedien (CD/DVD, CD-R/DVD-R);
  - 30 Jahre: Magnetische Speichermedien (Bänder, Disketten);
-

- 20 Jahre: Optische Medien basierend auf Phasenänderung (CD-RW).

Hierbei sind keine mechanischen Ausfälle durch Handhabung usw. berücksichtigt.

Optimistische Angabe von Schreibzyklen der Speichermedien, gefunden im Internet (überwiegend Herstellerangaben):

- 250000 Zyklen und mehr: Festplattenlaufwerk;
- 10000 Zyklen und mehr: Flash-Speicher;
- 1000 Zyklen: CD-RW/DVD-RW;
- 1 Zyklus: CD-R/DVD-R, Papier.

**Achtung**

Die obigen Angaben zu Lebensdauer und Schreibzyklen sollten nicht für Entscheidungen bezüglich kritischer Datenspeicherung herangezogen werden. Bitte konsultieren Sie in diesem Fall die spezifischen Produktinformationen des Herstellers.

---

**Tipp**

Da CD-R/DVD-R und Papier nur einmal beschrieben werden können, schützen sie von Natur aus vor dem versehentlichen Datenverlust durch Überschreiben. Dies ist ein Vorteil!

---

**Tipp**

Wenn Sie eine schnelle und wiederholte Sicherung großer Datenmengen benötigen, könnte eine Festplatte in einem fernen Rechner, verbunden über eine schnelle Internetverbindung, die einzige realistische Option sein.

---

**Tipp**

Wenn Sie wiederbeschreibbare Medien für Ihre Backups verwenden, könnte es eine gute Idee sein, Dateisysteme wie [btrfs](#) oder [zfs](#) zu nutzen, die nur-lesbare Schnappschüsse unterstützen.

---

### 10.1.7 Wechseldatenträger

Wechseldatenträger können folgende Geräte sein:

- [USB-Flash-Speicher](#) (USB-Stick);
- [Festplattenlaufwerk](#);
- [Optisches Laufwerk](#) (CD/DVD/BD);
- Digitalkamera;
- Digitaler Mediaplayer.

Sie können über eine dieser Möglichkeiten verbunden sein:

- [USB](#);
  - [IEEE 1394 / FireWire](#);
  - [PC Card](#).
-

Moderne Arbeitsplatzumgebungen wie GNOME und KDE können diese Wechseldatenträger auch ohne einen entsprechenden `/etc/fstab`-Eintrag automatisiert einbinden.

- Das `udisks2`-Paket enthält einen Daemon und dazugehörige Hilfsprogramme, um diese Datenträger automatisch einzubinden und zu trennen.
- [D-bus](#) erzeugt Ereignisse, um automatische Prozesse anzustoßen.
- [PolicyKit](#) stellt die erforderlichen Berechtigungen bereit.

---

**Tipp**

Automatisch eingebundene Geräte haben eventuell die mount-Option `uhide_lper=`, die von [umount\(8\)](#) genutzt wird.

---

---

**Tipp**

In modernen Arbeitsplatzumgebungen funktioniert das automatische Einbinden von Laufwerken nur, wenn diese Geräte nicht in `/etc/fstab` aufgelistet sind.

---

Der Einbindungspunkt wird in modernen Umgebungen in der Form `/media/benutzername/laufwerksname` abgebildet; die Laufwerksbezeichnung (manchmal auch als Disk-Label bezeichnet) kann wie folgt angepasst werden:

- [mlabel\(1\)](#) bei FAT-Dateisystemen;
- [genisoimage\(1\)](#) mit der Option `-V` bei ISO9660-Dateisystemen;
- [tune2fs\(1\)](#) mit der Option `-L` bei ext2-/ext3-/ext4-Dateisystemen.

---

**Tipp**

Die verwendete Zeichenkodierung muss unter Umständen als mount-Option angegeben werden (lesen Sie dazu Abschnitt [8.1.3](#)).

---

---

**Tipp**

Die Verwendung des grafischen GUI-Menüs zur Trennung eines eingebundenen Dateisystems könnte auch dessen dynamisch erzeugte Gerätedatei (z.B. `/dev/sdc`) entfernen. Falls Sie diese Gerätedatei erhalten möchten, trennen Sie die Einbindung mit dem [umount\(8\)](#)-Befehl von einem Shell-Prompt.

---

### 10.1.8 Dateisystemauswahl für den Datenaustausch

Um Daten mit anderen Systemen über Wechseldatenträger auszutauschen, sollten Sie diese mit einem [Dateisystem](#) formatieren, das von beiden Systemen unterstützt wird.

---

**Anmerkung**

Aussagen zu Festplatten ([HDD](#)) sind auch für andere Speichergeräte, wie [SSD](#) / [USB-Flash-Speicher](#) / [Speicherkarten](#) / usw. anwendbar. Ersetzen Sie in den Beispielen einfach die Gerätenamen wie `/dev/sda` durch passende Namen wie `/dev/nvme0`, `/dev/mmcblk0`, ... .

---

---

**Tipp**

Details zum plattformübergreifenden Datenaustausch mit Verschlüsselung auf Geräteebe­ne finden Sie in Abschnitt [9.9.1](#).

---

| Dateisystemname         | Typisches Anwendungsszenario                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">FAT12</a>   | Plattformübergreifender Datenaustausch mittels Diskette (<32 MiB)                                                                                                                                                                                    |
| <a href="#">FAT16</a>   | Plattformübergreifender Datenaustausch mittels kleiner festplatten-ähnlicher Geräte (<2 GiB)                                                                                                                                                         |
| <a href="#">FAT32</a>   | Plattformübergreifender Datenaustausch mittels großer festplatten-ähnlicher Geräte (<8 TiB, unterstützt von Systemen neuer als MS Windows95 OSR2)                                                                                                    |
| <a href="#">exFAT</a>   | Plattformübergreifender Datenaustausch mittels großer festplatten-ähnlicher Geräte (<512 TiB, unterstützt von WindowsXP, Mac OS X Snow Leopard 10.6.5 und Linux-Kernel ab 5.4)                                                                       |
| <a href="#">NTFS</a>    | Plattformübergreifender Datenaustausch mittels großer festplatten-ähnlicher Geräte (nativ unterstützt von <a href="#">MS Windows NT</a> und späteren Versionen; auch unterstützt durch <a href="#">NTFS-3G</a> via <a href="#">FUSE</a> unter Linux) |
| <a href="#">ISO9660</a> | Plattformübergreifender Austausch statischer Daten mittels CD-R und DVD+/-R                                                                                                                                                                          |
| <a href="#">UDF</a>     | inkrementelles Schreiben von Daten auf CD-R und DVD+/-R (neu)                                                                                                                                                                                        |
| <a href="#">MINIX</a>   | platzsparendes Speichern von Unix-Daten auf Diskette                                                                                                                                                                                                 |
| <a href="#">ext2</a>    | Datenaustausch mit älteren Linux-Systemen auf festplatten-ähnlichen Geräten                                                                                                                                                                          |
| <a href="#">ext3</a>    | Datenaustausch mit älteren Linux-Systemen auf festplatten-ähnlichen Geräten                                                                                                                                                                          |
| <a href="#">ext4</a>    | Datenaustausch mit aktuellen Linux-Systemen auf festplatten-ähnlichen Geräten                                                                                                                                                                        |
| <a href="#">btrfs</a>   | Datenaustausch mit aktuellen Linux-Systemen auf festplatten-ähnlichen Geräten mit nur-lesbaren Schnappschüssen                                                                                                                                       |

Tabelle 10.3: Liste von Dateisystemen für Wechseldatenträger mit typischen Anwendungsszenarien

Das FAT-Dateisystem wird von nahezu allen modernen Dateisystemen unterstützt und ist für den Datenaustausch über Wechseldatenträger sehr nützlich.

Wenn Sie Geräte wie externe Festplatten für den plattformübergreifenden Datenaustausch mit dem FAT-Dateisystem formatieren, sollten die folgenden Varianten eine sichere Wahl sein:

- Partitionieren Sie das Medium mit [fdisk\(8\)](#), [cfdisk\(8\)](#) oder [parted\(8\)](#) (lesen Sie dazu Abschnitt [9.6.2](#)) mit einer einzigen primären Partition und markieren Sie sie wie folgt:
  - Typ "6" (FAT16) für Medien kleiner als 2 GB;
  - Typ "c" (FAT32, LBA) für größere Medien.
- Formatieren der primären Partition mit [mkfs.vfat\(8\)](#) wie folgt:
  - einfach über den Gerätenamen, z.B. `"/dev/sda1"` für FAT16;
  - über die explizite Option und den Gerätenamen, z.B. `"-F 32 /dev/sda1"` für FAT32.

Wenn das FAT- oder ISO9660-Dateisystem für den Dateiaustausch verwendet wird, sollte folgendes eine sichere Variante sein:

- archivieren der Dateien in eine Archivdatei mittels [tar\(1\)](#) oder [cpio\(1\)](#), um die langen Dateinamen, symbolischen Links, originalen Unix-Dateiberechtigungen und Benutzerinformationen zu erhalten;
- splitten der Archivdatei in Stücke kleiner als 2 GiB mittels [split\(1\)](#), um so die Beschränkung der Dateigröße umgehen zu können;
- verschlüsseln der Archivdatei, um den Inhalt vor unberechtigtem Zugriff zu schützen.

#### Anmerkung

Bei dem FAT-Dateisystem liegt - begründet durch sein Design - die maximale Dateigröße bei  $(2^{32} - 1)$  Byte =  $(4 \text{ GiB} - 1 \text{ Byte})$ . Bei einigen Anwendungen auf älteren 32-Bit-Betriebssystemen war die maximale Dateigröße sogar noch kleiner:  $(2^{31} - 1)$  Byte =  $(2 \text{ GiB} - 1 \text{ Byte})$ . Debian ist von letzterem nicht betroffen.

---

**Anmerkung**

Microsoft selbst empfiehlt FAT nicht für Laufwerke oder Partitionen über 200 MB Größe. Microsoft hebt die Nachteile wie ineffiziente Speicherplatznutzung in seiner "[Übersicht über die Dateisysteme FAT, HPFS und NTFS](#)" hervor. Natürlich sollten wir für Linux normalerweise das ext4-Dateisystem nutzen.

---

**Tipp**

Mehr Informationen über Dateisysteme und Dateisystemzugriffe finden Sie im "[Filesystems HOWTO](#)" (Englisch).

---

### 10.1.9 Datenaustausch über das Netzwerk

Wenn Sie Daten mit anderen Systemen über das Netzwerk austauschen, sollten Sie allgemein gängige Dienste verwenden. Hier einige Hinweise:

| Netzwerkdienst                                                                               | Beschreibung des typischen Anwendungsszenarios                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">SMB/CIFS</a> - über Netzwerk mit <a href="#">Samba</a> eingebundenes Dateisystem | Datenaustausch über "Microsoft Windows Network", Näheres in <a href="#">smb.conf(5)</a> und <a href="#">The Official Samba 3.x.x HOWTO and Reference Guide</a> oder im samba-doc-Paket |
| <a href="#">NFS</a> - über Netzwerk mittels Linux-Kernel eingebundenes Dateisystem           | Datenaustausch über "Unix/Linux Network", Näheres in <a href="#">exports(5)</a> und im <a href="#">Linux NFS-HOWTO</a>                                                                 |
| <a href="#">HTTP</a> -Dienst                                                                 | Datenaustausch zwischen Web-Server/-Client                                                                                                                                             |
| <a href="#">HTTPS</a> -Dienst                                                                | Datenaustausch zwischen Web-Server/-Client mit verschlüsseltem Secure Sockets Layer (SSL) oder <a href="#">Transport Layer Security</a> (TLS)                                          |
| <a href="#">FTP</a> -Dienst                                                                  | Datenaustausch zwischen FTP-Server/-Client                                                                                                                                             |

Tabelle 10.4: Liste von Netzwerkdiensten mit typischen Anwendungsszenarien

Obwohl Dateisysteme, die über solche Netzwerk-gestützten Transfermethoden eingebunden sind, für den Datenaustausch sehr praktisch sind, könnten Sie unsicher sein. Die genutzte Netzwerkverbindung muss wie folgt abgesichert sein:

- verschlüsseln Sie sie mit [SSL/TLS](#);
- tunneln Sie sie via [SSH](#);
- tunneln Sie sie via [VPN](#);
- schränken Sie den Zugriff über eine Firewall ein.

Lesen Sie auch Abschnitt [6.5](#) und Abschnitt [6.6](#).

## 10.2 Datensicherung und -wiederherstellung

Wir alle wissen, dass Computer manchmal defekt sein können oder menschliche Fehler System- und Datenausfälle verursachen. Aktionen zur Datensicherung und -wiederherstellung sind unverzichtbarer Teil einer erfolgreichen Systemadministration. Alle möglichen Fehlervarianten werden Sie eines Tages ereilen.

---

**Tipp**

Halten Sie Ihr Datensicherungssystem einfach und führen Sie häufig Sicherungen durch. Aktuelle Sicherungen von seinen Daten zu haben ist wichtiger als die technische Qualität der Sicherungsmethodik.

---

### 10.2.1 Richtlinien für Datensicherung und -wiederherstellung

Es gibt drei Schlüsselfaktoren, die letztendlich die Sicherungs- und Wiederherstellungsstrategie bestimmen:

1. Zu wissen, was man sichern und wiederherstellen muss:

- Daten, die direkt von Ihnen selbst erstellt wurden: Daten in "~/";
- Daten, die von Anwendungen, die Sie verwenden, erstellt wurden: Daten in "/var/" (außer "/var/cache/", "/var/run/" und "/var/tmp/");
- Systemkonfigurationsdateien: Daten in "/etc/";
- Lokale Programme: Daten in "/usr/local/" oder "/opt/";
- Informationen zur Systeminstallation: Aufzeichnungen über wichtige Schritte (Partitionierung, ...) in einfacher Textform;
- Daten, von denen Sie wissen, dass sie wichtig sind, bestätigt durch im Vorherein versuchsweise durchgeführte Wiederherstellungsoperationen.
  - Cron-Job als Benutzerprozess: Dateien im Verzeichnis "/var/spool/cron/crontabs"; anschließend [cron\(8\)](#) neu starten. Informationen über [cron\(8\)](#) und [crontab\(1\)](#) in Abschnitt 9.4.14.
  - Systemd Timer-Jobs als Benutzerprozess: Dateien im Verzeichnis "~/.config/systemd/user". Näheres in [systemd.timer\(5\)](#) und [systemd.service\(5\)](#).
  - Autostart-Jobs als Benutzerprozess: Dateien im Verzeichnis "~/.config/autostart". Siehe [Desktop Application Autostart Specification](#) (Englisch).

2. Wissen, wie Sie Daten sichern und wiederherstellen:

- Sicheres Speichern von Daten: geschützt vor Überschreiben und Systemausfällen;
- Häufige Datensicherungen: Sicherungen planen;
- Redundante Datensicherungen: Spiegeln der Sicherungsdateien;
- Idiotensicheres Vorgehen: Sicherung durch einen einfachen Befehl.

3. Bewertung der entstehenden Risiken und Kosten:

- Risiko, falls die Daten verloren gehen;
  - Daten sollten zumindest auf verschiedenen Festplattenpartitionen, besser sogar auf unterschiedlichen Laufwerken und Maschinen liegen, um unanfällig gegen Dateisystembeschädigungen zu sein. Wichtige Daten sollten am besten auf einem schreibgeschützten Dateisystem abgelegt werden. [1](#)
- Risiko, falls die Daten öffentlich werden;
  - Sensible Identitätsdaten wie "/etc/ssh/ssh\_host\_\*\_key", "~/.gnupg/\*", "~/.ssh/\*", "~/.local/share/\*", "/etc/passwd", "/etc/shadow", "popularity-contest.conf", "/etc/ppp/pap-secrets" oder "/etc/ex" sollten nur verschlüsselt gesichert werden. [2](#) (Siehe auch Abschnitt 9.9.)
  - Fügen Sie niemals System-Login-Passwörter oder Verschlüsselungs-Passphrasen in ein Skript ein, nicht einmal auf einem System, dem Sie vertrauen. (Siehe dazu Abschnitt 10.3.6.)
- Mögliche Ausfälle und deren Wahrscheinlichkeit.
  - Hardware-Defekte (speziell bei Festplatten) sind wahrscheinlich
  - Dateisysteme könnten beschädigt werden und enthaltene Daten gehen verloren
  - Fernen Speichersystemen (Cloud, ...) können Sie aufgrund von Sicherheitslücken nicht trauen
  - Ein schwacher Passwortschutz kann leicht kompromittiert werden
  - Systeme zur Festlegung von Dateiberechtigungen können kompromittiert werden
- Für die Sicherung benötigte Ressourcen: Personen, Hardware, Software, ...;

<sup>1</sup>Medien zu verwenden, die nur einmal beschrieben werden können (wie CD-R/DVD-R), schützt vor versehentlichem Überschreiben. (In Abschnitt 9.8 lesen Sie, wie Sie von der Befehlszeile aus auf die Speichermedien schreiben können. Die grafische Oberfläche der GNOME-Arbeitsplatzumgebung bietet Ihnen auch einen einfachen Weg über das Menü: "Orte → CD/DVD-Ersteller".)

<sup>2</sup>Einige dieser Daten kann nicht wieder hergestellt werden, selbst wenn die exakt gleichen Eingaben erneut getätigt werden.

- Automatisch ablaufende Backups über cron-Jobs oder systemd-timer-Jobs

---

### Tipp

Sie können die debconf-Konfigurationsdaten mit "debconf-set-selections debconf-selections" wiederherstellen und die dpkg-Paketauswahl mit "dpkg --set-selection <dpkg-selections.list".

---

### Anmerkung

Machen Sie keine Sicherungen von den Pseudo-Dateisystemen in /proc, /sys, /tmp und /run (Näheres dazu in Abschnitt 1.2.12 und Abschnitt 1.2.13). Dies sind absolut nutzlose Daten, außer Sie genau wissen, was Sie tun.

---

### Anmerkung

Sie sollten eventuell einige Anwendungs-Daemons wie den MTA (lesen Sie dazu Abschnitt 6.2.4) beenden, während Sie die Datensicherung durchführen.

---

## 10.2.2 Programmsammlungen für Datensicherungsaufgaben

Hier eine Auswahl erwähnenswerter, im Debian-System verfügbarer Datensicherungsprogramme:

Datensicherungs-Werkzeuge haben alle ihren speziellen Fokus:

- [Mondo Rescue](#) ist ein Backup-System, das die schnelle Wiederherstellung eines vollständigen Systems von CD/DVD ermöglicht, ohne dass dabei die normalen Systeminstallations-Prozesse durchlaufen werden müssen.
- [Bacula](#), [Amanda](#) und [BackupPC](#) sind voll ausgestattete Backup-Lösungen, die auf die regelmäßige Datensicherung über Netzwerk fokussiert sind.
- [Duplicity](#) und [Borg](#) sind einfache Backup-Werkzeuge für typische Arbeitsplatzrechner.

## 10.2.3 Backup-Tipps

Für einen Arbeitsplatzrechner könnte eine voll ausgestattete, für Server-Umgebungen entwickelte Backup-Lösung unpassend sein. Gleichzeitig könnten aber vorhandene Backup-Werkzeuge für Arbeitsplatzrechner auch Schwächen haben.

Hier einige Tipps, um Backups zu erleichtern, bei gleichzeitig minimalem Aufwand. Diese Techniken können bei allen Backup-Programmen Anwendung finden.

Für Demonstrationszwecke gehen wir hier davon aus, dass der primäre Benutzer- und Gruppenname penguin ist. Wir erstellen ein Beispiel für ein Backup- und Schnappschuss-Skript namens "/usr/local/bin/bkss.sh" wie folgt:

```
#!/bin/sh -e
SRC="$1" # source data path
DSTFS="$2" # backup destination filesystem path
DSTSV="$3" # backup destination subvolume name
DSTSS="${DSTFS}/${DSTSV}-snapshot" # snapshot destination path
if [ "$(stat -f -c %T "$DSTFS")" != "btrfs" ]; then
    echo "E: $DSTFS needs to be formatted to btrfs" >&2 ; exit 1
fi
MSGID=$(notify-send -p "bkup.sh $DSTSV" "in progress ...")
if [ ! -d "$DSTFS/$DSTSV" ]; then
    btrfs subvolume create "$DSTFS/$DSTSV"
    mkdir -p "$DSTSS"
fi
```

---

| Paket                          | Popcon            | Größe | Beschreibung                                                                                                                    |
|--------------------------------|-------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">bacula-common</a>  | V:6.3, I:7.1      | 2501  | <a href="#">Bacula</a> : Datensicherung, -wiederherstellung und -verifizierung über das Netzwerk - gemeinsame Hilfsdateien      |
| <a href="#">bacula-client</a>  | V:0.3, I:1.8      | 199   | <a href="#">Bacula</a> : Datensicherung, -wiederherstellung und -verifizierung über das Netzwerk - Client-Metapaket             |
| <a href="#">bacula-console</a> | V:0.6, I:2.1      | 112   | <a href="#">Bacula</a> : Datensicherung, -wiederherstellung und -verifizierung über das Netzwerk - Textkonsole                  |
| <a href="#">bacula-server</a>  | I:0.61            | 199   | <a href="#">Bacula</a> : Datensicherung, -wiederherstellung und -verifizierung über das Netzwerk - Server-Metapaket             |
| <a href="#">amanda-common</a>  | V:0.6, I:2.2      | 9851  | <a href="#">Amanda</a> : Advanced Maryland Automatic Network Disk Archiver (Netzwerk-Backup-System - Bibliotheken)              |
| <a href="#">amanda-client</a>  | V:0.6, I:2.2      | 1099  | <a href="#">Amanda</a> : Advanced Maryland Automatic Network Disk Archiver (Netzwerk-Backup-System - Client)                    |
| <a href="#">amanda-server</a>  | V:0.12,<br>I:0.22 | 1093  | <a href="#">Amanda</a> : Advanced Maryland Automatic Network Disk Archiver (Netzwerk-Backup-System - Server)                    |
| <a href="#">backuppc</a>       | V:1.4, I:1.7      | 3088  | <a href="#">BackupPC</a> ist ein leistungsfähiges System der Enterprise-Klasse zur Datensicherung von PCs (festplatten-basiert) |
| <a href="#">duplicity</a>      | V:5, I:46         | 2679  | Inkrementelles Backup (auch von fern)                                                                                           |
| <a href="#">deja-dup</a>       | V:28, I:42        | 5274  | GUI-Frontend für duplicity                                                                                                      |
| <a href="#">borgbackup</a>     | V:13, I:28        | 3532  | deduplizierendes Backup (auch von fern)                                                                                         |
| <a href="#">borgmatic</a>      | V:3.2, I:4.5      | 946   | borgbackup-Hilfsprogramm                                                                                                        |
| <a href="#">rdiff-backup</a>   | V:2.2, I:6.5      | 1207  | Inkrementelles Backup (auch von fern)                                                                                           |
| <a href="#">restic</a>         | V:7, I:14         | 41617 | Inkrementelles Backup (auch von fern)                                                                                           |
| <a href="#">backupninja</a>    | V:2.1, I:2.6      | 360   | ressourcenschonendes, erweiterbares <b>Meta-Backup</b> -System                                                                  |
| <a href="#">slbackup</a>       | V:0.09,<br>I:0.12 | 147   | Inkrementelles Backup (auch von fern)                                                                                           |
| <a href="#">backup-manager</a> | V:0.43,<br>I:0.75 | 573   | befehlszeilen-basiertes Datensicherungs-Werkzeug                                                                                |
| <a href="#">backup2l</a>       | V:0.34,<br>I:0.47 | 110   | wartungsarmes Sicherungs-/Wiederherstellungsprogramm für mount-fähige Medien (festplatten-basiert)                              |

Tabelle 10.5: Liste von Datensicherungsprogrammen



```
rsync -aHxS --delete --mkpath "${SRC}/" "${DSTFS}/${DSTSV}"
btrfs subvolume snapshot -r "${DSTFS}/${DSTSV}" "${DSTSS}/${date -u --iso=min}"
notify-send -r "$MSGID" "bkup.sh $DSTSV" "finished!"
```

Hier wird nur das Basiswerkzeug [rsync\(1\)](#) genutzt, um das System-Backup zu vereinfachen, und der Speicherplatz wird durch [Btrfs](#) effizient genutzt.

---

#### **Tipp**

Zu Ihrer Information: der Autor nutzt ein eigenes, ähnliches Shell-Skript "[bss: Btrfs Subvolume Snapshot Utility](#)" für seinen Arbeitsplatzrechner.

---

### 10.2.3.1 Grafische Backup-Software

Hier ein Beispiel zur Einrichtung einer grafischen Ein-Klick Backup-Lösung.

- Bereiten Sie einen USB-Massenspeicher vor, der für das Backup genutzt wird.
  - Formatieren Sie den USB-Speicher mit einer Partition als btrfs mit einem Label namens "BKUP". Dies kann auch verschlüsselt sein (siehe Abschnitt [9.9.1](#)).
  - Schließen Sie ihn an Ihr System an. Das Arbeitsplatzsystem sollte ihn automatisch als "/media/penguin/BKUP" einbinden.
  - Führen Sie "sudo chown penguin:penguin /media/penguin/BKUP" aus, um ihn für den Benutzer schreibbar zu machen.
- Erstellen Sie "~/.local/share/applications/BKUP.desktop" (mit den Techniken unter Abschnitt [9.4.10](#)), wie hier:

```
[Desktop Entry]
Name=bkss
Comment=Backup and snapshot of ~/Documents
Exec=/usr/local/bin/bkss.sh /home/penguin/Documents /media/penguin/BKUP Documents
Type=Application
```

Bei jedem Klick werden Ihre Daten aus "~/Documents" auf den USB-Speicher gesichert und es wird ein btrfs-Schnappschuss (nur lesbar) erzeugt.

### 10.2.3.2 Automatisches Backup, durch ein mount-Ereignis ausgelöst

Hier ist ein Beispiel, wie Sie ein automatisches Backup einrichten, das durch ein mount-Ereignis ausgelöst wird.

- Bereiten Sie einen USB-Massenspeicher vor, der für das Backup genutzt wird (siehe Abschnitt [10.2.3.1](#)).
- Erstellen Sie eine systemd Service-Unit-Datei "~/.config/systemd/user/back-BKUP.service" wie hier:

```
[Unit]
Description=USB Disk backup
Requires=media-%u-BKUP.mount
After=media-%u-BKUP.mount

[Service]
ExecStart=/usr/local/bin/bkss.sh %h/Documents /media/%u/BKUP Documents
StandardOutput=append:%h/.cache/systemd-snap.log
StandardError=append:%h/.cache/systemd-snap.log

[Install]
WantedBy=media-%u-BKUP.mount
```

---

- Aktivieren Sie diese systemd-Unit-Konfiguration mit:

```
$ systemctl --user enable bkup-BKUP.service
```

Bei jedem mount-Ereignis werden Ihre Daten aus "~/Documents" auf den USB-Speicher gesichert und ein btrfs-Schnappschuss (nur lesbar) wird erstellt.

Hierbei können Sie die Namen aller systemd-mount-Units, die systemd aktuell im Speicher hat, anzeigen lassen mit "systemctl --user list-units --type=mount".

### 10.2.3.3 Automatisches Backup, durch ein timer-Ereignis ausgelöst

Hier ein Beispiel für ein Backup, das automatisch durch ein timer-Ereignis ausgelöst wird.

- Bereiten Sie einen USB-Massenspeicher vor, der für das Backup genutzt wird (siehe Abschnitt [10.2.3.1](#)).
- Erstellen Sie eine systemd timer-Unit-Datei "~/ .config/systemd/user/snap-Documents.timer" wie hier:

```
[Unit]
Description=Run btrfs subvolume snapshot on timer
Documentation=man:btrfs(1)

[Timer]
OnStartupSec=30
OnUnitInactiveSec=900

[Install]
WantedBy=timers.target
```

- Erstellen Sie eine systemd Service-Unit-Datei "~/ .config/systemd/user/snap-Documents.service":

```
[Unit]
Description=Run btrfs subvolume snapshot
Documentation=man:btrfs(1)

[Service]
Type=oneshot
Nice=15
ExecStart=/usr/local/bin/bkss.sh %h/Documents /media/%u/BKUP Documents
IOSchedulingClass=idle
CPUSchedulingPolicy=idle
StandardOutput=append:%h/.cache/systemd-snap.log
StandardError=append:%h/.cache/systemd-snap.log
```

- Aktivieren Sie diese systemd-Unit-Konfiguration mit:

```
$ systemctl --user enable snap-Documents.timer
```

Bei jedem timer-Ereignis werden Ihre Daten aus "~/Documents" auf den USB-Speicher gesichert und ein btrfs-Schnappschuss (nur lesbar) wird erstellt.

Hierbei können Sie die Namen aller systemd-timer-Units, die systemd aktuell im Speicher hat, anzeigen lassen mit "systemctl --user list-units --type=timer".

Für ein modernes Arbeitsplatzsystem kann dieser systemd-Ansatz einen feiner dosierten Ansatz bieten als die traditionellen Unix-Lösungen mit [at\(1\)](#), [cron\(8\)](#) oder [anacron\(8\)](#).

| Paket                           | Popcon           | Größe | Befehl                                 | Beschreibung                                                                                                                  |
|---------------------------------|------------------|-------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">gnupg</a>           | V:406,<br>I:864  | 465   | <a href="#">gpg(1)</a>                 | <a href="#">GNU Privacy Guard</a> - OpenPGP Verschlüsselungs- und Signaturwerkzeug                                            |
| <a href="#">gpgv</a>            | V:219,<br>I:932  | 577   | <a href="#">gpgv(1)</a>                | <a href="#">GNU Privacy Guard</a> - OpenPGP Werkzeug zur Verifizierung von Signaturen                                         |
| <a href="#">sq</a>              | V:1, I:30        | 23926 | <a href="#">sq(1)</a>                  | <a href="#">Sequoia-PGP</a> - OpenPGP Verschlüsselungs- und Signaturwerkzeug                                                  |
| <a href="#">sqv</a>             | V:443,<br>I:518  | 1855  | <a href="#">sqv(1)</a>                 | <a href="#">Sequoia-PGP</a> - OpenPGP - Werkzeug zur Verifizierung von Signaturen                                             |
| <a href="#">paperkey</a>        | V:1, I:11        | 58    | <a href="#">paperkey(1)</a>            | lediglich die geheimen Informationen aus geheimen OpenPGP-Schlüsseln extrahieren                                              |
| <a href="#">cryptsetup</a>      | V:35, I:80       | 465   | <a href="#">cryptsetup(8)</a> ,<br>... | Hilfsprogramme für die <a href="#">dm-crypt</a> Blockgeräte-Verschlüsselung (enthält Unterstützung für <a href="#">LUKS</a> ) |
| <a href="#">coreutils</a>       | V:910,<br>I:1000 | 17994 | <a href="#">md5sum(1)</a>              | MD5-Message-Digest (Prüfsummen) berechnen und überprüfen                                                                      |
| <a href="#">coreutils</a>       | V:910,<br>I:1000 | 17994 | <a href="#">sha1sum(1)</a>             | SHA1-Message-Digest (Prüfsummen) berechnen und überprüfen                                                                     |
| <a href="#">openssl</a>         | V:855,<br>I:997  | 2532  | <a href="#">openssl(1ssl)</a>          | Message-Digest mit "openssl dgst" berechnen (OpenSSL)                                                                         |
| <a href="#">libsecret-tools</a> | V:1, I:12        | 45    | <a href="#">secret-tool(1)</a>         | Speichern und Empfangen von Passwörtern (CLI)                                                                                 |
| <a href="#">seahorse</a>        | V:73, I:258      | 7999  | <a href="#">seahorse(1)</a>            | Schlüsselverwaltungs-Werkzeug (GNOME)                                                                                         |

Tabelle 10.6: Liste von Werkzeugen für die Datensicherheits-Infrastruktur

## 10.3 Datensicherheits-Infrastruktur

Die Sicherheitsinfrastruktur für Ihre Daten wird durch eine Kombination verschiedener Programme gewährleistet: Verschlüsselungswerkzeug, Message-Digest-Werkzeug und Signaturwerkzeug.

In Abschnitt 9.9 finden Sie Infos über [dm-crypt](#) und [fscrypt](#), die automatische Datenverschlüsselungs-Infrastrukturen über Linux-Kernelmodule implementieren.

### 10.3.1 Schlüsselverwaltung für GnuPG

Hier einige Befehle für die grundlegende Schlüsselverwaltung mit [GNU Privacy Guard](#):

Hier die Bedeutung des Vertrauenscodes:

Folgendes erzeugt meinen Schlüssel "9563FC29932C409F1A77F9C1AB8A1522D8234C6A".

```
$ gpg --gen-key
gpg (GnuPG) 2.4.7; Copyright (C) 2024 g10 Code GmbH
...
GnuPG needs to construct a user ID to identify your key.

Real name: Osamu Aoki
Email address: osamu@debian.org
You selected this USER-ID:
    "Osamu Aoki <osamu@debian.org>"

Change (N)ame, (E)mail, or (O)kay/(Q)uit? o
...
public and secret key created and signed.

pub  ed25519 2026-02-14 [SC] [expires: 2029-02-13]
```

| Befehl                              | Beschreibung                                                         |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| gpg --gen-key                       | einen neuen Schlüssel generieren                                     |
| gpg --gen-revoke<br>meine_Nutzer_ID | einen Widerrufsschlüssel (revoke key) für meine_Nutzer_ID generieren |
| gpg --edit-key Nutzer_ID            | Schlüssel interaktiv editieren, "help" eingeben für weitere Hilfe    |
| gpg -o datei --export               | alle öffentlichen Schlüssel in eine Datei exportieren                |
| gpg -o file<br>--export-secret-keys | alle privaten Schlüssel in eine Datei exportieren                    |
| gpg --import datei                  | alle Schlüssel aus datei importieren                                 |
| gpg --send-keys Nutzer_ID           | Schlüssel von Nutzer_ID zum Schlüsselserver übertragen               |
| gpg --recv-keys Nutzer_ID           | Schlüssel von Nutzer_ID vom Schlüsselserver empfangen                |
| gpg --list-keys Nutzer_ID           | Schlüssel von Nutzer_ID auflisten                                    |
| gpg --list-sigs user_ID             | Signaturen von Nutzer_ID auflisten                                   |
| gpg --check-sigs Nutzer_ID          | Signaturen von Nutzer_ID überprüfen                                  |
| gpg --fingerprint Nutzer_ID         | Fingerabdruck von Nutzer_ID überprüfen                               |
| gpg --refresh-keys                  | lokalen Schlüsselring aktualisieren                                  |

Tabelle 10.7: Liste von GNU-Privacy-Guard-Befehlen für die Schlüsselverwaltung

| Code | Beschreibung des Vertrauenscodes                         |
|------|----------------------------------------------------------|
| -    | Kein Besitzervertrauen zugewiesen / noch nicht berechnet |
| e    | Vertrauensberechnung fehlgeschlagen                      |
| q    | nicht genügend Informationen für Berechnung              |
| n    | diesem Schlüssel niemals vertrauen                       |
| m    | gerade noch vertrauenswert                               |
| f    | voll vertrauenswert                                      |
| u    | absolut vertrauenswert                                   |

Tabelle 10.8: Liste der Bedeutungen des Vertrauenscodes

```

          9563FC29932C409F1A77F9C1AB8A1522D8234C6A
uid          Osamu Aoki <osamu@debian.org>
sub   cv25519 2026-02-14 [E] [expires: 2029-02-13]

```

Folgendes lädt meinen Schlüssel "9563FC29932C409F1A77F9C1AB8A1522D8234C6A" auf den populären Schlüsselselserver "hkp://keys.gnupg.net" hoch:

```
$ gpg --keyserver hkp://keys.gnupg.net --send-keys 9563FC29932C409F1A77F9C1AB8A1522D8234C6A
```

Ein gutes Standard-Schlüsselselserver-Setup in "~/.gnupg/gpg.conf" (oder dem alten Ort "~/.gnupg/options") enthält folgendes:

```
keyserver hkp://keys.gnupg.net
```

Mit dem folgenden Befehl beziehen Sie unbekannte Schlüssel vom Schlüsselselserver:

```
$ gpg --list-sigs --with-colons | grep '^sig.*\[User ID not found\]' | \
    cut -d ':' -f 5 | sort | uniq | xargs gpg --recv-keys
```

Es gab einen Fehler in [OpenPGP Public Key Server](#) (Versionen vor 0.9.6), durch den Schlüssel mit mehr als zwei Unterschlüsseln korruptiert wurden. Das neue gnupg-Paket (>1.2.1-2) kann mit diesen korruptierten Unterschlüsseln umgehen. Lesen Sie in [gpg\(1\)](#) den Abschnitt zur Option "--repair-pks-subkey-bug".

Die Verwendung von SHA-1 für Hashs gilt als überholt. Wenn Ihr alter RSA-basierter openPGP-Schlüssel SHA-1 für Hashs verwendet, beheben Sie dies mit Hilfe von [FixKeyWithSha1](#).

---

#### **Tipp**

Die Kommandos [sq\(1\)](#) und [sqv\(1\)](#) sind ein alternativer Satz von openPGP-Befehlen. Lesen Sie dazu [die sq-Benutzerdokumentation](#) sowie [A Practical Introduction to using sq, Sequoia PGP's CLI](#).

---

### **10.3.2 Verwendung von GnuPG mit Dateien**

Hier einige Beispiele für die Verwendung von [GNU Privacy Guard](#) mit Dateien:

### **10.3.3 Verwendung von GnuPG mit Mutt**

Fügen Sie Folgendes zu "~/.muttrc" hinzu, um zu verhindern, dass das langsame GnuPG automatisch gestartet wird, während es durch Drücken von "S" im Indexmenü händisch gestartet werden kann:

```
macro index S ":toggle pgp_verify_sig\n"
set pgp_verify_sig=no
```

### **10.3.4 Verwendung von GnuPG mit Vim**

Das gnupg-Plugin ermöglicht Ihnen, GnuPG für Dateien mit den Endungen ".gpg", ".asc" und ".pgp" transparent laufen zu lassen: [3](#)

```
$ sudo aptitude install vim-scripts
$ echo "packadd! gnupg" >> ~/.vim/vimrc
```

---

<sup>3</sup>Falls Sie "~/.vimrc" statt "~/.vim/vimrc" verwenden, passen Sie diese bitte entsprechend an.

---

| Befehl                                                                       | Beschreibung                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>gpg -a -s datei</code>                                                 | Signieren von datei in die <a href="#">ASCII</a> -bewehrte datei.asc                                                      |
| <code>gpg --armor --sign datei</code>                                        | „                                                                                                                         |
| <code>gpg --clearsign datei</code>                                           | Signieren einer Nachricht mit Klartextsignatur                                                                            |
| <code>gpg --clearsign datei mail<br/>foo@example.org</code>                  | Versenden einer Nachricht mit Klartextsignatur an<br>foo@example.org                                                      |
| <code>gpg --clearsign<br/>--not-dash-escaped patch-datei</code>              | Klartext-signieren von patch-datei                                                                                        |
| <code>gpg --verify datei</code>                                              | eine klartextsignierte datei verifizieren                                                                                 |
| <code>gpg -o datei.sig -b datei</code>                                       | Erzeugen einer losgelösten Signatur                                                                                       |
| <code>gpg -o datei.sig --detach-sign<br/>datei</code>                        | „                                                                                                                         |
| <code>gpg --verify datei.sig datei</code>                                    | Verifizieren von datei mit datei.sig                                                                                      |
| <code>gpg -o crypt_datei.gpg -r name<br/>-e datei</code>                     | Verschlüsselung mit öffentlichem Schlüssel für name von datei in<br>Binärdatei crypt_datei.gpg                            |
| <code>gpg -o crypt_datei.gpg<br/>--recipient name --encrypt<br/>datei</code> | „                                                                                                                         |
| <code>gpg -o crypt_datei.asc -a -r<br/>name -e datei</code>                  | Verschlüsselung mit öffentlichem Schlüssel für name von datei in<br><a href="#">ASCII</a> -bewehrte Datei crypt_datei.gpg |
| <code>gpg -o crypt_datei.gpg -c datei</code>                                 | symmetrische Verschlüsselung von "datei" in crypt_datei.gpg                                                               |
| <code>gpg -o crypt_datei.gpg<br/>--symmetric datei</code>                    | „                                                                                                                         |
| <code>gpg -o crypt_datei.asc -a -c<br/>datei</code>                          | symmetrische Verschlüsselung für name von datei in<br><a href="#">ASCII</a> -bewehrte Datei crypt_datei.asc               |
| <code>gpg -o datei -d crypt_datei.gpg<br/>-r name</code>                     | Entschlüsselung                                                                                                           |
| <code>gpg -o datei --decrypt<br/>crypt_datei.gpg</code>                      | „                                                                                                                         |

Tabelle 10.9: Liste von GNU-Privacy-Guard-Befehlen mit Dateien

### 10.3.5 Die MD5-Prüfsumme

`md5sum(1)` enthält ein Werkzeug, um über die in [RFC1321](#) beschriebene Methode eine Digest-Datei zu erzeugen und jede Datei darüber zu verifizieren:

```
$ md5sum foo bar >baz.md5
$ cat baz.md5
d3b07384d113edec49eaa6238ad5ff00  foo
c157a79031e1c40f85931829bc5fc552  bar
$ md5sum -c baz.md5
foo: OK
bar: OK
```

---

#### Anmerkung

Die Berechnung der [MD5](#)-Prüfsumme ist weniger CPU-intensiv als die für die kryptographische Signatur durch [GNU Privacy Guard \(GnuPG\)](#). Üblicherweise ist nur die Digest-Datei der obersten Ebene (z.B. das Wurzelverzeichnis eines Verzeichnisbaums) kryptographisch signiert, um die Datenintegrität sicherzustellen.

---

### 10.3.6 Passwort-Schlüsselbund

Im GNOME-System verwaltet das grafische Hilfsprogramm [seahorse\(1\)](#) Passwörter und speichert sie sicher im Schlüsselbund `~/.local/share/keyrings/*`.

[secret-tool\(1\)](#) kann Passwörter über die Befehlszeile in diesem Schlüsselbund ablegen.

Lassen Sie uns die Passphrase für ein LUKS/dm-crypt-verschlüsseltes Festplatten-Image speichern:

```
$ secret-tool store --label='LUKS passphrase for disk.img' LUKS my_disk.img
Password: *****
```

Dieses gespeicherte Passwort kann ausgelesen und an andere Programme wie z.B. [cryptsetup\(8\)](#) übergeben werden:

```
$ secret-tool lookup LUKS my_disk.img | \
  cryptsetup open disk.img disk_img --type luks --keyring -
$ sudo mount /dev/mapper/disk_img /mnt
```

---

#### Tipp

Wann immer Sie ein Passwort in einem Skript angeben müssen, verwenden Sie `secret-tool` und vermeiden Sie es, die Passphrase fest in dem Skript zu hinterlegen.

---

## 10.4 Werkzeuge zur Quellcode-Zusammenführung (merge)

Es gibt viele Werkzeuge für die Zusammenführung von Quellcode. Folgende Befehle haben meine Aufmerksamkeit erregt:

### 10.4.1 Unterschiede für Quelldateien extrahieren

Die folgenden Prozeduren extrahieren die Unterschiede zwischen zwei Quelldateien und erzeugen vereinheitlichte Diff-Dateien `"file.patch0"` bzw. `"file.patch1"`, abhängig vom Speicherort der Dateien:

```
$ diff -u file.old file.new > file.patch0
$ diff -u old/file new/file > file.patch1
```

---

| Paket      | Popcon            | Größe | Befehl         | Beschreibung                                                                                            |
|------------|-------------------|-------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| patch      | V:107,<br>I:729   | 242   | patch(1)       | eine diff-Datei auf ein Original anwenden                                                               |
| vim        | V:81, I:342       | 4164  | vimdiff(1)     | zwei Dateien nebeneinander in vim vergleichen                                                           |
| imediff    | V:0.02,<br>I:0.28 | 329   | imediff(1)     | interaktives Werkzeug für<br>Zwei-/Dreiwege-Zusammenführung mit<br>Vollbildschirmmodus                  |
| meld       | V:5, I:24         | 3992  | meld(1)        | vergleichen und zusammenführen von Dateien<br>(GTK)                                                     |
| wiggle     | V:0.02,<br>I:0.14 | 175   | wiggle(1)      | zurückgewiesene Patches anwenden                                                                        |
| diffutils  | V:895,<br>I:998   | 1768  | diff(1)        | Dateien Zeile für Zeile vergleichen                                                                     |
| diffutils  | V:895,<br>I:998   | 1768  | diff3(1)       | drei Dateien Zeile für Zeile vergleichen und<br>zusammenführen                                          |
| quilt      | V:2, I:18         | 880   | quilt(1)       | Serien von Patches verwalten                                                                            |
| wdiff      | V:6, I:40         | 651   | wdiff(1)       | Wort-für-Wort-Unterschiede zwischen Textdateien<br>anzeigen                                             |
| diffstat   | V:9, I:97         | 79    | diffstat(1)    | eine Grafik der Veränderungen für eine diff-Datei<br>erstellen                                          |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | combinediff(1) | einen kumulativen Patch aus zwei inkrementellen<br>Patches erzeugen                                     |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | dehtmldiff(1)  | ein Diff aus einer HTML-Seite extrahieren                                                               |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | filterdiff(1)  | Diffs aus einer Diff-Datei extrahieren oder<br>entfernen                                                |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | fixcvsdiff(1)  | von CVS erstellte Diff-Dateien, die patch(1) falsch<br>interpretiert, reparieren                        |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | flipdiff(1)    | die Reihenfolge zweier Patches ändern                                                                   |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | grepdiff(1)    | anzeigen, welche Dateien von einem Patch<br>entsprechend einem regulären Ausdruck<br>modifiziert werden |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | interdiff(1)   | Unterschiede zwischen zwei Unified-Diff-Dateien<br>anzeigen                                             |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | lsdiff(1)      | zeigen, welche Dateien von einem Patch<br>verändert werden                                              |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | recountdiff(1) | Zähler und Offsets in vereinheitlichten<br>Context-Diffs neu berechnen                                  |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | rediff(1)      | Offsets und Zähler eines hand-editierten Diffs<br>bereinigen                                            |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | splitdiff(1)   | inkrementelle Patches aussortieren                                                                      |
| patchutils | V:12, I:96        | 269   | unwrapdiff(1)  | Patches von fehlerhaften Zeilenumbrüchen<br>befreien                                                    |
| dirdiff    | V:0.1, I:1.4      | 167   | dirdiff(1)     | Unterschiede zwischen Verzeichnissen anzeigen<br>und zusammenführen                                     |
| docdiff    | V:0.02,<br>I:0.19 | 554   | docdiff(1)     | zwei Dateien Wort-für-Wort /<br>Buchstabe-für-Buchstabe vergleichen                                     |
| makepatch  | V:0.01,<br>I:0.16 | 99    | makepatch(1)   | erweiterte Patch-Dateien erzeugen                                                                       |
| makepatch  | V:0.01,<br>I:0.16 | 99    | applypatch(1)  | erweiterte Patch-Dateien anwenden                                                                       |

Tabelle 10.10: Liste von Werkzeugen zur Quellcode-Zusammenführung



### 10.4.2 Aktualisierungen für Quelldateien zusammenführen

Die Diff-Datei (alternativ auch Patch-Datei genannt) wird genutzt, um eine Programmaktualisierung zu senden. Die Seite, die die Änderungen empfängt, wendet die Aktualisierung wie folgt an:

```
$ patch -p0 file < file.patch0
$ patch -p1 file < file.patch1
```

### 10.4.3 Interaktives Zusammenführen (merge)

Wenn Sie zwei Varianten eines Quelltextes haben, können Sie mittels [imediff\(1\)](#) eine interaktive Zweibege-Zusammenführung durchführen:

```
$ imediff -o file.merged file.old file.new
```

Haben Sie drei Varianten eines Quelltextes, ist mit [imediff\(1\)](#) auch eine interaktive Dreibege-Zusammenführung möglich:

```
$ imediff -o file.merged file.yours file.base file.theirs
```

## 10.5 Git

Git ist derzeit das Werkzeug der Wahl für [Versionskontrollsysteme \(VCS\)](#), da es alles Nötige sowohl für lokales wie auch für fernes Code-Management erledigen kann.

Debian stellt freie Git-Dienste über [Debian Salsa](#) bereit. Dokumentation finden Sie unter <https://wiki.debian.org/Salsa>.

Hier einige Git-betreffende Pakete:

| Paket                            | Popcon            | Größe | Befehl                              | Beschreibung                                                                    |
|----------------------------------|-------------------|-------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">git</a>              | V:409,<br>I:623   | 52512 | <a href="#">git(7)</a>              | Git, das schnelle, skalierbare, verteilte Versionskontrollsystem                |
| <a href="#">gitk</a>             | V:4, I:26         | 2045  | <a href="#">gitk(1)</a>             | grafischer Browser mit Historie für Git-Depots                                  |
| <a href="#">qgit</a>             | V:0.2, I:2.0      | 1431  | <a href="#">qgit(1)</a>             | grafischer Browser mit Historie für Git-Depots                                  |
| <a href="#">git-cola</a>         | V:0.6, I:3.4      | 5129  | <a href="#">git-cola(1)</a>         | grafischer Browser mit Historie für Git-Depots                                  |
| <a href="#">tig</a>              | V:2, I:11         | 1245  | <a href="#">tig(1)</a>              | textbasierter Browser mit Historie für Git-Depots                               |
| <a href="#">lazygit</a>          | V:0.9, I:4.0      | 24167 | <a href="#">lazygit(1)</a>          | textbasierter Browser mit Historie für Git-Depots                               |
| <a href="#">git-gui</a>          | V:2, I:16         | 2549  | <a href="#">git-gui(1)</a>          | grafische Oberfläche (ohne Historie) für Git                                    |
| <a href="#">git-email</a>        | V:0.4, I:9.9      | 1229  | <a href="#">git-send-email(1)</a>   | eine Patch-Sammlung aus Git als E-Mail versenden                                |
| <a href="#">git-buildpackage</a> | V:1.2, I:7.2      | 2027  | <a href="#">git-buildpackage(1)</a> | das Debian-Paketieren mit Git automatisieren                                    |
| <a href="#">dgit</a>             | V:0.1, I:1.0      | 755   | <a href="#">dgit(1)</a>             | Git-Interoperabilität mit dem Debian-Archiv                                     |
| <a href="#">imediff</a>          | V:0.02,<br>I:0.28 | 329   | <a href="#">git-ime(1)</a>          | Interaktives Werkzeug, das hilft, umfangreiche Git-Commits weiter aufzusplitten |
| <a href="#">stgit</a>            | V:0.07,<br>I:0.49 | 6177  | <a href="#">stg(1)</a>              | Aufsatz für Git (Python)                                                        |
| <a href="#">git-doc</a>          | I:11              | 15192 | Nicht verfügbar                     | offizielle Dokumentation für Git                                                |
| <a href="#">gitmagic</a>         | I:0.56            | 721   | Nicht verfügbar                     | "Git Magic", eine einfacher verständliche Anleitung für Git                     |

Tabelle 10.11: Liste von zu Git gehörigen Paketen und Befehlen

### 10.5.1 Konfiguration eines Git-Clients

Sie möchten vielleicht wie folgt verschiedene globale Konfigurationsoptionen in "~/.gitconfig" zur Verwendung durch Git setzen, z.B. Name und E-Mail-Adresse:

```
$ git config --global user.name "Name Surname"
$ git config --global user.email yourname@example.com
```

Sie können das Standardverhalten von Git wie folgt auch noch weiter anpassen:

```
$ git config --global init.defaultBranch main
$ git config --global pull.rebase true
$ git config --global push.default current
```

Wenn Sie an CVS- oder Subversion-Befehle gewohnt sind, können Sie wie hier auch folgende Befehls-Alias setzen:

```
$ git config --global alias.ci "commit -a"
$ git config --global alias.co checkout
```

Sie können mit folgendem Befehl Ihre globale git-Konfiguration kontrollieren:

```
$ git config --global --list
```

### 10.5.2 Grundlegende Git-Befehle

An Vorgängen mit Git sind verschiedene Datenbereiche beteiligt:

- Der Arbeitsbereich, der für den Benutzer sichtbare Dateien enthält und dort Änderungen erlaubt.
  - Änderungen müssen explizit ausgewählt und dem Index hinzugefügt werden, um aufgezeichnet zu werden. Dies erledigen die Befehle `git add` und `git rm`.
- Der Index, der hinzugefügte Dateien enthält.
  - Dem Index hinzugefügte Dateien werden auf Anfrage in das lokale Depot übernommen. Dies erledigt der Befehl `git commit`.
- Das lokale Depot, das übernommene Dateien enthält.
  - Git zeichnet die Historie der übernommenen Daten auf und bereitet diese in Form von Zweigen (Branches) im Depot auf.
  - Das lokale Depot kann über den `git push`-Befehl Daten an das ferne Depot senden.
  - Das lokale Depot kann über die Befehle `git fetch` und `git pull` Daten vom fernen Depot empfangen.
    - \* Der Befehl `git pull` führt `git merge` oder `git rebase` nach dem `git fetch`-Befehl aus.
    - \* Dabei führt `git merge` zwei separate Zweige (Branches) zu einem Stand zusammen. (Dies ist das Standardverhalten von `git pull` - solange es nicht bewusst angepasst wurde - und sollte passend sein für Upstream-Entwickler, die Zweige (Branches) an viele Leute verteilen.)
    - \* Dabei erstellt `git rebase` einen einzigen Zweig (Branch) aus der aufeinander folgenden Historie des fernen Zweigs, dem der lokale Zweig folgt. (Dies entspricht der Anpassung `pull.rebase true`, und ist vermutlich passend für den Rest von uns.)
- Das ferne Depot, das übernommene Dateien enthält.
  - Für die Kommunikation zum fernen Depot wird ein sicheres Protokoll wie SSH oder HTTPS verwendet.

Als Arbeitsbereich gilt der Bereich außerhalb des `.git/`-Verzeichnisses. Zu den Dateien innerhalb von `.git/` gehören der Index, die lokalen Depotdaten und einige Textdateien für die Git-Konfiguration.

Hier ein Überblick über die wichtigsten Git-Befehle:

| Git-Befehl                                 | Funktion                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>git init</code>                      | ein (lokales) Depot erstellen                                                                                                                         |
| <code>git clone URL</code>                 | duplizieren des fernen Depots in ein lokales Depot mit einem Arbeitsverzeichnis                                                                       |
| <code>git pull origin main</code>          | aktualisieren des lokalen main-Zweigs von dem fernen Depot <i>origin</i>                                                                              |
| <code>git add .</code>                     | Änderungen in Dateien des Arbeitsbereichs zum Index hinzufügen - aber nur für Dateien, die bereits im Index existieren                                |
| <code>git add -A .</code>                  | Änderungen in Dateien des Arbeitsbereichs zum Index hinzufügen - für alle Dateien; betrifft auch Entfernungen von Dateien                             |
| <code>git rm dateiname</code>              | Datei(en) aus dem Arbeitsbereich und dem Index entfernen                                                                                              |
| <code>git commit</code>                    | dem Index hinzugefügte Änderungen in das lokale Depot übernehmen (Commit)                                                                             |
| <code>git commit -a</code>                 | alle Änderungen im Arbeitsbereich zum Index hinzufügen und in das lokale Depot übernehmen (vereint <code>git add</code> und <code>git commit</code> ) |
| <code>git push -u origin zweig_name</code> | das ferne Depot <i>origin</i> vom lokalen Depot namens <i>zweig_name</i> aktualisieren (erstmaliger Aufruf)                                           |
| <code>git push origin zweig_name</code>    | das ferne Depot <i>origin</i> vom lokalen Depot namens <i>zweig_name</i> aktualisieren (nachfolgende Aufrufe)                                         |
| <code>git diff baum1 baum2</code>          | Unterschiede anzeigen zwischen Commit <i>baum1</i> und Commit <i>baum2</i>                                                                            |
| <code>gitk</code>                          | grafische GUI-Anzeige der Historie eines Zweigs (Branch) von einem VCS-Depot                                                                          |

Tabelle 10.12: Wichtige Git-Befehle

### 10.5.3 Git-Tipps

Hier einige Tipps zu Git:



#### Warnung

Nutzen Sie in der Tag-Zeichenkette keine Leerzeichen, auch wenn Werkzeuge wie [gitk\(1\)](#) dies ermöglichen. Andere `git`-Befehle könnten dadurch ins Stocken geraten.



#### Achtung

Wenn für einen lokalen Zweig, der bereits über `push` in das ferne Depot übergeben wurde, ein `rebase` oder `squash` durchgeführt wird, könnte ein erneuter `push` gewisse Risiken beinhalten und die Option `--force` erfordern. Dies ist für den `main`-Zweig ein normalerweise unerwünschter Vorgang, könnte aber für einen `topic`-Zweig akzeptabel sein, bevor dieser in den `main`-Zweig integriert wird.



#### Achtung

Der direkte Aufruf eines `git`-Unterbefehls mittels `"git-xyz"` über die Befehlszeile ist seit dem Frühjahr 2006 veraltet.

#### Tipp

Wenn eine ausführbare Datei namens `git-foo` in dem durch `$PATH` definierten Pfad existiert, wird dieser `git-foo`-Befehl ausgeführt, indem man `"git foo"` (ohne Bindestrich!) auf der Befehlszeile aufruft. Dies ist eine Funktionalität des `git`-Befehls.

| Git-Befehlszeile                                                                                | Funktion                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>gitk --all</code>                                                                         | vollständige Git-Historie anzeigen und weiterverarbeiten, wie z.B. Zurücksetzen des HEAD auf einen anderen Commit, Herauspicken von einzelnen Änderungen, Erzeugen von Tags und Branches, ... |
| <code>git stash</code>                                                                          | einen sauberen Arbeitsbereich erhalten, ohne Daten zu verlieren                                                                                                                               |
| <code>git remote -v</code>                                                                      | Einstellung für ferne Depots anzeigen                                                                                                                                                         |
| <code>git branch -vv</code>                                                                     | Einstellung für Zweig (Branch) anzeigen                                                                                                                                                       |
| <code>git status</code>                                                                         | Status des Arbeitsbereichs anzeigen                                                                                                                                                           |
| <code>git config -l</code>                                                                      | Git-Einstellungen auflisten                                                                                                                                                                   |
| <code>git reset --hard HEAD; git clean -x -d -f</code>                                          | alle Änderungen im Arbeitsbereich zurücksetzen und vollständig bereinigen                                                                                                                     |
| <code>git rm --cached dateiname</code>                                                          | bereits über <code>git add dateiname</code> zum Index hinzugefügte Änderungen zurücknehmen                                                                                                    |
| <code>git reflog</code>                                                                         | Git-Referenz-Log anzeigen (nützlich, um Commits von gelöschten Zweigen (Branches) wiederherzustellen)                                                                                         |
| <code>git branch neuer_zweig_name HEAD@{6}</code>                                               | einen neuen Zweig aus reflog-Informationen erzeugen                                                                                                                                           |
| <code>git remote add new_remote URL</code>                                                      | ein fernes Depot <code>new_remote</code> mit angegebener URL hinzufügen                                                                                                                       |
| <code>git remote rename origin upstream</code>                                                  | den Namen des fernen Depots <code>origin</code> in <code>upstream</code> umbenennen                                                                                                           |
| <code>git branch -u upstream/branch_name</code>                                                 | das Remote-Tracking auf das ferne Depot <code>upstream</code> und seinen Zweig namens <code>branch_name</code> setzen.                                                                        |
| <code>git remote set-url origin https://foo/bar.git</code>                                      | URL von <code>origin</code> ändern                                                                                                                                                            |
| <code>git remote set-url --push upstream DISABLED</code>                                        | push zu <code>upstream</code> deaktivieren (passen Sie <code>.git/config</code> an, um dies wieder zu aktivieren)                                                                             |
| <code>git remote update upstream</code>                                                         | Updates aller fernen Zweige im <code>upstream</code> -Depot abrufen                                                                                                                           |
| <code>git fetch upstream<br/>foo:upstream-foo</code>                                            | einen lokalen (eventuell verwaisten) Zweig <code>upstream-foo</code> als Kopie des <code>foo</code> -Zweigs im <code>upstream</code> -Depot erzeugen                                          |
| <code>git checkout -b topic_branch ;<br/>git push -u topic_branch origin</code>                 | einen neuen Zweig namens <code>topic_branch</code> erzeugen und nach <code>origin</code> aktualisieren (push)                                                                                 |
| <code>git branch -m alter-name<br/>neuer-name</code>                                            | den Namen eines lokalen Zweigs umbenennen                                                                                                                                                     |
| <code>git push -d origin<br/>zu-loeschender-zweig</code>                                        | einen fernen Zweig (Branch) löschen (neue Methode)                                                                                                                                            |
| <code>git push origin<br/>:zu-loeschender-zweig</code>                                          | einen fernen Zweig (Branch) löschen (alte Methode)                                                                                                                                            |
| <code>git checkout --orphan<br/>unconnected</code>                                              | einen neuen <code>unconnected</code> -Zweig erzeugen                                                                                                                                          |
| <code>git rebase -i origin/main</code>                                                          | Neuordnen/Löschen/Verdichten der Commits von <code>origin/main</code> , um eine saubere Branch-Historie zu bekommen                                                                           |
| <code>git reset HEAD^; git commit<br/>--amend</code>                                            | Verdichten der letzten 2 Commits in einen einzigen                                                                                                                                            |
| <code>git checkout topic_branch ; git<br/>merge --squash topic_branch</code>                    | Verdichten eines kompletten Zweigs <code>topic_branch</code> in einen Commit                                                                                                                  |
| <code>git fetch --unshallow<br/>--update-head-ok origin<br/>'+refs/heads/*:refs/heads/*'</code> | einen shallow-Clone in einen Clone aller Zweige konvertieren                                                                                                                                  |
| <code>git ime</code>                                                                            | den letzten Commit in eine Serie von kleineren Datei-für-Datei-Commits konvertieren ( <code>imediff</code> -Paket wird benötigt)                                                              |
| <code>git repack -a -d; git prune</code>                                                        | Neupacken des lokalen Depots in ein einzelnes Pack (dies könnte dazu führen, dass die Wiederherstellung verlorener Daten aus gelöschten Zweigen nicht mehr möglich ist, usw.)                 |

Tabelle 10.13: Git-Tipps

### 10.5.4 Weitere Referenzen zu Git

Hier finden Sie weitere Informationen:

- [Handbuchseite: git\(1\)](/usr/share/doc/git-doc/git.html) (/usr/share/doc/git-doc/git.html)
- [git-Benutzerhandbuch \(engl.\)](/usr/share/doc/git-doc/user-manual.html) (/usr/share/doc/git-doc/user-manual.html)
- [gittutorial: Einführung in git \(engl.\)](/usr/share/doc/git-doc/gittutorial.html) (/usr/share/doc/git-doc/gittutorial.html)
- [gittutorial-2: Einführung in git - Teil 2 \(engl.\)](/usr/share/doc/git-doc/gittutorial-2.html) (/usr/share/doc/git-doc/gittutorial-2.html)
- [Anleitung für die alltägliche git-Nutzung mit ungefähr 20 Befehlen \(engl.\)](/usr/share/doc/git-doc/giteveryday.html) (/usr/share/doc/git-doc/giteveryday.h
- [Git Magic](/usr/share/doc/gitmagic/html/index.html) (/usr/share/doc/gitmagic/html/index.html)

### 10.5.5 Andere Versionskontrollsysteme

[Versionskontrollsysteme \(VCS\)](#) sind auch teilweise bekannt als Revision Control System (RCS) oder Software Configuration Management (SCM).

Hier eine Zusammenfassung von VCS-Systemen im Debian-System abseits von Git:

| Paket                      | Popcon                         | Größe                 | Werkzeug                   | VCS-Typ  | Erläuterung                                                                                      |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">mercurial</a>  | <a href="#">V:4, I:23</a>      | <a href="#">2575</a>  | <a href="#">Mercurial</a>  | verteilt | DVCS in Python und ein bisschen C                                                                |
| <a href="#">darcs</a>      | <a href="#">V:0.2, I:3.3</a>   | <a href="#">38856</a> | <a href="#">Darcs</a>      | verteilt | DVCS mit schlauer Algebra von Patches (langsam)                                                  |
| <a href="#">tla</a>        | <a href="#">V:0.04, I:0.70</a> | <a href="#">1022</a>  | <a href="#">GNU arch</a>   | verteilt | DVCS hauptsächlich von Tom Lord (historisch)                                                     |
| <a href="#">bazaar</a>     | <a href="#">V:0.1, I:4.3</a>   | <a href="#">28</a>    | <a href="#">GNU Bazaar</a> | verteilt | von <a href="#">tla</a> beeinflusstes DVCS, geschrieben in Python ( <a href="#">historisch</a> ) |
| <a href="#">subversion</a> | <a href="#">V:9, I:55</a>      | <a href="#">4848</a>  | <a href="#">Subversion</a> | fern     | "CVS done right" (CVS richtig gemacht), neuerer Standard für fernes VCS (historisch)             |
| <a href="#">cvs</a>        | <a href="#">V:3, I:23</a>      | <a href="#">4835</a>  | <a href="#">CVS</a>        | fern     | früherer Standard für fernes VCS (historisch)                                                    |
| <a href="#">tkcvs</a>      | <a href="#">V:0.12, I:0.91</a> | <a href="#">34</a>    | CVS, ...                   | fern     | GUI-Oberfläche von VCS-Depots (CVS, Subversion, RCS)                                             |
| <a href="#">rcs</a>        | <a href="#">V:2.1, I:9.5</a>   | <a href="#">578</a>   | <a href="#">RCS</a>        | lokal    | " <a href="#">Unix SCCS</a> done right" (Unix SCCS richtig gemacht; historisch)                  |
| <a href="#">cssc</a>       | <a href="#">V:0.01, I:0.30</a> | <a href="#">2044</a>  | <a href="#">CSSC</a>       | lokal    | Klon von <a href="#">Unix SCCS</a> (historisch)                                                  |

Tabelle 10.14: Liste anderer Versionskontrollsystem-Werkzeuge

## Kapitel 11

# Datenkonvertierung

Hier werden Werkzeuge und Tipps für die Umwandlung von Dateien in andere Formate beschrieben.

Bei Werkzeugen für auf Standards basierende Formate ist die Situation sehr gut, aber bei proprietären Formaten sind die Möglichkeiten eingeschränkt.

### 11.1 Werkzeuge für Textkonvertierung

Folgende Pakete zur Textkonvertierung sind mir aufgefallen:

| Paket                     | Popcon                         | Größe                | Schlüsselwort | Beschreibung                                                                                                                           |
|---------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">libc6</a>     | <a href="#">V:942, I:1000</a>  | <a href="#">5481</a> | charset       | Konvertierung der Textkodierung zwischen verschiedenen Gebietsschemata (Locales) mit <a href="#">iconv(1)</a> (elementar)              |
| <a href="#">recode</a>    | <a href="#">V:2, I:13</a>      | <a href="#">528</a>  | charset+eol   | Konvertierung der Textkodierung zwischen verschiedenen Gebietsschemata (Locales) (vielfältig, mehr Alias-Befehle und Funktionalitäten) |
| <a href="#">konwert</a>   | <a href="#">V:2, I:42</a>      | <a href="#">137</a>  | charset       | Konvertierung der Textkodierung zwischen verschiedenen Gebietsschemata (Locales) (extravagant)                                         |
| <a href="#">nkf</a>       | <a href="#">V:0.4, I:8.5</a>   | <a href="#">360</a>  | charset       | Zeichensatzkonvertierer für Japanisch                                                                                                  |
| <a href="#">tcs</a>       | <a href="#">V:0.01, I:0.14</a> | <a href="#">518</a>  | charset       | Zeichensatzkonvertierer                                                                                                                |
| <a href="#">unaccent</a>  | <a href="#">V:0.03, I:0.28</a> | <a href="#">35</a>   | charset       | akzentuierte Buchstaben durch ihre nicht akzentuierten Pendanten ersetzen                                                              |
| <a href="#">tofromdos</a> | <a href="#">V:1, I:12</a>      | <a href="#">50</a>   | eol           | Konvertiert Textformate zwischen DOS und Unix: <a href="#">fromdos(1)</a> und <a href="#">todos(1)</a>                                 |
| <a href="#">macutils</a>  | <a href="#">V:0.04, I:0.43</a> | <a href="#">319</a>  | eol           | Konvertiert Textformate zwischen Macintosh und Unix: <a href="#">frommac(1)</a> und <a href="#">tomac(1)</a>                           |

Tabelle 11.1: Liste von Textkonvertierungs-Werkzeugen

### 11.1.1 Konvertieren einer Textdatei mit iconv

#### Tipp

[iconv\(1\)](#) ist Teil des `libc6`-Pakets und immer auf nahezu allen Unix-artigen Systemen für die Änderung der Zeichenkodierung verfügbar.

Sie können die Kodierung einer Textdatei wie folgt mit [iconv\(1\)](#) ändern:

```
$ iconv -f encoding1 -t encoding2 input.txt >output.txt
```

Bei den Werten für die Kodierung ist die Groß-/Kleinschreibung nicht relevant, "-" und "\_" werden ignoriert. Mit "`iconv -l`" können Sie überprüfen, welche Kodierungen unterstützt werden.

| Wert für Zeichenkodierung | Verwendung                                                                                                                                                         |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ASCII                     | <a href="#">American Standard Code for Information Interchange</a> , 7-Bit-Code ohne akzentuierte Zeichen                                                          |
| UTF-8                     | aktueller multilingualer Standard für alle modernen Betriebssysteme                                                                                                |
| ISO-8859-1                | alter Standard für westeuropäische Sprachen; ASCII + akzentuierte Zeichen                                                                                          |
| ISO-8859-2                | alter Standard für osteuropäische Sprachen; ASCII + akzentuierte Zeichen                                                                                           |
| ISO-8859-15               | alter Standard für westeuropäische Sprachen; <a href="#">ISO-8859-1</a> + Euro-Zeichen                                                                             |
| CP850                     | Codepage 850, Microsoft-DOS-Zeichen mit Grafiken für westeuropäische Sprachen, Variante von <a href="#">ISO-8859-1</a>                                             |
| CP932                     | Codepage 932, <a href="#">Shift-JIS</a> -Variante für Japanisch (angelehnt an Microsoft Windows)                                                                   |
| CP936                     | Codepage 936, <a href="#">GB2312</a> -, <a href="#">GBK</a> - oder <a href="#">GB18030</a> -Variante für vereinfachtes Chinesisch (angelehnt an Microsoft Windows) |
| CP949                     | Codepage 949, <a href="#">EUC-KR</a> - oder Unified-Hangul-Code-Variante für Koreanisch (angelehnt an Microsoft Windows)                                           |
| CP950                     | Codepage 950, <a href="#">Big5</a> -Variante für traditionelles Chinesisch (angelehnt an Microsoft Windows)                                                        |
| CP1251                    | Codepage 1251, Kodierung für das kyrillische Alphabet (angelehnt an Microsoft Windows)                                                                             |
| CP1252                    | Codepage 1252, <a href="#">ISO-8859-15</a> -Variante für westeuropäische Sprachen (angelehnt an Microsoft Windows)                                                 |
| KOI8-R                    | alter russischer UNIX-Standard für das kyrillische Alphabet                                                                                                        |
| ISO-2022-JP               | Standard-Kodierung für japanische E-Mails, die nur 7-Bit-Codes verwenden                                                                                           |
| eucJP                     | alter japanischer UNIX-Standard-Code (8-Bit), völlig verschieden von <a href="#">Shift-JIS</a>                                                                     |
| Shift-JIS                 | Standard für Japanisch gemäß JIS X 0208 Anhang 1 (siehe auch <a href="#">CP932</a> )                                                                               |

Tabelle 11.2: Liste von Werten für die Zeichenkodierung und deren Verwendung

#### Anmerkung

Einige der obigen Kodierungen werden nur für die Konvertierung unterstützt und nicht als Wert für das Gebietschema (Locale) (Abschnitt [8.1](#)).

Bei Zeichensätzen, die nur ein einziges Byte benötigen (wie [ASCII](#) und [ISO-8859](#)), entspricht die [Zeichenkodierung](#) nahezu dem Zeichensatz.

Bei Zeichensätzen mit vielen Zeichen (wie [JIS X 0213](#) für Japanisch oder [Universal Character Set \(UCS, Unicode, ISO-10646-1\)](#) für praktisch alle Sprachen) gibt es viele Kodierungsschemata, die in die Sequenz der Byte-Daten eingepasst werden:

- [EUC](#) und [ISO/IEC 2022](#) (auch bekannt als [JIS X 0202](#)) für Japanisch;
- [UTF-8](#), [UTF-16/UCS-2](#) und [UTF-32/UCS-4](#) für Unicode.

Bei diesen gibt es klare Differenzierungen zwischen Zeichensatz und Zeichenkodierung.

Die [Codepage](#) wird als Synonym für einige hersteller-spezifische Zeichenkodierungstabellen verwendet.

---

#### Anmerkung

Bitte beachten Sie, dass die meisten Kodierungssysteme sich bei den 7-Bit-Zeichen identischen Code mit ASCII teilen, aber es gibt einige Ausnahmen. Wenn Sie alte japanische C-Programme und URLs aus dem Shift-JIS genannten Kodierungsformat nach UTF-8 konvertieren, müssen Sie "CP932" als Kodierungsname statt "shift-JIS" verwenden, um die erwarteten Resultate zu bekommen: 0x5C → "\"" und 0x7E → "~". Andernfalls werden diese falsch konvertiert.

---

---

#### Tipp

[recode\(1\)](#) kann ebenfalls verwendet werden und bietet mehr als die kombinierte Funktionalität von [iconv\(1\)](#), [from-dos\(1\)](#), [todos\(1\)](#), [frommac\(1\)](#) und [tomac\(1\)](#). Weitere Informationen finden Sie unter "info recode".

---

### 11.1.2 Prüfen mit iconv, ob eine Datei UTF-8-kodiert ist

Sie können mit [iconv\(1\)](#) wie folgt überprüfen, ob eine Textdatei in UTF-8 kodiert ist:

```
$ iconv -f utf8 -t utf8 input.txt >/dev/null || echo "non-UTF-8 found"
```

---

#### Tipp

Verwenden Sie die Option "--verbose" in obigem Beispiel, um das erste nicht in UTF-8 kodierte Zeichen zu finden.

---

### 11.1.3 Dateinamen konvertieren mit iconv

Hier ein Beispielskript, um die Kodierung für alle Dateinamen in einem Verzeichnis von einer auf einem älteren Betriebssystem erzeugten Form in das moderne UTF-8 zu konvertieren:

```
#!/bin/sh
ENCDN=iso-8859-1
for x in *;
do
  mv "$x" "$(echo "$x" | iconv -f $ENCDN -t utf-8)"
done
```

Die "\$ENCDN"-Variable gibt dabei die Original-Kodierung (gemäß Tabelle [11.2](#)) an, die in dem älteren Betriebssystem für die Dateinamen verwendet wurde.

In komplizierteren Fällen binden Sie bitte ein Dateisystem, das solche Dateinamen enthält (z.B. eine Festplattenpartition), mit korrekter Angabe der Dateinamenkodierung als Option zum [mount\(8\)](#)-Befehl ein (lesen Sie dazu Abschnitt [8.1.3](#)), und kopieren Sie mit "cp -a" den vollständigen Inhalt der Partition in ein anderes Dateisystem, das als UTF-8 eingebunden ist.

---



### 11.1.4 EOL-Konvertierung

Das Format einer Textdatei, speziell der EOL-Code (end-of-line, Zeilenende), ist abhängig von der Systemplattform.

| Plattform         | EOL-Code | Steuerungszimal | hexadezimal |
|-------------------|----------|-----------------|-------------|
| Debian (Unix)     | LF       | ^J              | 10          |
| MSDOS und Windows | CR-LF    | ^M^J            | 13 10       |
| Apples Macintosh  | CR       | ^M              | 13          |

Tabelle 11.3: Liste der EOL-Codes für verschiedene Plattformen

Die Programme [fromdos\(1\)](#), [todos\(1\)](#), [frommac\(1\)](#) und [tomac\(1\)](#) zur Konvertierung des EOL-Formats sind ziemlich praktisch. [recode\(1\)](#) ist ebenfalls sehr nützlich.

---

#### Anmerkung

Einige Daten im Debian-System, wie z.B. die Daten zur Wiki-Seite für das python-moinmoin-Paket, nutzen CR-LF gemäß MSDOS-Art als EOL-Code. Daher sind obige Aussagen nur als allgemeiner Grundsatz zu verstehen.

---



---

#### Anmerkung

Die meisten Editoren (wie vim, emacs, gedit, ...) können mit Dateien mit EOL-Code im MSDOS-Stil transparent umgehen, ohne dass Sie es merken.

---



---

#### Tipp

Um eine Mischung aus MSDOS- und Unix-artigem EOL-Stil (z.B. nach der Zusammenführung von zwei Dateien im MSDOS-Stil mit [diff3\(1\)](#)) in einen einheitlichen MSDOS-Stil umzuwandeln, ist die Verwendung von "sed -e '/\r\$/!s/\$/\r/'" der von [todos\(1\)](#) vorzuziehen. Der Grund hierfür ist, dass todos jeder Zeile ein CR hinzufügt.

---

### 11.1.5 TAB-Konvertierung

Es gibt ein paar bekannte spezialisierte Programme für die Konvertierung der TAB-Codes:

| Funktion                   | bsdmainutils | coreutils |
|----------------------------|--------------|-----------|
| TAB in Leerzeichen wandeln | "col -x"     | expand    |
| Leerzeichen in TAB wandeln | "col -h"     | unexpand  |

Tabelle 11.4: Liste der Befehle zur TAB-Konvertierung aus den Paketen bsdmainutils und coreutils

[indent\(1\)](#) aus dem indent-Paket formatiert alle Whitespaces (Leerraumzeichen) in einem C-Programm neu.

Auch Editoren wie vim und emacs können zur TAB-Konvertierung genutzt werden. Bei vim z.B. verwenden Sie die Befehlssequenz ":set expandtab" + ":%retab", um ein TAB zum Leerzeichen zu expandieren. Den umgekehrten Fall erreichen Sie mit ":set noexpandtab" + ":%retab!".

### 11.1.6 Editoren mit automatischer Konvertierung

Moderne Editoren wie vim sind sehr clever und können mit jeglichen Kodierungssystemen und Dateiformaten umgehen. Für beste Kompatibilität sollten Sie diese Editoren mit einem UTF-8-Gebietsschema in einer UTF-8-tauglichen Konsole verwenden.

---

Eine alte westeuropäische Unix-Textdatei "u-datei.txt", gespeichert in der alten latin1-Kodierung (ISO-8859-1), kann mit vim einfach wie folgt bearbeitet werden:

```
$ vim u-file.txt
```

Dies ist möglich, da die automatische Erkennung der Dateikodierung in vim zunächst von einer UTF-8-Kodierung ausgeht und, falls dies fehlschlägt, latin1 verwendet.

Eine alte polnische Unix-Textdatei "pu-datei.txt", gespeichert in der alten latin2-Kodierung (ISO-8859-2), kann mit vim wie folgt bearbeitet werden:

```
$ vim '+e ++enc=latin2 pu-file.txt'
```

Eine alte japanische Unix-Textdatei "ju-datei.txt", gespeichert in der eucJP-Kodierung, kann mit vim wie folgt bearbeitet werden:

```
$ vim '+e ++enc=eucJP ju-file.txt'
```

Eine alte japanische MS-Windows-Textdatei "jw-datei.txt", gespeichert in der sogenannten Shift-JIS-Kodierung (präziser: CP932), kann mit vim wie folgt bearbeitet werden:

```
$ vim '+e ++enc=CP932 ++ff=dos jw-file.txt'
```

Wenn eine Datei mit den Optionen "++enc" und "++ff" geöffnet wird, speichert ":w" in der Vim-Befehlszeile sie im Originalformat ab und überschreibt die Originaldatei. Sie können auch das zum Speichern zu nutzende Format und den Dateinamen mit angeben, z.B. ":w ++enc=utf8 neu.txt".

Bitte lesen Sie den Abschnitt zum "Multi-byte text support" (mbyte.txt) in der vim-Online-Hilfe sowie Tabelle [11.2](#) für Infos, welche Locale-Werte mit der "++enc"-Option genutzt werden können.

Die emacs-Programmfamilie bietet ähnliche Funktionalitäten.

### 11.1.7 Extrahieren von reinem Text

Folgender Befehl liest eine Webseite in eine Textdatei ein. Das ist sehr nützlich, wenn Sie Konfigurationsbeispiele aus dem Web kopieren oder grundlegende Unix-Textbearbeitungswerkzeuge wie [grep\(1\)](#) auf den Inhalt der Webseite anwenden möchten.

```
$ w3m -dump https://www.remote-site.com/help-info.html >textfile
```

Ähnlich dazu können Sie reine Textdaten wie folgt aus anderen Formaten extrahieren:

### 11.1.8 Hervorheben und Formatieren von reinen Textdaten

Reine Textdaten können mit folgenden Befehlen hervorgehoben und formatiert werden:

## 11.2 XML-Daten

Die [Extensible Markup Language \(XML\)](#) ist eine Markup-Sprache für Dokumente mit Strukturinformationen.

Einführende Informationen finden Sie unter [XML.COM](#):

- ["Was ist XML? \(englisch\)"](#)
  - ["Was ist XSLT? \(englisch\)"](#)
  - ["Was ist XSL-FO? \(englisch\)"](#)
  - ["Was ist XLink? \(englisch\)"](#)
-

| Paket     | Popcon         | Größe | Schlüsselwort      | Funktion                                                        |
|-----------|----------------|-------|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| w3m       | V:10, I:134    | 2853  | html → text        | HTML-zu-Text-Konvertierung mit dem Befehl "w3m -dump"           |
| html2text | V:3, I:68      | 298   | html → text        | fortgeschrittener HTML-zu-Text-Konvertierer (ISO 8859-1)        |
| lynx      | V:29, I:448    | 2031  | html → text        | HTML-zu-Text-Konvertierung mit dem Befehl "lynx -dump"          |
| elinks    | V:3, I:16      | 1791  | html → text        | HTML-zu-Text-Konvertierung mit dem Befehl "elinks -dump"        |
| links     | V:2, I:21      | 2321  | html → text        | HTML-zu-Text-Konvertierung mit dem Befehl "links -dump"         |
| links2    | V:0.8, I:8.6   | 5466  | html → text        | HTML-zu-Text-Konvertierung mit dem Befehl "links2 -dump"        |
| catdoc    | V:15, I:170    | 682   | MSWord → text, TeX | Konvertierung von MSWord-Dateien in reinen Text oder TeX        |
| antiword  | V:0.9, I:6.7   | 587   | MSWord → text, ps  | Konvertierung von MSWord-Dateien in reinen Text oder PostScript |
| unhtml    | V:0.05, I:0.49 | 40    | html → text        | Entfernen der Markups (Markierungen) aus einer HTML-Datei       |
| odt2txt   | V:1, I:20      | 60    | odt → text         | Konvertierung von OpenDocument-Text in reinen Text              |

Tabelle 11.5: Liste von Werkzeugen zum Extrahieren von reinen Textdaten

| Paket            | Popcon         | Größe  | Schlüsselwort | Beschreibung                                                                                                                                         |
|------------------|----------------|--------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| vim-runtime      | V:18, I:360    | 38849  | Hervorheben   | Vim-Macro zur Konvertierung von Quellcode nach HTML (mit ":source \$VIMRUNTIME/syntax/html.vim")                                                     |
| cxref            | V:0.01, I:0.23 | 1191   | c → html      | Konvertierung eines C-Programms nach Latex und HTML (C-Sprache)                                                                                      |
| src2tex          | V:0.02, I:0.16 | 1799   | Hervorheben   | Konvertierung von vielen Quellcode-Formaten nach TeX (C-Sprache)                                                                                     |
| source-highlight | V:0.4, I:3.1   | 2131   | Hervorheben   | Konvertierung von vielen Quellcode-Formaten nach HTML, XHTML, LaTeX, Texinfo, ANSI-Color-Escape-Sequenzen und DocBook-Dateien mit Hervorhebung (C++) |
| highlight        | V:0.4, I:3.1   | 1412   | Hervorheben   | Konvertierung von vielen Quellcode-Formaten nach HTML, XHTML, RTF, LaTeX, TeX oder XSL-FO-Dateien mit Hervorhebung (C++)                             |
| grc              | V:0.9, I:5.9   | 208    | text → color  | grundlegender Einfärber für alles (Python)                                                                                                           |
| pandoc           | V:10, I:46     | 209102 | text → any    | grundlegender Markup-Konvertierer (Haskell)                                                                                                          |
| python3-docutils | V:11, I:50     | 2013   | text → any    | reStructuredText-Dokument-Formatierer nach XML (Python)                                                                                              |
| markdown         | V:0.4, I:6.1   | 56     | text → html   | Markdown: Textdokument-Konvertierer in (X)HTML (Perl)                                                                                                |
| asciidoc         | V:0.4, I:5.0   | 101    | text → any    | AsciiDoc: Textdokument-Konvertierer in XML/HTML (Ruby)                                                                                               |
| python3-sphinx   | V:6, I:25      | 3234   | text → any    | auf reStructured Text basierendes Dokumenten-Publikationssystem (Python)                                                                             |
| hugo             | V:0.8, I:5.3   | 66736  | text → html   | auf Markdown basierendes Static-Site Publikationssystem (Go)                                                                                         |

Tabelle 11.6: Liste von Werkzeugen für Hervorhebung/Formatierung von Textdaten

### 11.2.1 Grundlegende Hinweise für XML

Ein XML-Text sieht ein wenig wie [HTML](#) aus. XML ermöglicht es uns, verschiedene Ausgabeformate für ein und dasselbe Dokument zu verwalten. Ein einfaches XML-System ist `docbook - xsl`, das auch für dieses Dokument verwendet wird.

Jede XML-Datei beginnt mit einer Standard-XML-Deklaration wie der folgenden:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

Die grundlegende Syntax für ein XML-Element ist wie folgt gekennzeichnet:

```
<name attribute="value">content</name>
```

Die Kurzform für ein XML-Element mit leerem Inhalt ist wie folgt:

```
<name attribute="value" />
```

Das "attribute="Wert"" in obigen Beispielen ist optional.

Ein Kommentar-Abschnitt wird in XML wie folgt gekennzeichnet:

```
<!-- comment -->
```

Anders als beim Hinzufügen von Markierungen (Markups) erfordert XML minimale Konvertierungen am Inhalt, um vordefinierte Entitäten für die folgenden Zeichen zu nutzen:

| vordefinierte Entität   | Zeichen, in das konvertiert werden soll |
|-------------------------|-----------------------------------------|
| <code>&amp;quot;</code> | " (Anführungszeichen)                   |
| <code>&amp;apos;</code> | ' (Apostroph)                           |
| <code>&amp;lt;</code>   | < (kleiner-als)                         |
| <code>&amp;gt;</code>   | > (größer-als)                          |
| <code>&amp;amp;</code>  | & (kaufmännisches Und)                  |

Tabelle 11.7: Liste von vordefinierten Entitäten für XML



#### Achtung

"<" oder "&" können nicht in Attributen oder Elementen verwendet werden.

#### Anmerkung

Wenn anwenderdefinierte Entitäten im SGML-Stil verwendet werden, wie z.B. "&irgendein-begriff;", wird die erste Definition gegenüber darauffolgenden bevorzugt. Die Entität wird in Form von "<!ENTITY irgendein-begriff "Wert der Entität">" definiert.

#### Anmerkung

Solange die XML-Markierungen konsistent mit einer bestimmten Art von Namen für diese Markierungen (entweder Daten als Inhalt oder Attributwert) ausgeführt sind, ist die Konvertierung in eine andere XML-Form mittels [Extensible Stylesheet Language Transformations \(XSLT\)](#) eine banale Aufgabe.

### 11.2.2 XML-Verarbeitung

Es gibt viele Werkzeuge zur Verarbeitung von XML-Dateien, wie z.B. die [Extensible Stylesheet Language \(XSL\)](#).

Grundsätzlich ist es so, dass Sie eine korrekt formatierte XML-Datei mittels [Extensible Stylesheet Language Transformation \(XSLT\)](#) in jegliches Format umwandeln können.

[Extensible Stylesheet Language for Formatting Objects \(XSL-FO\)](#) ist eine Lösung zur Formatierung. Das fop-Paket ist (aufgrund seiner Abhängigkeit zur [Java-Programmiersprache](#)) neu in Debians main-Archiv. Daher wird im Allgemeinen LaTeX-Code mittels XSLT aus XML erstellt und das LaTeX-System dann verwendet, um druckfähige Dateien wie DVI, PostScript oder PDF zu erzeugen.

| Paket                       | Popcon         | Größe | Schlüsselwort | Beschreibung                                                                                           |
|-----------------------------|----------------|-------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">docbook-xml</a> | V:15, I:404    | 2126  | xml           | XML-Dokumententyp-Definition (DTD) für DocBook                                                         |
| <a href="#">docbook-xsl</a> | V:14, I:145    | 14823 | xml/xslt      | XSL-Stylesheets (Stilvorlagen), um DocBook-XML mittels XSLT in verschiedene Ausgabeformate umzuwandeln |
| <a href="#">xsltproc</a>    | V:15, I:72     | 83    | xslt          | XSLT-Befehlszeilen-Prozessor (XML → XML, HTML, reinen Text usw.)                                       |
| <a href="#">xmlto</a>       | V:0.5, I:8.8   | 124   | xml/xslt      | XML-nach-alles-Konvertierer mit XSLT                                                                   |
| <a href="#">fop</a>         | V:0.6, I:7.6   | 281   | xml/xsl-fo    | Docbook-XML-Dateien nach PDF konvertieren                                                              |
| <a href="#">dblatex</a>     | V:0.9, I:5.9   | 4636  | xml/xslt      | DocBook-Dateien mittels XSLT nach DVI, PostScript und PDF konvertieren                                 |
| <a href="#">dbtoepub</a>    | V:0.05, I:0.58 | 37    | xml/xslt      | DocBook-XML-nach-epub-Konvertierer                                                                     |

Tabelle 11.8: Liste von XML-Werkzeugen

Da XML eine Untermenge der [Standard Generalized Markup Language \(SGML\)](#) ist, kann es mit den umfangreichen Werkzeugen, die für SGML verfügbar sind (wie der [Document Style Semantics and Specification Language \(DSSSL\)](#)) verarbeitet werden.

| Paket                         | Popcon       | Größe | Schlüsselwort | Beschreibung                                                                                                                             |
|-------------------------------|--------------|-------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">openjade</a>      | V:1, I:22    | 1066  | dsssl         | ISO/IEC 10179:1996 - standardkonformer DSSSL-Prozessor (aktuell)                                                                         |
| <a href="#">docbook-dsssl</a> | V:0.5, I:8.0 | 2594  | xml/dsssl     | DSSSL-Stylesheets (Stilvorlagen), um DocBook-XML mittels DSSSL in verschiedene Ausgabeformate umzuwandeln                                |
| <a href="#">docbook-utils</a> | V:0.3, I:5.7 | 287   | xml/dsssl     | Werkzeuge für DocBook-Dateien (inklusive Konvertierung in andere Formate (HTML, RTF, PS, man, PDF) mit DSSSL mittels docbook2*-Befehlen) |

Tabelle 11.9: Liste von DSSSL-Werkzeugen

#### Tipp

[GNOMEs](#) `ye lp` ist manchmal praktisch, da es [DocBook](#)-XML-Dateien ohne Konvertierung direkt vernünftig darstellen kann.

### 11.2.3 Extrahierung von XML-Daten

Sie können HTML- oder XML-Daten mit folgenden Programmen aus anderen Formaten extrahieren:

| Paket                     | Popcon       | Größe | Schlüsselwort        | Beschreibung                                                                        |
|---------------------------|--------------|-------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">man2html</a>  | V:0.1, I:1.3 | 142   | manpage<br>→ html    | Konvertierer von Handbuchseite (manpage) nach HTML (CGI-Unterstützung)              |
| <a href="#">doclifter</a> | I:0.04       | 487   | troff → xml          | Konvertierer von troff nach DocBook XML                                             |
| <a href="#">texi2html</a> | V:0.2, I:2.9 | 1847  | texi → html          | Konvertierer von Texinfo nach HTML                                                  |
| <a href="#">info2www</a>  | V:0.9, I:1.5 | 76    | info → html          | Konvertierer von GNU info nach HTML (CGI-Unterstützung)                             |
| <a href="#">wv</a>        | V:0.2, I:2.5 | 733   | MSWord →<br>alle     | Dokumentenkonvertierer von Microsoft Word nach HTML, LaTeX usw.                     |
| <a href="#">unrtf</a>     | V:0.3, I:3.0 | 159   | rtf → html           | Dokumentenkonvertierer von RTF nach HTML usw.                                       |
| <a href="#">wp2x</a>      | I:0.09       | 200   | WordPerfect<br>→ any | WordPerfect-5.0- und -5.1-Dateien nach TeX, LaTeX, troff, GML und HTML konvertieren |

Tabelle 11.10: Liste von Werkzeugen zur Extrahierung von XML-Daten

### 11.2.4 XML Lint

HTML-Dateien (nicht-XML) können Sie nach XHTML konvertieren, was eine Instanz von korrekt formatiertem XML ist. XHTML kann von XML-Werkzeugen verarbeitet werden.

Die Syntax von XML-Dateien und die Gültigkeit von enthaltenen URLs können geprüft werden.

| Paket                         | Popcon            | Größe | Funktion              | Beschreibung                                                                                        |
|-------------------------------|-------------------|-------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">libxml2-utils</a> | V:60, I:210       | 211   | xml ↔ html<br>↔ xhtml | Befehlszeilen-XML-Werkzeug mit <a href="#">xmllint(1)</a> (Syntaxüberprüfung, Neuformatierung, ...) |
| <a href="#">tidy</a>          | V:0.8, I:7.5      | 79    | xml ↔ html<br>↔ xhtml | HTML-Syntaxüberprüfung und Neuformatierung                                                          |
| <a href="#">weblint-perl</a>  | V:0.05,<br>I:0.96 | 32    | lint                  | Ein Syntax- und (Minimal-)Stil-Prüfprogramm für HTML                                                |
| <a href="#">linklint</a>      | V:0.06,<br>I:0.49 | 343   | Link-<br>Prüfung      | Schneller Linkchecker und Werkzeug für die Webseitenpflege                                          |

Tabelle 11.11: Liste von XML-Druck-Werkzeugen

Sobald eine saubere XML-Basis generiert wurde, können Sie die XSLT-Technologie nutzen, um Daten basierend auf dem Markup-Kontext zu extrahieren usw.

## 11.3 Textsatz

Das Unix-Programm [troff](#), ursprünglich von AT&T entwickelt, kann für einfachen Textsatz verwendet werden. Es wird normalerweise genutzt, um Handbuchseiten (manpages) zu erzeugen.

[TeX](#), entwickelt von Donald Knuth, ist ein sehr leistungsfähiges Textsatz-Werkzeug und der De-Facto-Standard. [LaTeX](#) (ursprünglich geschrieben von Leslie Lamport) ermöglicht einen sehr hochentwickelten Zugriff auf die Fähigkeiten von TeX.

### 11.3.1 roff-Textsatz

Traditionell ist [roff](#) das Haupt-Unix-System zur Textverarbeitung. Lesen Sie [roff\(7\)](#), [groff\(7\)](#), [groff\(1\)](#), [grotty\(1\)](#), [troff\(1\)](#), [groff\\_mdcc\(7\)](#), [groff\\_man\(7\)](#), [groff\\_ms\(7\)](#), [groff\\_me\(7\)](#), [groff\\_mm\(7\)](#) und "info groff".

Sie bekommen eine gute Einführung und Referenz zum "-me"-[Makro](#) in "/usr/share/doc/groff/", wenn Sie das groff-Paket installiert haben.

| Paket                    | Popcon       | Größe | Schlüsselwort | Beschreibung                                |
|--------------------------|--------------|-------|---------------|---------------------------------------------|
| <a href="#">texlive</a>  | V:1, I:27    | 55    | (La)TeX       | TeX-System für Textsatz, Vorschau und Druck |
| <a href="#">lilypond</a> | V:0.6, I:5.7 | 16924 | (La)TeX       | Notensatzprogramm                           |
| <a href="#">groff</a>    | V:2, I:24    | 16514 | troff         | GNU troff Textformatierungs-System          |

Tabelle 11.12: Liste von Textsatz-Werkzeugen

**Tipp**

"groff -Tascii -me -" erzeugt reinen Text mit [ANSI-Escape-Sequenzen](#). Wenn Sie eine Ausgabe ähnlich zu den Handbuchseiten mit vielen "^H" und "\_" möchten, verwenden Sie stattdessen "GROFF\_NO\_SGR=1 groff -Tascii -me -".

**Tipp**

Um "^H" und "\_" aus einer mit groff erzeugten Textdatei zu entfernen, filtern Sie diese mit "col -b -x".

### 11.3.2 TeX/LaTeX

Die [TeX Live](#)-Software-Distribution stellt ein vollständiges TeX-System bereit. Das texlive-Metapaket enthält eine sinnvolle Auswahl von [TeX Live](#)-Paketen, die für die meisten Aufgaben ausreichend sein sollten.

Es gibt viele Ressourcen für [TeX](#) und [LaTeX](#):

- [The teTeX HOWTO: The Linux-teTeX Local Guide](#);
- [tex\(1\)](#);
- [latex\(1\)](#);
- [texdoc\(1\)](#);
- [texdoctk\(1\)](#);
- "The TeXbook", von Donald E. Knuth (Addison-Wesley);
- "LaTeX - A Document Preparation System", von Leslie Lamport (Addison-Wesley);
- "The LaTeX Companion", von Goossens, Mittelbach, Samarin (Addison-Wesley).

TeX/LaTeX ist die leistungsfähigste Textsatz-Umgebung. Viele [SGML](#)-Prozessoren nutzen es im Hintergrund zur Textverarbeitung. [Lyx](#) aus dem lyx-Paket sowie [GNU TeXmacs](#) aus dem texmacs-Paket bieten eine nette [WYSIWYG](#)-Umgebung zum Editieren von [LaTeX](#)-Dokumenten, zu der viele Leute [Emacs](#) oder [Vim](#) als Quelltext-Editor wählen.

Es sind viele Online-Ressourcen verfügbar:

- The TEX Live Guide - TEX Live 2007 ("[/usr/share/doc/texlive-doc-base/english/texlive-en/live.html](#)" aus dem texlive-doc-base-Paket);
- [A Simple Guide to Latex/Lyx](#);
- [Word Processing Using LaTeX](#);

Wenn die Dokumente größer werden, kann TeX eventuell Fehler verursachen. Sie müssen dann die Pool-Größe in "[/etc/texmf/texmf.cnf](#)" erhöhen (oder editieren Sie besser "[/etc/texmf/texmf.d/95NonPath](#)" und führen [update-texmf\(8\)](#) aus), um dieses Problem zu beheben.

**Anmerkung**

Der TeX-Quelltext von "The TeXbook" ist auf der [www.ctan.org](http://www.ctan.org) [Tex-Archiv-Seite](#) für [texbook.tex](#) verfügbar. Diese Datei enthält die meisten der benötigten Makros. Ich habe gehört, dass Sie dieses Dokument mit [tex\(1\)](#) verarbeiten können, wenn Sie die Zeilen 7 - 10 auskommentieren und "`\input manmac \proofmodefalse`" hinzufügen. Es wird dringend empfohlen, dass Sie dieses Buch (wie auch alle anderen Bücher von Donald E. Knuth) kaufen, statt die Online-Version zu lesen, aber der Quelltext ist ein tolles Beispiel für TeX-Eingaben!

**11.3.3 Schöner Ausdruck einer Handbuchseite**

Sie können eine Handbuchseite (manpage) in PostScript mit einem der folgenden Befehle schön ausdrucken:

```
$ man -Tps some_manpage | lpr
```

**11.3.4 Erstellen einer Handbuchseite**

Obwohl es möglich ist, eine Handbuchseite (manpage) in reinem [troff](#)-Format zu schreiben, gibt es auch einige Pakete mit Hilfsprogrammen zur Erstellung einer Handbuchseite:

| Paket                          | Popcon         | Größe | Schlüsselwort  | Beschreibung                                             |
|--------------------------------|----------------|-------|----------------|----------------------------------------------------------|
| <a href="#">docbook-to-man</a> | V:0.5, I:5.7   | 189   | SGML → manpage | Konvertierer vom DocBook-SGML-Format in roff-man-Makros  |
| <a href="#">help2man</a>       | V:0.5, I:6.4   | 542   | text → manpage | Automatisch Handbuchseiten aus --help-Ausgabe generieren |
| <a href="#">info2man</a>       | V:0.02, I:0.21 | 134   | info → manpage | Konvertierer von GNU-info-Dateien nach POD oder Manpage  |
| <a href="#">txt2man</a>        | V:0.05, I:0.66 | 112   | text → manpage | Einfachen ASCII-Text in das Manpage-Format umwandeln     |

Tabelle 11.13: Liste von Paketen, die bei der Erstellung einer Handbuchseite helfen

**11.4 Druckfähige Daten**

Druckfähige Daten werden im Debian-System im [PostScript](#)-Format dargestellt. [CUPS \(Common Unix Printing System\)](#) verwendet Ghostscript als Rasterizer-Backend-Programm für Drucker, die selbst kein PostScript interpretieren können.

Druckfähige Daten können im aktuellen Debian-System auch im [PDF](#)-Format angezeigt werden.

Zum Anzeigen von PDF-Dateien und Ausfüllen von Formulardaten in diesen Dateien können Werkzeuge wie [Evince](#) und [Okular](#) verwendet werden (siehe Abschnitt 7.4), sowie auch moderne Browser wie [Chromium](#).

Mit grafischen Programmen wie [LibreOffice](#), [Scribus](#) und [Inkscape](#) können Sie PDF-Dateien auch bearbeiten (siehe dazu Abschnitt 11.6).

**Tipp**

Sie können eine PDF-Datei mit [GIMP](#) einlesen und in das [PNG](#)-Format konvertieren; nutzen Sie dazu eine Auflösung größer als 300 dpi. Dies kann dann als Hintergrundbild für [LibreOffice](#) genutzt werden, um so mit minimalem Aufwand einen nach Wunsch angepassten Ausdruck zu erstellen.



### 11.4.1 Ghostscript

Der Kern der Verarbeitung von druckfähigen Daten ist ein [Ghostscript-PostScript \(PS\)](#)-Interpreter, der ein Raster-Image erzeugt.

| Paket                               | Popcon       | Größe | Beschreibung                                                                               |
|-------------------------------------|--------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">ghostscript</a>         | V:181, I:559 | 177   | der <a href="#">GPL Ghostscript-PostScript/PDF-Interpreter</a>                             |
| <a href="#">ghostscript-x</a>       | V:0, I:14    | 88    | GPL Ghostscript-PostScript/PDF-Interpreter - Unterstützung für Anzeige unter X             |
| <a href="#">libpoppler162</a>       | V:1.2, I:3.1 | 5313  | Bibliothek zur PDF-Darstellung, Abspaltung von dem PDF-Anzeigeprogramm xpdf                |
| <a href="#">libpoppler-glib8t64</a> | V:73, I:307  | 612   | Bibliothek zur PDF-Darstellung (Laufzeitbibliothek auf Basis von GLib)                     |
| <a href="#">poppler-data</a>        | V:169, I:580 | 13086 | CMaps für Bibliothek zur PDF-Darstellung (für <a href="#">CJK</a> -Unterstützung: Adobe-*) |

Tabelle 11.14: Liste von Ghostscript-PostScript-Interpretern

#### Tipp

"gs -h" zeigt die Konfiguration von Ghostscript an.

### 11.4.2 Zwei PS- oder PDF-Dateien zusammenführen

Sie können zwei [PostScript \(PS\)](#)- oder [Portable Document Format \(PDF\)](#)-Dateien mit dem [gs\(1\)](#)-Befehl von Ghostscript zusammenführen:

```
$ gs -q -dNOPAUSE -dBATCH -sDEVICE=pswrite -sOutputFile=bla.ps -f foo1.ps foo2.ps
$ gs -q -dNOPAUSE -dBATCH -sDEVICE=pdfwrite -sOutputFile=bla.pdf -f foo1.pdf foo2.pdf
```

#### Anmerkung

[PDF](#), ein plattform-unabhängiges Datenformat für druckfähige Daten, ist im Grunde ein komprimiertes [PS](#)-Format mit einigen zusätzlichen Funktionalitäten und Erweiterungen.

#### Tipp

Auf der Befehlszeile sind [psmerge\(1\)](#) und andere Befehle aus dem [psutils](#)-Paket sehr nützlich zur Bearbeitung von PostScript-Dokumenten. [pdftk\(1\)](#) aus dem [pdftk](#)-Paket ist ebenfalls praktisch, um PDF-Dokumente zu bearbeiten.

### 11.4.3 Werkzeuge für druckfähige Daten

Folgende Pakete mit Werkzeugen für druckfähige Daten sind mir ins Auge gestochen:

### 11.4.4 Drucken mit CUPS

Die beiden vom [Common Unix Printing System \(CUPS\)](#) angebotenen Befehle [lp\(1\)](#) und [lpr\(1\)](#) bieten Optionen, um das Drucken von druckfähigen Daten spezifisch anzupassen.

Mit einem der folgenden Befehle können Sie drei Kopien einer Datei auf einmal ausdrucken:

| Paket                         | Popcon            | Größe | Schlüsselwort         | Beschreibung                                                                                                                        |
|-------------------------------|-------------------|-------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">poppler-utils</a> | V:156,<br>I:471   | 804   | pdf →<br>ps,text,...  | PDF-Hilfsprogramme: pdftops, pdfinfo, pdfimages, pdftotext, pdffonts                                                                |
| <a href="#">psutils</a>       | V:4, I:50         | 34    | ps → ps               | Werkzeuge zur Konvertierung von PostScript-Dokumenten                                                                               |
| <a href="#">poster</a>        | V:0.1, I:1.8      | 57    | ps → ps               | Erzeugen großer Poster aus PostScript-Seiten                                                                                        |
| <a href="#">enscript</a>      | V:1, I:11         | 2138  | text →<br>ps,html,rtf | Konvertieren von ASCII-Text nach PostScript, HTML, RTF oder Pretty-Print                                                            |
| <a href="#">a2ps</a>          | V:1.0, I:7.0      | 4109  | text → ps             | 'Anything to PostScript'-Konvertierer (jegliches nach PostScript) und Pretty-Printer                                                |
| <a href="#">pdftk</a>         | V:1, I:21         | 28    | pdf → pdf             | Werkzeug zur Konvertierung von PDF-Dokumenten: pdftk                                                                                |
| <a href="#">html2ps</a>       | V:0.1, I:1.8      | 256   | html → ps             | Konvertierer von HTML nach PostScript                                                                                               |
| <a href="#">gnuhtml2latex</a> | V:0.02,<br>I:0.63 | 26    | html →<br>latex       | Konvertierer von HTML nach LaTeX                                                                                                    |
| <a href="#">latex2rtf</a>     | V:0.1, I:1.6      | 495   | latex → rtf           | Konvertieren von Dokumenten von LaTeX nach RTF, die dann von MS Word gelesen werden können                                          |
| <a href="#">ps2eps</a>        | V:2, I:32         | 95    | ps → eps              | Konvertierer von PostScript nach EPS (Encapsulated PostScript)                                                                      |
| <a href="#">e2ps</a>          | V:0.01,<br>I:0.12 | 104   | text → ps             | Text-nach-PostScript-Konvertierer mit Unterstützung für japanische Zeichenkodierung                                                 |
| <a href="#">impose+</a>       | V:0.1, I:1.5      | 118   | ps → ps               | PostScript-Hilfsprogramme                                                                                                           |
| <a href="#">trueprint</a>     | V:0.01,<br>I:0.07 | 148   | text → ps             | Viele Quellformate (C, C++, Java, Pascal, Perl, Pike, Sh und Verilog) nach PostScript konvertieren mittels Pretty-Print (C-Sprache) |
| <a href="#">pdf2svg</a>       | V:0.2, I:3.0      | 33    | pdf → svg             | Konvertierer von PDF in das <a href="#">Scalable Vector Graphics</a> -Format                                                        |
| <a href="#">pdftoipe</a>      | V:0.01,<br>I:0.46 | 69    | pdf → ipe             | Konvertierer von PDF in IPE's XML-Format                                                                                            |

Tabelle 11.15: Liste von Werkzeugen für druckfähige Daten

```
$ lp -n 3 -o Collate=True filename
```

```
$ lpr -#3 -o Collate=True filename
```

Druckoperationen können über Optionen für den Drucker noch weitgehender angepasst werden, z.B. mit "-o number-up=2", "-o page-set=even", "-o page-set=odd", "-o scaling=200", "-o natural-scaling=200" usw. Diese Optionen sind dokumentiert unter [Command-Line Printing and Options](#) (wenn Sie CUPS installiert haben).

## 11.5 Konvertierung von Mail-Daten

Folgende Pakete für die Konvertierung von Mail-Daten sind mir aufgefallen:

| Paket                     | Popcon       | Größe | Schlüsselwort | Beschreibung                                                                                                                                                                          |
|---------------------------|--------------|-------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">sharutils</a> | V:2, I:28    | 1436  | mail          | <a href="#">shar(1)</a> , <a href="#">unshar(1)</a> , <a href="#">uuencode(1)</a> , <a href="#">uudecode(1)</a>                                                                       |
| <a href="#">mpack</a>     | V:0.8, I:8.0 | 109   | MIME          | Kodieren und Dekodieren von MIME-Nachrichten: <a href="#">mpack(1)</a> und <a href="#">munpack(1)</a>                                                                                 |
| <a href="#">tnef</a>      | V:0.3, I:4.0 | 103   | ms-tnef       | Auspacken von MIME-Anhängen des Typs "application/ms-tnef" (ein nur von Microsoft verwendetes Format)                                                                                 |
| <a href="#">uudeview</a>  | V:0.2, I:1.8 | 105   | mail          | Kodieren und Dekodieren folgender Formate: <a href="#">uuencode</a> , <a href="#">xxencode</a> , <a href="#">BASE64</a> , <a href="#">quoted printable</a> und <a href="#">BinHex</a> |

Tabelle 11.16: Liste von Paketen zur Konvertierung von Mail-Daten

### Tipp

Ein [Internet Message Access Protocol](#)-Server der Version 4 (IMAP4) kann verwendet werden, um Mails von proprietären Mail-Systemen zu exportieren; dazu muss der Mail-Client (z.B. unter Windows) so konfiguriert werden, dass er den auf dem Debian-System laufenden IMAP4-Server nutzt.

### 11.5.1 Grundlagen zu Mail-Daten

Mail-Daten ([SMTP](#)) sollten auf eine Abfolge von 7-Bit-Zeichen beschränkt werden. Daher werden Binärdaten und 8-Bit-Textdaten über [Multipurpose Internet Mail Extensions \(MIME\)](#) und die Auswahl des Zeichensatzes (lesen Sie dazu Tabelle [11.2](#)) im 7-Bit-Format kodiert.

Das Standardformat zum Speichern von Mails ist mbox gemäß [RFC2822 \(aktualisiertes RFC822\)](#). Näheres dazu in [mbox\(5\)](#) (aus dem mutt-Paket).

Für europäische Sprachen wird normalerweise "Content-Transfer-Encoding: quoted-printable" mit dem ISO-8859-1-Zeichensatz bei Mails verwendet, da es dabei nicht viele 8-Bit-Zeichen gibt. Wenn europäischer Text in UTF-8 kodiert ist, wird dabei voraussichtlich "Content-Transfer-Encoding: quoted-printable" benutzt, da es überwiegend 7-Bit-Zeichen sind.

Für Japanisch wird gewöhnlich "Content-Type: text/plain; charset=ISO-2022-JP" bei Mails verwendet, um den Text im 7-Bit-Format zu halten. Ältere Microsoft-Systeme könnten jedoch Mail-Daten in Shift-JIS versenden, ohne dies korrekt zu deklarieren. Wenn japanischer Text in UTF-8 kodiert ist, wird dabei voraussichtlich [Base64](#) benutzt, da dabei viele 8-Bit-Zeichen enthalten sind. Die Situation bei anderen asiatischen Sprachen ist ähnlich.

**Anmerkung**

Falls Sie mit einer Debian-fremden Client-Software auf Ihre nicht-Unix-Mail-Daten zugreifen können und dieser Client auch mit einem IMAP4-Server kommunizieren kann, können Sie die Mails von dem Fremdsystem herunterladen, indem Sie einen eigenen IMAP4-Server laufen lassen.

**Anmerkung**

Nutzen Sie andere Formate zur Speicherung Ihrer Mails, ist die Umstellung auf das mbox-Format ein guter erster Schritt. Ein vielseitiges Client-Programm wie z.B. [mutt\(1\)](#) kann dabei nützlich sein.

Sie können den Inhalt einer Mailbox auf einzelne Nachrichten aufsplitten, indem Sie [procmail\(1\)](#) und [formail\(1\)](#) verwenden.

Jede Mail kann mittels [munpack\(1\)](#) aus dem mpack-Paket (oder mit anderen spezialisierten Werkzeugen) entpackt werden, um die MIME-kodierten Inhalte zu erhalten.

## 11.6 Werkzeuge für Grafikdaten

Obwohl grafische GUI-Programme wie [gimp\(1\)](#) sehr leistungsfähig sind, können auch Befehlszeilenwerkzeuge wie [imagemagick\(1\)](#) nützlich sein, um automatisierte Bildbearbeitung über Skripte durchzuführen.

Der De-Facto-Standard für Bilddateien von Digitalkameras ist das [Exchangeable Image File Format](#) (EXIF); dies entspricht dem [JPEG](#)-Dateiformat mit zusätzlichen Metainformationen. Es kann auch Informationen wie Datum, Zeit und Kameraeinstellungen speichern.

Das Patent zur [verlustlosen Datenkompression mit dem Lempel-Ziv-Welch-\(LZW-\)Algorithmus](#) ist abgelaufen. [Graphics Interchange Format \(GIF\)](#)-Werkzeuge, die die LZW-Kompressionsmethode nutzen, sind jetzt frei im Debian-System verfügbar.

**Tipp**

Alle Digitalkameras oder Scanner mit Wechseldatenträgern als Speichermedium funktionieren unter Linux über [USB-Speicher](#)-Lesegeräte, da sie die [Design-Regeln für Kamera-Dateisysteme](#) befolgen und [FAT](#) als Dateisystem verwenden. Näheres finden Sie in Abschnitt [10.1.7](#).

### 11.6.1 Werkzeuge für Grafikdaten (Metapaket)

Die folgenden Metapakete sind ein guter Startpunkt, wenn Sie mit [aptitude\(8\)](#) nach Grafikprogrammen suchen. "[Packages overview for Debian PhotoTools Maintainers](#)" kann ein anderer Ansatz sein.

| Paket                                    | Popcon | Größe | Schlüsselwort  | Beschreibung                                   |
|------------------------------------------|--------|-------|----------------|------------------------------------------------|
| <a href="#">education-graphics</a>       | 1:0.34 | 25    | svg, jpeg, ... | Metapaket zum Lehren von Grafik- und Fotokunst |
| <a href="#">open-font-design-toolkit</a> | 1:0.06 | 9     | ttf, ps, ...   | Metapaket für Open-font-Design                 |

Tabelle 11.17: Liste von Werkzeugen für Grafikdaten (Metapaket)

**Tipp**

Weitere Werkzeuge zur Bildbearbeitung finden Sie mit dem regulären Ausdruck "`~Gworks-with::image`" in [aptitude\(8\)](#) (lesen Sie dazu Abschnitt [2.2.6](#)).

### 11.6.2 Werkzeuge für Grafikdaten (GUI)

Folgende Pakete zur Konvertierung, Bearbeitung und Organisation von grafischen Daten via GUI sind mir aufgefallen:

| Paket                            | Popcon         | Größe  | Schlüsselwort          | Beschreibung                                                                        |
|----------------------------------|----------------|--------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">gimp</a>             | V:41, I:214    | 32779  | image(bitmap)          | GNU Image Manipulation Program (GIMP)                                               |
| <a href="#">xsane</a>            | V:8, I:129     | 1512   | image(bitmap)          | GTK-basierte X11-Oberfläche für das Scanner-Programm SANE (Scanner Access Now Easy) |
| <a href="#">scribus</a>          | V:1, I:12      | 32415  | ps/pdf/SVG/...         | <a href="#">Scribus</a> DTP-Editor                                                  |
| <a href="#">libreoffice-draw</a> | V:91, I:414    | 11209  | image(vector)          | LibreOffice Office-Programm - Zeichnen                                              |
| <a href="#">inkscape</a>         | V:11, I:76     | 113353 | image(vector)          | <a href="#">SVG (Scalable Vector Graphics)</a> -Editor                              |
| <a href="#">dia</a>              | V:1, I:15      | 3846   | image(vector)          | Diagramm-Editor (Gtk)                                                               |
| <a href="#">xfig</a>             | V:0.8, I:8.4   | 7951   | image(vector)          | Programm zur interaktiven Erzeugung von Objekten in X11                             |
| <a href="#">gocr</a>             | V:0.4, I:3.8   | 549    | image → text           | freie OCR-Software                                                                  |
| <a href="#">eog</a>              | V:24, I:137    | 10535  | image(Exif)            | Bildbetrachter Eye of GNOME                                                         |
| <a href="#">gthumb</a>           | V:3, I:12      | 5162   | image(Exif)            | Bildbetrachter und -browser (GNOME)                                                 |
| <a href="#">geeqie</a>           | V:3, I:11      | 3135   | image(Exif)            | Bildbetrachter, der GTK verwendet                                                   |
| <a href="#">shotwell</a>         | V:14, I:243    | 6334   | image(Exif)            | Digitalfoto-Organizer (GNOME)                                                       |
| <a href="#">gwenview</a>         | V:39, I:115    | 6000   | image(Exif)            | Bildbetrachter (KDE)                                                                |
| <a href="#">kamera</a>           | I:114          | 992    | image(Exif)            | Unterstützung von Digitalkameras für KDE-Anwendungen                                |
| <a href="#">digikam</a>          | V:1.5, I:8.6   | 325    | image(Exif)            | Digitalfoto-Verwaltung für KDE                                                      |
| <a href="#">darktable</a>        | V:4, I:11      | 35876  | image(Exif)            | virtueller Leuchttisch und Dunkelkammer für Photographen                            |
| <a href="#">hugin</a>            | V:0.4, I:5.7   | 6481   | image(Exif)            | Panorama-Foto-Ersteller                                                             |
| <a href="#">librecad</a>         | V:1, I:12      | 9164   | DXF, ...               | 2D-Editor für computerunterstützte Konstruktion (CAD)                               |
| <a href="#">freecad</a>          | V:1, I:19      | 112    | DXF, ...               | 3D-Editor für computerunterstützte Konstruktion (CAD)                               |
| <a href="#">blender</a>          | V:2, I:19      | 169320 | blend, TIFF, VRML, ... | Editor für 3D-Inhalte (Animationen usw.)                                            |
| <a href="#">mm3d</a>             | V:0.02, I:0.26 | 4123   | ms3d, obj, dxf, ...    | 3D-Modell-Editor auf Basis von OpenGL                                               |
| <a href="#">fontforge</a>        | V:0.5, I:5.8   | 4736   | ttf, ps, ...           | Editor für PS-, TrueType- und OpenType-Schriften                                    |
| <a href="#">xgridfit</a>         | V:0.01, I:0.10 | 878    | ttf                    | Programm zum <a href="#">Gridfitting und Hinting</a> von TrueType-Schriften         |

Tabelle 11.18: Liste von Werkzeugen für Grafikdaten (GUI)

### 11.6.3 Werkzeuge für Grafikdaten (Konsolen-Befehle)

Folgende Pakete zur Konvertierung, Bearbeitung und Organisation von grafischen Daten über Konsolen-Befehle sind mir aufgefallen:

## 11.7 Verschiedene Datenkonvertierungen

Es gibt viele andere Programme zum Konvertieren von Daten. Folgende Pakete habe ich über den regulären Ausdruck "~Guse::converting" in [aptitude\(8\)](#) gefunden (Näheres dazu in Abschnitt 2.2.6):

| Paket                             | Popcon         | Größe | Schlüsselwort          | Beschreibung                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|----------------|-------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">imagemagick</a>       | V:7, I:275     | 81    | image(bitmap)          | Programme zur Bildbearbeitung                                                                                                                                |
| <a href="#">graphicsmagick</a>    | V:1.0, I:8.8   | 5945  | image(bitmap)          | Programme zur Bildbearbeitung (Abspaltung von <a href="#">imagemagick</a> )                                                                                  |
| <a href="#">netpbm</a>            | V:26, I:285    | 8435  | image(bitmap)          | Werkzeuge zur Grafikkonvertierung                                                                                                                            |
| <a href="#">libheif-examples</a>  | V:0.3, I:3.6   | 503   | heif → jpeg(bitmap)    | Konvertieren des <a href="#">High Efficiency Image File Formats (HEIF)</a> in das JPEG-, PNG- oder Y4M-Format mit dem Befehl <a href="#">heif-convert(1)</a> |
| <a href="#">icoutils</a>          | V:3, I:33      | 221   | png ↔ ico(bitmap)      | Konvertieren von <a href="#">MS-Windows-Icons und -Cursor</a> in das und vom PNG-Format ( <a href="#">Favicons</a> )                                         |
| <a href="#">pstoedit</a>          | V:1, I:37      | 1075  | ps/pdf → image(vector) | PostScript- und PDF-Dateien in editierbare Vector-Grafiken (SVG) konvertieren                                                                                |
| <a href="#">libwmf-bin</a>        | V:4, I:81      | 149   | Windows/image(vector)  | Konvertierungswerkzeuge für Windows-Metadaten (Vector-Grafiken)                                                                                              |
| <a href="#">fig2sxd</a>           | V:0.01, I:0.18 | 158   | fig → sxd(vector)      | XFig-Dateien in das OpenOffice.org-Draw-Format konvertieren                                                                                                  |
| <a href="#">unpaper</a>           | V:2, I:17      | 417   | image → image          | Werkzeug zum Nachbearbeiten von eingescannten Seiten für <a href="#">OCR</a>                                                                                 |
| <a href="#">tesseract-ocr</a>     | V:8, I:35      | 2209  | image → text           | freie <a href="#">OCR</a> -Software basierend auf HPs kommerzieller OCR-Engine                                                                               |
| <a href="#">tesseract-ocr-eng</a> | V:8, I:35      | 4032  | image → text           | OCR-Engine-Daten: tesseract-ocr-Sprachdateien für englischen Text                                                                                            |
| <a href="#">ocrad</a>             | V:0.3, I:2.5   | 608   | image → text           | freie OCR-Software                                                                                                                                           |
| <a href="#">exif</a>              | V:3, I:51      | 335   | image(Exif)            | Befehlszeilen-Werkzeug, um EXIF-Informationen von JPEG-Dateien anzuzeigen                                                                                    |
| <a href="#">exiv2</a>             | V:2, I:20      | 429   | image(Exif)            | Werkzeug zur Bearbeitung von Exif-/IPTC-Metadaten                                                                                                            |
| <a href="#">exiftran</a>          | V:1, I:11      | 81    | image(Exif)            | Programm für die Umwandlung der JPEG-Bilder von Digitalkameras                                                                                               |
| <a href="#">exiftags</a>          | V:0.2, I:2.8   | 309   | image(Exif)            | Werkzeug, um Exif-Informationen aus Digitalkamera-JPEG-Dateien auszulesen                                                                                    |
| <a href="#">exifprobe</a>         | V:0.2, I:2.3   | 506   | image(Exif)            | Metadaten aus Digitalbildern auslesen                                                                                                                        |
| <a href="#">dcraw</a>             | V:0.8, I:7.7   | 428   | image(Raw) → ppm       | Dekodierer für Digitalkamerabilder im RAW-Format                                                                                                             |
| <a href="#">findimagedupes</a>    | V:0.1, I:1.1   | 76    | image → fingerprint    | Visuell ähnliche oder doppelte Bilder finden                                                                                                                 |
| <a href="#">ale</a>               | V:0.01, I:0.16 | 850   | image → image          | Bilder zusammenfügen, um die Wiedergabetreue zu erhöhen oder Mosaik zu erzeugen                                                                              |
| <a href="#">imageindex</a>        | V:0.1, I:1.3   | 143   | image(Exif) → html     | Erzeugen von statischen HTML-Galerien aus Bildern                                                                                                            |
| <a href="#">outguess</a>          | V:0.1, I:1.1   | 230   | jpeg,png               | universelles <a href="#">Steganographie</a> -Werkzeug                                                                                                        |
| <a href="#">jpegoptim</a>         | V:0.6, I:6.2   | 59    | jpeg                   | Optimieren von <a href="#">JPEG</a> -Dateien                                                                                                                 |
| <a href="#">optipng</a>           | V:2, I:40      | 187   | png                    | Optimieren von <a href="#">PNG</a> -Dateien, verlustfreie Kompression                                                                                        |
| <a href="#">pngquant</a>          | V:1, I:12      | 62    | png                    | Optimieren von <a href="#">PNG</a> -Dateien, verlustbehaftete Kompression                                                                                    |

Tabelle 11.19: Liste von Werkzeugen für Grafikdaten (Konsolen-Befehle)

| Paket                     | Popcon                    | Größe                 | Schlüsselwort | Beschreibung                                                                                                                                             |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">alien</a>     | <a href="#">V:1, I:13</a> | <a href="#">150</a>   | rpm/tgz → deb | Programm zur Konvertierung von fremden Software-Paketen in das Debian-Paketformat                                                                        |
| <a href="#">freepwing</a> | <a href="#">I:0.02</a>    | <a href="#">447</a>   | EB → EPWING   | Konvertierer von "Electric Book" (beliebt in Japan) in ein separates <a href="#">JIS X 4081</a> -Format (eine Untermenge von <a href="#">EPWING V1</a> ) |
| <a href="#">calibre</a>   | <a href="#">V:7, I:26</a> | <a href="#">69924</a> | alle → EPUB   | E-Book-Konvertierer und Bibliotheksverwaltung                                                                                                            |

Tabelle 11.20: Liste verschiedener Werkzeuge zur Datenkonvertierung

Sie können die Daten aus einem RPM-Archiv auch mit folgendem Befehl extrahieren:

```
$ rpm2cpio file.src.rpm | cpio --extract
```

## Kapitel 12

# Programmierung

Ich gebe hier einige Startimpulse, um Programmierung im Debian-System zumindest so weit zu erlernen, dass der Programmcode aus Debian-Quellpaketen zwecks Fehlersuche nachverfolgt werden kann. Hier einige erwähnenswerte Pakete und dazugehörige Dokumentation:

Handbuchseiten (manpages) sind verfügbar, indem Sie nach Installation der manpages- und manpages-dev-Pakete "man programmname" eingeben. Informationen über GNU-Werkzeuge erhalten Sie über "info programmname" nach Installation der entsprechenden Dokumentationspakete. Sie müssen unter Umständen die Bereiche contrib und non-free des Archivs zusätzlich zu main freigeben, da einige GFDL-Dokumentation als nicht DFSG-frei angesehen wird.

Ziehen Sie bitte die Nutzung eines Versionskontrollsystems in Erwägung, siehe Abschnitt [10.5](#).

**Warnung**

Verwenden Sie nicht "test" als Namen für eine ausführbare Testdatei. "test" ist ein fest integrierter Shell-Builtin.

---

**Achtung**

Sie sollten Software, die direkt aus den Quellen kompiliert wurden, in "/usr/local" oder "/opt" installieren, um Kollisionen mit Systemprogrammen zu vermeiden.

---

**Tipp**

Die [Code-Beispiele zum Erzeugen des Songs "99 Bottles of Beer"](#) sollten Ihnen gute Ideen zu nahezu allen Programmiersprachen liefern.

---

### 12.1 Das Shell-Skript

Das [Shell-Skript](#) ist eine Textdatei mit gesetztem Ausführungsbit und enthält Befehle in der folgenden Form:

```
#!/bin/sh
... command lines
```

Die erste Zeile spezifiziert den Shell-Interpreter, der den Inhalt dieser Datei liest und ausführt.

---



Das Lesen von Shell-Skripten ist der **beste** Weg, um zu verstehen, wie ein Unix-artiges System arbeitet. Ich gebe hier einige Hinweise zur Shell-Programmierung. Lesen Sie "Shell Mistakes" (<https://www.greenend.org.uk/rjk/2001/04/shell.html>), um aus Fehlern zu lernen.

Anders als der interaktive Shell-Modus (lesen Sie Abschnitt 1.5 und Abschnitt 1.6) verwenden Shell-Skripte häufig Parameter, bedingte Ausdrücke und Schleifen.

### 12.1.1 POSIX-Shell-Kompatibilität

Viele Systemskripte können von jeder **POSIX**-konformen Shell (lesen Sie Tabelle 1.13) interpretiert werden.

- Die nicht-interaktive Standard-POSIX-Shell `/usr/bin/sh` ist ein symbolischer Link auf `/usr/bin/dash` und wird von vielen Systemprogrammen genutzt.
- Die interaktive Standard-POSIX-Shell ist `/usr/bin/bash`.

Vermeiden Sie, in Shell-Skripten **Bashisms** oder **Zshisms** (speziell für **Bash** oder **Zsh** angepasste Shell-Befehle) zu verwenden, damit sie auf alle POSIX-Shells portierbar sind. Sie können dies mittels [checkbashisms\(1\)](#) überprüfen.

| Gut: POSIX                                       | Vermeiden: Bashism                                |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <code>if [ "\$foo" = "\$bar" ] ; then ...</code> | <code>if [ "\$foo" == "\$bar" ] ; then ...</code> |
| <code>diff -u datei.c.orig datei.c</code>        | <code>diff -u datei.c{.orig,}</code>              |
| <code>mkdir /foobar /foobaz</code>               | <code>mkdir /foo{bar,baz}</code>                  |
| <code>funktionsname() { ... }</code>             | <code>function funktionsname() { ... }</code>     |
| Oktalformat: <code>"\377"</code>                 | Hexadezimalformat: <code>"\xff"</code>            |

Tabelle 12.1: Liste typischer Bashisms

Der Befehl "echo" muss mit Vorsicht verwendet werden, da seine Implementierung sich zwischen Shell-Builtins und externen Befehlen unterscheidet:

- vermeiden Sie die Verwendung jeglicher Befehlsoptionen außer `-n`;
- vermeiden Sie die Verwendung von Escape-Sequenzen in Zeichenketten, da deren Handhabung unterschiedlich ist.

#### Anmerkung

Obwohl die Option `-n` **nicht** wirklich der POSIX-Syntax entspricht, ist sie grundsätzlich akzeptiert.

#### Tipp

Nutzen Sie den `printf`-Befehl statt "echo", wenn Sie Escape-Sequenzen in auszugebenen Zeichenketten einbetten möchten.

### 12.1.2 Shell-Parameter

Einige spezielle Shell-Parameter werden oft in Shell-Skripten verwendet:

Grundlegende **Parameterauswertungen**, die Sie sich einprägen sollten:

Hierbei ist der Doppelpunkt `:` in allen Operatoren optional:

- **mit** `:` = Operortest für **existiert** und **nicht Null**;
- **ohne** `:` = Operortest nur für **existiert**.

| Shell-Parameter | Wert                                                |
|-----------------|-----------------------------------------------------|
| \$0             | Name der Shell oder des Shell-Skripts               |
| \$1             | erstes (1.) Shell-Argument                          |
| \$9             | neuntes (9.) Shell-Argument                         |
| \$#             | Anzahl der Parameter                                |
| "\$*"           | "\$1 \$2 \$3 \$4 ... "                              |
| "\$@"           | "\$1" "\$2" "\$3" "\$4" ...                         |
| \$?             | Beendigungs-Status des zuletzt ausgeführten Befehls |
| \$\$            | Prozessnummer (PID) des Shell-Skripts               |
| !               | PID des zuletzt ausgeführten Hintergrundbefehls     |

Tabelle 12.2: Liste von Shell-Parametern

| Parameterauswertung | Wert, falls var gesetzt ist | Wert, falls var nicht gesetzt ist                                     |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| \${var:-string}     | "\$var"                     | "string"                                                              |
| \${var:+string}     | "string"                    | "null"                                                                |
| \${var:=string}     | "\$var"                     | "string" (und ausführen von "var=string")                             |
| \${var:?string}     | "\$var"                     | Ausgabe von "string" auf <b>stderr</b> (und mit Fehlerstatus beenden) |

Tabelle 12.3: Liste von Parameterauswertungen

| Parameterersetzung | Ergebnis                         |
|--------------------|----------------------------------|
| \${var%suffix}     | entferne kleinstes Suffix-Muster |
| \${var%%suffix}    | entferne größtes Suffix-Muster   |
| \${var#prefix}     | entferne kleinstes Prefix-Muster |
| \${var##prefix}    | entferne größtes Prefix-Muster   |

Tabelle 12.4: Liste von Shell-Parameterersetzungen

### 12.1.3 Bedingte Ausdrücke in der Shell

Jeder Befehl gibt einen **Beendigungs-Status** (Exit-Status) zurück, der für einen bedingten Ausdruck verwendet werden kann:

- Erfolg: 0 ("Wahr/True")
- Fehler: nicht 0 ("Falsch/False")

---

#### Anmerkung

"0" im Kontext eines bedingten Ausdrucks für die Shell bedeutet "Wahr", während "0" im Kontext eines bedingten Ausdrucks für ein C-Programm "Falsch" bedeutet.

---



---

#### Anmerkung

"[" ist das Äquivalent des `test`-Befehls; Argumente bis zum "]" werden als bedingter Ausdruck gewertet.

---

Grundlegende **Ausdrucksformen für bedingte Ausdrücke**, die Sie sich einprägen sollten:

- `"befehl && bei_erfolg_auch_diesen_befehl_ausführen || true"`
- `"befehl || falls_kein_erfolg_auch_diesen_befehl_ausführen || true"`
- ein mehrzeiliger Skriptschnipsel wie dieser:

```
if [ conditional_expression ]; then
    if_success_run_this_command
else
    if_not_success_run_this_command
fi
```

Hierbei ist das `"|| true"` am Ende erforderlich, um sicherzustellen, dass das Shell-Skript sich bei dieser Zeile nicht fälschlicherweise beendet, wenn die Shell mit der `"-e"`-Option aufgerufen wird.

| Gleichung                      | Wahr wenn ...                                                                          |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>-e datei</code>          | <code>datei</code> existiert                                                           |
| <code>-d datei</code>          | <code>datei</code> existiert und ein Verzeichnis ist                                   |
| <code>-f datei</code>          | <code>datei</code> existiert und eine reguläre Datei ist                               |
| <code>-w datei</code>          | <code>datei</code> existiert und schreibbar ist                                        |
| <code>-x datei</code>          | <code>datei</code> existiert und ausführbar ist                                        |
| <code>datei1 -nt datei2</code> | <code>datei1</code> neuer als <code>datei2</code> ist (Änderungszeitpunkt)             |
| <code>datei1 -ot datei2</code> | <code>datei1</code> älter als <code>datei2</code> ist (Änderungszeitpunkt)             |
| <code>datei1 -ef datei2</code> | <code>datei1</code> und <code>datei2</code> die gleiche Device- und Inode-Nummer haben |

Tabelle 12.5: Liste von Dateivergleichsoperatoren in bedingten Ausdrücken

**Arithmetische** Ganzzahlvergleicher in bedingten Ausdrücken sind `"-eq"`, `"-ne"`, `"-lt"`, `"-le"`, `"-gt"` und `"-ge"`.

### 12.1.4 Shell-Schleifen

Es gibt mehrere Ausdrucksweisen für Schleifen, die in POSIX-Shells genutzt werden können:

- `"for x in foo1 foo2 ... ; do befehl ; done"` führt Schleifen aus, indem Einträge aus der Liste `"foo1 foo2 ..."` der Variable `"x"` zugewiesen werden und dann `"befehl"` ausgeführt wird.
-

| Gleichung                   | Wahr wenn ...                                                                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <code>-z str</code>         | die Länge von <i>str</i> gleich Null ist                                     |
| <code>-n str</code>         | die Länge von <i>str</i> nicht Null ist                                      |
| <code>str1 = str2</code>    | <i>str1</i> und <i>str2</i> gleich sind                                      |
| <code>str1 != str2</code>   | <i>str1</i> und <i>str2</i> ungleich sind                                    |
| <code>str1 &lt; str2</code> | <i>str1</i> in der Sortierung vor <i>str2</i> erscheint (Locale-abhängig)    |
| <code>str1 &gt; str2</code> | <i>str1</i> in der Sortierung hinter <i>str2</i> erscheint (Locale-abhängig) |

Tabelle 12.6: Liste von String-Vergleichsoperatoren im bedingten Ausdruck

- "while bedingung ; do befehl ; done" wiederholt "befehl", solange "bedingung" wahr ist.
- "until bedingung ; do befehl ; done" wiederholt "befehl", solange "bedingung" nicht wahr ist.
- "break" ermöglicht, die Bearbeitung der Schleife zu beenden.
- "continue" ermöglicht, den nächsten Umlauf der Schleife fortzusetzen.

**Tipp**

Die der C-Sprache ähnliche numerische Wiederholung (Iteration) kann realisiert werden, indem [seq\(1\)](#) für die Erzeugung der "foo1 foo2 ..." -Liste genutzt wird.

**Tipp**

Lesen Sie auch Abschnitt [9.4.9](#).

### 12.1.5 Shell-Umgebungsvariablen

Einige populäre Umgebungsvariablen für den normalen Shell-Befehlsprompt könnten in der Ausführungsumgebung Ihres Skriptes nicht verfügbar ein.

- Statt "\$USER" nutzen Sie besser "\$(id -un)"
- Statt "\$UID" nutzen Sie besser "\$(id -u)"
- Statt "\$HOME" nutzen Sie besser "\$(getent passwd "\$(id -u)" | cut -d ':' -f 6)" (dies funktioniert auch für Abschnitt [4.5.2](#)).

### 12.1.6 Befehlsabfolge auf der Shell

Die Shell verarbeitet ein Skript im Prinzip in der folgenden Abfolge:

- Die Shell liest eine Zeile.
- Die Shell gruppiert Teile der Zeile zu **zusammengehörigen Ausdrücken (Token)** zusammen, wenn diese sich innerhalb von "..." oder '...' befinden.
- Die Shell splittet andere Teile der Zeile in **einzelne Ausdrücke (Token)** auf, wenn diese wie folgt von einander getrennt sind:
  - Whitespace-Zeichen: *Leerzeichen Tabulator newline*
  - Metazeichen: `< > | ; & ( )`

- Die Shell prüft jeden Ausdruck auf **Schlüsselworte** (wenn nicht innerhalb von `"..."` oder `'...'`), um deren Verhalten anzupassen.
  - **Schlüsselwörter** sind: `if then elif else fi for in while unless do done case esac`
- Die Shell expandiert **Alias**-Befehle (wenn nicht innerhalb von `"..."` oder `'...'`).
- Die Shell expandiert eine **Tilde** (wenn nicht innerhalb von `"..."` oder `'...'`):
  - `"~"` → Heimatverzeichnis des aktuellen Benutzers
  - `"~benutzer"` → Heimatverzeichnis von *benutzer*
- Die Shell expandiert **Parameter** in deren Wert (wenn nicht innerhalb von `'...'`):
  - **Parameter**: `"$PARAMETER"` oder `"${PARAMETER}"`
- Die Shell expandiert **Befehlsersetzungen / command substitutions** (wenn nicht innerhalb von `'...'`):
  - `"$( befehl )"` → die Ausgabe von `"befehl"`
  - `"` befehl `"` → die Ausgabe von `"befehl"`
- Die Shell expandiert **Pfadnamenmuster** in die passenden Dateinamen (wenn nicht innerhalb von `"..."` oder `'...'`):
  - `*` → jegliche Zeichen (eins oder mehrere)
  - `?` → irgendein (nur ein) Zeichen
  - `[...]` → jegliche Zeichen von denen in `"..."`
- Die Shell sucht **befehl** in folgenden Definitionen und führt ihn aus:
  - **Funktions**-Definition
  - **Builtin** (integrierter Befehl)
  - **ausführbare Datei** in `"$PATH"`
- Die Shell geht zur nächsten Zeile und wiederholt diesen kompletten Ablauf vom Anfang.

Einfache Anführungszeichen innerhalb von doppelten Anführungszeichen haben keine Wirkung.

Das Ausführen von `"set -x"` in der Shell oder das Aufrufen einer Shell mit der Option `"-x"` veranlasst die Shell, alle ausgeführten Befehle auch auf dem Bildschirm auszugeben. Dies ist sehr nützlich zur Fehlersuche.

### 12.1.7 Hilfsprogramme für Shell-Skripte

Um Ihr Shell-Programm innerhalb des Debian-Systems möglichst weit portierbar zu machen, ist es eine gute Idee, die zu nutzenden Hilfsprogramme auf diejenigen einzuschränken, welche durch die **essential**-Pakete bereitgestellt werden:

- `"aptitude search ~E"` listet alle **essential**-Pakete auf;
- `"dpkg -L paketname |grep '/man/man.*/'"` listet Handbuchseiten (manpages) derjenigen Befehle auf, die von dem Paket *paketname* bereitgestellt werden.

---

#### Tipp

Obwohl `moreutils` außerhalb von Debian unter Umständen nicht verfügbar ist, bietet es interessante kleine Programme. Das erwähnenswerteste ist [sponge\(8\)](#); es ist sehr nützlich, wenn Sie eine Originaldatei überschreiben möchten.

---

Beispiele finden Sie in Abschnitt [1.6](#).

---

| Paket                         | Popcon        | Größe | Beschreibung                                            |
|-------------------------------|---------------|-------|---------------------------------------------------------|
| <a href="#">dash</a>          | V:928, I:998  | 207   | kleine und schnelle, fast POSIX-kompatible Shell für sh |
| <a href="#">coreutils</a>     | V:910, I:1000 | 17994 | Grundlegende GNU-Werkzeuge                              |
| <a href="#">grep</a>          | V:779, I:1000 | 1297  | GNU grep, egrep und fgrep                               |
| <a href="#">sed</a>           | V:762, I:1000 | 987   | GNU sed                                                 |
| <a href="#">mawk</a>          | V:485, I:998  | 295   | kleine und schnelle Alternative zu awk                  |
| <a href="#">debianutils</a>   | V:936, I:997  | 225   | verschiedene Hilfsprogramme speziell für Debian         |
| <a href="#">bsdutils</a>      | V:445, I:1000 | 338   | grundlegende Kommandos aus 4.4BSD-Lite                  |
| <a href="#">bsdextrautils</a> | V:754, I:863  | 382   | weitere Kommandos aus 4.4BSD-Lite                       |
| <a href="#">moreutils</a>     | V:18, I:39    | 232   | zusätzliche Unix-Hilfsprogramme                         |

Tabelle 12.7: Liste der Pakete, die kleine Hilfsprogramme für Shell-Skripte enthalten

| Paket                                     | Popcon         | Größe | Dokumentation                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------|----------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">dash</a>                      | V:928, I:998   | 207   | <a href="#">sh</a> : kleine und schnelle POSIX-kompatible Shell für sh                                                                             |
| <a href="#">bash</a>                      | V:893, I:1000  | 7309  | <a href="#">sh</a> : "info bash" aus dem bash-doc-Paket                                                                                            |
| <a href="#">mawk</a>                      | V:485, I:998   | 295   | <a href="#">AWK</a> : kleine und schnelle Alternative zu awk                                                                                       |
| <a href="#">gawk</a>                      | V:250, I:301   | 3289  | <a href="#">AWK</a> : "info gawk" aus dem gawk-doc-Paket                                                                                           |
| <a href="#">perl</a>                      | V:673, I:992   | 836   | <a href="#">Perl</a> : <a href="#">perl(1)</a> bzw. die HTML-Seiten aus dem perl-doc- oder perl-doc-html-Paket                                     |
| <a href="#">libterm-readline-gnu-perl</a> | V:2, I:27      | 439   | Perl-Erweiterung für die GNU ReadLine/History-Bibliothek: <a href="#">perlsh(1)</a>                                                                |
| <a href="#">libreply-perl</a>             | V:0.01, I:0.10 | 171   | REPL für Perl: <a href="#">reply(1)</a>                                                                                                            |
| <a href="#">libdevel-repl-perl</a>        | V:0.03, I:0.57 | 237   | REPL für Perl: <a href="#">re.pl(1)</a>                                                                                                            |
| <a href="#">python3</a>                   | V:717, I:974   | 80    | <a href="#">Python</a> : <a href="#">python3(1)</a> bzw. die HTML-Seiten aus dem python3-doc-Paket                                                 |
| <a href="#">tcl</a>                       | V:23, I:176    | 20    | <a href="#">Tcl</a> : <a href="#">tcl(3)</a> und detaillierte Handbuchseiten aus dem tcl-doc-Paket                                                 |
| <a href="#">tk</a>                        | V:17, I:169    | 20    | <a href="#">Tk</a> : <a href="#">tk(3)</a> und detaillierte Handbuchseiten aus dem tk-doc-Paket                                                    |
| <a href="#">ruby</a>                      | V:71, I:157    | 32    | <a href="#">Ruby</a> : <a href="#">ruby(1)</a> , <a href="#">erb(1)</a> , <a href="#">irb(1)</a> , <a href="#">rdoc(1)</a> , <a href="#">ri(1)</a> |

Tabelle 12.8: Liste von Interpreter-betreffenden Paketen

## 12.2 Skriptverarbeitung in Interpreter-Sprachen

Wenn Sie auf einem Debian-System eine Aufgabe automatisieren möchten, sollten Sie es zunächst mit einer Interpreter-Sprache versuchen. Eine Richtschnur für die Auswahl der passenden Sprache ist:

- Verwenden Sie `dash`, wenn die Aufgabe einfach ist und Konsolen-Befehle mit einem Shell-Programm kombiniert werden.
- Verwenden Sie `python3`, wenn es keine einfache Aufgabe ist und Sie alles von Grund auf neu schreiben.
- Verwenden Sie `perl`, `tcl`, `ruby`, ... falls bereits vorhandener Code in einer dieser Sprachen existiert, der übernommen werden muss, um die Aufgabe erledigen zu können.

Falls der resultierende Code zu langsam ist, können Sie den kritischen Teil zwecks Ausführung in einer kompilierten Sprache neu schreiben und diesen von der Interpreter-Sprache aus aufrufen.

### 12.2.1 Fehlersuche im Code für Interpreter-Sprachen

Die meisten Interpreter bieten eine grundlegende Syntaxprüfung und Funktionalitäten zur Code-Nachverfolgung.

- "**dash -n** *script.sh*" - Syntaxprüfung eines Shell-Skripts
- "**dash -x** *script.sh*" - Nachverfolgung (Trace) eines Shell-Skripts
- "**python -m py\_compile** *script.py*" - Syntaxprüfung eines Python-Skripts
- "**python -mtrace --trace** *script.py*" - Nachverfolgung (Trace) eines Python-Skripts
- "**perl -I ../libpath -c** *script.pl*" - Syntaxprüfung eines Perl-Skripts
- "**perl -d:Trace** *script.pl*" - Nachverfolgung (Trace) eines Perl-Skripts

Um Code für `dash` zu testen, versuchen Sie Abschnitt 9.1.4, um eine `bash`-ähnliche interaktive Umgebung zu erhalten.

Um Code für `perl` zu testen, versuchen Sie eine REPL-Umgebung für Perl; sie bietet Ihnen eine [Python](#)-ähnliche **REPL (=READ + EVAL + PRINT + LOOP)**-Umgebung für [Perl](#).

### 12.2.2 Grafisches GUI-Programm und Shell-Skripte

Ein Shell-Skript kann aufgewertet werden, um ein attraktives GUI-Programm zu erzeugen. Der Trick ist, eines der sogenannten Dialog-Programme zu verwenden, statt der stumpfen Interaktion über `echo`- und `read`-Befehle.

Hier ein Beispiel für ein GUI-Programm, um zu demonstrieren, wie einfach es sein kann mit nur einem Shell-Skript.

Dieses Skript nutzt `zenity`, um eine Datei auszuwählen (Standardvorwahl ist `/etc/motd`) und sie anzuzeigen.

Ein grafischer Starter für dieses Skript kann erstellt werden gemäß Abschnitt 9.4.10.

```
#!/bin/sh -e
# Copyright (C) 2021 Osamu Aoki <osamu@debian.org>, Public Domain
# vim:set sw=2 sts=2 et:
DATA_FILE=$(zenity --file-selection --filename="/etc/motd" --title="Select a file to check ↵
") || \
( echo "E: File selection error" >&2 ; exit 1 )
# Check size of archive
if ( file -ib "$DATA_FILE" | grep -qe '^text/' ) ; then
    zenity --info --title="Check file: $DATA_FILE" --width 640 --height 400 \
        --text="$(head -n 20 "$DATA_FILE")"
```

| Paket                     | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                                      |
|---------------------------|----------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">x11-utils</a> | V:222, I:551   | 651   | <a href="#">xmessage(1)</a> : eine Nachricht oder Abfrage in einem Fenster anzeigen (X)           |
| <a href="#">whiptail</a>  | V:303, I:997   | 61    | nutzerfreundliche Dialogboxen von Shell-Skripten anzeigen (newt)                                  |
| <a href="#">dialog</a>    | V:8, I:77      | 520   | nutzerfreundliche Dialogboxen von Shell-Skripten anzeigen (ncurses)                               |
| <a href="#">zenity</a>    | V:74, I:338    | 193   | grafische Dialogboxen von Shell-Skripten anzeigen (GTK)                                           |
| <a href="#">ssft</a>      | V:0.01, I:0.16 | 80    | Werkzeug für Shell-Skript-Oberflächen (Aufrufprogramm für zenity, kdialog und dialog mit gettext) |
| <a href="#">gettext</a>   | V:51, I:216    | 20468 | "/usr/bin/gettext.sh": Meldungen übersetzen                                                       |

Tabelle 12.9: Liste von Dialog-Programmen

```
else
    zenity --info --title="Check file: $DATA_FILE" --width 640 --height 400 \
        --text="The data is MIME=$(file -ib "$DATA_FILE")"
fi
```

Dieser Ansatz eines grafischen Programms mit einem Shell-Skript ist nur für einfache Auswahlen sinnvoll. Wenn Sie komplexere Programme schreiben, sollten Sie die Nutzung von geeigneten Plattformen in Erwägung ziehen.

### 12.2.3 Eigene Aktionen im Dateimanager

Grafische Dateimanager können erweitert werden, um einige populäre Aktionen für ausgewählte Dateien ausführen zu können; dazu müssen eventuell zusätzliche Erweiterungspakete installiert werden. Auch können spezielle eigene Aktionen ausgeführt werden, indem Sie selbst erstellte Skripte hinzufügen.

- Für GNOME lesen Sie dazu [NautilusScriptsHowto](#).
- Für KDE finden Sie weitere Details in [Creating Dolphin Service Menus](#).
- Für Xfce sollten Sie [Thunar - Custom Actions](#) und <https://help.ubuntu.com/community/ThunarCustomActions> besuchen.
- Für LXDE schauen Sie unter [Custom Actions](#).

### 12.2.4 Verrücktes bei kurzen Perl-Skripten

Um Prozessdaten zu verarbeiten, muss sh Unterprozesse generieren, um cut, grep, sed usw. aufrufen zu können; und es ist langsam. Auf der anderen Seite enthält perl interne Funktionalitäten zur Verarbeitung von Prozessdaten, und es ist schnell. Daher nutzen viele Wartungsskripte in Debian perl.

Denken wir an folgendes einzelige AWK-Skript und sein Äquivalent in Perl:

```
awk '($2=="1957") { print $3 }' |
```

Es ist äquivalent zu jeder der folgenden Zeilen:

```
perl -ne '@f=split; if ($f[1] eq "1957") { print "$f[2]\n"}' |
```

```
perl -ne 'if ((@f=split)[1] eq "1957") { print "$f[2]\n"}' |
```

```
perl -ne '@f=split; print $f[2] if ( $f[1]==1957 )' |
```



```
perl -lane 'print $F[2] if $F[1] eq "1957"' |
```

```
perl -lane 'print$F[2]if$F[1]eq+1957' |
```

Das letzte ist eine Knobelaufgabe. Es nutzt die Vorteile folgender Perl-Funktionen:

- Der Whitespace ist optional.
- Es existiert eine automatische Konvertierung von Zahlen zu Zeichenketten.
- Perl's Befehlsausführungstricks über Befehlszeilen-Optionen: [perlrun\(1\)](#)
- Perl's spezielle Variablen: [perlvar\(1\)](#)

Diese Flexibilität ist die Stärke von Perl. Gleichzeitig erlaubt sie aber auch die Erstellung von kryptischem und verwinkeltem Code. Seien Sie vorsichtig.

## 12.3 Programmieren in kompilierten Sprachen

| Paket                            | Popcon       | Größe | Beschreibung                                                             |
|----------------------------------|--------------|-------|--------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">gcc</a>              | V:155, I:564 | 36    | GNU-C-Compiler                                                           |
| <a href="#">libc6-dev</a>        | V:269, I:584 | 12861 | GNU-C-Bibliothek: Entwicklungsbibliotheken und Header-Dateien            |
| <a href="#">g++</a>              | V:57, I:531  | 13    | GNU-C++-Compiler                                                         |
| <a href="#">libstdc++-16-dev</a> | V:0.7, I:4.3 | 24382 | GNU Standard-C++-Bibliothek Version 3 (Entwicklungsdateien)              |
| <a href="#">cpp</a>              | V:332, I:719 | 18    | GNU-C-Preprozessor                                                       |
| <a href="#">gettext</a>          | V:51, I:216  | 20468 | GNU-Werkzeuge für die Internationalisierung                              |
| <a href="#">glade</a>            | V:0.7, I:2.7 | 1613  | Builder für die GTK-Bedienoberfläche                                     |
| <a href="#">valac</a>            | V:0.2, I:3.2 | 533   | C#-ähnliche Sprache für das GObject-System                               |
| <a href="#">flex</a>             | V:7, I:68    | 1247  | LEX-kompatibler <a href="#">schneller lexikalischer Analysegenerator</a> |
| <a href="#">bison</a>            | V:7, I:73    | 3122  | YACC-kompatibler <a href="#">Parser-Generator</a>                        |
| <a href="#">susv2</a>            | I:0.03       | 16    | die "Single UNIX Specifications v2"                                      |
| <a href="#">susv3</a>            | I:0.06       | 16    | die "Single UNIX Specifications v3"                                      |
| <a href="#">susv4</a>            | I:0.04       | 16    | die "Single UNIX Specifications v4"                                      |
| <a href="#">golang</a>           | I:22         | 12    | Compiler für die Programmiersprache Go                                   |
| <a href="#">rustc</a>            | V:5, I:20    | 13061 | Rust System-Programmiersprache                                           |
| <a href="#">gfortran</a>         | V:4, I:50    | 15    | GNU-Fortran-95-Compiler                                                  |
| <a href="#">fpc</a>              | I:2.3        | 101   | Free Pascal                                                              |

Tabelle 12.10: Liste von Compiler-betreffenden Paketen

Hierbei sind flex (siehe Abschnitt [12.3.3](#)) und bison (siehe Abschnitt [12.3.4](#)) mit aufgeführt, um zu zeigen, wie Compiler-ähnliche Programme in der Sprache C erstellt werden können, indem höherwertige Beschreibungssprachen in C kompiliert werden.

### 12.3.1 C

Sie können wie folgt eine korrekte Umgebung zum Kompilieren von in der [C-Programmiersprache](#) geschriebenen Programmen einrichten:

```
# apt-get install glibc-doc manpages-dev libc6-dev gcc build-essential
```

Das Paket `libc6-dev` (d.h. die GNU-C-Bibliothek) bietet als [C-Standard-Bibliothek](#) eine Sammlung von Header-Dateien und Bibliotheksroutinen, die von der C-Sprache genutzt werden.

Referenzen für C finden Sie über:

- `"info libc"` (Referenz für Funktionen der C-Bibliothek)
- [gcc\(1\)](#) und `"info gcc"`
- [jeglicher\\_funktionsname\\_aus\\_der\\_c\\_bibliothek\(3\)](#)
- Kernighan & Ritchie, "The C Programming Language", 2. Ausgabe (Prentice Hall)

### 12.3.2 Ein einfaches C-Programm (gcc)

Hier ein einfaches Beispiel zum Kompilieren von `"example.c"` mit der Bibliothek `"libm"` in eine ausführbare Datei `"run_example"`:

```
$ cat > example.c << EOF
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <string.h>

int main(int argc, char **argv, char **envp){
    double x;
    char y[11];
    x=sqrt(argc+7.5);
    strncpy(y, argv[0], 10); /* prevent buffer overflow */
    y[10] = '\0'; /* fill to make sure string ends with '\0' */
    printf("%5i, %5.3f, %10s, %10s\n", argc, x, y, argv[1]);
    return 0;
}
EOF
$ gcc -Wall -g -o run_example example.c -lm
$ ./run_example
    1, 2.915, ./run_exam, (null)
$ ./run_example 1234567890qwerty
    2, 3.082, ./run_exam, 1234567890qwerty
```

Hierbei wird `"-lm"` benötigt, um die Bibliothek `"/usr/lib/libm.so"` aus dem `libc6`-Paket für [sqrt\(3\)](#) zu verlinken. Die eigentliche Bibliothek liegt in `"/lib/"` und hat den Dateinamen `"libm.so.6"`, was ein symbolischer Link auf `"libm-2.7.so"` ist.

Schauen Sie sich den letzten Parameter im ausgegebenen Text an. Dort werden mehr als 10 Zeichen ausgegeben, obwohl `"%10s"` angegeben wurde.

Die Verwendung von Funktionen, die Zeiger auf Speicherbereiche ohne Bereichsüberprüfung nutzen (wie [sprintf\(3\)](#) und [strcpy\(3\)](#)), wird missbilligt, um das Ausnutzen von Pufferüberläufen zu verhindern, die obige Überlaufeffekte in Gang bringen. Verwenden Sie stattdessen [snprintf\(3\)](#) und [strncpy\(3\)](#).

### 12.3.3 Flex - ein besseres Lex

[Flex](#) ist ein [Lex](#)-kompatibler schneller [lexikalischer Analysegenerator](#).

Eine Einführung zu [flex\(1\)](#) finden Sie in `"info flex"`.

Sie finden viele einfache Beispiele unter `"/usr/share/doc/flex/examples/"`. <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Einige [Kniffe](#) könnten erforderlich sein, um sie auf dem aktuellen System zum Laufen zu bringen.

### 12.3.4 Bison - ein besseres Yacc

Einige Pakete stellen [Yacc](#)-kompatible [LR-Parser](#)- oder [LALR-Parser](#)-Generatoren in Debian bereit:

| Paket                  | Popcon         | Größe | Beschreibung                                          |
|------------------------|----------------|-------|-------------------------------------------------------|
| <a href="#">bison</a>  | V:7, I:73      | 3122  | <a href="#">GNU LALR-Parser-Generator</a>             |
| <a href="#">byacc</a>  | V:0.1, I:3.0   | 263   | Berkeley LALR-Parser-Generator                        |
| <a href="#">btyacc</a> | V:0.01, I:0.06 | 247   | rückverfolgender Parser-Generator basierend auf byacc |

Tabelle 12.11: Liste Yacc-kompatibler LALR-Parser-Generatoren

Eine Einführung zu [bison\(1\)](#) finden Sie in "info bison".

Sie müssen Ihre eigenen "main()" - und "yyerror()" -Funktionen bereitstellen. "main()" ruft "yyparse()" auf, das wiederum "yylex()" aufruft, was gewöhnlich von Flex erzeugt wird.

Hier ein Beispiel für die Erstellung eines einfachen terminal-basierten Taschenrechner-Programms.

Lassen Sie uns `example.y` erstellen:

```
/* calculator source for bison */
%{
#include <stdio.h>
extern int yylex(void);
extern int yyerror(char *);
%}

/* declare tokens */
%token NUMBER
%token OP_ADD OP_SUB OP_MUL OP_RGT OP_LFT OP_EQU

%%

calc:
| calc exp OP_EQU    { printf("Y: RESULT = %d\n", $2); }
;

exp: factor
| exp OP_ADD factor  { $$ = $1 + $3; }
| exp OP_SUB factor  { $$ = $1 - $3; }
;

factor: term
| factor OP_MUL term { $$ = $1 * $3; }
;

term: NUMBER
| OP_LFT exp OP_RGT  { $$ = $2; }
;
%%

int main(int argc, char **argv)
{
    yyparse();
}

int yyerror(char *s)
{
    fprintf(stderr, "error: '%s'\n", s);
}
```

Und dann `example.l`:

```
/* calculator source for flex */
%{
#include "example.tab.h"
%}

%%
[0-9]+ { printf("L: NUMBER = %s\n", yytext); yylval = atoi(yytext); return NUMBER; }
"+"   { printf("L: OP_ADD\n"); return OP_ADD; }
"-"   { printf("L: OP_SUB\n"); return OP_SUB; }
"*"   { printf("L: OP_MUL\n"); return OP_MUL; }
"("   { printf("L: OP_LFT\n"); return OP_LFT; }
")"   { printf("L: OP_RGT\n"); return OP_RGT; }
"="   { printf("L: OP_EQU\n"); return OP_EQU; }
"exit" { printf("L: exit\n"); return YYEOF; } /* YYEOF = 0 */
.     { /* ignore all other */ }
%%
```

Führen Sie dann auf der Shell folgendes aus:

```
$ bison -d example.y
$ flex example.l
$ gcc -lfl example.tab.c lex.yy.c -o example
$ ./example
1 + 2 * ( 3 + 1 ) =
L: NUMBER = 1
L: OP_ADD
L: NUMBER = 2
L: OP_MUL
L: OP_LFT
L: NUMBER = 3
L: OP_ADD
L: NUMBER = 1
L: OP_RGT
L: OP_EQU
Y: RESULT = 9

exit
L: exit
```

## 12.4 Werkzeuge zur statischen Code-Analyse

[Lint](#)-ähnliche Werkzeuge können bei der automatisierten [statischen Code-Analyse](#) helfen.

Werkzeuge wie [Indent](#) können Menschen bei Code-Überprüfungen helfen, indem Quellcode einheitlich formatiert wird.

[Ctags](#)-ähnliche Werkzeuge können Menschen bei Code-Überprüfungen helfen, indem eine Index- (oder Tag-)Datei mit im Quellcode gefundenen Namen erzeugt wird.

---

### Tipp

Konfigurieren Sie Ihren Lieblingseditor (z.B. `emacs` oder `vim`), so dass er asynchrone Lint-Engine-Plugins nutzt und Sie so beim Schreiben von Code unterstützt. Diese Plugins werden sehr mächtig, indem Sie die Vorteile des [Language-Server-Protokolls](#) nutzen. Da sie sich sehr schnell ändern, könnte es eine gute Option sein, die Software von Upstream zu verwenden statt des entsprechenden Debian-Pakets.

---

| Paket                           | Popcon            | Größe | Beschreibung                                                                 |
|---------------------------------|-------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">vim-ale</a>         | I:0.80            | 2833  | Asynchrone Lint-Engine für Vim 8 und NeoVim                                  |
| <a href="#">vim-syntastic</a>   | I:2.0             | 1379  | Syntaxprüfungen für Vim                                                      |
| <a href="#">elpa-flycheck</a>   | V:0.1, I:1.7      | 1130  | moderne on-the-fly Syntaxprüfung für Emacs                                   |
| <a href="#">elpa-relint</a>     | I:0.06            | 150   | Fehlersuche mittels Regexp für Emacs-Lisp-Dateien                            |
| <a href="#">cppcheck-gui</a>    | V:0.1, I:1.0      | 7697  | Werkzeug für die statische C/C++-Code-Analyse (GUI)                          |
| <a href="#">shellcheck</a>      | V:3, I:16         | 22860 | Lint-Werkzeug für Shell-Skripte                                              |
| <a href="#">pyflakes3</a>       | V:1, I:12         | 20    | passive Prüfung von Python3-Programmen                                       |
| <a href="#">pylint</a>          | V:3, I:17         | 2093  | Statisches Prüfprogramm für Python-Code                                      |
| <a href="#">perl</a>            | V:673, I:992      | 836   | Interpreter mit internem statischen Code-Prüfmechanismus:<br>B: :Lint(3perl) |
| <a href="#">rubocop</a>         | V:0.1, I:1.1      | 4192  | statischer Code-Analyser für Ruby                                            |
| <a href="#">clang-tidy</a>      | V:2, I:10         | 21    | clang-basiertes C++-Linter-Werkzeug                                          |
| <a href="#">splint</a>          | V:0.06,<br>I:0.92 | 2325  | Werkzeug zur statischen Überprüfung von C-Programmen auf<br>Programmfehler   |
| <a href="#">flawfinder</a>      | V:0.07,<br>I:0.49 | 187   | Werkzeug zur Durchsuchung von Quellcode auf<br>Sicherheitsschwächen          |
| <a href="#">black</a>           | V:2, I:13         | 10057 | kompromissloser Python-Code-Formatierer                                      |
| <a href="#">perltidy</a>        | V:0.4, I:3.1      | 3086  | Einrücken und Neuformatierer für Perl-Skripte                                |
| <a href="#">indent</a>          | V:0.8, I:5.1      | 438   | Code-Formatierer für C                                                       |
| <a href="#">astyle</a>          | V:0.2, I:2.7      | 770   | Quelltextformatierer für C, C++, Objective-C, C# und Java                    |
| <a href="#">bcpp</a>            | V:0.02,<br>I:0.26 | 114   | C(++)-Code schön machen                                                      |
| <a href="#">xmlindent</a>       | V:0.05,<br>I:0.79 | 52    | Neuformatierung von XML-Datenströmen                                         |
| <a href="#">global</a>          | V:0.2, I:1.6      | 1923  | Werkzeuge zum Suchen und Browsen in Quelltext                                |
| <a href="#">exuberant-ctags</a> | V:2, I:13         | 341   | Erzeugen von Indexdateien aus Quelltextdefinitionen                          |
| <a href="#">universal-ctags</a> | V:2, I:10         | 4238  | Erzeugen von Indexdateien aus Quelltextdefinitionen                          |

Tabelle 12.12: Liste von Werkzeugen für die statische Code-Analyse

## 12.5 Fehlersuche (Debugging)

Debugging ist ein wichtiger Teil der Programmieraktivitäten. Das Wissen darüber, wie man in Programmen einen Fehler sucht, macht Sie zu einem guten Debian-Nutzer, der aussagekräftige Fehlerberichte erstellen kann.

| Paket               | Popcon                       | Größe                 | Dokumentation                    |
|---------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| <a href="#">gdb</a> | <a href="#">V:88, I:161</a>  | <a href="#">12453</a> | "info gdb" aus dem gdb-doc-Paket |
| <a href="#">ddd</a> | <a href="#">V:0.7, I:5.2</a> | <a href="#">4210</a>  | "info ddd" aus dem ddd-doc-Paket |

Tabelle 12.13: Liste von Debugging-Paketen

### 12.5.1 Grundlegende Ausführung von gdb

Das primäre [Programm zur Fehlersuche \(Debugger\)](#) im Debian-System ist [gdb\(1\)](#), welches Ihnen erlaubt, ein Programm zu inspizieren, während es läuft.

Wir installieren gdb und zugehörige Programme wie folgt:

```
# apt-get install gdb gdb-doc build-essential devscripts
```

Gute Einführungen zu gdb finden Sie unter:

- "info gdb"
- "Debugging with GDB" in `/usr/share/doc/gdb-doc/html/gdb/index.html`
- ["Einführungen im Netz"](#)

Hier ein einfaches Beispiel zur Verwendung von [gdb\(1\)](#) bei einem Programm namens "program", kompiliert mit der Option "-g", um Debugging-Informationen auszugeben.

```
$ gdb program
(gdb) b 1           # set break point at line 1
(gdb) run args      # run program with args
(gdb) next          # next line
...
(gdb) step          # step forward
...
(gdb) p parm        # print parm
...
(gdb) p parm=12     # set value to 12
...
(gdb) quit
```

---

#### Tipp

Viele [gdb\(1\)](#)-Befehle können abgekürzt werden. Vervollständigungen funktionieren wie in der Shell mit der Tabulator-Taste.

---

### 12.5.2 Fehlersuche (Debugging) in einem Debian-Paket

Da installierte Binärdateien auf einem Debian-System normalerweise nicht unnötig aufgebläht sein sollten, werden Debugging-Symbole in normalen Paketen meistens entfernt. Um bei solchen Paketen Debugging mit [gdb\(1\)](#) durchführen zu können, müssen \*-dbg-sym-Pakete installiert werden (z.B. `coreutils-dbgsym` für das `coreutils`-Paket).

---

Die Quellpakete erzeugen diese \*-dbgsym-Debug-Pakete automatisch mit den normalen Binärpaketen und sie werden in dem separaten Archiv [debian-debug](#) abgelegt. Bitte lesen Sie die entsprechenden [Artikel im Debian Wiki](#), wenn Sie weitere Informationen benötigen.

Falls ein Paket, bei dem eine Fehlersuche durchgeführt werden soll, kein \*-dbgsym-Paket anbietet, müssen Sie es händisch neu bauen und dann installieren, wie hier:

```
$ mkdir /path/new ; cd /path/new
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get dist-upgrade
$ sudo apt-get install fakeroot devscripts build-essential
$ apt-get source package_name
$ cd package_name*
$ sudo apt-get build-dep ./
```

Beheben Sie die Fehler, falls erforderlich.

Erhöhen Sie die Paketversion auf eine Versionsnummer, die nicht mit offiziellen Debian-Versionen kollidiert (Sie können z.B. ein "+debug1" anhängen, wenn Sie eine existierende Paketversion neu kompilieren, oder Sie hängen "~pre1" an, wenn Sie eine noch nicht veröffentlichte Paketversion selbst kompilieren). Verwenden Sie dazu:

```
$ dch -i
```

Kompilieren und installieren Sie ein Paket mit Debugging-Symbolen wie folgt:

```
$ export DEB_BUILD_OPTIONS="nostrip noopt"
$ debuild
$ cd ..
$ sudo debi package_name*.changes
```

Sie müssen die Build-Skripte des Pakets überprüfen und sicherstellen, dass "CFLAGS=-g -Wall" zum Kompilieren der Binärdateien verwendet wird.

### 12.5.3 Gewinnen von Backtrace-Informationen

Wenn Sie einen Programmabsturz erlitten haben, ist es eine gute Idee, einen Fehlerbericht einzureichen und an diesen zusätzliche Backtrace-Informationen (Daten zur Rückverfolgung von Vorgängen in Programmen zwecks Fehleranalyse) anzuhängen, die Sie mittels Kopieren-und-Einfügen erhalten.

Solche Backtrace-Informationen lassen sich mittels [gdb\(1\)](#) über einen der folgenden Ansätze gewinnen:

- der Ansatz "Absturz in GDB":
  - ein Programm über GDB starten
  - einen Absturz des Programms herbeiführen
  - "bt" am GDB-Prompt eingeben
- der Ansatz "Zunächst den Absturz herbeiführen":
  - Aktualisieren der Datei **"/etc/security/limits.conf"**, so dass sie folgendes enthält:

```
* soft core unlimited
```

- Eingabe von "ulimit -c unlimited" in der Shell
- Aufruf des Programms aus dieser Shell
- einen Absturz des Programms herbeiführen, um eine [Dump](#)-Datei zu erzeugen
- Laden der [Dump](#)-Datei in GDB mit "gdb gdb ./program\_binary core"
- "bt" am GDB-Prompt eingeben

Im Falle einer Endlosschleife oder bei eingefrorener Tastatur können Sie einen Absturz des Programms mit `Strg-\` oder `Strg-C` herbeiführen, oder indem Sie `kill -ABRT PID` ausführen (Näheres dazu in Abschnitt [9.4.12](#)).

### Tipp

Oft stellt man fest, dass in den Backtrace-Informationen eine oder mehrere der ersten Zeilen `malloc()` oder `g_malloc()` enthalten. Wenn dies passiert, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass Ihr Backtrace nicht sehr nützlich sein wird. Der einfachste Weg nützliche Informationen zu bekommen ist, die Umgebungsvariable `$MALLOCCHECK_` auf einen Wert von 2 zu setzen (Näheres in [malloc\(3\)](#)). Sie können dies wie folgt erledigen, während gdb läuft:

```
$ MALLOCCHECK_=2 gdb hello
```

## 12.5.4 Erweiterte gdb-Befehle

| Befehl                            | Beschreibung                                                                                      |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (gdb) thread apply all bt         | Backtrace für alle Threads eines Multi-Thread-Programms auslesen                                  |
| (gdb) bt full                     | Parameter auslesen, die auf dem Aufruf-Stack der Funktionsaufrufe aufgelaufen sind                |
| (gdb) thread apply all bt full    | Backtrace und Parameter als Kombination der vorangegangenen Optionen auslesen                     |
| (gdb) thread apply all bt full 10 | Backtrace und Parameter für die ersten 10 Aufrufe auslesen, um irrelevante Ausgaben abzuschneiden |
| (gdb) set logging on              | Protokoll der Ausgabe von gdb in eine Datei schreiben (Standard ist <code>"gdb.txt"</code> )      |

Tabelle 12.14: Liste erweiterter gdb-Befehle

## 12.5.5 Überprüfen der Abhängigkeiten von Bibliotheken

Verwenden Sie [ldd\(1\)](#) wie hier, um zu ermitteln, von welchen Bibliotheken ein Programm abhängt:

```
$ ldd /usr/bin/ls
    librt.so.1 => /lib/librt.so.1 (0x4001e000)
    libc.so.6 => /lib/libc.so.6 (0x40030000)
    libpthread.so.0 => /lib/libpthread.so.0 (0x40153000)
    /lib/ld-linux.so.2 => /lib/ld-linux.so.2 (0x40000000)
```

Damit [ls\(1\)](#) in einer "chroot"-Umgebung funktioniert, müssen die obigen Bibliotheken in der "chroot"-Umgebung vorhanden sein.

Lesen Sie dazu Abschnitt [9.4.6](#).

## 12.5.6 Werkzeuge zur dynamischen Aufrufverfolgung

Es gibt verschiedene Werkzeuge zur dynamischen Aufrufverfolgung in Debian. Schauen Sie in Abschnitt [9.4](#).



## 12.5.7 Fehleranalyse bei X-Fehlern

Wenn ein GNOME-Programm `preview1` einen X-Fehler empfangen hat, sollten Sie eine Meldung wie diese sehen:

```
The program 'preview1' received an X Window System error.
```

Sollte dies der Fall sein, können Sie versuchen, das Programm mit der Option `"- - sync"` zu starten und einen Haltepunkt für die Funktion `"gdk_x_error"` zu setzen, um einen Backtrace zu bekommen.

## 12.5.8 Werkzeuge zur Erkennung von Speicherlecks

Es gibt verschiedene Werkzeuge zur Erkennung von Speicherlecks in Debian:

| Paket                          | Popcon         | Größe | Beschreibung                                                                           |
|--------------------------------|----------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">libc6-dev</a>      | V:269, I:584   | 12861 | <a href="#">mtrace(1)</a> : malloc-Debugging-Funktionalität in glibc                   |
| <a href="#">valgrind</a>       | V:4, I:31      | 89318 | Speicher-Debugging- und Analyse-Programm                                               |
| <a href="#">electric-fence</a> | V:0.2, I:2.3   | 69    | <a href="#">malloc(3)</a> -Debugging-Programm                                          |
| <a href="#">libdmalloc5</a>    | V:0.01, I:0.61 | 373   | Bibliothek zur Fehlersuche bei Speicherzuweisungen                                     |
| <a href="#">duma</a>           | V:0.00, I:0.06 | 297   | Bibliothek zur Detektierung von Pufferüber- oder -unterläufen in C- und C++-Programmen |
| <a href="#">leaktracer</a>     | V:0.01, I:0.33 | 56    | Werkzeug zur Verfolgung von Speicherlecks in C++-Programmen                            |

Tabelle 12.15: Liste von Werkzeugen zur Erkennung von Speicherlecks

## 12.5.9 Disassemblieren von Binärdateien

Sie können Binär-Code wie folgt mit [objdump\(1\)](#) disassemblieren:

```
$ objdump -m i386 -b binary -D /usr/lib/grub/x86_64-pc/stage1
```

---

### Anmerkung

[gdb\(1\)](#) kann verwendet werden, um Code interaktiv zu disassemblieren.

---

## 12.6 Bauwerkzeuge

### 12.6.1 Make

[Make](#) ist ein Werkzeug, um Gruppen von Programmen zu betreuen. Bei Ausführung des Befehls [make\(1\)](#) liest `make` die Regeldatei `"Makefile"` und aktualisiert ein Ziel (Target), falls sich Dateien, von denen das Makefile abhängt, seit der letzten Modifizierung des Targets verändert haben oder falls das Target nicht existiert. Die Ausführungen dieser Aktualisierungen können zeitgleich erfolgen.

Die Syntax der Regeldatei ist folgende:

```
target: [ prerequisites ... ]
[ TAB ] command1
[ TAB ] -command2 # ignore errors
[ TAB ] @command3 # suppress echoing
```

---

| Paket                       | Popcon       | Größe | Dokumentation                                                                |
|-----------------------------|--------------|-------|------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">make</a>        | V:150, I:566 | 1762  | "info make" aus dem make-doc-Paket                                           |
| <a href="#">autoconf</a>    | V:29, I:200  | 2244  | "info autoconf" aus dem autoconf-doc-Paket                                   |
| <a href="#">automake</a>    | V:28, I:199  | 1932  | "info automake" aus dem automake1.10-doc-Paket                               |
| <a href="#">libtool</a>     | V:24, I:183  | 1245  | "info libtool" aus dem libtool-doc-Paket                                     |
| <a href="#">cmake</a>       | V:21, I:123  | 59735 | <a href="#">cmake(1)</a> - plattformübergreifendes, quelloffenes Make-System |
| <a href="#">ninja-build</a> | V:9, I:55    | 456   | <a href="#">ninja(1)</a> - kleines Bausystem nah am Geiste von Make          |
| <a href="#">meson</a>       | V:6, I:29    | 4278  | <a href="#">meson(1)</a> - hochproduktives Bausystem, aufbauend auf ninja    |
| <a href="#">xutils-dev</a>  | V:0.9, I:7.0 | 1495  | <a href="#">imake(1)</a> , <a href="#">xmkmf(1)</a> usw.                     |

Tabelle 12.16: Liste von Paketen mit Bauwerkzeugen

Hierbei ist "[TAB]" ein TAB-Code. Jede Zeile wird nach Ersetzung der Variablen durch die Shell interpretiert. Verwenden Sie "\" am Ende einer Zeile, um den Befehl in der nächsten Zeile fortzusetzen. Zur Angabe von Umgebungsvariablen müssen Sie statt "\$" hier "\$\$" schreiben.

Implizite Regeln für das Target und Voraussetzungen können z.B. wie folgt angegeben werden:

```
%o: %.c header.h
```

Hier enthält das Target das Zeichen "%" (exakt eines davon). Das "%" passt auf jeden nicht leeren Teil-String in den eigentlichen Dateinamen des Targets. Auch die Voraussetzungen nutzen auf ähnliche Art ein "%", um den Bezug zum Namen des Targets anzuzeigen.

| automatische Variable | Wert                                         |
|-----------------------|----------------------------------------------|
| \$@                   | Ziel                                         |
| \$<                   | erste Voraussetzung                          |
| \$?                   | alle neueren Voraussetzungen                 |
| \$^                   | alle Voraussetzungen                         |
| \$*                   | "%" trifft auf den Stamm im Target-Muster zu |

Tabelle 12.17: Liste von automatischen make-Variablen

| Variablenexpansion | Beschreibung        |
|--------------------|---------------------|
| foo1 := bar        | einmalige Expansion |
| foo2 = bar         | rekursive Expansion |
| foo3 += bar        | anhängen            |

Tabelle 12.18: Liste von make-Variablenexpansionen

Führen Sie "make -p -f/dev/null" aus, um alle internen automatischen Regeln zu sehen.

## 12.6.2 Autotools

[Autotools](#) ist eine Sammlung von Programmierwerkzeugen, entwickelt, um dabei zu helfen, Quellcode-Pakete auf viele [Unix-artige](#) Systeme portierbar zu machen.

- [Autoconf](#) ist ein Werkzeug, das ein "configure"-Shell-Skript aus einer "configure.ac"-Datei erzeugt.
  - "configure" wird dann später verwendet, um aus der Vorlage "Makefile.in" die "Makefile"-Datei zu generieren.
- [Automake](#) erstellt aus einer "Makefile.am" eine "Makefile.in".
- [Libtool](#) ist ein Shell-Skript für die Problematik der Portabilität beim Kompilieren dynamischer Bibliotheken aus Quellcode.

### 12.6.2.1 Kompilieren und Installieren eines Programms

**Warnung**

Überschreiben Sie keine Systemdateien, wenn Sie Ihre selbst kompilierten Programme installieren.

Debian verändert keine Dateien unter `/usr/local/` oder `/opt`. Wenn Sie also ein Programm aus den Quellen kompilieren, sollten Sie es in `/usr/local/` installieren, damit es nicht mit Debian kollidiert.

```
$ cd src
$ ./configure --prefix=/usr/local
$ make # this compiles program
$ sudo make install # this installs the files in the system
```

### 12.6.2.2 Deinstallation eines Programms

Wenn Sie noch den Original-Quellcode haben, dieser [autoconf\(1\)](#)/[automake\(1\)](#) nutzt und Sie noch wissen, wie Sie es konfiguriert haben, verfahren Sie wie folgt, um das Programm zu deinstallieren:

```
$ ./configure all-of-the-options-you-gave-it
$ sudo make uninstall
```

Wenn Sie sich absolut sicher sind, dass der Installationsprozess Dateien nur unter `/usr/local/` abgelegt hat und und es nichts Wichtiges mehr dort gibt, können Sie alternativ auch alles löschen, wie hier:

```
# find /usr/local -type f -print0 | xargs -0 rm -f
```

Falls Sie nicht sicher sind, wo die Dateien installiert sind, sollten Sie einen Blick auf [checkinstall\(8\)](#) aus dem `checkinstall`-Paket werfen, das einen leeren Pfad für die Deinstallation liefert. Es unterstützt jetzt auch die Erzeugung eines Debian-Pakets mit der Option `-D`.

### 12.6.3 Meson

Das Software-Bausystem hat sich weiterentwickelt:

- [Autotools](#) als Aufsatz für [Make](#) war seit den 1990'ern der De-Facto-Standard für portable Bauinfrastruktur. Es ist sehr langsam.
- [CMake](#) - erstmals veröffentlicht im Jahr 2000 - verbesserte die Geschwindigkeit erheblich, baute allerdings ursprünglich auf dem grundsätzlich langsamen [Make](#) auf. (Jetzt kann [Ninja](#) als Backend dienen.)
- [Ninja](#) - erstmals veröffentlicht in 2012 - trat an, um Make zu ersetzen, um so die Baugeschwindigkeit weiter zu erhöhen, und ist auch darauf angewiesen, dass seine Eingabedateien von einem höherwertigen Bausystem erzeugt werden.
- [Meson](#) - erstmals veröffentlicht 2013 - ist das neue populäre und schnelle, hochwertige Bausystem; es verwendet [Ninja](#) als Backend.

Sie finden Dokumente hierzu unter ["The Meson Build system"](#) and ["The Ninja build system"](#).

## 12.7 Web

Einfache interaktive dynamische Webseiten können wie folgt erstellt werden:

- Abfragen werden mittels [HTML](#)-Formularen dem Browser-Nutzer präsentiert.
- Das Ausfüllen und Anklicken von Formulareinträgen sendet einen [URL](#)-String mit kodierten Parametern vom Browser zum Webserver:
  - "https://www.foo.dom/cgi-bin/program.pl?WERT1=WERT1&WERT2=WERT2&WERT3=WERT3"
  - "https://www.foo.dom/cgi-bin/program.py?VAR1=WERT1&VAR2=WERT2&VAR3=WERT3"
  - "https://www.foo.dom/program.php?VAR1=WERT1&VAR2=WERT2&VAR3=WERT3"
- "%nn" in einer URL wird durch ein Zeichen mit hexadezimalen nn-Wert ersetzt.
- Die Umgebungsvariable wird gesetzt als: "ABFRAGE\_STRING="VAR1=WERT1 VAR2=WERT2 VAR3=WERT3"".
- Ein [CGI](#)-Programm (irgendeines von "program.\*") auf dem Webserver führt sich selbst mit der Umgebungsvariable "\$ABFRAGE\_STRING" aus.
- Die Standardausgabe (stdout) eines CGI-Programms wird zum Webbrowser gesandt und dort als interaktive dynamische Webseite angezeigt.

Aus Sicherheitsgründen wird empfohlen, keinen eigenen zusammengebastelten Code zum Parsen von CGI-Parametern zu verwenden. Es gibt dafür etablierte Module in Perl und Python. [PHP](#) unterstützt diese Funktionalitäten. Wenn eine Speicherung der Daten auf dem Client nötig ist, werden [HTTP-Cookies](#) verwendet. Ist eine Verarbeitung der Daten auf dem Client erforderlich, wird häufig [Javascript](#) genutzt.

Für weitere Informationen wird auf das [Common Gateway Interface](#), die [Apache Software Foundation](#) und [JavaScript](#) verwiesen.

Die Suche nach "CGI tutorial" auf Google durch Eingabe der kodierten URL <https://www.google.com/search?hl=en&ie=UTF-8&q=CGI+tutorial> direkt in der Adresszeile des Browsers ist eine gute Möglichkeit, das CGI-Skript auf dem Google-Server in Aktion zu beobachten.

## 12.8 Die Quellcode-Übersetzung

Es gibt verschiedene Programme zur Übersetzung von Quellcode:

| Paket                     | Popcon            | Größe | Schlüsselwort   | Beschreibung                                                                |
|---------------------------|-------------------|-------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">perl</a>      | V:673,<br>I:992   | 836   | AWK →<br>PERL   | Quellcode von AWK nach PERL konvertieren:<br><a href="#">a2p(1)</a>         |
| <a href="#">f2c</a>       | V:0.1, I:2.0      | 443   | FORTTRAN<br>→ C | Quellcode von FORTRAN 77 nach C/C++<br>konvertieren: <a href="#">f2c(1)</a> |
| <a href="#">intel2gas</a> | V:0.02,<br>I:0.19 | 178   | intel → gas     | Konvertierer von NASM (Intel-Format) nach GNU<br>Assembler (GAS)            |

Tabelle 12.19: Liste von Programmen zur Übersetzung von Quellcode

## 12.9 Erstellen von Debian-Paketen

Wenn Sie ein Debian-Paket erstellen möchten, lesen Sie folgendes:

- Kapitel [2](#), um die Grundlagen des Paketsystems zu verstehen;
- Abschnitt [2.7.13](#), um den grundlegenden Portierungsprozess zu verstehen;
- Abschnitt [9.11.4](#), um die grundlegenden chroot-Techniken zu verstehen;
- [debuid\(1\)](#) und [sbuild\(1\)](#)
- Abschnitt [12.5.2](#) für Informationen zum Rekompilieren von Quellcode zwecks Fehlersuche (Debugging);
- [Handbuch für Debian-Paketbetreuer](#) (aus dem debmake-doc-Paket).
- [Debian-Entwicklerreferenz](#) (aus dem developers-reference-Paket);
- [Debian Policy-Handbuch](#) (aus dem debian-policy-Paket);

Es gibt auch Pakete wie debmake, dh-make, dh-make-perl usw., die beim Paketieren helfen.

# Anhang A

## Anhang

Hier einige Hintergrundinformationen zu diesem Dokument.

### A.1 Das Debian-Labyrinth

Das Linux-System ist eine sehr leistungsfähige Computer-Plattform für einen mit dem Netzwerk verbundenen Rechner. Allerdings ist es nicht einfach, zu erlernen, wie man all dessen Fähigkeiten nutzen kann. Die Einrichtung der LPR-Drucker-Warteschlange mit einem nicht PostScript-fähigen Drucker war ein gutes Beispiel für die möglichen Stolpersteine. (Es gibt mittlerweile keine solchen Probleme mehr, da neue Installationen jetzt das CUPS-System nutzen).

Es gibt eine vollständige Quelle für detaillierte Informationen, genannt der "QUELLCODE". Dieser ist sehr exakt, aber auch sehr schwer zu verstehen. Es gibt auch andere Quellen wie HOWTOs oder mini-HOWTOs. Diese sind leichter verständlich, neigen aber dazu, zu viele Details zu liefern und den großen Überblick zu verlieren. Ich habe manchmal ein Problem, den richtigen Abschnitt in einem langen HOWTO zu finden, wenn ich nur ein paar Befehle, die ich aufrufen muss, suche.

Ich hoffe, diese "Debian-Referenz (Version 2.150)" (2026-09-07 04:12:06 UTC) bietet eine gute Starthilfe für Leute im Debian-Labyrinth.

### A.2 Copyright-Vergangenheit

Die Debian Reference wurde initiiert von mir, Osamu Aoki <osamu at debian dot org> als persönliches Memo zur Systemadministration. Viele Inhalte entstammen dem Wissen, das ich von der [debian-user-Mailingliste](#) und anderen Debian-Ressourcen bezogen habe.

Einem Vorschlag von Josip Rodin folgend, der sehr aktiv im [Debian Documentation Project \(DDP\)](#) war, wurde die "Debian Reference (version 1, 2001-2007)" als Teil der DDP-Dokumente erstellt.

Nach sechs Jahren stellte ich fest, dass die originale "Debian Reference (version 1)" veraltet war und begann, viele Inhalte neu zu schreiben. Die neue "Debian Reference (version 2)" wurde 2008 veröffentlicht.

Ich habe die "Debian Reference (version 2)" aktualisiert, um neuen Themen (wie Systemd, Wayland, IMAP, PipeWire, Linux-Kernel 5.10) Rechnung zu tragen sowie veraltete (SysV init, CVS, Subversion, SSH-Protokoll 1, Linux-Kernel vor 2.5) zu entfernen. Referenzen zur Situation während Jessie 8 (2015-2020) oder älter wurden überwiegend gelöscht.

Diese "Debian-Referenz (Version 2.150)" (2026-09-07 04:12:06 UTC) deckt zum Großteil die Debian-Veröffentlichungen Trixie (=stable) und Forky (=testing) ab.

Die Lehrinhalte haben ihren Ursprung und ihre Inspiration in folgenden Quellen:

---

- "[Linux User's Guide](#)" von Larry Greenfield (Dezember 1996)
  - abgelöst durch das "Debian Tutorial"
- "Debian Tutorial" von Havoc Pennington (11. Dezember 1998)
  - teilweise geschrieben von Oliver Elphick, Ole Tetlie, James Treacy, Craig Sawyer und Ivan E. Moore II
  - abgelöst durch "Debian GNU/Linux: Guide to Installation and Usage"
- "[Debian GNU/Linux: Guide to Installation and Usage](#)" von John Goerzen und Ossama Othman (1999)
  - abgelöst durch die "Debian Reference (version 1)"

Die Paket- und Archivbeschreibungen haben ihren Ursprung und ihre Inspiration in folgenden Quellen:

- "[Debian FAQ](#)" (Version von März 2002, zu dieser Zeit betreut durch Josip Rodin)

Andere Inhalte haben ihren Ursprung und ihre Inspiration in folgenden Quellen:

- "Debian Reference (version 1)" von Osamu Aoki (2001-2007)
  - abgelöst durch die neuere "Debian Referenz (Version 2)" in 2008.

Die vorherige "Debian Reference (version 1)" wurde unter Mithilfe von vielen Beteiligten erstellt:

- ein Großteil der Beiträge zur Netzwerkkonfiguration von Thomas Hood;
- erhebliche Beiträge zu X- und VCS-bezogenen Themen von Brian Nelson;
- Hilfe bei den Build-Scripten und viele Korrekturen des Inhaltes durch Jens Seidel;
- ausgiebige Korrekturlesung durch David Sewell;
- viele Beiträge von Übersetzern und Leuten, die Inhalte beigetragen oder Fehler berichtet haben.

Viele Handbuch- und Infoseiten im Debian-System sowie Upstream-Webseiten und [Wikipedia](#)-Dokumente wurden als primäre Referenzen verwendet, um dieses Dokument zu schreiben. Bis zu einem gewissen Maß, das Osamu Aoki im Sinne von [Fair Use](#) als angemessen angesehen hat, wurden viele Teile davon, speziell Befehlsdefinitionen, in die Debian Reference übernommen (nach sorgfältiger Überarbeitung zwecks Anpassung an Stil und Zielvorgabe dieses Dokuments).

Die Beschreibung des Debuggers gdb wurde unter Verwendung von [Inhalten aus dem Debian Wiki über backtrace](#) in Konsens mit Ari Pollak, Loïc Minier und Dafydd Harries erweitert.

Die Inhalte der derzeitigen "Debian Referenz (Version 2.150)" (2026-09-07 04:12:06 UTC) sind überwiegend meine eigene Arbeit, mit Ausnahme der oben genannten. Diese wurden auch durch diejenigen, die damals die Inhalte beigetragen haben, aktualisiert.

Die "Debian Referenz (Version 1)" wurde ins Deutsche übersetzt von Jens Seidel und anderen.

Die "Debian Referenz (Version 2)" wurde ins Deutsche übersetzt von Holger Wansing <hwansing@mailbox.org> sowie (teilweise) von Florian Rehnisch <fm-r@gmx.de> und anderen Mitgliedern des debian-l10n-german-Übersetzerteams.

Der Autor Osamu Aoki dankt allen, die geholfen haben, dieses Dokument möglich zu machen.

## A.3 Dokumentenformat

Der Quelltext des englischen Originaldokuments wird derzeit in [DocBook](#)-XML-Dateien geschrieben. Diese Quellen werden in HTML, reine Textdateien, PostScript und PDF konvertiert. (Einige Formate könnten für die Verteilung ausgelassen werden.)