



# Administrationshandbuch

---

SUSE Linux Enterprise Desktop 12



# Administrationshandbuch

## SUSE Linux Enterprise Desktop 12

Er behandelt Systemverwaltungsaufgaben wie Wartung, Überwachung und Anpassung eines neu installierten Systems.

Veröffentlicht: Sep 30 2014

SUSE Linux Products GmbH

Maxfeldstr. 5


90409 Nürnberg

GERMANY

<https://www.suse.com/documentation> 

Copyright © 2006–2017 SUSE LLC und Mitwirkende. Alle Rechte vorbehalten.

Es wird die Genehmigung erteilt, dieses Dokument unter den Bedingungen der GNU Free Documentation License, Version 1.2 oder (optional) Version 1.3 zu vervielfältigen, zu verbreiten und/oder zu verändern; die unveränderlichen Abschnitte hierbei sind der Urheberrechtshinweis und die Lizenzbedingungen. Eine Kopie dieser Lizenz (Version 1.2) finden Sie im Abschnitt „GNU Free Documentation License“.

Informationen zu SUSE- und Novell-Marken finden Sie in der Liste der Marken und Dienstleistungsmarken von Novell unter <http://www.novell.com/company/legal/trademarks/tmlist.html> . Alle anderen Drittanbieter-Marken sind das Eigentum der jeweiligen Inhaber. Ein Markensymbol (®, ™ usw.) kennzeichnet eine SUSE- oder Novell-Marke. Ein Sternchen (\*) kennzeichnet eine Drittanbietermarke.

Alle Informationen in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt zusammengestellt. Doch auch dadurch kann hundertprozentige Richtigkeit nicht gewährleistet werden. Weder SUSE LLC noch ihre Tochtergesellschaften noch die Autoren noch die Übersetzer können für mögliche Fehler und deren Folgen haftbar gemacht werden.

# Inhaltsverzeichnis

## Allgemeines zu diesem Handbuch xvi

### I SUPPORT UND ÜBLICHE AUFGABEN 1

## 1 YaST-Online-Aktualisierung 2

### 1.1 Das Dialogfeld „Online-Aktualisierung“ 3

### 1.2 Installieren von Patches 4

### 1.3 Automatische Online-Updates 6

## 2 Erfassen der Systeminformationen für den Support 8

### 2.1 Anzeigen aktueller Systeminformationen 8

### 2.2 Erfassen von Systeminformationen mit supportconfig 9

Erstellen einer Serviceanforderungsnummer 9 • Upload-Ziele 10 • Erstellen eines supportconfig-Archivs mit YaST 10 • Erstellen eines supportconfig-Archivs über die Kommandozeile 13 • Allgemeine Optionen für Supportconfig 13

### 2.3 Übertragen von Informationen an den globalen technischen Support 14

### 2.4 Analysieren von Systeminformationen 16

SCA-Kommandozeilenwerkzeug 17 • SCA-Appliance 19 • Entwickeln von benutzerdefinierten Analyseschemata 32

### 2.5 Unterstützung für Kernelmodule 32

Technischer Hintergrund 33 • Arbeiten mit nicht unterstützten Modulen 34

### 2.6 Weiterführende Informationen 34

## 3 YaST im Textmodus 36

- 3.1 Navigation in Modulen 37
- 3.2 Einschränkung der Tastenkombinationen 39
- 3.3 YaST-Kommandozeilenoptionen 40
  - Starten der einzelnen Module 40 • Installation von Paketen über die Kommandozeile 40 • Kommandozeilenparameter der YaST-Module 41

## 4 Systemwiederherstellung und Snapshot-Verwaltung mit Snapper 42

- 4.1 Standardeinrichtung 42
  - Anpassen der Einrichtung 45
- 4.2 Rückgängigmachen von Änderungen mit Snapper 48
  - Rückgängigmachen von Änderungen durch YaST oder Zypper 50 • Wiederherstellen von Dateien mit Snapper 55
- 4.3 System-Rollback durch Booten aus Snapshots 57
  - Einschränkungen 59
- 4.4 Erstellen und Bearbeiten von Snapper-Konfigurationen 61
  - Verwalten vorhandener Konfigurationen 62
- 4.5 Manuelles Erstellen und Verwalten von Snapshots 67
  - Snapshot-Metadaten 68 • Erstellen von Snapshots 69 • Bearbeiten von Snapshot-Metadaten 70 • Löschen von Snapshots 71
- 4.6 Häufig gestellte Fragen 72

## 5 Fernzugriff mit VNC 74

- 5.1 Einmalige VNC-Sitzungen 74
  - Initiieren einer einmaligen VNC-Sitzung 75 • Konfigurieren einmaliger VNC-Sitzungen 76
- 5.2 Permanente VNC-Sitzungen 76
  - Verbindung zu einer permanenten VNC-Sitzung herstellen 78 • Konfigurieren von permanenten VNC-Sitzungen 79

## **6 GNOME-Konfiguration für Administratoren 80**

- 6.1 Automatischer Start von Anwendungen 80
- 6.2 Automatisches Einhängen und Verwalten von Mediengeräten 80
- 6.3 Ändern von bevorzugten Anwendungen 81
- 6.4 Hinzufügen von Dokumentvorlagen 81
- 6.5 Weiterführende Informationen 81

## **7 Verwalten von Software mit Kommandozeilen-Tools 82**

- 7.1 Verwenden von zypper 82
  - Allgemeine Verwendung 82 • Installieren und Entfernen von Software mit zypper 84 • Aktualisieren von Software mit zypper 88 • Verwalten von Repositorys mit Zypper 90 • Abfragen von Repositorys und Paketen mit Zypper 93 • Konfigurieren von Zypper 94 • Fehlersuche 94 • Zyper-Rollback-Funktion im Btrfs-Dateisystem 95 • Weiterführende Informationen 95
- 7.2 RPM - der Paket-Manager 96
  - Prüfen der Authentizität eines Pakets 96 • Verwalten von Paketen: Installieren, Aktualisieren und Deinstallieren 97 • Delta-RPM-Pakete 98 • RPM Abfragen 99 • Installieren und Kompilieren von Quellpaketen 102 • Kompilieren von RPM-Paketen mit „build“ 104 • Werkzeuge für RPM-Archive und die RPM-Datenbank 105

## **8 Bash-Shell und Bash-Skripte 106**

- 8.1 Was ist „die Shell“? 106
  - Die Bash-Konfigurationsdateien 106 • Die Verzeichnisstruktur 108
- 8.2 Schreiben von Shell-Skripten 113
- 8.3 Umlenken von Kommandoereignissen 114
- 8.4 Verwenden von Aliassen 116

- 8.5 Verwenden von Variablen in der Bash-Shell 116
  - Verwenden von Argumentvariablen 118 • Verwenden der Variablenersetzung 118
- 8.6 Gruppieren und Kombinieren von Kommandos 119
- 8.7 Arbeiten mit häufigen Ablaufkonstrukten 120
  - Das Steuerungskommando „if“ 121 • Erstellen von Schleifen mit dem Kommando "for" 121
- 8.8 Weiterführende Informationen 122

## II SYSTEM 123

### 9 32-Bit- und 64-Bit-Anwendungen in einer 64-Bit-Systemumgebung 124

- 9.1 Laufzeitunterstützung 124
- 9.2 Software-Entwicklung 125
- 9.3 Software-Kompilierung auf Doppelarchitektur-Plattformen 126
- 9.4 Kernel-Spezifikationen 127

### 10 Booten eines Linux-Systems 128

- 10.1 Der Linux-Bootvorgang 128
- 10.2 `initramfs` 130
- 10.3 `init` unter `initramfs` 131

### 11 Der Daemon `systemd` 133

- 11.1 Das Konzept von `systemd` 133
  - Grundlagen von `systemd` 133 • Unit-Datei 134
- 11.2 Grundlegende Verwendung 135
  - Verwalten von Diensten auf einem laufenden System 135 • Dienste dauerhaft aktivieren/deaktivieren 137

- 11.3 Systemstart und Zielverwaltung 139
  - Ziele im Vergleich zu Runlevels 139 • Fehlersuche beim Systemstart 143 • System V-Kompatibilität 147
- 11.4 Verwalten von Services mit YaST 148
- 11.5 Anpassen von systemd 149
  - Anpassen von Dienstdateien 150 • Erstellen von „Drop-in-Dateien“ 150 • Erstellen von benutzerdefinierten Zielen 151
- 11.6 Erweiterte Nutzung 151
  - Systemprotokoll 151 • Aufnahmen 152 • Laden der Kernelmodule 152 • Kernel-Steuergruppen (cgroups) 153 • Beenden von Diensten (Senden von Signalen) 154 • Fehlersuche für Dienste 155
- 11.7 Zusätzliche Informationsquellen 156
- 12 journalctl: Abfragen des systemd-Journals 158**
  - 12.1 Festlegen des Journals als persistent 158
  - 12.2 Nützliche Schalter in journalctl 159
  - 12.3 Filtern der Journalausgabe 160
    - Filtern nach Bootnummer 160 • Filtern nach Zeitraum 161 • Filtern nach Feldern 162
  - 12.4 Untersuchen von systemd-Fehlern 163
  - 12.5 Konfiguration von journald 165
    - Ändern der Größenbeschränkung für das Journal 165 • Weiterleiten des Journals an /dev/ttyX 165 • Weiterleiten des Journals an die Syslog-Funktion 165
- 13 Der Bootloader GRUB 2 167**
  - 13.1 Hauptunterschiede zwischen GRUB Legacy und GRUB 2 167
  - 13.2 Konfigurationsdateistruktur 168
    - Die Datei /boot/grub2/grub.cfg 169 • Die Datei /etc/default/grub 169 • Skripte in /etc/grub.d 173 • Zuordnung von BIOS-Laufwerken

	und Linux-Geräten 174 • Ändern von Menü-Einträgen während des Bootvorgangs 175 • Festlegen eines Bootpassworts 176
13.3	Konfigurieren des Bootloaders mit YaST 177
	Ändern des Bootloader-Typs 178 • Speicherort des Bootloaders ändern 179 • Anpassen der Festplattenreihenfolge 180 • Konfigurieren der erweiterten Optionen 180
13.4	Unterschiede bei der Terminalnutzung in System z 184
	Einschränkungen 184 • Tastenkombinationen 184
13.5	Nützliche Kommandos in GRUB 2 187
13.6	Weitere Informationen 188
<b>14</b>	<b>UEFI (Unified Extensible Firmware Interface) 189</b>
14.1	Secure Boot 189
	Implementation unter SUSE Linux Enterprise 190 • MOK (Machine Owner Key) 193 • Booten eines benutzerdefinierten Kernels 194 • Funktionen und Einschränkungen 196
14.2	Weiterführende Informationen 197
<b>15</b>	<b>Spezielle Systemfunktionen 198</b>
15.1	Informationen zu speziellen Softwarepaketen 198
	Das Paket bash und /etc/profile 198 • Das cron-Paket 199 • Stoppen der Cron-Statusmeldungen 200 • Protokolldateien: Paket logrotate 200 • Der Befehl „locate“ 202 • Der Befehl „ulimit“ 202 • Der Befehl „free“ 203 • man-Seiten und Info-Seiten 204 • Auswählen von man-Seiten über das Kommando <b>man</b> 204 • Einstellungen für GNU Emacs 205
15.2	Virtuelle Konsolen 206
15.3	Tastaturzuordnung 206
15.4	Sprach- und länderspezifische Einstellungen 207
	Beispiele 208 • Locale-Einstellungen in ~/.i18n 210 • Einstellungen für die Sprachunterstützung 210 • Weiterführende Informationen 211



## 16 Druckerbetrieb 212

- 16.1 Der CUPS-Workflow 213
- 16.2 Methoden und Protokolle zum Anschließen von Druckern 214
- 16.3 Installation der Software 215
- 16.4 Netzwerkdrucker 215
- 16.5 Konfigurieren von CUPS mit Kommandozeilenwerkzeugen 217
- 16.6 Drucken über die Kommandozeile 218
- 16.7 Besondere Funktionen in SUSE Linux Enterprise Desktop 219
  - CUPS und Firewall 219 • Durchsuchen nach Netzwerkdruckern 220 • PPD-Dateien in unterschiedlichen Paketen 220
- 16.8 Fehlersuche 221
  - Drucker ohne Unterstützung für eine Standard-Druckersprache 221 • Für einen PostScript-Drucker ist keine geeignete PPD-Datei verfügbar 222 • Netzwerkdrucker-Verbindungen 222 • Fehlerhafte Ausdrücke ohne Fehlermeldung 225 • Deaktivierte Warteschlangen 226 • CUPS-Browsing: Löschen von Druckaufträgen 226 • Fehlerhafte Druckaufträge und Fehler bei der Datenübertragung 227 • Fehlersuche für CUPS 227 • Weiterführende Informationen 228

## 17 Gerätemanagement über dynamischen Kernel mithilfe von udev 229

- 17.1 Das /dev-Verzeichnis 229
- 17.2 Kernel-uevents und udev 230
- 17.3 Treiber, Kernel-Module und Geräte 230
- 17.4 Booten und erstes Einrichten des Geräts 231
- 17.5 Überwachen des aktiven udev-Daemons 231

17.6	Einflussnahme auf das Gerätemanagement über dynamischen Kernel mithilfe von udev-Regeln	233
	Verwenden von Operatoren in udev-Regeln	235
	Verwenden von Ersetzungen in udev-Regeln	236
	Verwenden von udev-Übereinstimmungsschlüsseln	237
	Verwenden von udev-Zuweisungsschlüsseln	238
17.7	Permanente Gerätebenennung	240
17.8	Von udev verwendete Dateien	241
17.9	Weiterführende Informationen	242
<b>18</b>	<b>Das X Window-System</b>	<b>243</b>
18.1	Installation und Konfiguration von Schriften	243
	Anzeigen der installierten Schriften	244
	Anzeigen von Schriften	245
	Abfragen von Schriften	245
	Installieren von Schriften	246
	Konfigurieren der Darstellung von Schriften	247
18.2	Weiterführende Informationen	257
<b>19</b>	<b>Zugriff auf Dateisysteme mit FUSE</b>	<b>258</b>
19.1	Konfigurieren von FUSE	258
19.2	Erhältliche FUSE-Plug-Ins	258
19.3	Weiterführende Informationen	259
<b>III</b>	<b>SERVICES</b>	<b>260</b>
<b>20</b>	<b>Grundlegendes zu Netzwerken</b>	<b>261</b>
20.1	IP-Adressen und Routing	264
	IP-Adressen	265
	Netzmasken und Routing	265
20.2	IPv6 – Das Internet der nächsten Generation	267
	Vorteile	268
	Adresstypen und -struktur	270
	Koexistenz von IPv4 und IPv6	274
	IPv6 konfigurieren	276
	Weiterführende Informationen	276
20.3	Namensauflösung	277

- 20.4 Konfigurieren von Netzwerkverbindungen mit YaST 279
  - Konfigurieren der Netzwerkkarte mit YaST 279
- 20.5 NetworkManager 291
  - NetworkManager und **wicked** 291 • NetworkManager-Funktionalität und Konfigurationsdateien 293 • Steuern und Sperren von NetworkManager-Funktionen 293
- 20.6 Manuelle Netzwerkkonfiguration 293
  - Die **wicked**-Netzwerkkonfiguration 294 • Konfigurationsdateien 301 • Testen der Konfiguration 312 • Unit-Dateien und Startskripte 316
- 20.7 Einrichten von Bonding-Geräten 317
  - Hot-Plugging von Bonding-Slaves 319
- 21 Zeitsynchronisierung mit NTP 321**
  - 21.1 Konfigurieren eines NTP-Client mit YaST 321
    - Grundlegende Konfiguration 321 • Ändern der Basiskonfiguration 322
  - 21.2 Manuelle Konfiguration von NTP im Netzwerk 325
  - 21.3 Dynamische Zeitsynchronisierung während der Laufzeit 326
  - 21.4 Einrichten einer lokalen Referenzuhr 326
- 22 Verwendung von NetworkManager 328**
  - 22.1 Anwendungsbeispiele für den NetworkManager 328
  - 22.2 Aktivieren oder Deaktivieren von NetworkManager 329
  - 22.3 Konfigurieren von Netzwerkverbindungen 330
    - Verwalten von kabelgebundenen Netzwerkverbindungen 331 • Verwalten von drahtlosen Netzwerkverbindungen 332 • Konfigurieren der WLAN-/Bluetooth-Karte als Zugriffspunkt 333 • NetworkManager und VPN 333
  - 22.4 NetworkManager und Sicherheit 334
    - Benutzer- und Systemverbindungen 334 • Speichern von Passwörtern und Berechtigungsnachweisen 335
  - 22.5 Häufig gestellte Fragen 335

22.6	Fehlersuche	337		
22.7	Weiterführende Informationen	338		
<b>23</b>	<b>Samba</b>	<b>339</b>		
23.1	Terminologie	339		
23.2	Installieren eines Samba-Servers	340		
23.3	Konfigurieren eines Samba-Servers	341		
23.4	Konfigurieren der Clients	341		
	Konfigurieren eines Samba-Clients mit YaST	341		
23.5	Samba als Anmeldeserver	341		
23.6	Weitere Themen	342		
	Transparente Dateikomprimierung mit Btrfs	343 • Aufnahmen	344	
23.7	Weiterführende Informationen	353		
<b>24</b>	<b>Verteilte Nutzung von Dateisystemen mit NFS</b>	<b>354</b>		
24.1	Terminologie	354		
24.2	Installieren des NFS-Servers	355		
24.3	Konfigurieren der Clients	355		
	Importieren von Dateisystemen mit YaST	355 • Manuelles Importieren von Dateisystemen	356 • pNFS (paralleles NFS)	358
24.4	Weiterführende Informationen	359		
<b>25</b>	<b>Bedarfsweises Einhängen mit autofs</b>	<b>360</b>		
25.1	Installation	360		
25.2	Konfiguration	360		
	Die Master-Zuordnungsdatei	360 • Zuordnungsdateien	363	

- 25.3 Funktionsweise und Fehlersuche 364
  - Steuern des autofs-Dienstes 364 • Fehlersuche bei Automounter-Problemen 365
- 25.4 Automatisches Einhängen als NFS-Freigabe 365
- 25.5 Weitere Themen 367
  - /net-Einhängpunkt 367 • Verwenden von Platzhalterzeichen beim automatischen Einhängen von Unterverzeichnissen 367 • Automatisches Einhängen des CIFS-Dateisystems 368

## 26 Dateisynchronisierung 369

- 26.1 Verfügbare Software zur Datensynchronisierung 369
  - CVS 370 • rsync 370
- 26.2 Kriterien für die Auswahl eines Programms 370
  - Client/Server gegenüber Peer-to-Peer 371 • Portabilität 371 • Interaktiv oder automatisch 371 • Konflikte: Symptome und Lösungen 371 • Auswählen und Hinzufügen von Dateien 372 • Verlauf 372 • Datenmenge und Speicherbedarf 372 • GUI 372 • Benutzerfreundlichkeit 372 • Sicherheit vor Angriffen 373 • Schutz vor Datenverlust 373
- 26.3 Einführung in CVS 374
  - Konfigurieren eines CVS-Servers 374 • Verwenden von CVS 375
- 26.4 Einführung in rsync 377
  - Konfiguration und Betrieb 377
- 26.5 Weiterführende Informationen 379

## IV MOBILE COMPUTER 380

## 27 Mobile Computernutzung mit Linux 381

- 27.1 Notebooks 381
  - Energieeinsparung 381 • Integration in unterschiedlichen Betriebsumgebungen 382 • Software-Optionen 385 • Datensicherheit 391
- 27.2 Mobile Hardware 392
- 27.3 Mobiltelefone und PDAs 393

27.4 Weiterführende Informationen 393

## 28 Energieverwaltung 394

28.1 Energiesparfunktionen 394

28.2 Advanced Configuration & Power Interface (ACPI) 395

Steuern der CPU-Leistung 396 • Fehlersuche 396

28.3 Ruhezustand für Festplatte 398

28.4 Fehlersuche 400

CPU-Frequenzsteuerung funktioniert nicht 400

28.5 Weiterführende Informationen 400

## V FEHLERSUCHE 401

## 29 Hilfe und Dokumentation 402

29.1 Dokumentationsverzeichnis 402

SUSE-Handbücher 403 • Dokumentation zu den einzelnen Paketen 403

29.2 man-Seiten 404

29.3 Infoseiten 406

29.4 Online-Ressourcen 406

## 30 Häufige Probleme und deren Lösung 408

30.1 Suchen und Sammeln von Informationen 408

30.2 Probleme bei der Installation 411

Überprüfen von Medien 411 • Kein bootfähiges DVD-Laufwerk verfügbar 412 • Vom Installationsmedium kann nicht gebootet werden 413 • Computer kann nicht gebootet werden 415 • Grafisches Installationsprogramm lässt sich nicht starten 417 • Nur ein minimalistischer Bootbildschirm wird eingeblendet 419

- 30.3 Probleme beim Booten 420
  - Probleme beim Laden des GRUB 2-Bootloaders 420 • Es wird keine Anmeldemaske oder Eingabeaufforderung angezeigt 421 • Keine grafische Anmeldung 421 • Einhängen der Root-Btrfs-Partition nicht möglich 422
- 30.4 Probleme bei der Anmeldung 422
  - Fehler trotz gültiger Kombination aus Benutzername und Passwort 423 • Keine Annahme einer gültigen Kombination aus Benutzername und Passwort 424 • Anmeldung bei verschlüsselter Home-Partition fehlgeschlagen 427 • Anmeldung erfolgreich, jedoch Problem mit GNOME-Desktop 428
- 30.5 Probleme mit dem Netzwerk 429
  - Probleme mit NetworkManager 434
- 30.6 Probleme mit Daten 434
  - Verwalten von Partitions-Images 435 • Verwenden des Rettungssystems 435
- A Aktualisierungen der Dokumentation 443**
  - A.1 Oktober 2014 (ursprüngliche Freigabe von SUSE Linux Enterprise Desktop 12) 443
- B Ein Beispielnetzwerk 449**
- C GNU Licenses 450**
  - C.1 GNU Free Documentation License 450

# Allgemeines zu diesem Handbuch

Dieses Handbuch ist für professionelle Netzwerk- und Systemadministratoren zum Betrieb von SUSE® Linux Enterprise konzipiert. Daher soll es nur sicherstellen, dass SUSE Linux Enterprise korrekt konfiguriert ist und die erforderlichen Dienste im Netzwerk verfügbar sind, um eine ordnungsgemäße Funktion gemäß der ursprünglichen Installation zu erlauben. Dieses Handbuch behandelt nicht, wie Sie dafür sorgen, dass SUSE Linux Enterprise die geeignete Kompatibilität mit der Anwendungssoftware Ihres Unternehmens bietet oder dass seine Kernfunktionalität diese Anforderungen erfüllt. Das Handbuch setzt voraus, dass eine vollständige Anforderungsüberprüfung durchgeführt und die Installation angefordert wurde bzw. dass eine Testinstallation zum Zwecke einer solchen Überprüfung angefordert wurde.

Dieses Handbuch enthält Folgendes:

## Support und übliche Aufgaben

SUSE Linux Enterprise bietet eine breite Palette an Werkzeugen, um verschiedene Aspekte des Systems anzupassen. In diesem Abschnitt werden einige dieser Aspekte erläutert.

## System

In diesem Abschnitt wird das zugrunde liegende Betriebssystem umfassend erläutert. SUSE Linux Enterprise unterstützt eine Reihe von Hardware-Architekturen, mit denen Sie Ihre eigenen Anwendungen anpassen können, die auf SUSE Linux Enterprise ausgeführt werden sollen. Der Bootloader und die Informationen zum Bootvorgang unterstützen Sie dabei zu verstehen, wie Ihr Linux-System arbeitet und wie sich Ihre eigenen Skripten und Anwendungen integrieren lassen.

## Services

SUSE Linux Enterprise ist als Netzwerk-Betriebssystem konzipiert. SUSE® Linux Enterprise Desktop bietet Client-Unterstützung für viele Netzwerkdienste. Es lässt sich gut in heterogene Umgebungen mit MS Windows-Clients und -Servern integrieren.

## Mobile Computer

Laptops und die Kommunikation zwischen mobilen Geräten wie PDAs oder Mobiltelefonen und SUSE Linux Enterprise benötigen eine gewisse Aufmerksamkeit. Achten Sie auf geringen Energieverbrauch und sorgen Sie für die Integration verschiedener Geräte in einer sich ändernden Netzwerkkumgebung. Machen Sie sich auch mit den Hintergrundtechnologien vertraut, die die erforderliche Funktionalität liefern.



## Fehlersuche

Bietet einen Überblick zu Hilfeinformationen und zusätzlicher Dokumentation, falls Sie weitere Informationen benötigen oder mit Ihrem System spezifische Aufgaben ausführen möchten. In diesem Teil werden die häufigsten Probleme und Störungen zusammengestellt und Sie erfahren, wie Sie diese Probleme selbst beheben können.

Viele Kapitel in diesem Handbuch enthalten Links zu zusätzlichen Dokumentationsressourcen. Dazu gehört auch weitere Dokumentation, die auf dem System bzw. im Internet verfügbar ist. Einen Überblick über die Dokumentation, die für Ihr Produkt verfügbar ist, und die neuesten Dokumentationsupdates finden Sie unter <http://www.suse.com/doc>.

# 1 Verfügbare Dokumentation

Wir stellen Ihnen unsere Handbücher in verschiedenen Sprachen in den Formaten HTML und PDF zur Verfügung. Die folgenden Handbücher für Benutzer und Administratoren sind für dieses Produkt verfügbar:

### **Artikel „Installation Quick Start (Schnellstart Installation)“**

Listet die Systemanforderungen auf und führt Sie schrittweise durch die Installation von SUSE Linux Enterprise Desktop von DVD oder einem ISO-Abbild.

### **Buch „Bereitstellungshandbuch “**

Erfahren Sie, wie Sie einzelne oder mehrere Systeme installieren und die Produktfunktionen für eine Bereitstellungsinfrastruktur nutzen. Wählen Sie aus verschiedenen Ansätzen. Von der lokalen Installation über einen Netzwerkinstallationsserver bis zu einer Masseneininstallation über eine entfernt gesteuerte, hochgradig angepasste und automatisierte Installationsmethode ist alles möglich.

### **Administrationshandbuch**

Er behandelt Systemverwaltungsaufgaben wie Wartung, Überwachung und Anpassung eines neu installierten Systems.

### **Book “Security Guide”**

Zudem werden grundlegende Konzepte der Systemsicherheit vorgestellt, die sowohl lokale als auch netzwerkbezogene Aspekte abdecken. Es wird erläutert, wie Sie die in das Produkt eingegliederte Sicherheits-Software wie AppArmor oder das Prüfsystem nutzen, mit dem zuverlässig Informationen zu allen sicherheitsspezifischen Ereignissen gesammelt werden.

### **Book “System Analysis and Tuning Guide”**

Ein Administratorhandbuch zur Problemsuche, Fehlerbehebung und Optimierung. Erfahren Sie, wie Sie Ihr System mithilfe von Überwachungswerkzeugen prüfen und optimieren können und wie Sie Ihre Ressourcen effizient verwalten. Es enthält zudem einen Überblick über häufige Probleme und Lösungen sowie weitere Hilfequellen und Dokumentationsressourcen.

### **Buch „GNOME-Benutzerhandbuch“**

Einführung in den GNOME-Desktop von SUSE Linux Enterprise Desktop. Das Handbuch begleitet Sie bei der Verwendung und Konfiguration des Desktops und hilft Ihnen, wichtige Aufgaben zu erledigen. Dies richtet sich in erster Linie an Endbenutzer, die GNOME als ihren Standard-Desktop nutzen möchten.

HTML-Versionen der meisten Produkthandbücher finden Sie auf dem installierten System im Verzeichnis `/usr/share/doc/manual` bzw. in den Hilfezentren Ihres Desktops. Die neuesten Dokumentationsaktualisierungen finden Sie unter <http://www.suse.com/doc>, von wo Sie PDF- oder HTML-Versionen der Handbücher für Ihr Produkt herunterladen können.

## **2 Rückmeldungen**

Für Rückmeldungen stehen mehrere Kanäle zur Verfügung:

### **Fehler und Verbesserungsanforderungen**

Informationen zu Diensten und Support-Optionen, die für Ihr Produkt verfügbar sind, finden Sie unter <http://www.suse.com/support/>.

Zum Melden von Fehlern in einer Produktkomponente gehen Sie zu <http://www.suse.com/mysupport>, melden Sie sich an, und wählen Sie *Submit New SR* (Neue Serviceanforderung senden).

### **Anregungen und Kritik unserer Leser**

Wir freuen uns über Ihre Kommentare und Vorschläge zu diesem Handbuch und den anderen Teilen der Dokumentation dieses Produkts. Verwenden Sie die Funktion „Benutzerkommentare“ unten auf den einzelnen Seiten der Online-Dokumentation oder geben Sie Ihre Kommentare auf der Seite <http://www.suse.com/doc/feedback.html> ein.

## Mail

Für Feedback zur Dokumentation dieses Produkts können Sie auch eine E-Mail an [doc-team@suse.de](mailto:doc-team@suse.de) senden. Geben Sie auf jeden Fall auch den Titel der Dokumentation, die Produktversion und das Datum der Veröffentlichung der Dokumentation an. Geben Sie eine genaue Beschreibung des Problems an und beziehen Sie sich auf die entsprechende Abschnittsnummer und Seite (oder URL), wenn Sie Fehler melden oder Verbesserungen vorschlagen.

## 3 Konventionen in der Dokumentation

In diesem Handbuch werden folgende typografische Konventionen verwendet:

- /etc/passwd: Verzeichnis- und Dateinamen
- Platzhalter: Ersetzen Sie Platzhalter durch den tatsächlichen Wert.
- PATH: die Umgebungsvariable PATH
- ls, --help: Kommandos, Optionen und Parameter
- Benutzer: Benutzer oder Gruppen
- Alt, Alt-F1: Eine Taste oder Tastenkombination. Tastennamen werden wie auf der Tastatur in Großbuchstaben dargestellt.
- *Datei*, *Datei* > *Speichern unter*: Menüelemente, Schaltflächen
- *Tanzende Pinguine* (Kapitel *Pinguine*, ↑Zusätzliches Handbuch): Dies ist ein Verweis auf ein Kapitel in einem anderen Handbuch.

# I Support und übliche Aufgaben

- 1 YaST-Online-Aktualisierung **2**
- 2 Erfassen der Systeminformationen für den Support **8**
- 3 YaST im Textmodus **36**
- 4 Systemwiederherstellung und Snapshot-Verwaltung mit Snapper **42**
- 5 Fernzugriff mit VNC **74**
- 6 GNOME-Konfiguration für Administratoren **80**
- 7 Verwalten von Software mit Kommandozeilen-Tools **82**
- 8 Bash-Shell und Bash-Skripte **106**

# 1 YaST-Online-Aktualisierung

SUSE stellt fortlaufend Sicherheitsaktualisierungen für Ihr Softwareprodukt bereit. Standardmäßig stellt das Miniprogramm für die Aktualisierung sicher, dass Ihr System stets auf dem neuesten Stand ist. Weitere Informationen zu diesem Miniprogramm finden Sie im *Buch „Bereitstellungshandbuch“* 6 „*Installieren bzw. Entfernen von Software*“ 6.4 „*Halten Sie Ihr System auf dem neuesten Stand*“. Dieses Kapitel behandelt das alternative Tool für die Aktualisierung von Software-Paketen: die YaST-Online-Aktualisierung.

Die aktuellen Patches für SUSE® Linux Enterprise Desktop sind über ein Software-Aktualisierungs-Repository verfügbar. Wenn Sie Ihr Produkt während der Installation registriert haben, ist das Aktualisierungs-Repository bereits konfiguriert. Falls Sie SUSE Linux Enterprise Desktop noch nicht registriert haben, starten Sie die *SUSE Customer Center-Konfiguration* in YaST. Alternativ können Sie ein Aktualisierungs-Repository manuell von einer verbürgten Quelle hinzufügen. Starten Sie zum Hinzufügen oder Entfernen von Repositories den Repository-Manager über *Software > Software-Repositories* in YaST. Weitere Informationen zum Repository Manager finden Sie in *Buch „Bereitstellungshandbuch“* 6 „*Installieren bzw. Entfernen von Software*“ 6.3 „*Verwalten von Software-Repositories und -Diensten*“.



## **Anmerkung: Fehler beim Zugriff auf den Aktualisierungskatalog**

Wenn Sie keinen Zugriff auf den Aktualisierungskatalog erhalten, liegt das eventuell daran, dass Ihr Abo abgelaufen ist. In der Regel umfasst SUSE Linux Enterprise Desktop ein einjähriges oder dreijähriges Abo, mit dem Sie Zugriff auf den Aktualisierungskatalog erhalten. Dieser Zugriff wird verweigert, sobald das Abo beendet ist.

Bei Verweigerung des Zugriffs auf den Aktualisierungskatalog wird eine Warnmeldung angezeigt, die Ihnen empfiehlt, das SUSE Customer Center zu besuchen und Ihr Abo zu überprüfen. Das SUSE Customer Center erreichen Sie unter <https://scc.suse.com//>.

SUSE bietet Aktualisierungen mit verschiedenen Relevanzstufen:

### **Sicherheits-Updates**

Beseitigen ernsthafte Sicherheitsrisiken und sollten stets installiert werden.

### **Empfohlene Updates**

Beseitigen Probleme, die Ihrem Rechner schaden können.

## Optionale Updates

Beseitigen nicht sicherheitsrelevante Probleme oder bieten Verbesserungen.

### 1.1 Das Dialogfeld „Online-Aktualisierung“

Zum Öffnen des Dialogfelds *Online-Aktualisierung* starten Sie YaST, und wählen Sie *Software* › *Online-Aktualisierung*. Stattdessen können Sie es auch von der Kommandozeile aus mit dem Kommando **yast2 online\_update** starten.

Das Fenster *Online-Update* ist in vier Abschnitte unterteilt.

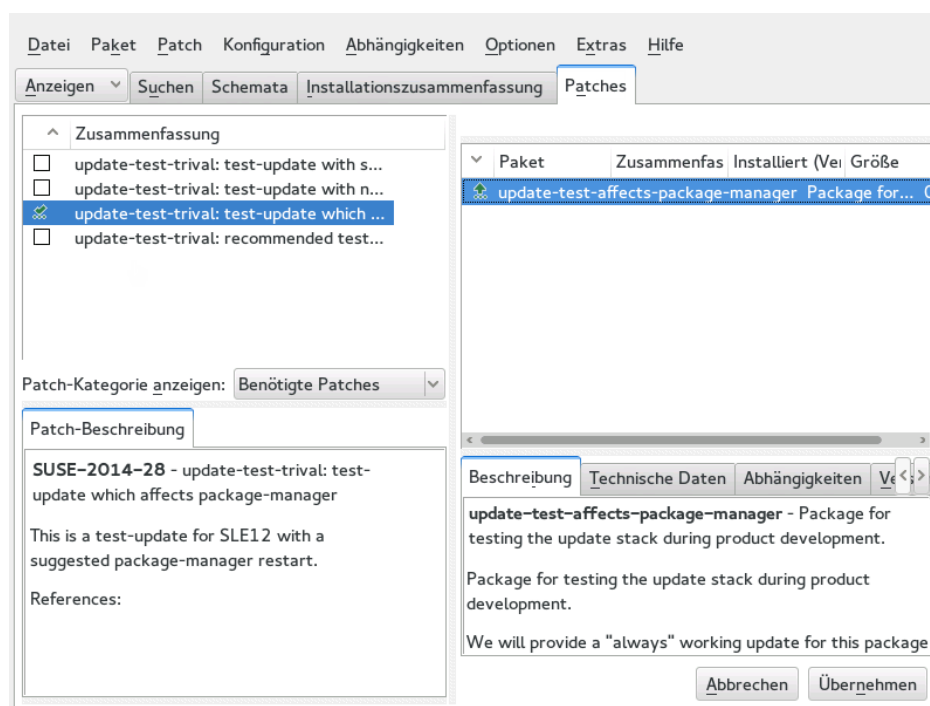


ABBILDUNG 1.1 YAST-ONLINE-AKTUALISIERUNG

Unter *Zusammenfassung* im linken Bereich werden die verfügbaren Patches für SUSE Linux Enterprise Desktop aufgeführt. Die Patches werden nach Sicherheitsrelevanz (Sicherheit, Empfohlen und Optional) sortiert. Sie können die Ansicht des Abschnitts *Zusammenfassung* ändern, indem Sie eine der folgenden Optionen unter *Patch-Kategorie anzeigen* auswählen:

#### *Erforderliche Patches* (Standardansicht)

Nicht installierte Patches für Pakete, die auf Ihrem System installiert sind.

### *Nicht erforderliche Patches*

Patches für Pakete, die nicht auf Ihrem System installiert sind, oder Patches, die nicht mehr erforderlich sind (weil die relevanten Pakete bereits von einer anderen Quelle aktualisiert wurden).

### *Alle Patches*

Alle verfügbaren Patches für SUSE Linux Enterprise Desktop.

Jeder Listeneintrag im Abschnitt *Zusammenfassung* besteht aus einem Symbol und dem Patch-Namen. Eine Übersicht der möglichen Symbole und deren Bedeutung erhalten Sie, wenn Sie die Taste Umschalttaste–F1 drücken. Die erforderlichen Aktionen für Patches der Kategorie Sicherheit und Empfohlen sind automatisch voreingestellt. Möglich sind die Aktionen *Automatisch installieren*, *Automatisch aktualisieren* und *Automatisch löschen*.

Wenn Sie ein aktuelles Paket aus einem anderen als dem Aktualisierungs-Repository installieren, können die Anforderungen eines Patches für dieses Paket mit dieser Installation erfüllt sein. In diesem Fall wird ein Häkchen vor der Patchzusammenfassung angezeigt. Das Patch wird in der Liste angezeigt, bis Sie es für die Installation kennzeichnen. Dadurch wird nicht das Patch installiert (da das Paket bereits aktuell ist), sondern das Patch als installiert gekennzeichnet.

Wählen Sie einen Eintrag im Abschnitt *Zusammenfassung* aus, um eine kurze *Patch-Beschreibung* unten links im Dialogfeld anzuzeigen. Im Abschnitt oben rechts werden die Pakete aufgeführt, die im ausgewählten Patch enthalten sind (ein Patch kann aus mehreren Paketen bestehen). Klicken Sie im Abschnitt oben rechts auf einen Eintrag, um Details zu dem entsprechenden Paket, das im Patch enthalten ist, anzuzeigen.

## 1.2 Installieren von Patches

Im YaST-Dialogfeld „Online-Aktualisierung“ können Sie entweder alle verfügbaren Patches in einem Schritt installieren oder die Patches, die Sie auf Ihr System anwenden möchten, manuell auswählen. Außerdem können Sie Patches, die auf das System angewendet wurden, zurücksetzen.

Standardmäßig sind alle neuen Patches (außer den optionalen), die derzeit für Ihr System verfügbar sind, bereits zur Installation markiert. Sie werden automatisch angewendet, sobald Sie auf *Übernehmen* oder *Anwenden* klicken. Falls das System bei einem oder mehreren Patches neu gebootet werden muss, werden Sie hierüber informiert, bevor die Patch-Installation beginnt. Sie

können dann die Installation der ausgewählten Patches fortsetzen, die Installation aller Patches, für die das System neu gebootet werden muss, überspringen und die restlichen Patches installieren oder auch zur manuellen Patch-Auswahl zurückkehren.

#### PROZEDUR 1.1 ANWENDEN VON PATCHES MIT DER YAST-ONLINE-AKTUALISIERUNG

1. Starten Sie YaST, und wählen Sie *Software > Online-Aktualisierung*.
2. Um alle neuen Patches automatisch anzuwenden (mit Ausnahme der optionalen Patches), die zurzeit für Ihr System verfügbar sind, klicken Sie auf *Anwenden* oder *Übernehmen*, um die Installation der vorab ausgewählten Patches zu starten.
3. Ändern Sie zunächst die Auswahl der Patches, die Sie anwenden möchten:
  - a. Verwenden Sie die verfügbaren Filter und Ansichten der Schnittstelle. Detaillierte Informationen finden Sie in *Abschnitt 1.1, „Das Dialogfeld „Online-Aktualisierung“*.
  - b. Wählen Sie die Patches gemäß Ihren Anforderungen aus (bzw. heben Sie die Auswahl der Patches wieder auf), und wählen Sie die entsprechende Aktion im Kontextmenü.



#### **Wichtig: Anwenden von Sicherheits-Updates ohne Ausnahme**

Heben Sie die Auswahl der sicherheitsrelevanten Patches nicht ohne stichhaltigen Grund auf. Diese Patches beseitigen ernsthafte Sicherheitsrisiken und schützen Ihr System vor Angriffen.

- c. Die meisten Patches umfassen Aktualisierungen für mehrere Pakete. Wenn Sie Aktionen für einzelne Pakete ändern möchten, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eine Paketansicht und wählen Sie eine Aktion.
  - d. Bestätigen Sie Ihre Auswahl, und wenden Sie die ausgewählten Patches mit *Anwenden* oder *Übernehmen* an.
4. Klicken Sie nach abgeschlossener Installation auf *Beenden*, um das YaST-Dialogfeld *Online-Aktualisierung* zu verlassen. Ihr System ist nun auf dem neuesten Stand.



## 1.3 Automatische Online-Updates

YaST bietet außerdem die Möglichkeit, eine automatische Aktualisierung mit täglichem, wöchentlichem oder monatlichem Zeitplan einzurichten. Um das entsprechende Modul zu verwenden, müssen Sie zunächst das Paket `yast2-online-update-configuration` installieren.

Standardmäßig werden die Aktualisierungen als Delta-RPMs heruntergeladen. Das Neuaufbauen von RPM-Paketen aus Delta-RPMs bewirkt eine hohe Belastung des Arbeitsspeichers und des Prozessors. Aus Leistungsgründen müssen Sie daher bei bestimmten Einrichtungen oder Hardware-Konfigurationen die Verwendung von Delta-RPMs deaktivieren.

Einige Patches, z. B. Kernel-Updates oder Pakete mit Lizenzvereinbarungen, erfordern Benutzerinteraktion, wodurch der automatische Aktualisierungsprozess angehalten würde. Sie können festlegen, dass Patches, für die ein Eingreifen des Benutzers erforderlich ist, übersprungen werden sollen.

### PROZEDUR 1.2 KONFIGURIEREN DES AUTOMATISCHEN ONLINE-UPDATES

1. Nach der Installation starten Sie YaST, und wählen Sie *Software > Einrichtung der Online-Aktualisierung*.  
Sie können das Modul auch mit dem Kommando `yast2 online_update_configuration` von der Kommandozeile aus starten.
2. Aktivieren Sie die Option *Automatische Online-Aktualisierung*.
3. Legen Sie das Aktualisierungsintervall fest: *Täglich*, *Wöchentlich* oder *Monatlich*.
4. Damit Lizenzvereinbarungen automatisch akzeptiert werden, aktivieren Sie die Option *Lizenzen zustimmen*.
5. Wählen Sie aus, ob Sie *Interaktive Patches überspringen* möchten, für den Fall, dass der Aktualisierungsprozess vollständig automatisch fortgesetzt werden soll.

#### **Wichtig: Überspringen von Patches**

Wenn Sie Pakete, die Benutzerinteraktion erfordern, überspringen, führen Sie regelmäßig eine manuelle *Online-Aktualisierung* aus, um diese Patches ebenfalls zu installieren. Andernfalls entgehen Ihnen möglicherweise wichtige Patches.

6. Sollen alle Pakete automatisch installiert werden, die durch die aktualisierten Pakete empfohlen werden, aktivieren Sie *Empfohlene Pakete einbeziehen*.

7. Soll die Verwendung von Delta-RPMs deaktiviert werden (aus Leistungsgründen), deaktivieren Sie *Delta-RPMs verwenden*.
8. Sollen die Patches nach Kategorie gefiltert werden (z. B. Sicherheits-Patches oder empfohlene Patches), aktivieren Sie *Nach Kategorie filtern*, und fügen Sie die entsprechenden Patch-Kategorien aus der Liste ein. Es werden nur Patches aus den ausgewählten Kategorien installiert. Andere werden übersprungen.
9. Bestätigen Sie die Konfiguration mit *OK*.

## 2 Erfassen der Systeminformationen für den Support

Das Paket `hostinfo` in SUSE Linux Enterprise Desktop\_ ermöglicht einen raschen Überblick über alle relevanten Systeminformationen eines Computers. Hier können die Systemadministratoren außerdem ermitteln, ob ein Computer unbrauchbare (nicht unterstützte) Kernels enthält oder ob Drittanbieterpakete installiert sind.

Bei Problemen wird ein detaillierter Systembericht mit dem Kommandozeilenwerkzeug **`supportconfig`** oder mit dem YaST-*Support*-Modul erzeugt. Beide Werkzeuge sammeln Informationen zum System, beispielsweise aktuelle Kernel-Version, Hardware, installierte Pakete, Partitionseinrichtung und einiges mehr. Hierbei wird ein TAR-Archiv mit Dateien ausgegeben. Wenn Sie eine Service-Anforderung öffnen, können Sie das TAR-Archiv für den globalen technischen Support hochladen. Der Support hilft Ihnen, das gemeldete Problem zu lokalisieren und zu beheben.

Darüber hinaus können Sie die **`supportconfig`**-Ausgabe auf bekannte Probleme hin analysieren und so die Fehlerbehebung noch beschleunigen. SUSE Linux Enterprise Desktop bietet hierzu eine Anwendung und ein Kommandozeilenwerkzeug für die Supportconfig-Analyse (SCA).

### 2.1 Anzeigen aktueller Systeminformationen

Mit dem Paket `hostinfo` erhalten Sie schnell und einfach eine Übersicht über alle relevanten Systeminformationen, sobald Sie sich bei einem Server anmelden. Nach der Installation auf einem Computer zeigt die Konsole die folgenden Informationen für jeden `root`-Benutzer an, der sich bei diesem Computer anmeldet:

#### BEISPIEL 2.1 AUSGABE VON `hostinfo` BEIM ANMELDEN ALS `root`

Hostname:	earth
Current As Of:	Wed 12 Mar 2014 03:57:05 PM CET
Distribution:	SUSE Linux Enterprise Server 12
-Service Pack:	0
Architecture:	x86_64
Kernel Version:	3.12.12-3-default

-Installed:	Mon 10 Mar 2014 03:15:05 PM CET
-Status:	Not Tainted
Last Updated Package:	Wed 12 Mar 2014 03:56:43 PM CET
-Patches Needed:	0
-Security:	0
-3rd Party Packages:	0
IPv4 Address:	ens3 192.168.1.1
Total/Free/+Cache Memory:	983/95/383 MB (38% Free)
Hard Disk:	/dev/sda 10 GB

Wenn die Ausgabe auf einen unbrauchbaren Kernel-Status hinweist, finden Sie weitere Details in [Abschnitt 2.5, „Unterstützung für Kernelmodule“](#).

## 2.2 Erfassen von Systeminformationen mit supportconfig

Zum Erstellen eines TAR-Archivs mit detaillierten Systeminformationen, die Sie an den globalen technischen Support übertragen können, verwenden Sie entweder direkt das Kommandozeilenwerkzeug **supportconfig** oder das YaST-*Support*-Modul. Das Kommandozeilenwerkzeug wird im Paket supportutils bereitgestellt, das standardmäßig installiert ist. Das YaST-*Support*-Modul baut zudem auf dem Kommandozeilenwerkzeug auf.

### 2.2.1 Erstellen einer Serviceanforderungsnummer

supportconfig-Archive können jederzeit erzeugt werden. Wenn Sie die supportconfig-Daten an den globalen technischen Support übertragen möchten, müssen Sie jedoch zunächst eine Service-Anforderungs-Nummer erstellen. Diese Nummer benötigen Sie, um das Archiv an den Support hochzuladen zu können.

Zum Erstellen einer Service-Anforderung wechseln Sie zu <http://www.novell.com/center/eservice>, und befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm. Schreiben Sie sich die 11-stellige Service-Anforderungs-Nummer auf.



## Anmerkung: Datenschutzerklärung

SUSE und Novell behandeln die Systemberichte als vertraulich. Weitere Informationen zum Datenschutz finden Sie unter <http://www.novell.com/company/legal/privacy/> .

### 2.2.2 Upload-Ziele

Sobald Sie eine Service-Anforderungs-Nummer erstellt haben, können Sie Ihre supportconfig-Archive gemäß den Anweisungen in *Prozedur 2.1, „Übertragen von Informationen an den Support mithilfe von YaST“* oder *Prozedur 2.2, „Übertragen von Informationen an den Support über die Kommandozeile“* an den globalen technischen Support hochladen. Verwenden Sie eines der folgenden Upload-Ziele:

- Kunden in den USA: <ftp://ftp.novell.com/incoming> 
- EMEA (Europa, Nahost und Afrika): <ftp://support-ftp.suse.com/in> 

Alternativ können Sie das TAR-Archiv auch an Ihre Service-Anforderung anhängen und die URL für Service-Anforderungen verwenden: <http://www.novell.com/center/eservice> .

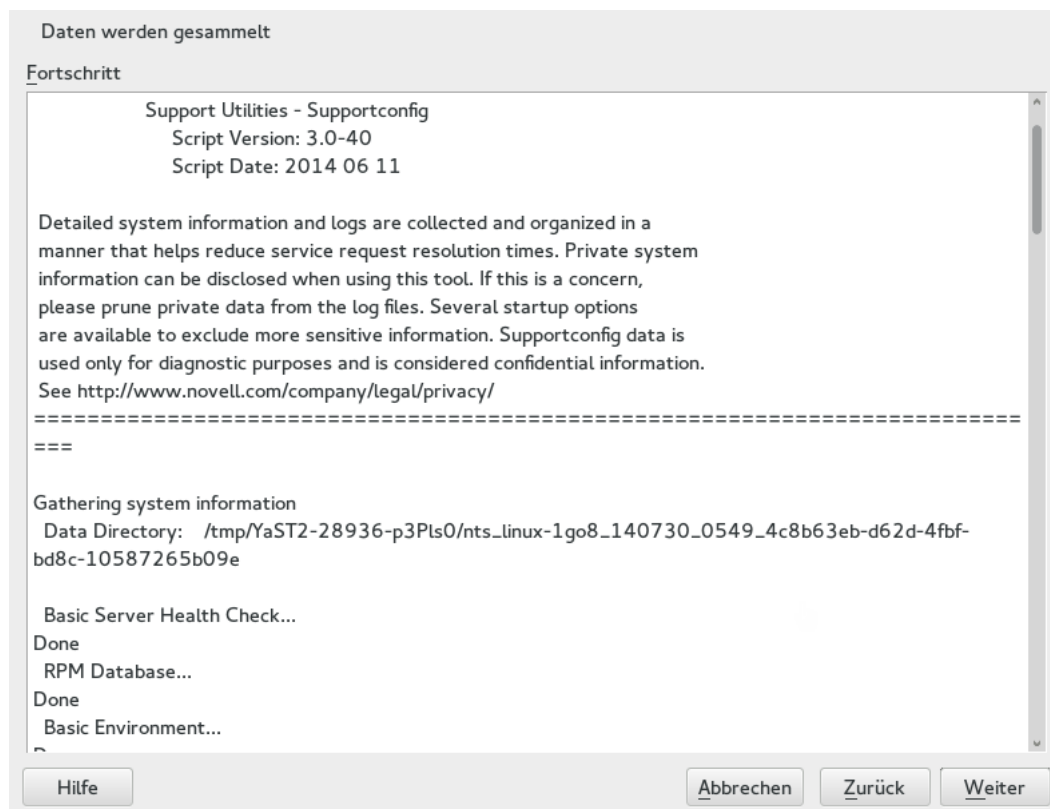
### 2.2.3 Erstellen eines supportconfig-Archivs mit YaST

Gehen Sie wie folgt vor, wenn Sie Ihre Systeminformationen mithilfe von YaST erfassen möchten:

1. Starten Sie YaST, und öffnen Sie das *Support*-Modul.



2. Klicken Sie auf *Berichts-Tarball erstellen*.
3. Wählen Sie im nächsten Fenster eine der supportconfig-Optionen in der Optionsliste aus. Die Option *Benutzerdefinierte Einstellungen (für Experten) verwenden* ist standardmäßig aktiviert. Wenn Sie die Berichtsfunktion zuerst testen möchten, verwenden Sie *Nur eine minimale Anzahl von Informationen sammeln*. Weitere Hintergrundoptionen zu den weiteren Optionen finden Sie auf der man-Seite zu supportconfig.  
Fahren Sie mit *Weiter* fort.
4. Geben Sie Ihre Kontaktdaten ein. Die Daten werden in die Datei basic-environment.txt geschrieben und in das zu erstellende Archiv aufgenommen.
5. Soll das Archiv nach Abschluss der Datenerfassung an den globalen technischen Support gesendet werden, müssen Sie *Upload-Informationen* angeben. YaST schlägt automatisch einen Upload-Server vor. Wenn Sie diesen Server ändern möchten, erfahren Sie in *Abschnitt 2.2.2, „Upload-Ziele“*, welche Upload-Server verfügbar sind.  
Soll das Archiv erst später gesendet werden, können Sie die *Upload-Informationen* leer lassen.
6. Fahren Sie mit *Weiter* fort.
7. Es wird nun mit dem Sammeln der Informationen begonnen.



Fahren Sie nach Ende des Vorgangs mit *Weiter* fort.

8. Prüfen der Datensammlung: Wählen Sie den *Dateinamen* einer Protokolldatei aus. Der Inhalt dieser Datei wird in YaST angezeigt. Entfernen Sie bei Bedarf die Dateien, die nicht in das TAR-Archiv aufgenommen werden sollen, mit *Aus Daten entfernen*. Fahren Sie mit *Weiter* fort.
9. Speichern Sie das TAR-Archiv. Wenn Sie das YaST-Modul als root-Benutzer gestartet hatten, schlägt YaST standardmäßig den Ordner /var/log als Speicherort für das Archiv vor (ansonsten Ihr Benutzerverzeichnis). Das Format des Dateinamens lautet nts\_HOST\_DATUM\_UHRZEIT.tbz.
10. Soll das Archiv direkt an den Support hochgeladen werden, muss die Aktion *Protokolldatei-Tarball an URL hochladen* aktiviert sein. Hier ist das *Upload-Ziel* angegeben, das YaST in *Schritt 5* vorgeschlagen hat. Wenn Sie das Upload-Ziel ändern möchten, erfahren Sie in *Abschnitt 2.2.2, „Upload-Ziele“*, welche Upload-Server verfügbar sind.
11. Um das Hochladen zu überspringen, deaktivieren Sie die Option *Protokolldatei-Tarball zu URL hochladen*.

12. Bestätigen Sie die Änderungen. Das YaST-Modul wird geschlossen.

## 2.2.4 Erstellen eines supportconfig-Archivs über die Kommandozeile

Mit dem nachstehenden Verfahren erstellen Sie ein supportconfig-Archiv, ohne das Archiv direkt an den Support zu übertragen. Zum Heraufladen müssen Sie das entsprechende Kommando mit den zugehörigen Optionen ausführen (siehe *Prozedur 2.2, „Übertragen von Informationen an den Support über die Kommandozeile“*).

1. Öffnen Sie eine Shell und melden Sie sich als root an.
2. Führen Sie **supportconfig** ohne Optionen aus. Damit werden die Standard-Systeminformationen gesammelt.
3. Warten Sie, bis das Tool den Vorgang beendet hat.
4. Der Standardspeicherort für das Archiv befindet sich unter /var/log und hat das Dateinamenformat nts\_HOST\_DATUM\_UHRZEIT.tbz.

## 2.2.5 Allgemeine Optionen für Supportconfig

Das Dienstprogramm **supportconfig** wird in der Regel ohne Optionen aufgerufen. Zeigen Sie mit einer Liste aller Optionen für **supportconfig** mit -h an oder lesen Sie die man-Seite. Die folgende Liste enthält eine kurze Übersicht einiger gängiger Fälle:

### Vermindern des Umfangs der erfassten Informationen

Verwenden Sie die Minimal-Option (-m):

```
supportconfig -m
```

### Begrenzen der Informationen auf ein bestimmtes Thema

Wenn Sie in der standardmäßigen **supportconfig**-Ausgabe bereits ein Problem festgestellt haben und dieses Problem auf einen bestimmten Bereich oder eine bestimmte Funktionsgruppe beschränkt ist, können Sie die erfassten Informationen beim nächsten Ausführen von **supportconfig** auf diesen Bereich begrenzen. Wenn Sie beispielsweise ein



Problem mit LVM erkannt haben und daher eine Änderung testen möchten, die Sie vor Kurzem an der LVM-Konfiguration hatten, reicht es völlig aus, nur die minimalen support-config-Informationen zu LVM zu erfassen:

```
supportconfig -i LVM
```

Eine vollständige Liste der Funktionsschlüsselwörter, mit denen Sie die erfassten Informationen auf einen bestimmten Bereich begrenzen, erhalten Sie mit dem

```
supportconfig -F
```

**Aufnehmen zusätzlicher Kontaktinformationen in die Ausgabe:**

```
supportconfig -E tux@example.org -N "Tux Penguin" -O "Penguin Inc." ...
```

(alle in einer Zeile)

**Sammeln von bereits rotierten Protokolldateien**

```
supportconfig -l
```

Dies ist insbesondere in Umgebungen mit hohem Protokollierungsaufkommen nützlich, und außerdem nach einem Kernel-Crash, wenn syslog die Protokolldateien nach dem Neubooten rotiert.

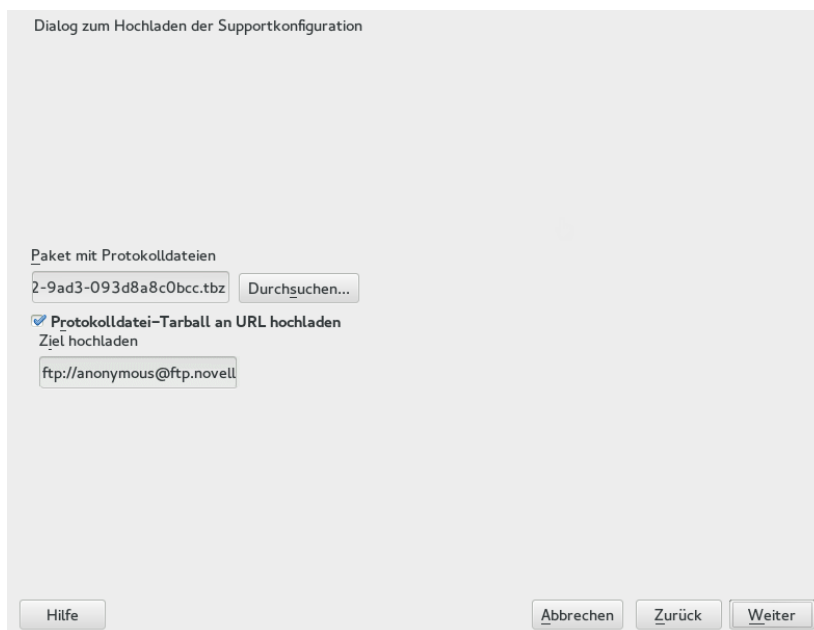
## 2.3 Übertragen von Informationen an den globalen technischen Support

Zum Übertragen der Systeminformationen an den globalen technischen Support verwenden Sie das YaST-Support-Modul oder das Befehlszeilenprogramm **supportconfig**. Falls Serverprobleme auftreten und Sie Hilfe benötigen, müssen Sie zunächst eine Serviceanforderung öffnen. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 2.2.1, „Erstellen einer Serviceanforderungsnummer“](#).

In den nachfolgenden Beispielen fungiert die Zahl 12345678901 als Platzhalter für die Service-Anforderungs-Nummer. Ersetzen Sie die Zahl 12345678901 durch die Service-Anforderungs-Nummer, die Sie in [Abschnitt 2.2.1, „Erstellen einer Serviceanforderungsnummer“](#) erstellt haben.

Im nachfolgenden Verfahren wird angenommen, dass Sie bereits ein supportconfig-Archiv erstellt, jedoch noch nicht hochgeladen haben. Nehmen Sie in jedem Fall Ihre Kontaktdaten in das Archiv auf (siehe [Abschnitt 2.2.3, „Erstellen eines supportconfig-Archivs mit YaST“, Schritt 4](#)). Weitere Anweisungen zum Erzeugen und Übertragen eines supportconfig-Archivs in einem einzigen Arbeitsgang finden Sie in [Abschnitt 2.2.3, „Erstellen eines supportconfig-Archivs mit YaST“](#).

1. Starten Sie YaST, und öffnen Sie das *Support*-Modul.
2. Klicken Sie auf *Heraufladen*.
3. Geben Sie unter *Paket mit Protokolldateien* den Pfad zum vorhandenen supportconfig-Archiv ein, oder klicken Sie auf *Durchsuchen*, und wechseln Sie zu dem Ordner, in dem sich das Archiv befindet.
4. YaST schlägt automatisch einen Upload-Server vor. Wenn Sie diesen Server ändern möchten, erfahren Sie in [Abschnitt 2.2.2, „Upload-Ziele“](#), welche Upload-Server verfügbar sind.



Fahren Sie mit *Weiter* fort.

5. Klicken Sie auf *Fertig stellen*.

Im nachfolgenden Verfahren wird angenommen, dass Sie bereits ein supportconfig-Archiv erstellt, jedoch noch nicht hochgeladen haben. Weitere Anweisungen zum Erzeugen und Übertragen eines supportconfig-Archivs in einem einzigen Arbeitsgang finden Sie in [Abschnitt 2.2.3, „Erstellen eines supportconfig-Archivs mit YaST“](#).

### 1. Server mit Internetkonnektivität:

- a. Führen Sie das folgende Kommando aus, um das Standard-Uploadziel zu verwenden:

```
supportconfig -ur 12345678901
```

- b. Verwenden Sie das folgende sichere Upload-Ziel:

```
supportconfig -ar 12345678901
```

### 2. Server *ohne* Internetkonnektivität

- a. Führen Sie Folgendes aus:

```
supportconfig -r 12345678901
```

- b. Laden Sie das Archiv `/var/log/nts_SR12345678901*tbz` manuell auf einen unserer FTP-Server hoch. Der richtige Server ist abhängig von Ihrem Standort. Einen Überblick finden Sie unter [Abschnitt 2.2.2, „Upload-Ziele“](#).

3. Sobald sich das TAR-Archiv im Eingangsverzeichnis unseres FTP-Servers befindet, wird es automatisch an Ihre Service-Anforderung angehängt.

## 2.4 Analysieren von Systeminformationen

Die mit **supportconfig** erstellten Systemberichte können auf bekannte Probleme hin analysiert werden, so dass die Fehlerbehebung noch beschleunigt wird. SUSE Linux Enterprise Desktop bietet hierzu eine Anwendung und ein Kommandozeilenwerkzeug für die Supportconfig-Analyse (SCA). Die SCA-Appliance ist ein serverseitiges, nicht interaktives Werkzeug. Das SCA-Werkzeug (**scatool**) wird auf der Client-Seite über die Kommandozeile ausgeführt. Beide

Werkzeuge analysieren die supportconfig-Archive von betroffenen Servern. Die erste Serveranalyse erfolgt in der SCA-Appliance oder auf dem Arbeitsplatzrechner, auf dem scatool ausgeführt wird. Auf dem Produktionsserver werden keine Analysezyklen durchgeführt.

Sowohl für die Appliance als auch für das Kommandozeilenwerkzeug sind zusätzliche produkt-spezifische Schemata erforderlich, damit die supportconfig-Ausgabe für die entsprechenden Produkte analysiert werden kann. Jedes Schema ist ein Skript, mit dem ein supportconfig-Archiv auf genau ein bekanntes Problem hin analysiert und ausgewertet wird. Die Schemata stehen als RPM-Pakete zur Verfügung.

Wenn Sie beispielsweise supportconfig-Archive analysieren möchten, die auf einem Rechner mit SUSE Linux Enterprise 11 erzeugt wurden, müssen Sie dort das Paket sca-patterns-sle11 zusammen mit dem SCA-Werkzeug installieren (oder alternativ auf dem Rechner, der als SCA-Appliance-Server dienen soll). Zum Analysieren von supportconfig-Archiven, die auf einem Rechner mit SUSE Linux Enterprise 10 erzeugt wurden, benötigen Sie das Paket sca-patterns-sle10.

Sie können außerdem eigene Schemata entwickeln (kurze Beschreibung siehe [Abschnitt 2.4.3](#), „Entwickeln von benutzerdefinierten Analyseschemata“).

## 2.4.1 SCA-Kommandozeilenwerkzeug

Mithilfe des SCA-Kommandozeilenwerkzeugs können Sie einen lokalen Rechner sowohl mit **supportconfig** als auch mit den auf dem lokalen Rechner installierten Analyseschemata analysieren. Das Werkzeug erstellt einen HTML-Bericht mit den Analyseergebnissen. Ein Beispiel finden Sie in [Abbildung 2.1](#), „Mit dem SCA-Werkzeug erstellter HTML-Bericht“.

## Supportconfig Analysis Report

### Server Information

**Analysis Date:** /4/25/2014 11:22  
**Archive File:** /var/log/nts\_barett-2\_140425\_1119.html

**Server Name:** barett-2      **Hardware:** Bochs  
**Distribution:** SUSE Linux Enterprise Server 12 (x86\_64)      **Service Pack:** 0  
**Hypervisor:** KVM (QEMU Virtual CPU)      **Identity:** Virtual Machine (QEMU Virtual CPU)  
**Kernel Version:** 3.12.14-1-default      **Supportconfig Version:** 3.0-18

### Conditions Evaluated as Critical

Category	Message	Solutions
Basic Health	2 Basic Health Message(s)	
Basic Health SLE	Kernel Kernel Status -- Tainted: F O	TID
Basic Health SLE	System Last system down was not clean on Mon Mar 24 17:37:04 2014 and 1 additional failure(s)	TID TID1
SLE	2 SLE Message(s)	

### Conditions Evaluated as Warning

Category	Message	Solutions
SLE	1 SLE Message(s)	

### Conditions Evaluated as Recommended

Category	Message	Solutions
SLE	1 SLE Message(s)	

### Conditions Evaluated as Success

Category	Message	Solutions
Security	1 Security Message(s)	
Security SLE	AppArmor There are no AppArmor reject messages	TID Doc
Basic Health	8 Basic Health Message(s)	
Basic Health SLE	Kernel Context switches per second observed: 79	TID
Basic Health SLE	Kernel Interrupts per second observed: 51	TID
Basic Health SLE	CPU Utilization: 1.00%, Idle: 99.00%	TID
Basic Health SLE	Disk Mount on / has highest used space: 22%	TID TID2
Basic Health SLE	Kernel 2% CPU load within limits, CPUs: 1, Load Average: 0.02	TID Web Wikipedia
Basic Health SLE	Memory Memory used 29% - Swapping: No	TID
Basic Health SLE	Processes 0 Uninterruptible processes observed	TID
Basic Health SLE	Processes 0 Zombie processes observed	TID

## ABBILDUNG 2.1 MIT DEM SCA-WERKZEUG ERSTELLTER HTML-BERICHT

Das Kommando **scatool** wird mit dem Paket **sca-server-report** bereitgestellt. Die Installation erfolgt nicht standardmäßig. Darüber hinaus benötigen Sie das Paket **sca-patterns-base** sowie alle produktspezifischen Pakete **sca-patterns-\*** für das Produkt, das auf dem Rechner installiert ist, auf dem das Kommando **scatool** ausgeführt werden soll.

Führen Sie das Kommando **scatool** als **root**-Benutzer oder mit **sudo** aus. Beim Aufrufen des SCA-Werkzeugs können Sie wahlweise ein vorhandenes **supportconfig**-TAR-Archiv analysieren oder auch ein neues Archiv erzeugen und im gleichen Arbeitsgang analysieren. Das Werkzeug bietet zudem eine interaktive Konsole (mit automatischer Ausfüllung der Kartei-reiter) sowie die Möglichkeit, **supportconfig** auf einem externen Rechner auszuführen und die anschließende Analyse auf dem lokalen Rechner vorzunehmen.

Einige Kommandobeispiele:

#### **sudo scatool -s**

Ruft **supportconfig** auf und erzeugt ein neues supportconfig-Archiv auf dem lokalen Rechner. Analysiert das Archiv auf bekannte Probleme mithilfe der passenden SCA-Analyseschemata für das installierte Produkt. Zeigt den Pfad zum HTML-Bericht an, der aus den Analyseergebnissen erzeugt wird. Der Bericht wird in der Regel in dasselbe Verzeichnis geschrieben wie das supportconfig-Archiv.

#### **sudo scatool -s -o /opt/sca/reports/**

Wie **sudo scatool -s**, mit dem Unterschied, dass der HTML-Bericht in den mit der Option **-o** angegebenen Pfad geschrieben wird.


#### **sudo scatool -a PFAD\_ZU\_TARBALL\_ODER\_VERZEICHNIS**

Analysiert die angegebene supportconfig-Archivdatei (oder das angegebene Verzeichnis, in das das supportconfig-Archiv extrahiert wurde). Der erzeugte HTML-Bericht wird an demselben Speicherort gespeichert wie das supportconfig-Archiv oder -Verzeichnis.

#### **sudo scatool -a sles\_server.company.com**

Stellt eine SSH-Verbindung zu einem externen Server **sles\_server.company.com** her und führt **supportconfig** auf dem Server aus. Das supportconfig-Archiv wird dann auf den lokalen Rechner zurückkopiert und dort analysiert. Der erzeugte HTML-Bericht wird standardmäßig in das Verzeichnis **/var/log** gespeichert. (Auf dem Server **sles\_server.company.com** wird ausschließlich das supportconfig-Archiv erstellt.)

#### **sudo scatool -c**

Startet die interaktive Konsole für **scatool**. Zum Abrufen der verfügbaren Kommandos drücken Sie zweimal .

Weitere Optionen und Informationen erhalten Sie mit dem Kommando **sudo scatool -h** und auf der man-Seite zu **scatool**.

## 2.4.2 SCA-Appliance

Wenn Sie die supportconfig-Archive mit der SCA-Appliance analysieren, müssen Sie einen dedizierten Server (oder einen dedizierten virtuellen Computer) als SCA-Appliance-Server konfigurieren. Auf dem SCA-Appliance-Server können Sie dann supportconfig-Archive von allen Rechnern im Unternehmen analysieren, auf denen SUSE Linux Enterprise Server oder SUSE Linux

Enterprise Desktop ausgeführt wird. Zum Analysieren laden Sie die gewünschten supportconfig-Archive einfach auf den Appliance-Server herauf. Ein weiterer Eingriff Ihrerseits ist nicht erforderlich. In einer MariaDB-Datenbank verfolgt die SCA-Appliance alle bereits analysierten supportconfig-Archive. Sie können die SCA-Berichte direkt über die Webschnittstelle der Appliance lesen. Alternativ können Sie in der Appliance angeben, dass der HTML-Bericht per E-Mail an einen verwaltungsbefugten Benutzer gesendet werden soll. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 2.4.2.5.4, „Senden von SCA-Berichten per E-Mail“](#).

Weitere Anweisungen zum raschen Installieren und Einrichten der SCA-Appliance über die Kommandozeile finden Sie in [Abschnitt 2.4.2.1, „Installation Quick Start \(Schnellstart Installation\)“](#). Das Verfahren richtet sich an fortgeschrittene Benutzer und umfasst lediglich die reinen Installations- und Einrichtungskommandos. Weitere Informationen finden Sie in der detaillierteren Beschreibung in [Abschnitt 2.4.2.2, „Voraussetzungen“](#) bis [Abschnitt 2.4.2.3, „Installation und grundlegende Einrichtung“](#).

## 2.4.2.1 Installation Quick Start (Schnellstart Installation)

### VORAUSSETZUNGEN

- Web- und LAMP-Schema
- Web- und Skripterstellungsmodule (zur Auswahl dieses Moduls muss der Rechner registriert sein).



### Anmerkung: Erforderliche root-Berechtigungen

Alle Befehle im folgenden Vorgang müssen als root ausgeführt werden.

### PROZEDUR 2.3 INSTALLATION MIT HERAUFLADEN ÜBER ANONYMEN FTP-ZUGANG

Sobald die Appliance eingerichtet ist und ausgeführt wird, sind keine weiteren manuellen Eingriffe mehr erforderlich. Diese Methode zur Einrichtung der Appliance eignet sich daher ideal für das Erstellen und Heraufladen von supportconfig-Archiven mithilfe von Cron-Aufträgen.

1. Melden Sie sich auf dem Rechner, auf dem die Appliance installiert werden soll, bei einer Konsole an, und führen Sie folgende Kommandos aus:

```
zypper install sca-appliance-* sca-patterns-* vsftpd
```

```
systemctl enable apache2.service
systemctl start apache2.service
systemctl enable vsftpd.service
systemctl start vsftpd.service
yast ftp-server
```

2. Wählen Sie im YaST-FTP-Server-Modul Folgendes: *Authentifizierung* > *Heraufladen aktivieren* > *Anonyme Benutzer dürfen hochladen* > *Beenden* > *Ja*. Der Ordner `/srv/ftp/upload` wird erstellt.
3. Führen Sie folgende Befehle aus:

```
systemctl enable mysql.service
systemctl start mysql.service
mysql_secure_installation
setup-sca -f
```

Bei der sicheren MySQL-Erstellung (`mysql_secure_installation`) wird ein root-Passwort für MariaDB erstellt.

#### PROZEDUR 2.4 INSTALLATION MIT HERAUFLADEN ÜBER SCP/TMP

Bei dieser Methode zum Einrichten der Appliance ist ein manueller Eingriff erforderlich (das SSH-Passwort muss eingegeben werden).

1. Melden Sie sich auf dem Rechner, auf dem die Appliance installiert werden soll, bei einer Konsole an:
2. Führen Sie folgende Befehle aus:

```
zypper install sca-appliance-* sca-patterns-*
systemctl enable apache2.service
systemctl start apache2.service
sudo systemctl enable mysql.service
systemctl start mysql.service
mysql_secure_installation
setup-sca
```



### 2.4.2.2 Voraussetzungen

Zum Ausführen eines Appliance-Servers müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Alle Pakete sca-appliance-\*.
- Paket sca-patterns-base. Zusätzlich alle produktspezifischen Pakete sca-patterns-\* für den Typ der supportconfig-Archive, die mit der Appliance analysiert werden sollen.
- Apache
- PHP
- MariaDB
- Anonymer FTP-Server (optional)

### 2.4.2.3 Installation und grundlegende Einrichtung

Wie in *Abschnitt 2.4.2.2, „Voraussetzungen“* beschrieben, bestehen mehrere Abhängigkeiten der SCA-Appliance von anderen Paketen. Aus diesem Grund sind einige Vorbereitungsmaßnahmen erforderlich, bevor Sie den SCA-Appliance-Server installieren und einrichten können:

1. Für Apache und MariaDB installieren Sie die Installationsschemata Web und LAMP.
2. Richten Sie Apache und MariaDB ein (und optional einen anonymen FTP-Server).
3. Konfigurieren Sie Apache und MariaDB für das Starten beim Systemstart:

```
sudo systemctl enable apache2.service mysql.service
```

4. Starten Sie beide Services:

```
sudo systemctl start apache2.service mysql.service
```

Sie können nun die SCA-Appliance gemäß den Anweisungen in *Prozedur 2.5, „Installieren und Konfigurieren der SCA-Appliance“* installieren und einrichten.

#### PROZEDUR 2.5 INSTALLIEREN UND KONFIGURIEREN DER SCA-APPLIANCE

Nach dem Installieren der Pakete nehmen Sie mit dem Skript **setup-sca** die grundlegende Konfiguration der MariaDB-Administrations-/Berichtdatenbank vor, die von der SCA-Appliance genutzt wird.

Hiermit können Sie die folgenden Optionen für das Heraufladen der supportconfig-Archive von den Rechnern in die SCA-Appliance konfigurieren:

- scp
- Anonymer FTP-Server

1. Installieren Sie die Appliance und die SCA-Basischema-Bibliothek:

```
sudo zypper install sca-appliance-* sca-patterns-base
```

2. Installieren Sie außerdem die Schemapakete für die zu analysierenden supportconfig-Archive. Wenn sich beispielsweise Server mit SUSE Linux Enterprise Server 11 und SUSE Linux Enterprise 12 in Ihrer Umgebung befinden, installieren Sie sowohl das Paket sca-patterns-sle11 als auch das Paket sca-patterns-sle12.

So installieren Sie alle verfügbaren Pakete:

```
zypper install sca-patterns-*
```

3. Nehmen Sie mit dem Skript setup-sca die grundlegende Einrichtung der SCA-Appliance vor. Der Aufruf dieses Skripts ist abhängig davon, ob die supportconfig-Archive auf den SCA-Appliance-Server heraufgeladen werden sollen:

- Wenn Sie einen anonymen FTP-Server konfiguriert haben, bei dem das Verzeichnis /srv/ftp/upload genutzt wird, führen Sie das Einrichtungsskript mit der Option -f aus, und befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm:

```
setup-sca -f
```



### Anmerkung: FTP-Server mit anderem Verzeichnis

Wenn der FTP-Server ein anderes Verzeichnis verwendet (also nicht das Verzeichnis /srv/ftp/upload), passen Sie zunächst die folgenden Konfigurationsdateien so an, dass sie auf das richtige Verzeichnis verweisen: /etc/sca/sdagent.conf und /etc/sca/sdbroker.conf.

- Sollen supportconfig-Dateien mit scp in das Verzeichnis /tmp des SCA-Appliance-Servers heraufgeladen werden, rufen Sie das Einrichtungsskript ohne Parameter auf, und befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm:

```
setup-sca
```

Das Einrichtungsskript prüft, ob die Voraussetzungen erfüllt sind, und konfiguriert die erforderlichen Unterkomponenten. Sie werden zur Eingabe von zwei Passwörtern aufgefordert: das MySQL- root -Passwort für die eingerichtete MariaDB sowie ein Webbenutzer-Passwort, mit dem Sie sich bei der Webschnittstelle der SCA-Appliance anmelden.

4. Geben Sie das vorhandene MariaDB- root -Passwort ein. Damit kann die SCA-Appliance eine Verbindung zur MariaDB herstellen.
5. Definieren Sie ein Passwort für den Webbenutzer. Dieses Passwort wird in die Datei `/srv/www/htdocs/sca/web-config.php` geschrieben und als Passwort für den Benutzer scdiag eingerichtet. Sowohl der Benutzername als auch das Passwort können jederzeit geändert werden (siehe [Abschnitt 2.4.2.5.1, „Passwort für die Webschnittstelle“](#)).

Nach erfolgter Installation und Einrichtung ist die SCA-Appliance einsatzbereit (siehe [Abschnitt 2.4.2.4, „Verwenden der SCA-Appliance“](#)). Bei Bedarf können Sie bestimmte Optionen noch bearbeiten, beispielsweise das Passwort für die Webschnittstelle oder die Quelle für die SCA-Schemaaktualisierungen ändern, den Archivierungsmodus aktivieren oder E-Mail-Benachrichtigungen konfigurieren. Weitere Informationen finden Sie in [Abschnitt 2.4.2.5, „Anpassen der SCA-Appliance“](#).



### **Warnung: Datenschutz**

Die Berichte auf dem SCA-Appliance-Server enthalten sicherheitsrelevante Daten zu den Rechnern, auf denen die supportconfig-Archive analysiert wurden. Schützen Sie daher die Daten auf dem SCA-Appliance-Server vor unbefugtem Zugriff.

## 2.4.2.4 Verwenden der SCA-Appliance

Sie können vorhandene supportconfig-Archive manuell in die SCA-Appliance hochladen oder neue supportconfig-Archive erstellen und im gleichen Arbeitsgang in die SCA-Appliance hochladen. Das Hochladen kann über FTP oder SCP erfolgen. In beiden Fällen benötigen Sie die URL, unter der sich die SCA-Appliance befindet. Zum Hochladen über FTP muss ein FTP-Server für die SCA-Appliance installiert sein (siehe [Prozedur 2.5, „Installieren und Konfigurieren der SCA-Appliance“](#)).

#### 2.4.2.4.1 Heraufladen von supportconfig-Archiven an die SCA-Appliance

- So können Sie ein supportconfig-Archiv erstellen und über einen (anonymen) FTP-Zugang heraufladen:

```
sudo supportconfig -U "ftp://sca-appliance.company.com/upload"
```

- So können Sie ein supportconfig-Archiv erstellen und über SCP heraufladen:

```
sudo supportconfig -U "scp://sca-appliance.company.com/tmp"
```

Sie werden aufgefordert, das root -Benutzerpasswort für den Server einzugeben, auf dem die SCA-Appliance ausgeführt wird.

- Zum manuellen Heraufladen von einem oder mehreren Archiven kopieren Sie die vorhandenen Archivdateien (in der Regel unter /var/log/nts\_\*.tbz) in die SCA-Appliance. Als Ziel verwenden Sie entweder das Verzeichnis /tmp oder das Verzeichnis /srv/ftp/upload des Appliance-Servers (wenn FTP für den SCA-Appliance-Server konfiguriert ist).

#### 2.4.2.4.2 Anzeigen von SCA-Berichten

Die SCA-Berichte können auf jedem Rechner angezeigt werden, auf dem ein Browser installiert ist und der auf die Berichtindexseite der SCA-Appliance zugreifen kann.

1. Starten Sie einen Webbrowser, und aktivieren Sie JavaScript und Cookies.
2. Als URL geben Sie die Berichtindexseite der SCA-Appliance ein.

```
https://sca-appliance.company.com/sca
```

Fragen Sie im Zweifelsfall Ihren Systemadministrator.

3. Sie werden aufgefordert, einen Benutzernamen und ein Passwort für die Anmeldung einzugeben.

Supportconfig Analysis Report		
<b>Server Information</b>		
Analysis Date:	2014-05-01 05:35:21	
Supportconfig Run Date:	2014-05-01 10:48:08	
Supportconfig File:	rtls_skylink_140501_1047.tbz	
Server Name:	skylink	Hardware: Latitude E6400
Distribution:	SUSE Linux Enterprise Desktop 11 (x86_64)	Service Pack: 2
Kernel Version:	3.0.101-0.7.17-default	Supportconfig Version: 3.0-32
<b>Analysis Overview</b>		
Patterns Evaluated:	318	
Applicable to Server:	16	
Critical:	2	
Warning:	3	
Recommended:	0	
Success:	11	
<b>Analysis Detail</b>		
<b>Conditions Evaluated as Critical</b>		
Category	Message	Solutions
Security	1 Critical Security Message(s)	
SLE	1 Critical SLE Message(s)	
<b>Conditions Evaluated as Warning</b>		
Category	Message	Solutions
Security	1 Warning Security Message(s)	
SLE	2 Warning SLE Message(s)	
<b>Conditions Evaluated as Recommended</b>		
	None	
<b>Conditions Evaluated as Success</b>		
Category	Message	Solutions
Basic Health	11 Success Basic Health Message(s)	

Client: reportfull.php v1.0.18 [1.1.1] (Report Generated by: SCA Appliance)

SUSE Technical Support

## ABBILDUNG 2.2 MIT DER SCA-APPLIANCE ERSTELLTER HTML-BERICHT

- Nach erfolgter Anmeldung klicken Sie auf das Datum des gewünschten Berichts.
- Klicken Sie zunächst auf die Kategorie *Grundstatus*.
- Klicken Sie in der Spalte *Nachricht* auf einen Eintrag. Der entsprechende Artikel in der SUSE Knowledgebase wird geöffnet. Lesen Sie die vorgeschlagene Lösung, und befolgen Sie die Anweisungen.
- Wenn die Spalte *Lösungen* im *Supportconfig-Analysebericht* weitere Einträge enthält, klicken Sie auf diese Einträge. Lesen Sie die vorgeschlagene Lösung, und befolgen Sie die Anweisungen.
- Suchen Sie in der SUSE Knowledgebase (<http://www.suse.com/support/kb/>) nach Ergebnissen, die direkt mit dem für SCA erkannten Problem zusammenhängen. Bearbeiten Sie die Probleme.
- Suchen Sie nach Ergebnissen, die proaktiv bearbeitet werden können, damit künftige Probleme vermieden werden.

## 2.4.2.5 Anpassen der SCA-Appliance

In den nachfolgenden Abschnitten erfahren Sie, wie Sie das Passwort für die Webschnittstelle und die Quelle für die SCA-Schemaaktualisierungen ändern, den Archivierungsmodus aktivieren und E-Mail-Benachrichtigungen archivieren.

### 2.4.2.5.1 Passwort für die Webschnittstelle

Zur Anmeldung bei der Webschnittstelle der SCA-Appliance benötigen Sie einen Benutzernamen und ein Passwort. Der Standard-Benutzername lautet `scdiag` und das Standardpasswort ist `linux` (sofern nicht anders festgelegt, siehe *Prozedur 2.5, „Installieren und Konfigurieren der SCA-Appliance“*). Ändern Sie das Standard-Passwort so bald wie möglich in ein sicheres Passwort. Auch den Benutzernamen können Sie bearbeiten.

#### PROZEDUR 2.6 ÄNDERN DES BENUTZERNAMENS ODER DES PASSWORTS FÜR DIE WEBSCHNITTSTELLE

1. Melden Sie sich an der Systemkonsole des SCA-Appliance-Servers als `root`-Benutzer an.
2. Öffnen Sie die Datei `/srv/www/htdocs/sca/web-config.php` in einem Editor.
3. Ändern Sie die Werte für `$username` und `$password`.
4. Speichern und schließen Sie die Datei.

### 2.4.2.5.2 Aktualisierungen der SCA-Schemata

Standardmäßig werden alle Pakete `sca-patterns-*` regelmäßig mit einem `root` Cron-Auftrag aktualisiert, mit dem jeden Abend das Skript `sdagent-patterns` ausgeführt wird, das wiederum `zypper update sca-patterns-*` startet. Bei einer normalen Systemaktualisierung werden alle SCA-Appliance- und Schemapakete aktualisiert. So aktualisieren Sie die SCA-Appliance und die Schemata manuell:

```
sudo zypper update sca-*
```

Die Aktualisierungen werden standardmäßig aus dem Aktualisierungs-Repository für SUSE Linux Enterprise 12 installiert. Bei Bedarf können Sie die Quelle der Aktualisierungen in einen SMT-Server ändern. Beim Ausführen von `zypper update sca-patterns-*` durch `sdagent-patterns` werden die Aktualisierungen über den derzeit konfigurierten Aktualisierungskanal abgerufen. Wenn sich dieser Kanal auf einem SMT-Server befindet, werden die Pakete von diesem Server abgerufen.

## PROZEDUR 2.7 DEAKTIVIEREN DER AUTOMATISCHEN AKTUALISIERUNG DER SCA-SCHEMATA

1. Melden Sie sich an der Systemkonsole des SCA-Appliance-Servers als root-Benutzer an.
2. Öffnen Sie die Datei /etc/sca/sdagent-patterns.conf in einem Editor.
3. Ändern Sie den Eintrag

```
UPDATE_FROM_PATTERN_REPO=1
```

in

```
UPDATE_FROM_PATTERN_REPO=0
```

4. Speichern und schließen Sie die Datei. Die Änderung tritt ohne Neustart des Rechners in Kraft.

### 2.4.2.5.3 Archivierungsmodus

Alle supportconfig-Archive werden aus der SCA-Appliance gelöscht, sobald sie analysiert und die zugehörigen Ergebnisse in der MariaDB-Datenbank gespeichert wurden. Wenn Sie Kopien der supportconfig-Archive eines Rechners aufheben, kann dies allerdings ggf. eine spätere Fehlerbehebung erleichtern. Standardmäßig ist der Archivierungsmodus deaktiviert.

## PROZEDUR 2.8 AKTIVIEREN DES ARCHIVIERUNGSMODUS IN DER SCA-APPLIANCE

1. Melden Sie sich an der Systemkonsole des SCA-Appliance-Servers als root-Benutzer an.
2. Öffnen Sie die Datei /etc/sca/sdagent.conf in einem Editor.
3. Ändern Sie den Eintrag

```
ARCHIVE_MODE=0
```

in

```
ARCHIVE_MODE=1
```

4. Speichern und schließen Sie die Datei. Die Änderung tritt ohne Neustart des Rechners in Kraft.

Sobald der Archivierungsmodus aktiviert ist, werden die supportconfig-Dateien nicht mehr von der SCA-Appliance gelöscht, sondern im Verzeichnis /var/log/archives/saved gespeichert.

#### 2.4.2.5.4 Senden von SCA-Berichten per E-Mail

Die SCA-Appliance kann für jede analysierte supportconfig-Datei einen HTML-Bericht per Email schicken. Diese Funktion ist standardmäßig deaktiviert. Wenn Sie sie aktivieren, können Sie eine Liste von E-Mail-Adressen definieren, an die die Berichte gesendet werden sollen, sowie die Statusnachrichtenebene festlegen, die das Versenden der Berichte auslöst (STATUS\_NOTIFY\_LEVEL).

##### MÖGLICHE WERTE FÜR STATUS\_NOTIFY\_LEVEL

###### **\$STATUS\_OFF**

Deaktiviert das Senden von HTML-Berichten.

###### **\$STATUS\_CRITICAL**

Sendet nur SCA-Berichte, die den Status CRITICAL enthalten.

###### **\$STATUS\_WARNING**

Sendet nur SCA-Berichte, die den Status WARNING oder CRITICAL enthalten.

###### **\$STATUS\_RECOMMEND**

Sendet nur SCA-Berichte, die den Status RECOMMEND, WARNING oder CRITICAL enthalten.

###### **\$STATUS\_SUCCESS**

Sendet SCA-Berichte, die den Status SUCCESS, RECOMMEND, WARNING oder CRITICAL enthalten.

##### PROZEDUR 2.9 KONFIGURIEREN VON EMAIL-BENACHRICHTIGUNGEN FÜR SCA-BERICHTE

1. Melden Sie sich an der Systemkonsole des SCA-Appliance-Servers als root-Benutzer an.
2. Öffnen Sie die Datei /etc/sca/sdagent.conf in einem Editor.
3. Wechseln Sie zum Eintrag STATUS\_NOTIFY\_LEVEL. Standardmäßig ist hier \$STATUS\_OFF festgelegt (Email-Benachrichtigungen sind deaktiviert).
4. Zum Aktivieren der Email-Benachrichtigungen ändern Sie \$STATUS\_OFF in die Stusebene, ab der die Email-Berichte gesendet werden sollen, beispielsweise:



```
STATUS_NOTIFY_LEVEL=$STATUS_SUCCESS
```

Weitere Informationen finden Sie unter *Mögliche Werte für STATUS\_NOTIFY\_LEVEL*.

5. So definieren Sie die Liste der Empfänger, an die die Berichte gesendet werden sollen:

- a. Wechseln Sie zum Eintrag `EMAIL_REPORT='root'`.
- b. Ersetzen Sie `root` durch eine Liste der E-Mail-Adressen, an die die SCA-Berichte gesendet werden sollen. Die E-Mail-Adressen müssen jeweils durch ein Komma getrennt werden. Beispiel:

```
EMAIL_REPORT='tux@my.company.com wilber@your.company.com'
```

6. Speichern und schließen Sie die Datei. Die Änderungen treten ohne Neustart des Rechners in Kraft. Alle künftigen SCA-Berichte werden an die angegebenen Adressen gesendet.

#### 2.4.2.6 Sichern und Wiederherstellen der Datenbank

Mit dem Kommando `scadb` können Sie die MariaDB-Datenbank, in der die SCA-Berichte gespeichert werden, sichern und wiederherstellen.

##### PROZEDUR 2.10 SICHERN DER DATENBANK

1. Melden Sie sich an der Systemkonsole des Servers, auf dem die SCA-Appliance ausgeführt wird, als `root`-Benutzer an.
2. Versetzen Sie die Appliance mit dem folgenden Kommando in den Wartungsmodus:

```
scadb maint
```

3. Starten Sie die Sicherung mit:

```
scadb backup
```

Die Daten werden in einem TAR-Archiv gespeichert: `sca-backup-*.sql.gz`.

4. Wenn Sie mit der Schemaerstellungsdatenbank eigene Schemata entwickelt haben (siehe *Abschnitt 2.4.3, „Entwickeln von benutzerdefinierten Analyseschemata“*), sichern Sie diese Daten ebenfalls:

```
sdpdb backup
```

Die Daten werden in einem TAR-Archiv gespeichert: sdp-backup-\*.sql.gz.

5. Kopieren Sie die folgenden Daten auf einen anderen Rechner oder auf ein externes Speichermedium:

- sca-backup-\*.sql.gz
- sdp-backup-\*.sql.gz
- /usr/lib/sca/patterns/local (nur wenn Sie benutzerdefinierte Schemata erstellt haben)

6. Reaktivieren Sie die SCA-Appliance mit:

```
scadb reset agents
```

#### PROZEDUR 2.11 WIEDERHERSTELLEN DER DATENBANK

Zum Wiederherstellen der Datenbank aus der Sicherung gehen Sie wie folgt vor:

1. Melden Sie sich an der Systemkonsole des Servers, auf dem die SCA-Appliance ausgeführt wird, als root-Benutzer an.
2. Kopieren Sie die jüngsten TAR-Archive mit der Bezeichnung sca-backup-\*.sql.gz und sdp-backup-\*.sql.gz auf den SCA-Appliance-Server.
3. Dekomprimieren Sie die Dateien mit:

```
gzip -d *-backup-*.sql.gz
```

4. Importieren Sie die Daten mit dem folgenden Kommando in die Datenbank:

```
scadb import sca-backup-*.sql
```

5. Wenn Sie mit der Schemaerstelldatenbank eigene Schemata entwickelt haben, importieren Sie außerdem die nachfolgenden Daten mit:

```
sdpdb import sdp-backup-*.sql
```

6. Wenn Sie benutzerdefinierte Schemata verwenden, stellen Sie außerdem die Datei /usr/lib/sca/patterns/local aus den Sicherungsdaten wieder her.

7. Reaktivieren Sie die SCA-Appliance mit:

```
scadb reset agents
```

8. Aktualisieren Sie die Schemamodule in der Datenbank mit:

```
sdagent-patterns -u
```

### 2.4.3 Entwickeln von benutzerdefinierten Analyseschemata

Die SCA-Appliance bietet eine umfangreiche Schemaentwicklungsumgebung (die SCA-Schemadatenbank), mit der Sie eigene, benutzerdefinierte Schemata erstellen können. Schemata können in jeder beliebigen Programmiersprache geschrieben sein. Damit sie für das supportconfig-Analyseverfahren zur Verfügung stehen, müssen sie im Verzeichnis /usr/lib/sca/patterns/local gespeichert und ausführbar gemacht werden. Die benutzerdefinierten Schemata werden dann im Rahmen des Analyseberichts sowohl von der SCA-Appliance als auch vom SCA-Werkzeug für neue supportconfig-Archive ausgeführt. Weitere Anweisungen zum Erstellen (und Testen) der benutzerdefinierten Schemata finden Sie unter <http://www.suse.com/communities/conversations/sca-pattern-development/>.

## 2.5 Unterstützung für Kernelmodule

Eine wichtige Anforderung für jedes Enterprise-Betriebssystem ist der Grad der Unterstützung für die jeweilige Umgebung. Kernelmodule sind die wichtigsten Bindeglieder zwischen der Hardware („Controller“) und dem Betriebssystem. Die Kernelmodule in SUSE Linux Enterprise umfassen jeweils das Flag supported, das drei mögliche Werte annehmen kann:

- „Ja“, daher supported
- „Extern“, daher supported
- „“ (leer, nicht festgelegt), daher unsupported

Es gelten die folgenden Regeln:

- Alle Module eines selbst rückkompilierten Kernels sind standardmäßig als nicht unterstützt gekennzeichnet.
- Kernelmodule, die von den SUSE-Partnern unterstützt und über das SUSE SolidDriver-Programm bereitgestellt, sind als „extern“ gekennzeichnet.
- Wenn das Flag supported nicht gesetzt ist, wird der Kernel beim Laden dieses Moduls unbrauchbar. Unbrauchbare Kernel werden nicht unterstützt. Nicht unterstützte Kernelmodule befinden sich in einem separaten RPM-Paket (kernel-FLAVOR-extra) und werden nicht standardmäßig geladen (FLAVOR = default | xen | ...). Darüber hinaus sind diese nicht unterstützten Module im Installationsprogramm nicht verfügbar, und das Kernelpaket kernel-FLAVOR-extra ist kein Bestandteil der SUSE Linux Enterprise-Medien.
- Kernelmodule, die nicht unter einer zur Lizenz des Linux-Kernels kompatiblen Lizenz bereitgestellt werden, machen den Kernel ebenfalls unbrauchbar. Weitere Informationen finden Sie unter /usr/src/linux/Documentation/sysctl/kernel.txt und dem Status /proc/sys/kernel/tainted.

## 2.5.1 Technischer Hintergrund

- **Linux-Kernel:** Der Standardwert für /proc/sys/kernel/unsupported bei SUSE Linux Enterprise 12 lautet 2 (do not warn in syslog when loading unsupported modules; keine Warnung im Syslog, wenn nicht unterstützte Module geladen werden). Dieser Standardwert wird sowohl im Installationsprogramm als auch im installierten System verwendet. Weitere Informationen finden Sie unter /usr/src/linux/Documentation/sysctl/kernel.txt.
- **modprobe:** Das Dienstprogramm modprobe zum Prüfen der Modulabhängigkeiten und zum Laden der Module prüft den Wert des Flags supported. Beim Wert „Ja“ oder „Extern“ wird das Modul geladen, ansonsten nicht. Weitere Informationen, wie Sie dieses Verhalten außer Kraft setzen, finden Sie in *Abschnitt 2.5.2, „Arbeiten mit nicht unterstützten Modulen“*.



### Anmerkung

SUSE bietet im Allgemeinen keine Unterstützung für das Entfernen von Speichermodulen mit modprobe -r.

## 2.5.2 Arbeiten mit nicht unterstützten Modulen






Die allgemeine Unterstützung ist wichtig. Dennoch können Situationen eintreten, in denen ein nicht unterstütztes Modul erforderlich ist (beispielsweise zu Testzwecken, für die Fehlersuche oder wenn der Hardware-Hersteller ein HotFix bereitstellt).

- Zum Überschreiben des Standardwerts bearbeiten Sie die Datei `/etc/modprobe.d/10-unsupported-modules.conf`, und ändern Sie den Wert der Variablen `allow_unsupported_modules` in `1`. Falls in der `initrd` ein nicht unterstütztes Modul erforderlich ist, müssen Sie zur Aktualisierung der `initrd` auch `dracut -f` ausführen. Falls Sie nur einmalig versuchen möchten, ein Modul zu laden, verwenden Sie die Option `--allow-unsupported-modules` für `modprobe`. Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite zu `modprobe`.
- Während der Installation werden nicht unterstützte Module u. U. über Treiberaktualisierungs-Datenträger hinzugefügt und entsprechend geladen. Soll das Laden von nicht unterstützten Modulen beim Booten und zu späteren Zeitpunkten erzwungen werden, verwenden Sie die Kernel-Kommandozeile `oem-modules`. Beim Installieren und Initialisieren des Pakets `suse-module-tools` wird das Kernel-Flag `TAINT_NO_SUPPORT` (`/proc/sys/kernel/tainted`) ausgewertet. Ist das Kernel bereits unbrauchbar, wird `allow_unsupported_modules` aktiviert. Damit wird verhindert, dass nicht unterstützte Module im zu installierenden System zu Fehlern führen. Wenn während der Installation keine nicht unterstützten Module vorhanden sind und die andere spezielle Kernel-Kommandozeilenoption (`oem-modules=1`) nicht verwendet wird, so werden die nicht unterstützten Module dennoch standardmäßig nicht zugelassen.

Beachten Sie, dass der Kernel und das gesamte System nicht mehr durch SUSE unterstützt werden, sobald nicht unterstützte Module geladen und ausgeführt werden.

## 2.6 Weiterführende Informationen

- `man supportconfig` – man-Seite zu `supportconfig`.
- `man supportconfig.conf` – man-Seite zur `supportconfig`-Konfigurationsdatei.
- `man scatool` – man-Seite zu `scatool`.
- `man scadb` – man-Seite zu `scadb`.

- **man setup-sca** – man-Seite zu **setup-sca**.
- <https://mariadb.com/kb/en/>  – Dokumentation zur MariaDB.
- <http://www.suse.com/communities/conversations/sca-pattern-development/>  – Anweisungen zum Erstellen (und Testen) benutzerdefinierter SCA-Schemata.
- <http://www.suse.com/communities/conversations/basic-server-health-check-supportconfig/>  – Grundlegende Server-Integritätsprüfung mit supportconfig.
- [https://www.novell.com/communities/coolsolutions/cool\\_tools/create-your-own-supportconfig-plugin/](https://www.novell.com/communities/coolsolutions/cool_tools/create-your-own-supportconfig-plugin/)  – Erstellen eines eigenen supportconfig-Plug-ins.
- <http://www.suse.com/communities/conversations/creating-a-central-supportconfig-repository/>  – Erstellen eines zentralen supportconfig-Repositorys.

### 3 YaST im Textmodus

Dieser Abschnitt richtet sich an Systemadministratoren und Experten, die keinen X-Server auf Ihren Systemen ausführen und daher auf das textbasierte Installationswerkzeug angewiesen sind. Der Abschnitt enthält grundlegende Informationen zum Start und Betrieb von YaST im Textmodus.

YaST verwendet im Textmodus die ncurses-Bibliothek, um eine bequeme pseudografische Bedienoberfläche zu bieten. Die ncurses-Bibliothek wird standardmäßig installiert. Die minimale unterstützte Größe des Terminal-Emulators, in dem Sie YaST ausführen, beträgt 80 x 25 Zeichen.

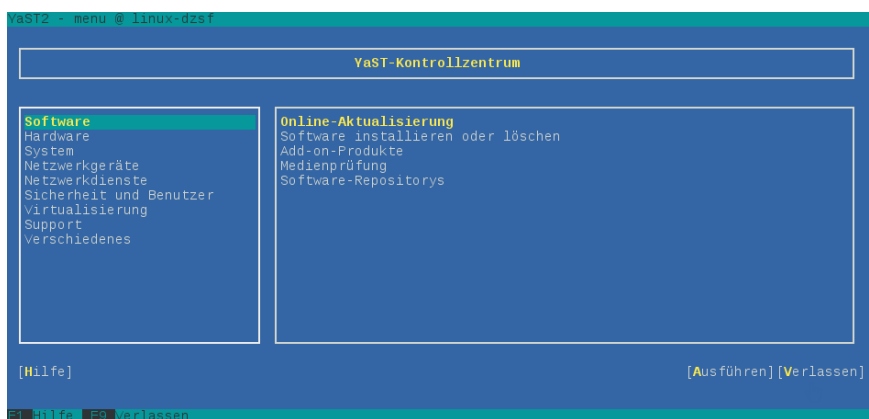


ABBILDUNG 3.1 HAUPTFENSTER VON YAST IM TEXTMODUS

Wenn Sie YaST im Textmodus starten, wird das YaST-Kontrollzentrum angezeigt (siehe [Abbildung 3.1](#)). Das Hauptfenster besteht aus drei Bereichen. Der linke Bereich zeigt die Kategorien, denen die verschiedenen Module angehören. Dieser Bereich ist beim Start von YaST aktiv und wird daher durch eine breite weiße Umrandung gekennzeichnet. Die aktive Kategorie ist markiert. Der linke Bereich bietet einen Überblick über die Module, die in der aktiven Kategorie zur Verfügung stehen. Der untere Bereich enthält die Schaltflächen für *Hilfe* und *Verlassen*.

Wenn Sie das YaST-Kontrollzentrum starten, wird automatisch die Kategorie *Software* ausgewählt. Mit  und  können Sie die Kategorie ändern. Um ein Modul aus der Kategorie auszuwählen, aktivieren Sie den rechten Bereich mit , und wählen Sie dann das Modul mithilfe von  und  aus. Halten Sie die Pfeiltasten gedrückt, um durch die Liste der verfügbaren Module zu blättern. Der ausgewählte Eintrag wird markiert. Drücken Sie , um das aktive Modul zu starten.

Zahlreiche Schaltflächen oder Auswahlfelder im Modul enthalten einen markierten Buchstaben (standardmäßig gelb) Mit **Alt**-**markierter\_Buchstabe** können Sie eine Schaltfläche direkt auswählen, müssen also nicht mit **→|** zur Schaltfläche wechseln. Zum Verlassen des YaST-Kontrollzentrums drücken Sie **Alt**-**Q**, oder wählen Sie *Verlassen*, und drücken Sie **Eingabetaste**.



### Tipp: Neuladen von YaST-Dialogfeldern

Wenn ein YaST-Dialogfeld verzerrt oder unleserlich wird (z. B. beim Ändern der Fenstergröße), drücken Sie **Strg**-**L**. Damit wird das Fenster aktualisiert, und der Fensterinhalt wird wiederhergestellt.

## 3.1 Navigation in Modulen

Bei der folgenden Beschreibung der Steuerelemente in den YaST-Modulen wird davon ausgegangen, dass alle Kombinationen aus Funktionstasten und **Alt**-Taste funktionieren und nicht anderen globalen Funktionen zugewiesen sind. In *Abschnitt 3.2, „Einschränkung der Tastenkombinationen“* finden Sie Informationen zu möglichen Ausnahmen.

### Navigation zwischen Schaltflächen und Auswahllisten

Verwenden Sie **→|**, um zwischen den Schaltflächen und Einzelbildern mit den Auswahllisten zu navigieren. Zum Navigieren in umgekehrter Reihenfolge verwenden Sie die Tastenkombinationen **Alt**-**→|** oder **Umschalttaste**-**→|**.

### Navigation in Auswahllisten

Mit den Pfeiltasten (**↑** und **↓**) können Sie zwischen den einzelnen Elementen in einem aktiven Rahmen, der eine Auswahlliste enthält, navigieren. Wenn einzelne Einträge innerhalb eines Rahmens dessen Breite überschreiten, können Sie mit **Umschalttaste**-**→** oder **Umschalttaste**-**←** horizontal nach rechts bzw. links blättern. Alternativ können Sie **Strg**-**E** oder **Strg**-**A** verwenden. Diese Kombination kann auch verwendet werden, wenn **→** oder **←** zu einem Wechsel des aktiven Rahmens oder der aktuellen Auswahlliste führt, wie dies im Kontrollzentrum der Fall ist.

### Schaltflächen, Optionsschaltfläche und Kontrollkästchen

Um Schaltflächen mit leeren eckigen Klammern (Kontrollkästchen) oder leeren runden Klammern (Optionsschaltflächen) auszuwählen, drücken Sie **Leertaste** oder **Eingabetaste**. Alternativ können Optionsschaltflächen und Kontrollkästchen unmittelbar



mit **Alt**–**markierter\_Buchstabe** ausgewählt werden. In diesem Fall brauchen Sie die Auswahl nicht mit **Eingabetaste** zu bestätigen. Wenn Sie mit **→** zu einem Element wechseln, können Sie mit **Eingabetaste** die ausgewählte Aktion ausführen bzw. das betreffende Menüelement aktivieren.

## Funktionstasten

Die F-Tasten (**F1** bis **F12**) bieten schnellen Zugriff auf die verschiedenen Schaltflächen. In der untersten Zeile im YaST-Bildschirm werden verfügbare Tastenkombinationen (**Fx**) angezeigt. Welche Funktionstasten welchen Schaltflächen zugeordnet sind, hängt vom aktiven YaST-Modul ab, da die verschiedenen Module unterschiedliche Schaltflächen aufweisen (*Details*, *Info*, *Hinzufügen*, *Löschen* usw.). **F10** wird für *Übernehmen*, *OK*, *Weiter* und *Beenden* verwendet. Drücken Sie **F1**, um Zugriff auf die YaST-Hilfe zu erhalten.

## Verwenden der Navigationsstruktur im ncurses-Modus

Einige YaST-Module bieten im linken Fensterbereich eine Navigationsstruktur, in der Konfigurationsdialogfenster ausgewählt werden können. Verwenden Sie die Pfeiltasten (**↑** und **↓**), um in der Baumstruktur zu navigieren. Drücken Sie **Leertaste**, um Elemente der Struktur zu öffnen oder zu schließen. Im ncurses-Modus muss nach einer Auswahl in der Navigationsstruktur die Taste **Eingabetaste** gedrückt werden, um das ausgewählte Dialogfeld anzuzeigen. Dieses beabsichtigte Verhalten erspart zeitraubende Bildaufbauvorgänge beim Blättern durch die Navigationsstruktur.

## Auswählen von Software im Software-Installationsmodul

Mit den Filtern im linken Bereich begrenzen Sie die Anzahl der angezeigten Pakete. Installierte Pakete sind mit dem Buchstaben **i** gekennzeichnet. Mit der **Leertaste** oder der **Eingabetaste** ändern Sie den Status eines Pakets. Alternativ wählen Sie den gewünschten neuen Modus (Installieren, Löschen, Aktualisieren, Tabu oder Sperre) über das Menü *Aktionen*.

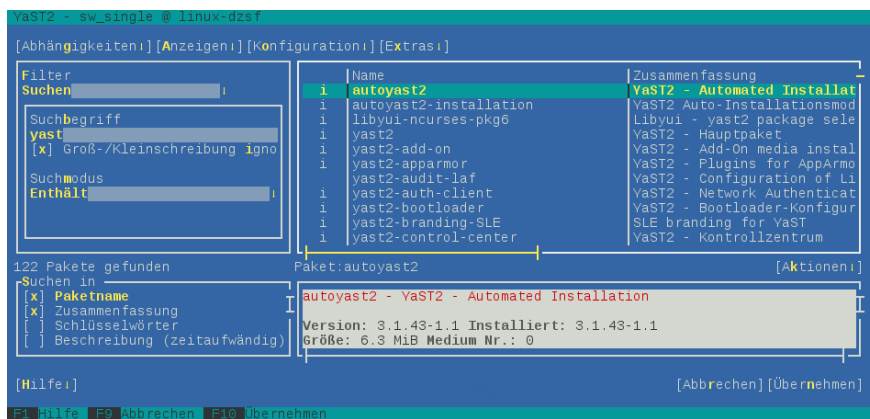


ABBILDUNG 3.2 DAS SOFTWARE-INSTALLATIONSMODUL

## 3.2 Einschränkung der Tastenkombinationen

Wenn der Fenster-Manager globale **Alt**-Kombinationen verwendet, funktionieren die **Alt**-Kombinationen in YaST möglicherweise nicht. Tasten wie **Alt** oder **Umschalttaste** können auch durch die Einstellungen des Terminals belegt sein.

Ersetzen der **Alt**-Taste durch die **Esc**-Taste

Tastenkombinationen mit **Alt** können auch mit **Esc** anstelle von **Alt** ausgeführt werden. **Esc-H** beispielsweise ersetzt **Alt-H**. (Drücken Sie zunächst **Esc**, und drücken Sie *dann* **H**.)

Navigation vor und zurück mit **Strg-F** und **Strg-B**

Wenn die Kombinationen mit **Alt** und **Umschalttaste** vom Fenster-Manager oder dem Terminal belegt sind, verwenden Sie stattdessen die Kombinationen **Strg-F** (vor) und **Strg-B** (zurück).

Einschränkung der Funktionstasten

Die F-Tasten werden auch für Funktionen verwendet. Bestimmte Funktionstasten können vom Terminal belegt sein und stehen eventuell für YaST nicht zur Verfügung. Auf einer reinen Textkonsole sollten die Tastenkombinationen mit **Alt** und die Funktionstasten jedoch stets vollständig zur Verfügung stehen.

## 3.3 YaST-Kommandozeilenoptionen

Neben der Schnittstelle im Textmodus bietet YaST auch eine reine Kommandozeilenschnittstelle. Eine Liste der YaST-Kommandozeilenoptionen erhalten Sie, wenn Sie Folgendes eingeben:

```
yast -h
```

### 3.3.1 Starten der einzelnen Module

Um Zeit zu sparen können die einzelnen YaST-Module direkt gestartet werden. Um ein Modul zu starten, geben Sie Folgendes ein:

```
yast <module_name>
```

Eine Liste aller auf Ihrem System verfügbaren Modulnamen können Sie mit **yast -l** oder **yast --list** anzeigen. Das Netzwerkmodul beispielsweise wird mit **yast lan** gestartet.

### 3.3.2 Installation von Paketen über die Kommandozeile

Wenn Sie den Namen eines Pakets kennen und das Paket von einer Ihrer aktiven Installations-Repositorys bereitgestellt wird, können Sie das Paket mithilfe der Kommandozeilenoption **-i** installieren.

```
yast -i <package_name>
```

oder

```
yast --install <package_name>
```

package\_name kann ein einzelner kurzer Paketname sein, beispielsweise gvim (solche Pakete werden mit Abhängigkeitsüberprüfung installiert) oder der vollständige Pfad zu einem RPM-Paket, das ohne Abhängigkeitsüberprüfung installiert wird.

Wenn Sie ein kommandozeilenbasiertes Softwareverwaltungs-Dienstprogramm mit Funktionen benötigen, die über die von YaST hinausgehen, sollten Sie möglicherweise Zypper verwenden. Dieses Dienstprogramm verwendet die Softwareverwaltungsbibliothek, die auch die Grundlage des YaST-Paket-Managers bildet. Die grundlegende Verwendung von Zypper wird in *Abschnitt 7.1, „Verwenden von zypper“* erläutert.

### 3.3.3 Kommandozeilenparameter der YaST-Module

Um die Verwendung von YaST-Funktionen in Skripts zu ermöglichen, bietet YaST Kommandozeilenunterstützung für einzelne Module. Die Kommandozeilenunterstützung steht jedoch nicht für alle Module zur Verfügung. Um die verfügbaren Optionen eines Moduls anzuzeigen, geben Sie Folgendes ein:

```
yast <module_name> help
```

Wenn ein Modul keine Kommandozeilenunterstützung bietet, wird es im Textmodus gestartet und es wird folgende Meldung angezeigt.

```
This YaST module does not support the command line interface.
```

## 4 Systemwiederherstellung und Snapshot-Verwaltung mit Snapper

Viele Benutzer fragten bereits nach einer Funktion, mit der sie Snapshots des Dateisystems anfertigen könnten, um so Rollbacks für Linux auszuführen. Dank Snapper, gemeinsam mit dem Btrfs-Dateisystem oder mit Thin Provisioned LVM-Volumes, ist diese Lücke nunmehr geschlossen.

Das neue Copy-on-Write-Dateisystem Btrfs für Linux unterstützt Dateisystem-Snapshots (Kopie des Zustands eines Subvolume zu einem bestimmten Zeitpunkt) von Subvolumes (ein oder mehrere separat einhängbare Dateisysteme auf den einzelnen physischen Partitionen). Snapshots werden auch auf LVM-Volumes mit Thin-Provisioning unterstützt, die mit XFS, Ext4 oder Ext3 formatiert sind. Mit Snapper erstellen und verwalten Sie diese Snapshots. Snapper ist mit einer Kommandozeile und einer YaST-Oberfläche ausgestattet. Ab SUSE Linux Enterprise Server 12 können Sie außerdem aus Btrfs-Snapshots booten. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 4.3, „System-Rollback durch Booten aus Snapshots“*.

Snapper ermöglicht Folgendes:

- Systemänderungen rückgängig machen, die von zypper und YaST vorgenommen wurden. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 4.2, „Rückgängigmachen von Änderungen mit Snapper“*.
- Dateien aus früheren Snapshots wiederherstellen. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 4.2.2, „Wiederherstellen von Dateien mit Snapper“*.
- System-Rollback durch Booten aus einem Snapshot vornehmen. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 4.3, „System-Rollback durch Booten aus Snapshots“*.
- Snapshots interaktiv manuell erstellen und vorhandene Snapshots verwalten. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 4.5, „Manuelles Erstellen und Verwalten von Snapshots“*.

### 4.1 Standardeinrichtung

Snapper unter SUSE Linux Enterprise Desktop wird als „Werkzeug zum Rückgängigmachen und Wiederherstellen“ von Systemänderungen eingerichtet. Standardmäßig ist die Root-Partition (/) von SUSE Linux Enterprise Desktop mit Btrfs formatiert. Das Anfertigen von Snapshots

wird automatisch aktiviert, wenn die Root-Partition ( / ) groß genug ist (ungefähr mehr als 8 GB). Das Anfertigen von Snapshots auf anderen Partitionen (abgesehen von / ) ist standardmäßig nicht aktiviert.

Beim Erstellen eines Snapshots verweisen sowohl der Snapshot als auch das Original auf dieselben Blöcke im Dateisystem. Zunächst belegt ein Snapshot also keinen zusätzlichen Speicherplatz auf der Festplatte. Werden Daten im Original-Dateisystem bearbeitet, so werden die geänderten Datenblöcke kopiert, und die alten Datenblöcke werden im Snapshot beibehalten. Der Snapshot belegt daher dieselbe Speicherplatzmenge wie die geänderten Daten. Im Lauf der Zeit wächst der Speicherplatzbedarf eines Snapshots somit an. Wenn Sie also Dateien aus einem Btrfs-Dateisystem löschen, auf dem sich Snapshots befinden, wird unter Umständen *kein* Speicherplatz freigegeben!



### **Anmerkung: Position der Snapshots**

Snapshots befinden sich stets auf der Partition oder dem Subvolume, auf dem der Snapshot aufgenommen wurde. Es ist nicht möglich, einen Snapshot auf einer anderen Partition oder einem anderen Subvolume zu speichern.

Partitionen mit Snapshots müssen daher größer sein als „normale“ Partitionen. Die Speicher- menge ist dabei abhängig von der Anzahl der Snapshots und vom Umfang der Änderungen an den Daten. In der Regel sollten Sie etwa den doppelten Speicherplatz bereitstellen.

Die Snapshots an sich unterscheiden sich streng genommen nicht voneinander, werden allerdings dennoch gemäß dem Grund ihrer Erstellung in drei Snapshot-Typen gegliedert:

#### **SNAPSHOT-TYPEN**

##### **Zeitleisten-Snapshots**

In Abständen von einer Stunde wird ein einzelner Snapshot erstellt. Alte Snapshots werden automatisch gelöscht. Standardmäßig wird der erste Snapshot der letzten zehn Tage, Monate und Jahre beibehalten. Mit Ausnahme der Root-Partition sind Zeitleisten-Snapshots standardmäßig aktiviert.

##### **Installations-Snapshots**

Wenn Sie ein oder mehrere Pakete mit YaST oder zypper installieren, wird ein Snapshot-Paar erstellt: ein Snapshot vor Beginn der Installation („Pre“) und ein zweiter Snapshot nach Abschluss der Installation („Post“). Wird eine wichtige Systemkomponente installiert (z. B. der Kernel), wird das Snapshot-Paar als wichtig gekennzeichnet (important=yes). Alte Snapshots werden automatisch gelöscht. Standardmäßig wer-

den die letzten zehn wichtigen Snapshots und die letzten zehn „normalen“ Snapshots (auch Verwaltungs-Snapshots) beibehalten. Installations-Snapshots sind standardmäßig aktiviert.

### Verwaltungs-Snapshots

Wenn Sie die Verwaltung eines Systems mit YaST vornehmen, wird ein Snapshot-Paar erstellt: ein Snapshot beim Starten eines YaST-Moduls („Pre“) und ein zweiter Snapshot beim Schließen des Moduls („Post“). Alte Snapshots werden automatisch gelöscht. Standardmäßig werden die letzten zehn wichtigen Snapshots und die letzten zehn „normalen“ Snapshots (auch Installations-Snapshots) beibehalten. Verwaltungs-Snapshots sind standardmäßig aktiviert.

Bestimmte Verzeichnisse müssen aus verschiedenen Gründen aus den Snapshots ausgenommen werden. Die folgende Liste zeigt alle ausgeschlossenen Verzeichnisse:

#### VERZEICHNISSE, DIE AUS SNAPSHOTS AUSGENOMMEN SIND

/boot/grub2/x86\_64-efi,

Ein Rollback der Bootloader-Konfiguration wird nicht unterstützt.

/home

Wenn /home sich nicht auf einer separaten Partition befindet, wird dieses Verzeichnis ausgeschlossen, damit bei einem Rollback kein Datenverlust eintritt.

/opt, /var/opt

Produkte von Drittanbietern und Add-ons werden in der Regel in /opt installiert. Dieses Verzeichnis wird ausgeschlossen, damit die betreffenden Anwendungen bei einem Rollback nicht deinstalliert werden.

/srv

Enthält Daten für Web- und FTP-Server. Ausgeschlossen, damit bei einem Rollback kein Datenverlust eintritt.

/tmp, /var/tmp, /var/crash

Alle Verzeichnisse, die temporäre Dateien enthalten, werden aus den Snapshots ausgeschlossen.

/var/lib/named

Enthält Zonendaten für den DNS-Server. Aus den Snapshots ausgeschlossen, damit ein Nameserver auch nach einem Rollback noch funktionsfähig ist.

/var/lib/mailman, /var/spool

Verzeichnisse, die Emails oder Email-Warteschlangen enthalten, werden ausgeschlossen, damit kein Email-Verlust nach einem Rollback eintritt.

/var/lib/pgqsl

Enthält PostgreSQL-Daten.

/var/log

Standort der Protokolldatei. Aus den Snapshots ausgeschlossen, damit die Protokolldateien auch nach dem Rollback eines fehlerhaften Systems noch analysiert werden können.

### 4.1.1 Anpassen der Einrichtung

Die Standardeinrichtung von SUSE Linux Enterprise Desktop deckt die meisten Anwendungsfälle ab. Sie haben jedoch die Möglichkeit, alle Aspekte beim Anfertigen und Beibehalten der Snapshots ganz nach Ihren Anforderungen zu konfigurieren.

#### 4.1.1.1 Deaktivieren/Aktivieren von Snapshots

Die drei Snapshot-Typen (Zeitleiste, Installation, Administration) können unabhängig voneinander einzeln aktiviert oder deaktiviert werden.

##### Deaktivieren/Aktivieren von Zeitleisten-Snapshots

Aktivieren. **snapper -c root set-config "TIMELINE\_CREATE=yes"**

Deaktivieren. **snapper -c root set-config "TIMELINE\_CREATE=no"**

Mit Ausnahme der Root-Partition sind Zeitleisten-Snapshots standardmäßig aktiviert.

##### Deaktivieren/Aktivieren von Installations-Snapshots

Aktivieren: Installieren Sie das Paket snapper-zypp-plugin.

Deaktivieren: Deinstallieren Sie das Paket snapper-zypp-plugin

Installations-Snapshots sind standardmäßig aktiviert.

##### Deaktivieren/Aktivieren von Administrations-Snapshots

Aktivieren: Stellen Sie USE\_SNAPPER in /etc/sysconfig/yast2 auf yes ein.

Deaktivieren: Stellen Sie USE\_SNAPPER in /etc/sysconfig/yast2 auf no ein.



Administrations-Snapshots sind standardmäßig aktiviert.

#### 4.1.1.2 Steuern von Installations-Snapshots

Das Anfertigen von Snapshot-Paaren beim Installieren von Paketen mit YaST oder Zypper erfolgt mit `snapper-zypp-plugin`. Die XML-Konfigurationsdatei `/etc/snapper/zypp-plugin.conf` definiert den Zeitpunkt, an dem die Snapshots erstellt werden sollen. Standardmäßig sieht die Datei folgendermaßen aus:

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <snapper-zypp-plugin-conf>
3   <solvables>
4     <solvable match="w" ❶ important="true" ❷>kernel-* ❸</solvable>
5     <solvable match="w" important="true">dracut</solvable>
6     <solvable match="w" important="true">glibc</solvable>
7     <solvable match="w" important="true">systemd*</solvable>
8     <solvable match="w" important="true">udev</solvable>
9     <solvable match="w">*</solvable> ❹
10  </solvables>
11 </snapper-zypp-plugin-conf>
```

- ❶ Das Übereinstimmungsattribut definiert, ob das Schema eine Wildcard im Unix-Shell-Format (w) oder ein regulärer Python-Ausdruck (re) ist.
- ❷ Wenn das angegebene Schema übereinstimmt und das entsprechende Paket als wichtig gekennzeichnet ist (z. B. Kernel-Pakete), wird der Snapshot ebenfalls als wichtig gekennzeichnet.
- ❸ Schema, das mit einem Paketnamen abgeglichen werden soll. Gemäß der Einstellung für das Attribut `match` werden Sonderzeichen entweder als Shell-Wildcards oder als reguläre Ausdrücke interpretiert. Dieses Schema stimmt mit allen Paketnamen überein, die mit `kernel-` beginnen.
- ❹ Mit dieser Zeile werden alle Pakete als übereinstimmend eingestuft.

Bei dieser Konfiguration werden Snapshot-Paare angefertigt, sobald ein Paket installiert wird (Zeile 9). Wenn Kernel-, dracut-, glibc-, systemd- oder udev-Pakete installiert werden, die als wichtig gekennzeichnet sind, wird auch das Snapshot-Paar als wichtig gekennzeichnet (Zeile 4 bis 8). Alle Regeln werden ausgewertet.

Zum Deaktivieren einer Regel können Sie die betreffende Regel löschen oder mithilfe von XML-Kommentaren deaktivieren. Wenn das System beispielsweise keine Snapshot-Paare für alle Paketinstallationen anfertigen soll, kommentieren Sie Zeile 9 aus:

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <snapper-zypp-plugin-conf>
3   <solvables>
4     <solvable match="w" important="true">kernel-*</solvable>
5     <solvable match="w" important="true">dracut</solvable>
6     <solvable match="w" important="true">glibc</solvable>
7     <solvable match="w" important="true">systemd*</solvable>
8     <solvable match="w" important="true">udev</solvable>
9     <!-- <solvable match="w">*</solvable> -->
10  </solvables>
11 </snapper-zypp-plugin-conf>
```

#### 4.1.1.3 Steuern der Snapshot-Archivierung

Snapshots belegen Speicherplatz auf der Festplatte. Damit keine Systemfehler wegen mangelndem Festplattenspeicher auftreten, werden alte Snapshots automatisch gelöscht. Standardmäßig werden die folgenden Snapshots beibehalten:

- der erste Snapshot der letzten zehn Tage, Monate und Jahre
- die letzten zehn als wichtig gekennzeichneten Snapshot-Paare
- die letzten zehn Installations-/Administrations-Snapshots

Anweisungen zum Ändern dieser Werte finden Sie in [Abschnitt 4.4.1, „Verwalten vorhandener Konfigurationen“](#).

#### 4.1.1.4 Verwenden von Snapper auf Thin Provisioned LVM-Volumes

Neben Snapshots auf Btrfs-Dateisystemen unterstützt Snapper auch das Anfertigen von Snapshots auf LVM-Volumes mit Thin-Provisioning (Snapshots auf normalen LVM-Volumes werden *nicht* unterstützt), die mit XFS, Ext4 oder Ext3 formatiert sind. Weitere Informationen zu LVM-Volumes sowie Anweisungen zum Einrichten dieser Volumes finden Sie im *Buch „Bereitstellungshandbuch“* 12 „Fortgeschrittene Festplattenkonfiguration“ 12.2 „LVM-Konfiguration“.

Um Snapper auf einem Thin Provisioned LVM-Volume zu nutzen, müssen Sie eine Snapper-Konfiguration für dieses Volume erstellen. Auf LVM muss das Dateisystem mit --fstype=lvm(FILESYSTEM) angegeben werden. Zulässige Werte für FILESYSTEM sind ext3, ext4 und xfs. Beispiel:

```
snapper -c lvm create-config --fstype="lvm(xfs)" /thin_lvm
```

Sie können diese Konfiguration gemäß den Anweisungen unter *Abschnitt 4.4.1, „Verwalten vorhandener Konfigurationen“* an Ihre Anforderungen anpassen.

## 4.2 Rückgängigmachen von Änderungen mit Snapper

Snapper unter SUSE Linux Enterprise Desktop ist als Werkzeug vorkonfiguriert, mit dem Sie die Änderungen rückgängig machen, die von zypper und YaST vorgenommen werden. Hierzu ist Snapper so konfiguriert, dass vor und nach jeder Ausführung von zypper bzw. YaST ein Snapshot-Paar erstellt wird. Mit Snapper können Sie außerdem Systemdateien wiederherstellen, die versehentlich gelöscht oder geändert wurden. Zeitleisten-Snapshots für die Root-Partition müssen für diesen Zweck aktiviert werden. Weitere Detailinformationen finden Sie unter *Abschnitt 4.1.1.1, „Deaktivieren/Aktivieren von Snapshots“*.

Standardmäßig werden automatische Snapshots (wie oben beschrieben) für die Root-Partition und deren Subvolumes konfiguriert. Sollen Snapshots auch für andere Partitionen zur Verfügung stehen, beispielsweise für /home, können Sie benutzerdefinierte Konfigurationen anlegen.

## **Wichtig: Rückgängigmachen von Änderungen im Vergleich zum Rollback**

Beim Wiederherstellen von Daten mithilfe von Snapshots ist zu beachten, dass Snapper zwei grundlegend verschiedene Szenarien bearbeiten kann:

### Rückgängigmachen von Änderungen

Beim Rückgängigmachen von Änderungen gemäß den nachfolgenden Anweisungen werden zwei Snapshots miteinander verglichen, und die Änderungen zwischen diesen beiden Snapshots werden rückgängig gemacht. Bei diesem Verfahren können Sie zudem die wiederherzustellenden Dateien explizit auswählen.

### Rollback

Beim Rollback gemäß den Anweisungen in [Abschnitt 4.3, „System-Rollback durch Booten aus Snapshots“](#) wird das System in den Zustand zurückversetzt, der beim Anfertigen des Snapshots vorlag.

Beim Rückgängigmachen von Änderungen können Sie außerdem einen Snapshot mit dem aktuellen System vergleichen. Das Wiederherstellen *aller* Dateien aus einem solchen Vergleich liefert dasselbe Ergebnis wie ein Rollback. Für ein Rollback ist jedoch das in [Abschnitt 4.3, „System-Rollback durch Booten aus Snapshots“](#) beschriebene Verfahren vorzuziehen, da es schneller ist und Sie das System vor dem Ausführen des Rollbacks prüfen können.

## **Warnung: Datenkonsistenz**

Es gibt keinen Mechanismus, mit dem die Datenkonsistenz beim Erstellen von Snapshots gewährleistet werden kann. Wenn eine Datei (z. B. eine Datenbank) zur selben Zeit geschrieben wird, während der Snapshot erstellt wird, so wird diese Datei beschädigt oder nur teilweise geschrieben. Beim Wiederherstellen dieser Datei treten Probleme auf. Darüber hinaus dürfen bestimmte Systemdateien wie `/etc/mtab` unter keinen Umständen wiederhergestellt werden. Es wird daher dringend empfohlen, die Liste der geänderten Dateien und ihrer Unterschiede (Diffs) *in jedem Fall* sorgfältig zu prüfen. Stellen Sie nur solche Dateien wieder her, die tatsächlich zu der zurückzunehmenden Aktion gehören.

## 4.2.1 Rückgängigmachen von Änderungen durch YaST oder Zypper

Wenn Sie die Root-Partition während der Installation mit `Btrfs` einrichten, wird Snapper (für Rollbacks von Änderungen durch YaST oder Zypper vorkonfiguriert) automatisch installiert. Bei jedem Starten eines YaST-Moduls und bei jeder Zypper-Transaktion werden zwei Snapshots erstellt: ein „Pre-Snapshot“ mit dem Zustand des Dateisystems vor dem Start des Moduls und ein „Post-Snapshot“ nach Beendigung des Moduls.

Mit dem YaST-Snapper-Modul oder mit dem **snapper**-Kommandozeilenwerkzeug können Sie Dateien aus dem „Pre-Snapshot“ wiederherstellen und so die Änderungen durch YaST/Zypper rückgängig machen. Durch den Vergleich der beiden Snapshots mit diesen Werkzeugen erkennen Sie außerdem, welche Dateien geändert wurden. Darüber hinaus können Sie die Unterschiede (Diff) zwischen zwei Versionen einer Datei abrufen.

### PROZEDUR 4.1 RÜCKGÄNGIGMACHEN VON ÄNDERUNGEN MIT DEM **SNAPPER**-MODUL IN YAST

1. Starten Sie das *Snapper*-Modul im Abschnitt *Verschiedenes* in YaST, oder geben Sie **yast2 snapper** ein.
2. Unter *Aktuelle Konfiguration* muss die Option *root* eingestellt sein. Dies ist im Prinzip immer der Fall, sofern Sie nicht eigene Snapper-Konfigurationen manuell hinzugefügt haben.
3. Wählen Sie ein Pre-/Post-Snapshot-Paar aus der Liste aus. Sowohl die YaST als auch die Zypper-Snapshot-Paare sind vom Typ *Pre & Post*. Für YaST-Snapshots wird die Bezeichnung `zyyp(y2base)` in der *Spalte* „Beschreibung“ angezeigt, für zypper-Snapshots die Bezeichnung `zypp(zypper)`.

Snapshots

Aktuelle Konfiguration root

ID	Typ	Startdatum	Enddatum	Beschreibung	Benutzerdaten
328	Einzel	2014-07-30 07:13:49		timeline	
329	Einzel	2014-07-30 07:15:03		timeline	
330	Einzel	2014-07-30 07:18:05		timeline	
331	Einzel	2014-07-30 07:18:27		timeline	
332	Einzel	2014-07-30 07:19:46		timeline	
333	Einzel	2014-07-30 07:20:55		timeline	
334	Einzel	2014-07-30 07:22:59		timeline	
335	Einzel	2014-07-30 07:23:24		timeline	
336	Einzel	2014-07-30 07:25:06		timeline	
337	Einzel	2014-07-30 07:27:11		timeline	
338	Einzel	2014-07-30 07:32:54		timeline	
339	Einzel	2014-07-30 06:52:40		timeline	
340 - 341	Vor & Nach	2014-07-30 07:46:48	2014-07-30 07:23:15	zypp(zypper)	important=no
342 - 343	Vor & Nach	2014-07-30 07:52:19	2014-07-30 07:24:45	zypp(y2base)	important=no
344 - 345	Vor & Nach	2014-07-30 08:14:50	2014-07-30 07:25:21	zypp(zypper)	important=no
346 - 347	Vor & Nach	2014-07-30 08:15:42	2014-07-30 07:27:17	zypp(y2base)	important=no
348 - 349	Vor & Nach	2014-07-30 08:16:10	2014-07-30 07:34:21	zypp(y2base)	important=no
350 - 351	Vor & Nach	2014-07-30 08:16:16	2014-07-30 07:45:12	zypp(y2base)	important=no

4. Klicken Sie auf *Änderungen anzeigen*. Die Liste der Dateien, bei denen Unterschiede zwischen den beiden Snapshots bestehen, wird geöffnet.

Ausgewählte Snapshot-Übersicht

/ zypp(zypper)

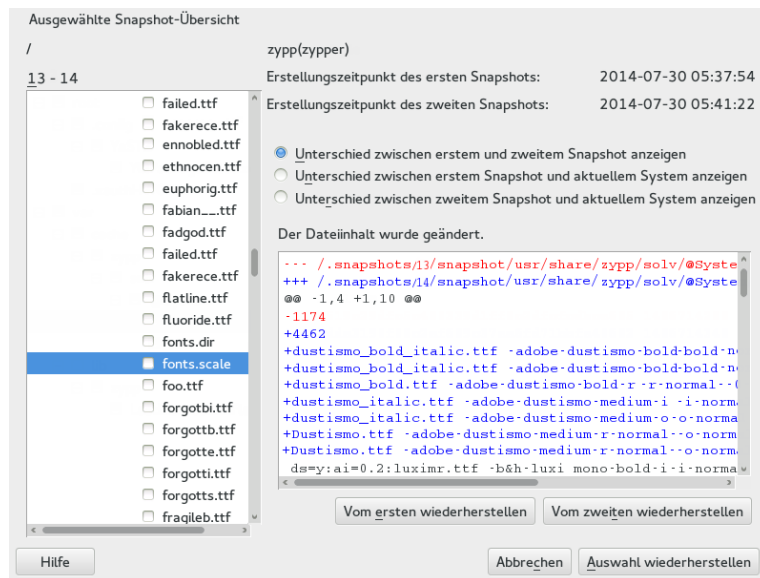
13 - 14

Erstellungszeitpunkt des ersten Snapshots: 2014-07-30 05:37:54

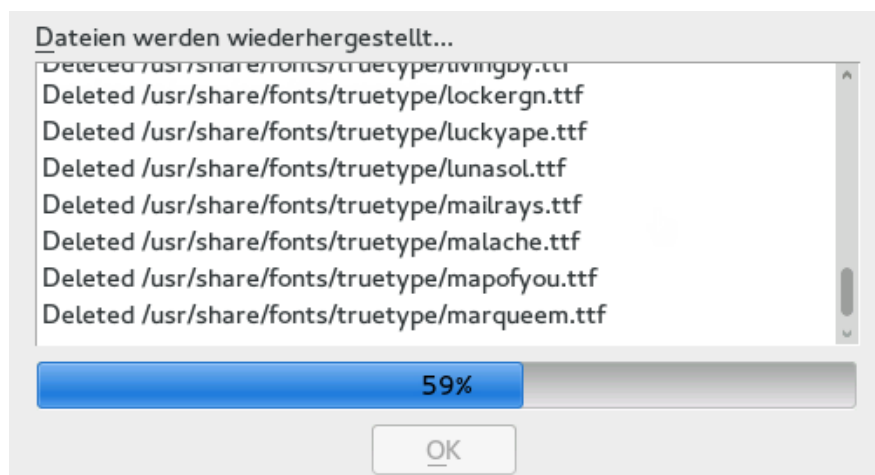
Erstellungszeitpunkt des zweiten Snapshots: 2014-07-30 05:41:22

<input type="checkbox"/>	usr
<input type="checkbox"/>	share
<input type="checkbox"/>	doc
<input type="checkbox"/>	packages
<input type="checkbox"/>	free-ttf-fonts
<input type="checkbox"/>	COPYING.I
<input type="checkbox"/>	README.Is
<input type="checkbox"/>	betsy.txt
<input type="checkbox"/>	counters.t
<input type="checkbox"/>	installation
<input type="checkbox"/>	license.txt
<input type="checkbox"/>	read_me.t
<input type="checkbox"/>	readme.lat
<input type="checkbox"/>	teen.txt
<input type="checkbox"/>	fonts
<input type="checkbox"/>	truetype
<input type="checkbox"/>	!y2kbug.ttf
<input type="checkbox"/>	1980port.ttf
<input type="checkbox"/>	cookie
<input type="checkbox"/>	solv

5. Prüfen Sie die Dateiliste. Zum Anzeigen der Unterschiede („Diff“) zwischen der Pre- und der Post-Version einer Datei wählen Sie die Datei aus der Liste aus.



6. Zum Wiederherstellen von einer oder mehreren Dateien aktivieren Sie das entsprechende Kontrollkästchen für die gewünschten Dateien oder Verzeichnisse. Klicken Sie auf *Auswahl wiederherstellen*, und bestätigen Sie den Vorgang mit *Ja*.



Zum Wiederherstellen einer einzelnen Datei klicken Sie auf den Namen dieser Datei. Die Diff-Ansicht der Datei wird aktiviert. Klicken Sie auf *Vom ersten wiederherstellen*, und bestätigen Sie mit *Ja*.

#### PROZEDUR 4.2 RÜCKGÄNGIGMACHEN VON ÄNDERUNGEN MIT DEM KOMMANDO **snapper**

1. Mit dem Kommando **snapper list -t pre-post** erhalten Sie eine Liste der YaST- und zypper-Snapshots. Für YaST-Snapshots wird die Bezeichnung yast Modulname in der Spalte „Beschreibung“ angezeigt, für zypper-Snapshots die Bezeichnung zypp(zypper).

```
root # snapper list -t pre-post
```

Pre #	Post #	Pre Date	Post Date	Description
311	312	Tue 06 May 2014 14:05:46 CEST	Tue 06 May 2014 14:05:52 CEST	zypp(y2base)
340	341	Wed 07 May 2014 16:15:10 CEST	Wed 07 May 2014 16:15:16 CEST	zypp(zypper)
342	343	Wed 07 May 2014 16:20:38 CEST	Wed 07 May 2014 16:20:42 CEST	zypp(y2base)
344	345	Wed 07 May 2014 16:21:23 CEST	Wed 07 May 2014 16:21:24 CEST	zypp(zypper)
346	347	Wed 07 May 2014 16:41:06 CEST	Wed 07 May 2014 16:41:10 CEST	zypp(y2base)
348	349	Wed 07 May 2014 16:44:50 CEST	Wed 07 May 2014 16:44:53 CEST	zypp(y2base)
350	351	Wed 07 May 2014 16:46:27 CEST	Wed 07 May 2014 16:46:38 CEST	zypp(y2base)

2. Mit dem Kommando **snapper status PRE** erhalten Sie eine Liste der geänderten Dateien für ein Snapshot-Paar.*POST*. Dateien, deren Inhalt geändert wurde, sind mit *c* gekennzeichnet, hinzugefügte Dateien mit *+* und gelöschte Dateien mit *-*.

```
root # snapper status 350..351
+..... /usr/share/doc/packages/mikachan-fonts
+..... /usr/share/doc/packages/mikachan-fonts/COPYING
+..... /usr/share/doc/packages/mikachan-fonts/dl.html
c..... /usr/share/fonts/truetype/fonts.dir
c..... /usr/share/fonts/truetype/fonts.scale
+..... /usr/share/fonts/truetype/#####-p.ttf
+..... /usr/share/fonts/truetype/#####-pb.ttf
+..... /usr/share/fonts/truetype/#####-ps.ttf
+..... /usr/share/fonts/truetype/#####.ttf
c..... /var/cache/fontconfig/7ef2298fde41cc6eeb7af42e48b7d293-x86_64.cache-4
c..... /var/lib/rpm/Basenames
c..... /var/lib/rpm/Dirnames
c..... /var/lib/rpm/Group
c..... /var/lib/rpm/Installdid
c..... /var/lib/rpm/Name
c..... /var/lib/rpm/Packages
```



```
c..... /var/lib/rpm/Providename
c..... /var/lib/rpm/Requirename
c..... /var/lib/rpm/Shalheader
c..... /var/lib/rpm/Sigmd5
```

3. Zum Anzeigen der Unterschiede (Diff) für eine bestimmte Datei führen Sie **snapper diff** PRE **aus.POST** FILENAME. Wenn Sie FILENAME nicht angeben, wird die Diff-Ansicht für alle Dateien angezeigt.

```
root # snapper diff 350..351 /usr/share/fonts/truetype/fonts.scale
--- /.snapshots/350/snapshot/usr/share/fonts/truetype/fonts.scale 2014-04-23
    15:58:57.000000000 +0200
+++ /.snapshots/351/snapshot/usr/share/fonts/truetype/fonts.scale 2014-05-07
    16:46:31.000000000 +0200
@@ -1,4 +1,4 @@
-1174
+1486
 ds=y:ai=0.2:luximr.ttf -b&h-luxi mono-bold-i-normal--0-0-0-0-c-0-iso10646-1
 ds=y:ai=0.2:luximr.ttf -b&h-luxi mono-bold-i-normal--0-0-0-0-c-0-iso8859-1
[...]
```

4. Zum Wiederherstellen einer oder mehrerer Dateien führen Sie **snapper -v undochange** PRE **aus.POST** FILENAMES. Wenn Sie FILENAMES nicht angeben, werden alle geänderten Dateien wiederhergestellt.

```
root # snapper -v undochange 350..351
create:0 modify:13 delete:7
undoing change...
deleting /usr/share/doc/packages/mikachan-fonts
deleting /usr/share/doc/packages/mikachan-fonts/COPYING
deleting /usr/share/doc/packages/mikachan-fonts/dl.html
deleting /usr/share/fonts/truetype/#####-p.ttf
deleting /usr/share/fonts/truetype/#####-pb.ttf
deleting /usr/share/fonts/truetype/#####-ps.ttf
deleting /usr/share/fonts/truetype/#####.ttf
modifying /usr/share/fonts/truetype/fonts.dir
modifying /usr/share/fonts/truetype/fonts.scale
```

```
modifying /var/cache/fontconfig/7ef2298fde41cc6eeb7af42e48b7d293-  
x86_64.cache-4  
modifying /var/lib/rpm/Basenames  
modifying /var/lib/rpm/Dirnames  
modifying /var/lib/rpm/Group  
modifying /var/lib/rpm/Installtid  
modifying /var/lib/rpm/Name  
modifying /var/lib/rpm/Packages  
modifying /var/lib/rpm/Providename  
modifying /var/lib/rpm/Requirename  
modifying /var/lib/rpm/Shalheader  
modifying /var/lib/rpm/Sigmd5  
undoing change done
```



### **Warnung: Rückgängigmachen des Hinzufügens von Benutzern**

Es wird nicht empfohlen, das Hinzufügen von Benutzern durch Rückgängigmachen von Änderungen zurückzunehmen. Einige Dateien, die zu diesen Benutzern gehören, verbleiben im System, da bestimmte Verzeichnisse von den Snapshots ausgeschlossen sind. Wenn ein Benutzer mit derselben Benutzer-ID wie ein gelöschter Benutzer erstellt wird, würde dieser neue Benutzer die zurückgebliebenen Dateien erben. Für das Entfernen von Benutzern wird daher dringend das YaST-Werkzeug *Benutzer- und Gruppenverwaltung* empfohlen.

## 4.2.2 Wiederherstellen von Dateien mit Snapper

Neben den Installations- und Verwaltungs-Snapshots werden auch Zeitleisten-Snapshots in Snapper angefertigt. Mithilfe dieser Sicherungs-Snapshots können Sie Dateien wiederherstellen, die versehentlich gelöscht wurden, oder eine frühere Version einer Datei wiederherstellen. Mit der Diff-Funktion in Snapper können Sie außerdem feststellen, welche Änderungen an einem bestimmten Zeitpunkt vorgenommen wurden.

Das Wiederherstellen von Daten ist besonders für Daten interessant, die sich in Subvolumes oder Partitionen befinden, für die standardmäßig keine Snapshots erstellt werden. Damit Sie beispielsweise Dateien aus einem home-Verzeichnis wiederherstellen können, legen Sie eine

separate Snapper-Konfiguration für `/home` an, mit der automatische Zeitleisten-Snapshots angefertigt werden. Eine Anleitung dazu finden Sie in [Abschnitt 4.4, „Erstellen und Bearbeiten von Snapper-Konfigurationen“](#).



## Warnung: Wiederherstellen von Dateien im Vergleich zum Rollback

Anhand der Snapshots für das Root-Dateisystem (in der Root-Konfiguration von Snapper definiert) können Sie ein Rollback des Systems vornehmen. Hierzu wird empfohlen, aus dem Snapshot zu booten und dann das Rollback auszuführen. Weitere Informationen finden Sie in [Abschnitt 4.3, „System-Rollback durch Booten aus Snapshots“](#).

Zum Ausführen eines Rollbacks können Sie alternativ alle Dateien aus einem Root-Dateisystem gemäß den nachfolgenden Anweisungen wiederherstellen. Diese Methode wird jedoch nicht empfohlen. Sie können durchaus einzelne Dateien wiederherstellen, beispielsweise eine Konfigurationsdatei im Verzeichnis `/etc`, nicht jedoch die gesamte Liste aller Dateien im Snapshot.

Diese Beschränkung gilt nur für Snapshots, die für das Root-Dateisystem angefertigt wurden.

### PROZEDUR 4.3 WIEDERHERSTELLEN VON DATEIEN MIT DEM **SNAPPER-MODUL** IN YAST

1. Starten Sie das *Snapper*-Modul im Abschnitt *Verschiedenes* in YaST, oder geben Sie **yast2 snapper** ein.
2. Wählen Sie die *Aktuelle Konfiguration* aus, von der ein Snapshot ausgewählt werden soll.
3. Wählen Sie einen Zeitleisten-Snapshot aus, aus dem eine Datei wiederhergestellt werden soll, und wählen Sie *Änderungen anzeigen*. Zeitleisten-Snapshots weisen den Typ *Einzeln* und den Beschreibungswert *timeline* (Zeitachse) auf.
4. Wählen Sie eine Datei im Textfeld aus; klicken Sie hierzu auf den Dateinamen. Die Unterschiede zwischen der Snapshot-Version und dem aktuellen System werden angezeigt. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen für die wiederherzustellende Datei. Wiederholen Sie dies für alle wiederherzustellenden Dateien.
5. Klicken Sie auf *Auswahl wiederherstellen*, und bestätigen Sie den Vorgang mit *Ja*.

### PROZEDUR 4.4 WIEDERHERSTELLEN VON DATEIEN MIT DEM KOMMANDO **snapper**

1. Mit dem folgenden Kommando erhalten Sie eine Liste der Zeitleisten-Snapshots für eine bestimmte Konfiguration:

```
snapper -c CONFIG list -t single | grep timeline
```

Ersetzen Sie CONFIG durch eine vorhandene Snapper-Konfiguration. Mit **snapper list-configs** rufen Sie eine Liste ab.

2. Mit dem folgenden Kommando erhalten Sie eine Liste der geänderten Dateien in einem bestimmten Snapshot:

```
snapper -c CONFIG status SNAPSHOT_ID>..0
```

Ersetzen Sie SNAPSHOT\_ID durch die ID des Snapshots, aus dem die Datei(en) wiederhergestellt werden sollen.

3. Rufen Sie optional mit dem folgenden Kommando eine Liste der Unterschiede zwischen der aktuellen Dateiversion und der Dateiversion im Snapshot ab:

```
snapper -c CONFIG diff SNAPSHOT_ID..0 FILE NAME
```

Wenn Sie keinen Dateinamen ( <FILE NAME> ) angeben, werden die Unterschiede für alle Dateien angezeigt.

4. Zum Wiederherstellen einer oder mehrerer Dateien führen Sie Folgendes aus:

```
snapper -c CONFIG -v undochange  
SNAPSHOT_ID..0 FILENAME1 FILENAME2
```

Wenn Sie keine Dateinamen angeben, werden alle geänderten Dateien wiederhergestellt.

## 4.3 System-Rollback durch Booten aus Snapshots

Mit der GRUB 2-Version in SUSE Linux Enterprise Desktop können Sie aus Btrfs-Snapshots booten. Zusammen mit der Rollback-Funktion in Snapper sind Sie so in der Lage, ein falsch konfiguriertes System wiederherzustellen. Alle von Snapper erstellten Snapshots sind zum Booten verfügbar und stehen im Bootmenü zur Auswahl.

## ! Wichtig: Bootfähige Snapshots

Nur Snapshots des Root-Dateisystems (in der Root-Konfiguration in Snapper definiert) sind bootfähig.

Beim Booten eines Snapshots werden die Teile des Dateisystems, die sich im Snapshot befinden, schreibgeschützt eingehängt. Alle anderen Dateisysteme und Teile, die aus Snapshots ausgeschlossen sind, werden schreibfähig eingehängt und können bearbeitet werden.

## ! Wichtig: Rückgängigmachen von Änderungen im Vergleich zum Rollback

Beim Wiederherstellen von Daten mithilfe von Snapshots ist zu beachten, dass Snapper zwei grundlegend verschiedene Szenarien bearbeiten kann:

### Rückgängigmachen von Änderungen

Beim Rückgängigmachen von Änderungen gemäß den Anweisungen in [Abschnitt 4.2, „Rückgängigmachen von Änderungen mit Snapper“](#) werden zwei Snapshots miteinander verglichen, und die Änderungen zwischen diesen beiden Snapshots werden rückgängig gemacht. Bei diesem Verfahren können Sie zudem die Dateien, die von der Wiederherstellung ausgeschlossen werden sollen, explizit auswählen.

### Rollback

Beim Rollback gemäß den folgenden Anweisungen wird das System in den Zustand zurückversetzt, der beim Anfertigen des Snapshots vorlag.

Zum Ausführen eines Rollbacks aus einem bootfähigen Snapshot müssen die nachfolgenden Anforderungen erfüllt sein. Bei einer Standardinstallation wird das System entsprechend eingerichtet.

### ANFORDERUNGEN FÜR EIN ROLLBACK AUS EINEM BOOTFÄHIGEN SNAPSHOT

- Das Root-Dateisystem muss Btrfs sein. Das Booten aus Snapshots für LVM-Volumes wird nicht unterstützt.

- Das Root-Dateisystem muss sich auf einem einzelnen Gerät, in einer einzelnen Partition und auf einem einzelnen Subvolume befinden. Verzeichnisse, die aus Snapshots ausgeschlossen sind, beispielsweise `/srv` (vollständige Liste siehe *Verzeichnisse, die aus Snapshots ausgenommen sind*), können sich auf separaten Partitionen befinden.
- Das System muss über den installierten Bootlader bootfähig sein.

So führen Sie ein Rollback aus einem bootfähigen Snapshot aus:

1. Booten Sie das System. Wählen Sie im Bootmenü den Eintrag *Bootable snapshots* (Bootfähige Snapshots), und wählen Sie den zu bootenden Snapshot aus. Die Snapshots sind nach Datum geordnet, wobei der jüngste Snapshot an oberster Stelle steht.
2. Melden Sie sich beim System an. Prüfen Sie sorgfältig, ob alle Funktionen wie erwartet arbeiten. Es ist zu beachten, dass Sie nicht in die Verzeichnisse schreiben können, die Bestandteil des Snapshots sind. Daten, die Sie in andere Verzeichnisse schreiben, gehen *nicht* verloren, unabhängig von Ihrem nächsten Schritt.
3. Wählen Sie den nächsten Schritt abhängig davon aus, ob das Rollback ausgeführt werden soll oder nicht:
  - a. Wenn sich das System in einem Zustand befindet, in dem Sie kein Rollback vornehmen möchten, booten Sie das System neu, und booten Sie erneut in den aktuellen Systemstatus, wählen Sie einen anderen Snapshot aus, oder starten Sie das Rettungssystem.
  - b. Soll das Rollback ausgeführt werden, führen Sie Folgendes aus:

```
sudo snapper rollback
```

Booten Sie anschließend neu. Wählen Sie im Bootbildschirm den Standard-Booteintrag. Das neu eingesetzte System wird erneut gebootet.

### 4.3.1 Einschränkungen

Ein *vollständiges* System-Rollback, bei dem der Zustand des gesamten Systems zum Zeitpunkt eines Snapshots wiederhergestellt wird, ist nicht möglich.

### 4.3.1.1 Verzeichnisse, die aus Snapshots ausgenommen sind

Snapshots des Root-Dateisystems enthalten nicht alle Verzeichnisse. Weitere Informationen und Begründungen finden Sie unter *Verzeichnisse, die aus Snapshots ausgenommen sind*. Als allgemeine Folge werden Daten in diesen Verzeichnissen nicht wiederhergestellt, was zu den nachfolgenden Beschränkungen führt.

#### Add-ons und Software von Drittanbietern sind nach einem Rollback u. U. nicht nutzbar

Anwendungen und Add-ons, mit denen Daten in Subvolumes installiert werden, die vom Snapshot ausgeschlossen sind (z. B. `/opt`), sind nach einem Rollback möglicherweise nicht funktionsfähig, wenn andere Teile der Anwendungsdaten auf Subvolumes installiert wurden, die im Snapshot berücksichtigt wurden. Zum Beheben dieses Problems installieren Sie die Anwendung oder das Add-on neu.

#### Probleme beim Dateizugriff

Wenn bei einer Anwendung die Berechtigungen und/oder das Eigentum für Dateien zwischen dem Anfertigen des Snapshots und dem aktuellen Zustand des Systems geändert wurden, kann diese Anwendung möglicherweise nicht mehr auf diese Dateien zugreifen. Setzen Sie die Berechtigungen und/oder das Eigentum für die betreffenden Dateien nach dem Rollback zurück.

#### Inkompatible Datenformate

Wenn ein Service oder eine Anwendung ein neues Datenformat zwischen dem Anfertigen des Snapshots und dem aktuellen Zustand des Systems festgelegt hat, kann die Anwendung die betreffenden Datendateien nach einem Rollback möglicherweise nicht mehr lesen.

#### Subvolumes mit einer Mischung aus Code und Daten

Subvolumes wie `/srv` können eine Mischung aus Code und Daten enthalten. Bei einem Rollback entsteht dabei möglicherweise nicht funktionsfähiger Code. Ein Downgrade der PHP-Version kann beispielsweise zu fehlerhaften PHP-Skripten für den Webserver führen.

#### Benutzerdaten

Wenn bei einem Rollback bestimmte Benutzer aus dem System entfernt werden, so werden die Daten im Eigentum dieser Benutzer in Verzeichnissen, die vom Snapshot ausgeschlossen sind, nicht entfernt. Wenn ein Benutzer mit derselben Benutzer-ID erstellt wird, würde dieser neue Benutzer die Dateien erben. Suchen und entfernen Sie bezuglose (verwaiste) Dateien mit einem Werkzeug wie `find`.

### 4.3.1.2 Kein Rollback der Bootloader-Daten

Ein Rollback des Bootloaders ist nicht möglich, da alle „Stufen“ des Bootloaders zusammenpassen müssen. Dies kann bei einem Rollback jedoch nicht gewährleistet werden.

## 4.4 Erstellen und Bearbeiten von Snapper-Konfigurationen

Das Verhalten von Snapper ist in je einer Konfigurationsdatei pro Partition und Btrfs-Subvolume definiert. Diese Konfigurationsdateien sind unter /etc/snapper/configs/ gespeichert. Die Standardkonfiguration in Snapper für das Verzeichnis / trägt die Bezeichnung root. Hiermit werden die YaST- und Zypper-Snapshots sowie die stündlichen Sicherungs-Snapshots für / erstellt und verwaltet.

Sie können eigene Konfigurationen für andere, mit Btrfs formatierte Partitionen sowie für vorhandene Subvolumes auf einer Btrfs-Partition erstellen. Im nachfolgenden Beispiel wird eine Snapper-Konfiguration zum Sichern der Webserverdaten eingerichtet, die sich auf einer separaten, mit Btrfs formatierten, unter /srv/www eingehängten Partition befinden.

Nach dem Erstellen einer Konfiguration können Sie Dateien aus diesen Snapshots wahlweise mit snapper selbst oder mit dem Snapper-Modul in YaST wiederherstellen. In YaST wählen Sie die *Aktuelle Konfiguration* aus, wobei Sie die Konfiguration für snapper mit dem globalen Schalter -c angeben (z. B. snapper -c myconfig list).

Zum Erstellen einer neuen Snapper-Konfiguration führen Sie snapper create-config aus:

```
snapper -c www-data ❶ create-config /srv/www ❷
```

- ❶ Der Name der Konfigurationsdatei.
- ❷ Einhängpunkt der Partition oder des Btrfs-Subvolumes, für das die Snapshots angefertigt werden sollen.

Mit diesem Kommando erstellen Sie eine neue Konfigurationsdatei /etc/snapper/configs/www-data mit geeigneten Standardwerten (aus /etc/snapper/config-templates/default übernommen). Anweisungen zum Anpassen dieser Standardwerte finden Sie in *Abschnitt 4.4.1, „Verwalten vorhandener Konfigurationen“*.





## Tipp: Standardwerte für die Konfiguration

Die Standardwerte für eine neue Konfiguration werden aus `/etc/snapper/config-templates/default` übernommen. Sollen eigene Standardwerte verwendet werden, erstellen Sie eine Kopie dieser Datei in demselben Verzeichnis, und passen Sie diese Kopie gemäß Ihren Anforderungen an. Geben Sie dann die Option `-t` option für das Kommando `create-config` an:

```
snapper -c www-data create-config -t my_defaults /srv/www
```

### 4.4.1 Verwalten vorhandener Konfigurationen

Das Kommando **snapper** bietet verschiedene Subkommandos für die Verwaltung von vorhandenen Konfigurationen. Sie können sie auflisten, anzeigen, löschen und bearbeiten:

#### Auflisten von Konfigurationen

Mit dem Kommando **snapper list-configs** rufen Sie alle vorhandenen Konfigurationen ab:

```
root # snapper list-configs
Config | Subvolume
-----+-----
root   | /
usr     | /usr
local  | /local
```

#### Löschen einer Konfiguration

Mit dem Subkommando **snapper -c KONFIG delete-config** löschen Sie eine Konfiguration. Ersetzen Sie `KONFIG` dabei durch den Namen einer Konfiguration, die mit **snapper list-configs** aufgeführt wird.

#### Anzeigen einer Konfiguration

Mit dem Subkommando **snapper -c KONFIG get-config** zeigen Sie die angegebene Konfiguration an. Ersetzen Sie `KONFIG` dabei durch den Namen einer Konfiguration, die mit **snapper list-configs** aufgeführt wird. Weitere Informationen zu den Konfigurationsoptionen finden Sie in [Abschnitt 4.4.1.1, „Konfigurationsdaten“](#).

Mit dem Subkommando `snapper -c KONFIG set-config OPTION=WERT` bearbeiten Sie eine Option in der angegebenen Konfiguration. Ersetzen Sie *KONFIG* dabei durch den Namen einer Konfiguration, die mit `snapper list-configs` aufgeführt wird. Eine Liste der möglichen Werte für *OPTION* und *WERT* finden Sie in [Abschnitt 4.4.1.1, „Konfigurationsdaten“](#).

#### 4.4.1.1 Konfigurationsdaten

Jede Konfiguration enthält eine Liste von Optionen, die über die Kommandozeile bearbeitet werden können. Die folgende Liste zeigt weitere Details zu den einzelnen Optionen:

##### ALLOW\_GROUPS, ALLOW\_USERS

Erteilt regulären Benutzern die erforderlichen Berechtigungen zum Verwenden von Snapshots. Weitere Informationen finden Sie in [Abschnitt 4.4.1.2, „Verwenden von Snapper als normaler Benutzer“](#).

Der Standardwert ist `""`.

##### BACKGROUND\_COMPARISON

Legt fest, ob Pre- und Post-Snapshots nach dem Erstellen im Hintergrund miteinander verglichen werden sollen.

Der Standardwert lautet `„yes“` (ja).

##### EMPTY\_PRE\_POST\_CLEANUP

Bei `yes` (ja) werden Snapshot-Paare mit identischem Pre- und Post-Snapshot gelöscht.

Der Standardwert lautet `„no“` (nein).

##### EMPTY\_PRE\_POST\_MIN\_AGE

Definiert das Mindestalter in Sekunden, das ein Snapshot-Paar mit identischem Pre- und Post-Snapshot aufweisen soll, bevor es automatisch gelöscht werden kann.

Der Standardwert lautet `„1800“`.

##### FSTYPE

Dateisystemtyp der Partition. Bearbeiten Sie diese Datei nicht.

Der Standardwert lautet `„btrfs“`.

##### NUMBER\_CLEANUP

Legt fest, ob alte Installations- und Administrations-Snapshot-Paare automatisch gelöscht werden sollen, sobald die mit `NUMBER_LIMIT` angegebene Anzahl *und* das mit `NUMBER_MIN_AGE` angegebene Alter erreicht werden. Gültige Werte: `yes`, `no`

Der Standardwert lautet „no“ (nein).



## **Anmerkung: Grenzwert und Alter**

NUMBER\_LIMIT, NUMBER\_LIMIT\_IMPORTANT und NUMBER\_MIN\_AGE werden stets ausgewertet. Die Snapshots werden nur dann gelöscht, wenn *alle* Bedingungen erfüllt sind. Wenn stets eine bestimmte Anzahl von Snapshots unabhängig von ihrem Alter beibehalten werden soll, setzen Sie NUMBER\_MIN\_AGE auf 0. Sollen umgekehrt Snapshots nicht über ein bestimmtes Alter hinaus beibehalten werden, setzen Sie NUMBER\_LIMIT und NUMBER\_LIMIT\_IMPORTANT auf 0.

### NUMBER\_LIMIT

Definiert die Anzahl der nicht als wichtig gekennzeichneten Installations- und Administrations-Snapshot-Paare, die beibehalten werden sollen, wenn NUMBER\_CLEANUP auf yes (ja) gesetzt ist. Nur die jeweils jüngsten Snapshots werden beibehalten.

Der Standardwert lautet „50“.

### NUMBER\_LIMIT\_IMPORTANT

Definiert die Anzahl der als wichtig gekennzeichneten Snapshot-Paare, die beibehalten werden sollen, wenn NUMBER\_CLEANUP auf yes (ja) gesetzt ist. Nur die jeweils jüngsten Snapshots werden beibehalten.

Der Standardwert lautet „10“.

### NUMBER\_MIN\_AGE

Definiert das Mindestalter in Sekunden, das ein Snapshot-Paar aufweisen soll, bevor es automatisch gelöscht werden kann.

Der Standardwert lautet „1800“.

### SUBVOLUME

Einhängepunkt für die Partition oder das Subvolume am Snapshot. Bearbeiten Sie diese Datei nicht.

### SYNC\_ACL

Wenn Snapper von regulären Benutzern verwendet werden soll (siehe [Abschnitt 4.4.1.2, „Verwenden von Snapper als normaler Benutzer“](#)), müssen die Benutzer auf die Verzeichnisse .snapshot zugreifen und Dateien in diesen Verzeichnissen lesen können. Wenn SYNC\_ACL auf yes (ja) gesetzt ist, macht Snapper die betreffenden Verzeichnisse automatisch mithilfe von ACLs für die Benutzer und Gruppen zugänglich, die in den Einträgen ALLOW\_USERS oder ALLOW\_GROUPS angegeben sind.

Der Standardwert lautet „no“ (nein).

#### TIMELINE\_CLEANUP

Legt fest, ob alte Snapshots automatisch gelöscht werden sollen, sobald die mit TIMELINE\_LIMIT\_\* angegebene Anzahl und das mit TIMELINE\_MIN\_AGE angegebene Alter erreicht werden. Gültige Werte: yes, no

Der Standardwert lautet „no“ (nein).

#### TIMELINE\_CREATE

Bei yes (ja) werden stündliche Snapshots erstellt. Dies ist derzeit die einzige Möglichkeit, Snapshots automatisch zu erstellen. Daher wird dringend empfohlen, diese Option auf yes (ja) einzustellen. Gültige Werte: yes, no

Der Standardwert lautet „no“ (nein).

#### TIMELINE\_LIMIT\_DAILY, TIMELINE\_LIMIT\_HOURLY, TIMELINE\_LIMIT\_MONTHLY, TIMELINE\_LIMIT\_YEARLY

Anzahl der Snapshots, die pro Stunde, Tag, Monat und Jahr beibehalten werden sollen.

Der Standardwert für jeden Eintrag lautet „10“.

#### BEISPIEL 4.1 BEISPIEL FÜR EINE ZEITLEISTEN-KONFIGURATION

```
TIMELINE_CLEANUP="yes"
TIMELINE_CREATE="yes"
TIMELINE_LIMIT_DAILY="10"
TIMELINE_LIMIT_HOURLY="10"
TIMELINE_LIMIT_MONTHLY="10"
TIMELINE_LIMIT_YEARLY="10"
TIMELINE_MIN_AGE="1800"
```

In dieser Beispielkonfiguration werden stündliche Snapshots vorgenommen, die automatisch bereinigt werden. TIMELINE\_MIN\_AGE und TIMELINE\_LIMIT\_\* werden stets gemeinsam ausgewertet. In diesem Beispiel ist das Mindestalter eines Snapshots, ab dem er gelöscht werden kann, auf 30 Minuten (1800 Sekunden) eingestellt. Durch die stündliche Erstellung der Snapshots werden nur die jeweils neuesten Snapshots beibehalten. Wenn TIMELINE\_LIMIT\_DAILY auf einen Wert ungleich null gesetzt ist, wird auch der erste Snapshot des Tages beibehalten.

#### BEIZUBEHALTENDE SNAPSHOTS

- Stündlich: Die letzten zehn angefertigten Snapshots.

- Täglich: Jeweils der erste Snapshot, der zu Tagesbeginn angefertigt wurde, für die letzten zehn Tage.
- Monatlich: Jeweils der erste Snapshot, der am letzten Tag des Monats angefertigt wurde, für die letzten zehn Monate.
- Jährlich: Jeweils der erste Snapshot, der am letzten Tag des Jahres angefertigt wurde, für die letzten zehn Jahre.

#### TIMELINE\_MIN\_AGE

Definiert das Mindestalter in Sekunden, das ein Snapshot aufweisen soll, bevor er automatisch gelöscht werden kann.

Der Standardwert lautet „1800“.

### 4.4.1.2 Verwenden von Snapper als normaler Benutzer

Standardmäßig kann Snapper nur von root verwendet werden. Unter Umständen müssen jedoch bestimmte Gruppen oder Benutzer in der Lage sein, Snapshots zu erstellen oder Änderungen durch Wiederherstellen eines Snapshots rückgängig zu machen:

- Website-Administratoren, die Snapshots von /srv/www anfertigen möchten
- Benutzer, die einen Snapshot von ihrem Home-Verzeichnis anfertigen möchten

Für diese Zwecke können Sie Snapper-Konfigurationen erstellen, in denen Benutzern und/oder Gruppen Berechtigungen gewährt werden. Die Benutzer müssen in der Lage sein, das zugehörige Verzeichnis .snapshots zu lesen und darauf zuzugreifen. Am einfachsten erreichen Sie dies, wenn Sie die Option SYNC\_ACL auf yes (ja) einstellen.

#### PROZEDUR 4.5 ERMÖGLICHEN DER VERWENDUNG VON SNAPPER FÜR NORMALE BENUTZER

Beachten Sie, dass alle Schritte in diesem Verfahren von root ausgeführt werden müssen.

1. Erstellen Sie eine Snapper-Konfiguration für die Partition oder das Subvolume, auf dem der Benutzer Snapper verwenden soll (falls noch nicht vorhanden). Weitere Anweisungen finden Sie unter *Abschnitt 4.4, „Erstellen und Bearbeiten von Snapper-Konfigurationen“*. Beispiel:

```
snapper --config web_data create /srv/www
```

2. Die Konfigurationsdatei wird unter `/etc/snapper/configs/CONFIG` angelegt, wobei CONFIG dem Wert entspricht, den Sie im vorherigen Schritt mit `-c/--config` angegeben haben (beispielsweise `/etc/snapper/configs/webdaten`). Nehmen Sie die gewünschten Anpassungen vor (Details finden Sie unter [Abschnitt 4.4.1, „Verwalten vorhandener Konfigurationen“](#)).
3. Legen Sie Werte für `ALLOW_USERS` und/oder `ALLOW_GROUPS` fest. Damit gewähren Sie bestimmten Benutzern bzw. Gruppen die Berechtigungen. Mehrere Einträge müssen mit `Leertaste` getrennt werden. Um beispielsweise dem Benutzer `www_admin` Berechtigungen zu gewähren, führen Sie Folgendes aus:

```
snapper -c web_data set-config "ALLOW_USERS=www_admin" SYNC_ACL="yes"
```

4. Die vorhandene Snapper-Konfiguration kann nunmehr durch den oder die angegebenen Benutzer und/oder Gruppen verwendet werden. Testen Sie dies beispielsweise mit dem Kommando `list`:

```
www_admin:~ > snapper -c web_data list
```

## 4.5 Manuelles Erstellen und Verwalten von Snapshots

Snapper ist nicht auf das automatische Erstellen und Verwalten von Snapshots über eine Konfiguration beschränkt. Mit dem Kommandozeilenwerkzeug oder dem YaST-Modul können Sie auch selbst Snapshot-Paare („vorher/nachher“) oder einzelne Snapshots manuell erstellen.

Alle Snapper-Vorgänge werden für eine vorhandene Konfiguration ausgeführt (weitere Details finden Sie unter [Abschnitt 4.4, „Erstellen und Bearbeiten von Snapper-Konfigurationen“](#)). Sie können Snapshots nur für Partitionen oder Volumes erstellen, für die eine Konfiguration vorhanden ist. Standardmäßig wird die Systemkonfiguration (`root`) verwendet. Wenn Sie Snapshots für Ihre eigene Konfiguration erstellen oder verwalten möchten, müssen Sie diese Konfiguration explizit auswählen. Verwenden Sie das Dropdown-Feld *Aktuelle Konfiguration* in YaST, oder geben Sie den Schalter `-c` in der Kommandozeile an (`snapper -c MYCONFIG COMMAND`).

## 4.5.1 Snapshot-Metadaten

Ein Snapshot besteht jeweils aus dem Snapshot selbst und aus einigen Metadaten. Beim Erstellen eines Snapshots müssen Sie auch die Metadaten angeben. Wenn Sie einen Snapshot bearbeiten, so ändern Sie die Metadaten – der Inhalt selbst kann nicht bearbeitet werden. Die folgenden Metadaten sind für jeden Snapshot verfügbar:

- **Typ:** Snapshot-Typ; Details siehe [Abschnitt 4.5.1.1, „Snapshot-Typen“](#). Diese Daten können nicht geändert werden.
- **Nummer:** Eindeutige Nummer des Snapshots. Diese Daten können nicht geändert werden.
- **Pre Number (Pre-Nummer):** Nummer des zugehörigen Pre-Snapshots. Nur für Snapshots vom Post-Typ. Diese Daten können nicht geändert werden.
- **Beschreibung:** Beschreibung des Snapshots.
- **Benutzerdaten:** Erweiterte Beschreibung, in der Sie benutzerdefinierte Daten als kommagetrennte Liste im Format Schlüssel=Wert angeben können, beispielsweise `reason=testing, project=foo`. Mit diesem Feld wird außerdem ein Snapshot als wichtig gekennzeichnet (`important=yes`), und der Benutzer, der den Snapshot erstellt hat, wird hier aufgeführt (`user=tux`).
- **Bereinigungsalgorithmus:** Bereinigungsalgorithmus für den Snapshot; Details siehe [Abschnitt 4.5.1.2, „Bereinigungsalgorithmen“](#).

### 4.5.1.1 Snapshot-Typen

In Snapper gibt es drei Typen von Snapshots: pre, post und einzeln. Physisch unterscheiden sie sich nicht, sie werden jedoch in Snapper unterschiedlich behandelt.

#### Pre

Snapshot eines Dateisystems *vor* einer Änderung. Zu jedem Pre-Snapshot gibt es einen zugehörigen Post-Snapshot. Verwendung z. B. für die automatischen YaST-/Zypper-Snapshots.

#### Post

Snapshot eines Dateisystems *nach* einer Änderung. Zu jedem Post-Snapshot gibt es einen zugehörigen Pre-Snapshot. Verwendung z. B. für die automatischen YaST-/Zypper-Snapshots.

## Einzeln

Eigenständiger Snapshot. Verwendung z. B. für die automatischen stündlichen Snapshots. Dies ist der Standardtyp beim Erstellen von Snapshots.

### 4.5.1.2 Bereinigungsalgorithmen

Snapper bietet drei Algorithmen zum Bereinigen alter Snapshots. Die Algorithmen werden im Rahmen eines täglichen CRON-Auftrags ausgeführt. Die Bereinigungshäufigkeit selbst ist in der Snapper-Konfiguration für die Partition oder das Subvolume definiert (weitere Informationen siehe [Abschnitt 4.4.1, „Verwalten vorhandener Konfigurationen“](#)).

#### Zahl

Löscht alte Snapshots, sobald eine bestimmte Anzahl von Snapshots erreicht wird.

#### timeline (Zeitleiste)

Löscht Snapshots, die ein bestimmtes Alter erreicht haben; hierbei wird allerdings eine Reihe von stündlichen, täglichen, monatlichen und jährlichen Snapshots beibehalten.

#### empty-pre-post (Leer-Pre-Post)

Löscht Pre-/Post-Snapshot-Paare, zwischen denen keine Unterschiede (Diffs) bestehen.

## 4.5.2 Erstellen von Snapshots

Zum Erstellen eines Snapshots führen Sie **snapper create** aus, oder klicken Sie im *Snapper*-Modul in YaST auf *Erstellen*. In den nachfolgenden Beispielen wird erläutert, wie Sie Snapshots über die Kommandozeile erstellen. Die Anpassung ist über die YaST-Oberfläche ganz einfach.



### **Tipp: Snapshot-Beschreibung**

Geben Sie stets eine aussagekräftige Beschreibung an, mit der der Zweck des Snapshots auch später noch eindeutig erkennbar ist. Über die Option für die Benutzerdaten können Sie noch mehr Informationen festlegen.

**snapper create --description "Snapshot für Woche 2 2014"**

Erstellt einen eigenständigen Snapshot (Einzeltyp) für die Standardkonfiguration (root) mit einer Beschreibung. Da kein Bereinigungsalgorithmus angegeben ist, wird der Snapshot nicht automatisch gelöscht.



**snapper --config home create --description "Bereinigung in ~tux"**

Erstellt einen eigenständigen Snapshot (Einzeltyp) für die benutzerdefinierte Konfiguration (home) mit einer Beschreibung. Da kein Bereinigungsalgorithmus angegeben ist, wird der Snapshot nicht automatisch gelöscht.

**snapper --config home create --description "Tägliche Datensicherung" --cleanup-algorithm timeline**

Erstellt einen eigenständigen Snapshot (Einzeltyp) für die benutzerdefinierte Konfiguration (home) mit einer Beschreibung. Die Datei wird automatisch gelöscht, sobald die Kriterien für den Zeitleisten-Bereinigungsalgorithmus in der Konfiguration erfüllt sind.

**snapper create --type pre--print-number--description "Vor Apache-Konfigurationsbereinigung"--userdata "important=yes"**

Erstellt einen Snapshot vom Pre-Typ und gibt die Snapshot-Nummer aus. Erstes Kommando zum Erstellen eines Snapshot-Paars, mit dem der „Vorher“-/„Nachher“-Zustand festgehalten wird. Der Snapshot wird als wichtig gekennzeichnet.

**snapper create --type post--pre-number 30--description "Nach der Apache-Konfigurationsbereinigung"--userdata "important=yes"**

Erstellt einen Snapshot vom Post-Typ, gepaart mit der Pre-Snapshot-Nummer 30. Zweites Kommando zum Erstellen eines Snapshot-Paars, mit dem der „Vorher“-/„Nachher“-Zustand festgehalten wird. Der Snapshot wird als wichtig gekennzeichnet.

**snapper create --command COMMAND--description "Vor und nach KOMMANDO"**

Erstellt automatisch ein Snapshot-Paar vor und nach dem Ausführen von KOMMANDO. Diese Option ist nur verfügbar, wenn Snapper in der Kommandozeile verwendet wird.

### 4.5.3 Bearbeiten von Snapshot-Metadaten

Bei Snapper können Sie die Beschreibung, den Bereinigungsalgorithmus und die Metadaten eines Snapshots bearbeiten. Alle anderen Metadaten können nicht geändert werden. In den nachfolgenden Beispielen wird erläutert, wie Sie Snapshots über die Kommandozeile bearbeiten. Die Anpassung ist über die YaST-Oberfläche ganz einfach.

Um einen Snapshot in der Kommandozeile zu bearbeiten, müssen Sie seine Nummer kennen. Mit **snapper list** rufen Sie alle Snapshots mit den dazugehörigen Nummern ab.

Im *Snapper*-Modul in YaST werden bereits alle Snapshots aufgelistet. Wählen Sie einen Eintrag in der Liste, und klicken Sie auf *Bearbeiten*.

**snapper modify --cleanup-algorithm "Zeitleiste" 10**

Bearbeitet die Metadaten von Snapshot 10 für die Standardkonfiguration (root). Der Bereinigungsalgorithmus ist mit Zeitleiste festgelegt.

**snapper --config home modify --description "Tägliche Sicherung" -cleanup-algorithm "Zeitleiste"120**

Bearbeitet die Metadaten von Snapshot 120 für die benutzerdefinierte Konfiguration home. Eine neue Beschreibung wird festgelegt, und der Bereinigungsalgorithmus wird aufgehoben.

## 4.5.4 Löschen von Snapshots

Zum Löschen eines Snapshots mit dem *Snapper*-Modul in YaST wählen Sie den gewünschten Snapshot in der Liste aus, und klicken Sie auf *Löschen*.

Um einen Snapshot mit dem Kommandozeilenwerkzeug zu löschen, müssen Sie seine Nummer kennen. Führen Sie hierzu **snapper list** aus. Zum Löschen eines Snapshots führen Sie **snapper delete NUMBER** aus.



### **Tipp: Löschen von Snapshot-Paaren**

Wenn Sie einen Pre-Snapshot löschen, müssen Sie auch den zugehörigen Post-Snapshot löschen (und umgekehrt).

**snapper delete 65**

Löscht Snapshot 65 für die Standardkonfiguration (root).

**snapper -c home delete 89 90**

Löscht Snapshots 89 und 90 für die benutzerdefinierte Konfiguration home.



## Tipp: Nicht referenzierte Snapshots löschen

Manchmal ist zwar der btrfs-Snapshot vorhanden, doch nicht die XML-Datei von snapper mit den Metadaten. Für snapper ist der Snapshot damit nicht vorhanden. Sie müssen zunächst das btrfs-Subvolume löschen, um das Verzeichnis SNAPSHOT\_NUMBER löschen zu können:

```
btrfs subvolume delete /.snapshots/SNAPSHOTNUMBER/snapshot
rm -rf /.snapshots/SNAPSHOTNUMBER
```



## Tipp: Alte Snapshots belegen mehr Speicherplatz

Wenn Sie Snapshots löschen, um Speicherplatz auf der Festplatte freizugeben, löschen Sie zuerst die älteren Snapshots. Je älter ein Snapshot ist, desto mehr Speicherplatz belegt er.

Snapshots werden außerdem im Rahmen eines täglichen CRON-Auftrags automatisch gelöscht. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 4.5.1.2, „Bereinigungsalgorithmen“](#).

## 4.6 Häufig gestellte Fragen

- F:** Warum zeigt Snapper keine Änderungen in /var/log, /tmp und anderen Verzeichnissen an?
- A:** Einige Verzeichnisse werden aus Snapshots ausgeschlossen. Weitere Informationen und Begründungen finden Sie unter [Verzeichnisse, die aus Snapshots ausgenommen sind](#). Sollen für einen Pfad keine Snapshots angefertigt werden, legen Sie ein Subvolume für diesen Pfad an.
- F:** Wie viel Speicherplatz belegen die Snapshots? Wie kann ich Speicherplatz freigeben?
- A:** Da das Kommando df nicht die richtige Menge an belegtem Speicherplatz auf Btrfs-Dateisystemen angibt, müssen Sie das Kommando btrfs filesystem df MOUNT\_POINT verwenden. Die Btrfs-Werkzeuge unterstützen zurzeit noch nicht die Anzeige des Speicherplatzes, der von einem Snapshot belegt wird.

Um Speicherplatz auf einer Btrfs-Partition mit Snapshots freizugeben, müssen Sie keine Dateien löschen, sondern die nicht mehr benötigten Snapshots. Ältere Snapshots belegen mehr Speicherplatz als neuere Snapshots. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 4.1.1.3, „Steuern der Snapshot-Archivierung“*.

Wenn Sie eine Aufrüstung von einem Service Pack auf ein höheres Service Pack vornehmen, belegen die entstehenden Snapshots einen großen Teil des Festplattenspeichers auf den System-Subvolumes, da große Mengen an Daten geändert werden (Aktualisierungen der Pakete). Es wird daher empfohlen, diese Snapshots manuell zu löschen, sobald Sie sie nicht mehr benötigen. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 4.5.4, „Löschen von Snapshots“*.

**F:** Kann ich einen Snapshot über den Bootloader booten?

**A:** Ja. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 4.3, „System-Rollback durch Booten aus Snapshots“*.

**F:** Wo finde ich weitere Informationen zu Snapper?

**A:** Besuchen Sie die Snapper-Homepage unter <http://snapper.io/> .

## 5 Fernzugriff mit VNC

Mit Virtual Network Computing (VNC) können Sie einen Remote-Computer über einen grafischen Desktop steuern (anders als bei einem Remote-Shell-Zugriff). VNC ist plattformunabhängig und ermöglicht Ihnen den Zugriff auf den Remote-Rechner über ein beliebiges Betriebssystem.

SUSE Linux Enterprise Desktop unterstützt zwei verschiedene Arten von VNC-Sitzungen: einmalige Sitzungen, die so lange „aktiv“ sind, wie die VNC-Verbindung zum Client besteht, und permanente Sitzungen, die so lange „aktiv“ sind, bis sie explizit beendet werden.



### Anmerkung: Sitzungstypen

Ein Rechner kann beide Sitzungen gleichzeitig auf verschiedenen Ports bieten, eine geöffnete Sitzung kann jedoch nicht von einem Typ in den anderen konvertiert werden.

## 5.1 Einmalige VNC-Sitzungen

Eine einmalige Sitzung wird vom Remote-Client initiiert. Sie startet einen grafischen Anmeldebildschirm auf dem Server. Auf diese Weise können Sie den Benutzer auswählen, der die Sitzung starten soll sowie, sofern vom Anmeldungsmanager unterstützt, die Desktop-Umgebung. Sobald Sie die Client-Verbindung, beispielsweise eine VNC-Sitzung, beenden, werden auch alle während der Sitzung gestarteten Anwendungen beendet. Einmalige VNC-Sitzungen können nicht freigegeben werden, Sie können jedoch mehrere Sitzungen gleichzeitig auf demselben Host ausführen.

### PROZEDUR 5.1 AKTIVIEREN VON EINMALIGEN VNC-SITZUNGEN

1. Starten Sie *YaST > Netzwerkdienste > Verwaltung von entfernten Rechnern aus (remote) (VNC)*.
2. Aktivieren Sie *Verwaltung via entfernten Rechner (remote) erlauben*.
3. Aktivieren Sie bei Bedarf *Firewall-Port öffnen* (wenn Ihre Netzwerkschnittstelle z. B. so konfiguriert ist, dass sie in der externen Zone liegt). Wenn Sie mehrere Netzwerkschnittstellen haben, beschränken Sie das Öffnen der Firewall-Ports über *Firewall-Details* auf eine bestimmte Schnittstelle.

4. Bestätigen Sie die Einstellungen mit *Beenden*.
5. Falls zu dem Zeitpunkt noch nicht alle erforderlichen Pakete verfügbar sind, müssen Sie der Installation der fehlenden Pakete zustimmen.



### Anmerkung: Verfügbare Konfigurationen

Die Standardkonfiguration von SUSE Linux Enterprise Desktop stellt Sitzungen mit einer Auflösung von 1024 x 768 Pixeln und einer Farbtiefe von 16 Bit bereit. Die Sitzungen sind an Port 5901 für „reguläre“ VNC-Viewer (entspricht VNC-Display 1) und an Port 5801 für Webbrowser verfügbar.

Weitere Konfigurationen können an anderen Ports verfügbar gemacht werden. Wenden Sie sich an Ihren Systemverwalter.

VNC-Anzeigenummern und X-Anzeigenummern sind bei einmaligen Sitzungen unabhängig. Eine VNC-Anzeigenummer wird manuell jeder Konfiguration zugewiesen, die vom Server unterstützt wird (:1 im obigen Beispiel). Immer, wenn eine VNC-Sitzung mit einer der Konfigurationen initiiert wird, erhält sie automatisch eine freie X-Display-Nummer.

#### 5.1.1 Initiieren einer einmaligen VNC-Sitzung

Um eine einmalige VNC-Sitzung zu initiieren, muss auf dem Client-Rechner ein VNC-Viewer installiert sein. Der Standard-Viewer für SUSE Linux-Produkte ist vncviewer und wird im Paket tigervnc (Standard) oder alternativ im Paket tightvnc bereitgestellt. Sie können eine VNC-Sitzung auch mit Ihrem Webbrowser über ein Java-Applet anzeigen.

Mit folgendem Kommando können Sie den VNC-Viewer starten und eine Sitzung mit der Standardkonfiguration des Servers initiieren:

```
vncviewer jupiter.example.com:1
```

Anstelle der VNC-Anmeldenummer können Sie auch die Portnummer mit zwei Doppelpunkten angeben:

```
vncviewer jupiter.example.com::5901
```

Alternativ können Sie einen Java-fähigen Webbrowser verwenden, um die VNC-Sitzung anzuzeigen. Geben Sie hierzu folgende URL ein: <http://jupiter.example.com:5801>.

## 5.1.2 Konfigurieren einmaliger VNC-Sitzungen

Sie können diesen Abschnitt überspringen, wenn Sie die Standardkonfiguration nicht ändern müssen bzw. möchten.

Einmalige VNC-Sitzungen werden über den `xinetd`-Daemon gestartet. Eine Konfigurationsdatei befindet sich unter `/etc/xinetd.d/vnc`. Standardmäßig bietet sie sechs Konfigurationsblöcke: drei für VNC-Viewer (`vnc1` bis `vnc3`) und drei für Java-Applets (`vnchttpd1` bis `vnchttpd3`). Standardmäßig sind nur `vnc1` und `vnchttpd1` aktiv.

Um eine Konfiguration zu aktivieren, können Sie die Zeile `disable = yes` mit dem Zeichen `#` in der ersten Spalte auskommentieren oder die Zeile vollständig löschen. Wenn Sie eine Konfiguration deaktivieren möchten, dann entfernen Sie das Kommentarzeichen oder fügen Sie diese Zeile hinzu.

Der `Xvnc`-Server kann über die Option `server_args` konfiguriert werden – eine Liste der Optionen finden Sie mit `Xvnc --help`.

Achten Sie beim Hinzufügen benutzerdefinierter Konfigurationen darauf, keine Ports zu verwenden, die bereits von anderen Konfigurationen, anderen Services oder bestehenden permanenten VNC-Sitzungen auf demselben Host verwendet werden.

Aktivieren Sie Konfigurationsänderungen mit folgendem Kommando:

```
sudo rcxinetd reload
```



### Wichtig: Firewall und VNC-Ports

Wenn Sie die entfernte Verwaltung wie in *Prozedur 5.1, „Aktivieren von einmaligen VNC-Sitzungen“* beschrieben aktivieren, werden die Ports `5801` und `5901` in der Firewall geöffnet. Wenn die Netzwerkschnittstelle, über die die VNC-Sitzung bereitgestellt wird, durch eine Firewall geschützt wird, müssen Sie die entsprechenden Ports manuell öffnen, wenn Sie zusätzliche Ports für VNC-Sitzungen aktivieren. Eine Anleitung dazu finden Sie in *Book „Security Guide“ 15 „Masquerading and Firewalls“*.

## 5.2 Permanente VNC-Sitzungen

Eine permanente VNC-Sitzung wird auf dem Server initiiert. Die Sitzung und sämtliche in dieser Sitzungsausführung gestarteten Anwendungen werden ungeachtet der Client-Verbindungen so lange ausgeführt, bis die Sitzung beendet wird.

Auf eine permanente Sitzung kann gleichzeitig von mehreren Clients zugegriffen werden. Dies eignet sich ideal für Demozwecke, bei denen ein Client den vollen Zugriff und alle anderen einen reinen Anzeigezugriff haben. Weiter eignet sich dies für Schulungen, bei denen der Schulungsleiter einen Zugriff auf den Desktop des Teilnehmers benötigt. In den meisten Fällen werden Sie Ihre VNC-Sitzung jedoch nicht freigeben wollen.

Im Gegensatz zu einer einmaligen Sitzung, bei der ein Display-Manager gestartet wird, startet eine permanente Sitzung einen einsatzbereiten Desktop, der unter dem Benutzernamen ausgeführt wird, unter dem die VNC-Sitzung gestartet wurde.

Der Zugriff auf permanente Sitzungen wird durch zwei mögliche Arten von Passwörtern geschützt:

- ein reguläres Passwort, das den vollen Zugriff ermöglicht, oder
- ein optionales Passwort, das keinen interaktiven Zugriff ermöglicht und nur eine Anzeige liefert.

Eine Sitzung kann mehrere Client-Verbindungen beider Arten gleichzeitig haben.

#### PROZEDUR 5.2 STARTEN EINER PERMANENTEN VNC-SITZUNG

1. Öffnen Sie eine Shell und stellen Sie sicher, dass Sie als der Benutzer angemeldet sind, der Eigentümer der VNC-Sitzung sein soll.
2. Wenn die Netzwerkschnittstelle, über die die VNC-Sitzung bereitgestellt wird, durch eine Firewall geschützt wird, müssen Sie die von Ihrer Sitzung verwendeten Ports manuell in der Firewall öffnen. Wenn Sie mehrere Sitzungen starten, können Sie alternativ einen Portbereich öffnen. Details zur Konfiguration der Firewall finden Sie unter *Book "Security Guide" 15 "Masquerading and Firewalls"*.  
vncserver verwendet die Port 5901 für Display :1, 5902 für Display :2 usw. Bei permanenten Sitzungen haben das VNC-Display und das X-Display normalerweise dieselbe Nummer.
3. Geben Sie folgendes Kommando ein, um eine Sitzung mit einer Auflösung von 1024x769 Pixel und einer Farbtiefe von 16 Bit zu starten:

```
vncserver -geometry 1024x768 -depth 16
```

Das Kommando vncserver verwendet, sofern keine Display-Nummer angegeben ist, eine freie Display-Nummer und gibt seine Auswahl aus. Weitere Optionen finden Sie mit man 1 vncserver.



Bei der erstmaligen Ausführung von **vncviewer** wird nach einem Passwort für den vollständigen Zugriff auf die Sitzung gefragt. Geben Sie gegebenenfalls auch ein Passwort für den reinen Anzeigezugriff auf die Sitzung ein.

Die hier angegebenen Passwörter werden auch für zukünftige Sitzungen verwendet, die durch denselben Benutzer gestartet werden. Sie können mit dem Kommando **vncpasswd** geändert werden.

### **Wichtig: Sicherheitsüberlegungen**

Achten Sie darauf, dass Ihre Passwörter sicher und ausreichend lang sind (mindestens acht Zeichen). Teilen Sie diese Passwörter niemandem mit.

VNC-Verbindungen sind unverschlüsselt. Wenn jemand also die Netzwerke zwischen beiden Computern ausspioniert, kann dieser die Passwörter bei der Übertragung zu Beginn der Sitzung lesen.

Beenden Sie, um die Sitzung zu beenden, die Desktopumgebung, die innerhalb der VNC-Sitzung ausgeführt wird über den VNC-Viewer so, wie Sie eine normale lokale X-Sitzung beenden würden.

Wenn Sie eine Sitzung lieber manuell beenden, öffnen Sie eine Shell auf dem VNC-Server und vergewissern Sie sich, dass Sie als der Benutzer angemeldet ist, der der Eigentümer der zu beendenden VNC-Sitzung ist. Führen Sie das folgende Kommando aus, um die Sitzung zu beenden, die auf Display **:1**: **vncserver -kill :1** ausgeführt wird.

## 5.2.1 Verbindung zu einer permanenten VNC-Sitzung herstellen

Um eine Verbindung zu einer permanenten VNC-Sitzung herzustellen, muss ein VNC-Viewer installiert sein. Der Standard-Viewer für SUSE Linux-Produkte ist **vncviewer** und wird im Paket **tigervnc** (Standard) oder alternativ im Paket **tightvnc** bereitgestellt. Sie können eine VNC-Sitzung auch mit Ihrem Webbrowser über ein Java-Applet anzeigen.

Verwenden Sie das folgende Kommando, um den VNC-Viewer zu starten und eine Verbindung zu Display **:1** auf dem VNC-Server herzustellen

```
vncviewer jupiter.example.com:1
```

Anstelle der VNC-Anmeldenummer können Sie auch die Portnummer mit zwei Doppelpunkten angeben:

```
vncviewer jupiter.example.com::5901
```

Alternativ können Sie einen Java-fähigen Webbrowser verwenden, um die VNC-Sitzung anzuzeigen. Geben Sie hierzu folgende URL ein: <http://jupiter.example.com:5801>.

## 5.2.2 Konfigurieren von permanenten VNC-Sitzungen

Permanente VNC-Sitzungen können durch Bearbeiten von `$HOME/.vnc/xstartup` konfiguriert werden. Standardmäßig startet dieses Shell-Skript dieselbe GUI bzw. denselben Fenstermanager, aus dem es gestartet wurde. In SUSE Linux Enterprise Desktop ist dies entweder GNOME oder IceWM. Wenn Sie beim Starten Ihrer Sitzung einen bestimmten Fenstermanager verwenden möchten, legen Sie die Variable `WINDOWMANAGER` fest:

```
WINDOWMANAGER=gnome vncserver -geometry 1024x768  
WINDOWMANAGER=icewm vncserver -geometry 1024x768
```



### **Anmerkung: Eine Konfiguration pro Benutzer**

Permanente VNC-Sitzungen werden jeweils nur einmal pro Benutzer konfiguriert. Mehrere von demselben Benutzer gestartete Sitzungen verwenden alle dieselben Start- und Passwortdateien.

## 6 GNOME-Konfiguration für Administratoren

In diesem Kapitel werden die GNOME-Konfigurationsoptionen vorgestellt, die Administratoren verwenden können, um systemweite Einstellungen anzupassen. Dazu gehören beispielsweise Vorgänge wie Anpassen von Menüs, Installieren von Themen, Konfigurieren von Schriften, Ändern bevorzugter Anwendungen und Sperren von Funktionen.

Diese Konfigurationsoptionen werden im GConf-System gespeichert. Greifen Sie auf das GConf-System mit Tools wie der Kommandozeilenschnittstelle **gconftool-2** oder dem GUI-Tool **gconf-editor** zu.

### 6.1 Automatischer Start von Anwendungen

Verwenden Sie zum automatischen Start von Anwendungen in GNOME eine der folgenden Methoden:

- So führen Sie Anwendungen für jeden Benutzer aus: Platzieren Sie .desktop-Dateien in /usr/share/gnome/autostart.
- So führen Sie Anwendungen für einen einzelnen Benutzer aus: Platzieren Sie .desktop-Dateien in ~/.config/autostart.

Um den automatischen Start einer Anwendung zu deaktivieren, fügen Sie X-Auto-start-enabled=false zur .desktop-Datei hinzu.

### 6.2 Automatisches Einhängen und Verwalten von Mediengeräten

Nautilus (**nautilus**) überwacht Volume-abhängige Ereignisse und reagiert mit einer vom Benutzer angegebenen Richtlinie. Sie können Nautilus verwenden, um Laufwerke im laufenden Betrieb und eingelegte Wechseldatenträger einzuhängen, Programme automatisch auszuführen und Audio-CDs oder Video-DVDs abzuspielen. Nautilus kann auch automatisch Fotos von Digitalkameras importieren.

Systemadministratoren können systemweite Standards festlegen. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 6.3, „Ändern von bevorzugten Anwendungen“*.

## 6.3 Ändern von bevorzugten Anwendungen

Die bevorzugten Anwendungen von Benutzern ändern Sie, indem Sie /etc/gnome\_defaults.conf bearbeiten. Weitere Hinweise finden Sie in dieser Datei.


Weitere Informationen über MIME-Typen finden Sie unter <http://www.freedesktop.org/Standards/shared-mime-info-spec> .

## 6.4 Hinzufügen von Dokumentvorlagen

Füllen Sie zum Hinzufügen von Dokumentvorlagen das Verzeichnis Templates im Home-Verzeichnis eines Benutzers. Dies können Sie manuell für jeden Benutzer erledigen, indem Sie die Dateien in ~/Templates kopieren, oder systemweit, indem Sie das Verzeichnis Templates unter /etc/skel hinzufügen, bevor der Benutzer erstellt wird.

Ein Benutzer erstellt ein neues Dokument aus einer Vorlage, indem er mit der rechten Maustaste auf den Desktop klickt und *Dokument erstellen* wählt.

## 6.5 Weiterführende Informationen

Weitere Informationen finden Sie in <http://help.gnome.org/admin/> .

## 7 Verwalten von Software mit Kommandozeilen-Tools

Dieses Kapitel behandelt zypper und RPM, zwei Kommandozeilen-Tools zum Verwalten von Software. Eine Definition der in diesem Kontext verwendeten Terminologie (beispielsweise Repository, Patch oder Update) finden Sie unter *Buch „Bereitstellungshandbuch ” 6 „Installieren bzw. Entfernen von Software”* 6.1 „Definition der Begriffe”.

### 7.1 Verwenden von zypper

Zypper ist ein Kommandozeilen-Paketmanager für Installation, Aktualisierung und Löschung von Paketen sowie zum Verwalten von Repositories. Damit können Sie Software per Fernzugriff oder mithilfe von Shell-Skripten verwalten.

#### 7.1.1 Allgemeine Verwendung

Die allgemeine Syntax von Zypper sieht wie folgt aus:

```
zypper [--global-options] command [--command-options] [arguments]
...
```

Die Komponenten in Klammern sind nicht erforderlich. Eine Liste der allgemeinen Optionen und aller Befehle erhalten Sie mit **zypper help**. Wenn Sie Hilfe zu einem bestimmten Kommando abrufen möchten, geben Sie **zypper help *Kommando*** ein.

Am einfachsten führen Sie Zypper aus, indem Sie seinen Namen gefolgt von einem Kommando eingeben. Geben Sie z. B. für das Anwenden aller erforderlichen Patches auf den Systemtyp das Folgende ein:

```
zypper patch
```

Zusätzlich können Sie aus einer oder mehreren globalen Optionen wählen, indem Sie sie direkt vor dem Kommando eingeben. Beispielsweise führt **--non-interactive** das Kommando ohne Eingabeaufforderungen aus (und wendet automatisch die Standardantworten an):

```
zypper --non-interactive patch
```

Um die spezifischen Optionen für ein bestimmtes Kommando zu benutzen, geben Sie sie direkt nach dem Kommando ein. Beispielsweise werden mit `--auto-agree-with-licenses` alle erforderlichen Patches auf das System angewendet, ohne eine Bestätigung von Lizenzen anzufordern (sie werden automatisch akzeptiert):

```
zypper patch --auto-agree-with-licenses
```

Einige Kommandos erfordern ein oder mehrere Argumente. Bei der Verwendung des Installationskommandos z. B. müssen Sie angeben, welche Pakete zu installieren sind:

```
zypper install mplayer
```

Einige Optionen erfordern auch ein Argument. Das folgende Kommando listet alle bekannten Muster auf:

```
zypper search -t pattern
```

Sie können alle obigen Optionen kombinieren. Beispielsweise werden mit dem folgenden Kommando `aspell-de-` und `aspellfr`-Pakete mithilfe des `factory`-Repositorys installiert und ausführlich angegeben:

```
zypper -v install --from factory aspell-de aspell-fr
```

Mit der Option `--from` bleiben alle Repositorys aktiviert (damit alle Abhängigkeiten aufgelöst werden können), wenn das Paket aus dem angegebenen Repository abrufen wird.

Die meisten Zypper-Kommandos besitzen eine `dry-run`-Option, die eine Simulation des angegebenen Kommandos ausführt. Sie kann für Tests verwendet werden.

```
zypper remove --dry-run MozillaFirefox
```

Zypper unterstützt die globale Option `--userdata Zeichenkette`. Bei dieser Option können Sie eine Zeichenkette angeben, die dann in die Protokolle und Plugins von Zypper geschrieben wird (z. B. in das Btrfs-Plugin). Hiermit können Sie Transaktionen in Protokolldateien kennzeichnen.

```
zypper --userdata string patch
```

## 7.1.2 Installieren und Entfernen von Software mit zypper

Verwenden Sie zur Installation oder Löschung von Paketen die folgenden Kommandos:

```
zypper install package_name
zypper remove package_name
```

Zypper kennt verschiedene Möglichkeiten, Pakete für die Installations- und Löschkommandos anzugeben.

nach dem genauen Namen (und der Versionsnummer) des Pakets

```
zypper install MozillaFirefox
```

oder

```
zypper install MozillaFirefox-3.5.3
```

nach dem Repository-Alias und Paketnamen

```
zypper install mozilla:MozillaFirefox
```

Dabei ist mozilla der Alias des Repositorys, aus dem installiert werden soll.

nach dem Paketnamen mit Wildcards

Das folgende Kommando installiert alle Pakete, deren Name mit „Moz“ beginnt. Verwenden Sie diese Möglichkeit mit äußerster Umsicht, vor allem beim Entfernen von Paketen.

```
zypper install 'Moz*'
```

nach Funktion

Wenn Sie beispielsweise ein Perl-Modul installieren möchten, ohne den Namen des Pakets zu kennen, sind Funktionen praktisch:

```
zypper install firefox
```

nach Funktion und/oder Architektur und/oder Version

Zusammen mit einer Funktion können Sie eine Architektur (wie x86\_64) und/oder eine Version angeben. Der Version muss ein Operator vorangehen: < (kleiner als), <= (kleiner oder gleich), = (gleich), >= (größer oder gleich), > (größer als).

```
zypper install 'firefox.x86_64'  
zypper install 'firefox>=3.5.3'  
zypper install 'firefox.x86_64>=3.5.3'
```

nach dem Pfad der RPM-Datei

Sie können einen lokalen oder entfernten Pfad zu einem Paket angeben:

```
zypper install /tmp/install/MozillaFirefox.rpm  
zypper install http://download.opensuse.org/repositories/mozilla/SUSE_Factory/  
x86_64/MozillaFirefox-3.5.3-1.3.x86_64.rpm
```

Zum gleichzeitigen Installieren und Entfernen von Paketen verwenden Sie die Modifikatoren +/-. Zum gleichzeitigen Installieren von emacs und Entfernen von vim verwenden Sie Folgendes:

```
zypper install emacs -vim
```

Zum gleichzeitigen Entfernen von emacs und Installieren von vim verwenden Sie Folgendes:

```
zypper remove emacs +vim
```

Um zu vermeiden, dass der mit - beginnende Paketname als Kommandooption interpretiert wird, verwenden Sie ihn stets als das zweite Argument. Falls dies nicht möglich ist, stellen Sie ihm -- voran:

```
zypper install -emacs +vim      # Wrong  
zypper install vim -emacs       # Correct  
zypper install -- -emacs +vim   # same as above  
zypper remove emacs +vim       # same as above
```

Wenn Sie (zusammen mit einem bestimmten Paket) alle Pakete entfernen möchten, die nach dem Entfernen dieses Pakets nicht mehr erforderlich sind, verwenden Sie die Option --clean-deps:

```
zypper rm package_name --clean-deps
```



Standardmäßig verlangt Zypper eine Bestätigung, bevor ein ausgewähltes Paket installiert oder entfernt wird oder wenn ein Problem auftritt. Mit der Option `--non-interactive` können Sie dieses Verhalten deaktivieren. Die Option muss jedoch vor dem tatsächlich auszuführenden Kommando (**Installieren**, **Entfernen** oder **Patch**) angegeben werden, wie im Folgenden:

```
zypper --non-interactive install package_name
```

Mit dieser Option kann Zypper auch in Skripten und Cron-Aufträgen verwendet werden.



### **Warnung: Entfernen Sie keine obligatorischen Systempakete.**

Entfernen Sie keine Pakete wie `glibc`, `zypper`, `kernel` oder ähnliche Pakete. Diese Pakete sind obligatorisch für das System. Wenn sie entfernt werden, kann das System instabil werden oder seine Funktion komplett einstellen.

#### 7.1.2.1 Installieren und Herunterladen von Quellpaketen

Wenn Sie das entsprechende Quellpaket eines Pakets installieren möchten, verwenden Sie:

```
zypper source-install package_name
```

Dieses Kommando installiert auch die Build-Abhängigkeiten des angegebenen Pakets. Wenn Sie dies nicht wünschen, fügen Sie den Schalter `-D` hinzu. Um nur die Build-Abhängigkeiten zu installieren, verwenden Sie `-d`.

```
zypper source-install -D package_name # source package only  
zypper source-install -d package_name # build dependencies only
```

Natürlich gelingt dies nur, wenn das Repository mit den Quellpaketen in Ihrer Repository-Liste aktiviert ist (es wird standardmäßig hinzugefügt, aber nicht aktiviert). Details zur Repository-Verwaltung finden Sie unter [Abschnitt 7.1.4, „Verwalten von Repositories mit Zypper“](#).

Eine Liste aller Quellpakete, die in Ihren Repositories verfügbar sind, können Sie wie folgt abrufen:

```
zypper search -t srcpackage
```

Wenn Sie möchten, können Sie die Quellpakete für alle installierten Pakete in ein lokales Verzeichnis herunterladen. Zum Herunterladen von Quellpaketen verwenden Sie:

```
zypper source-download
```

Das Standardverzeichnis für heruntergeladene Dateien lautet `/var/cache/zypper/source-download`. Mit der Option `--directory` können Sie dieses Verzeichnis ändern. Sollen nur fehlende oder überzählige Pakete angezeigt werden, ohne Pakete herunterzuladen oder zu löschen, verwenden Sie die Option `--status`. Zum Löschen überzähliger Pakete verwenden Sie die Option `--delete`. Soll das Löschen deaktiviert werden, verwenden Sie die Option `--no-delete`.

### 7.1.2.2 Dienstprogramme

Wenn Sie prüfen möchten, ob alle Abhängigkeiten noch erfüllt sind, und fehlende Abhängigkeiten reparieren möchten, verwenden Sie:

```
zypper verify
```

Zusätzlich zu Abhängigkeiten, die erfüllt sein müssen, „empfehlen“ einige Pakete andere Pakete. Diese empfohlenen Pakete werden installiert, wenn sie aktuell verfügbar und installierbar sind. Falls empfohlene Pakete erst nach der Installation des empfehlenden Pakets (durch Hinzufügen zusätzlicher Pakete oder zusätzlicher Hardware) zur Verfügung steht, verwenden Sie das folgende Kommando:

```
zypper install-new-recommends
```

Dieses Kommando ist nach dem Anschließen einer Webcam oder eines WLAN-Geräts äußerst nützlich. Hiermit werden Treiber für das Gerät und die zugehörige Software installiert, sofern verfügbar. Die Treiber und die zugehörige Software sind nur dann installierbar, wenn bestimmte Hardware-Abhängigkeiten erfüllt sind.

## 7.1.3 Aktualisieren von Software mit zypper

Es gibt drei verschiedene Möglichkeiten, Software mithilfe von Zypper zu installieren: durch Installation von Patches, durch Installation einer neuen Version eines Pakets oder durch Aktualisieren der kompletten Distribution. Letzteres wird mit **zypper dist-upgrade** erreicht. Die Aufrüstung von SUSE Linux Enterprise Desktop wird in *Buch „Bereitstellungshandbuch“ 4 „Aktualisieren von SUSE Linux Enterprise“* erläutert.

### 7.1.3.1 Installieren von Patches

Um alle offiziell herausgegebenen Patches für Ihr System zu installieren, führen Sie Folgendes aus:

```
zypper patch
```

In diesem Fall werden alle in Ihren Repositories vorhandenen Patches auf Relevanz überprüft und bei Bedarf installiert. Nach dem Registrieren Ihrer SUSE Linux Enterprise Desktop-Installation wird Ihrem System ein offizielles Aktualisierungs-Repository hinzugefügt, das solche Patches enthält. Das obige Kommando ist alles, was Sie brauchen, um sie bei Bedarf anzuwenden.

Zypper kennt drei unterschiedliche Kommandos, um die Verfügbarkeit von Patches abzufragen:

#### zypper patch-check

Listet die Anzahl der benötigten Patches auf (Patches, die für Ihr System gelten, aber noch nicht installiert sind)

```
tux > sudo zypper patch-check
Loading repository data...
Reading installed packages...
5 patches needed (1 security patch)
```

#### zypper list-patches

Listet alle benötigten Patches auf (Patches, die für Ihr System gelten, aber noch nicht installiert sind)

```
tux > sudo zypper list-patches

Loading repository data...

Reading installed packages...


Repository | Name | Version | Category | Status | Summary
-----+-----+-----+-----+-----+-----
SLES12-Updates | SUSE-2014-8 | 1 | security | needed | openssl: Update to OpenSSL 1.0.1g
```

## **zypper patches**

Listet alle für SUSE Linux Enterprise Desktop verfügbaren Patches auf, unabhängig davon, ob sie bereits installiert sind oder für Ihre Installation gelten.

Sie können auch Patches für bestimmte Probleme auflisten und installieren. Dazu geben Sie das Kommando **zypper list-patches** mit den folgenden Optionen ein:

### **--bugzilla[=Nummer]**

Listet alle erforderlichen Patches für Probleme mit Bugzilla auf. Optional können Sie eine Fehlernummer angeben, wenn nur Patches für diesen bestimmten Fehler aufgeführt werden sollen.

### **--cve[=number]**

Listet alle erforderlichen Patches für CVE-Probleme (Common Vulnerabilities and Exposures, häufige Sicherheitslücken und Gefährdungen) auf bzw. nur Patches für eine bestimmte CVE-Nummer, sofern angegeben.

Zum Installieren eines Patches für ein bestimmtes Bugzilla- oder CVE-Problem verwenden Sie die folgenden Kommandos:

```
zypper patch --bugzilla=number
```

oder

```
zypper patch --cve=number
```

Zum Installieren eines Sicherheits-Patches mit der CVE-Nummer CVE-2010-2713 führen Sie beispielsweise Folgendes aus:

```
zypper patch --cve=CVE-2010-2713
```

### 7.1.3.2 Installieren neuer Paketversionen

Wenn ein Repository neue Pakete enthält, aber keine Patches zur Verfügung stellt, zeigt **zypper patch** keinerlei Wirkung. Zum Aktualisieren aller installierten Pakete mit verfügbaren neuen Versionen (unter Beibehaltung der Systemintegrität) verwenden Sie Folgendes:

```
zypper update
```

Zum Aktualisieren einzelner Pakete geben Sie das Paket mit dem Aktualisierungs- oder Aktualisierungskommando an:

```
zypper update package_name  
zypper install package_name
```

Mit dem Kommando kann eine Liste mit allen neuen installierbaren Paketen abgerufen werden.

```
zypper list-updates
```

Dieses Kommando listet ausschließlich Pakete auf, die die folgenden Kriterien erfüllen:

- stammt von demselben Hersteller wie das bereits installierte Paket,
- umfasst Repositorys mit mindestens derselben Priorität wie das bereits installierte Paket,
- ist installierbar (alle Abhängigkeiten wurden erfüllt).

Eine Liste *aller* neuen verfügbaren Pakete (unabhängig davon, ob diese Pakete installierbar sind oder nicht) erhalten Sie mit Folgendem:

```
zypper list-updates --all
```

Um festzustellen, warum ein neues Paket nicht installiert werden kann, verwenden Sie das Kommando **zypper install** oder **zypper update**, wie oben beschrieben.

### 7.1.4 Verwalten von Repositorys mit Zypper

Sämtliche Installations- und Patch-Kommandos von Zypper sind von der Liste der bekannten Repositorys abhängig. Um alle dem System bekannten Repositorys aufzulisten, verwenden Sie das Kommando:

```
zypper repos
```

Das Ergebnis ist der folgenden Ausgabe ähnlich:

#### BEISPIEL 7.1 ZYPPER – LISTE DER BEKANNTEN REPOSITORYS

```
# | Alias          | Name          | Enabled | Refresh
--+-+-----+-----+-----+-----
1 | SLEHA-12-GE0   | SLEHA-12-GE0   | Yes     | No
2 | SLEHA-12       | SLEHA-12       | Yes     | No
3 | SLES12         | SLES12         | Yes     | No
```

Bei der Angabe von Repositorys kann in verschiedenen Kommandos ein Alias, URI oder eine Repository-Nummer aus der Ausgabe des Kommandos **zypper repos** verwendet werden. Ein Repository-Alias ist eine Kurzform des Repository-Namens, der in Repository-Kommandos verwendet wird. Beachten Sie dabei, dass sich die Repository-Nummern nach dem Bearbeiten der Repository-Liste ändern können. Der Alias ändert sich nie von alleine.

Standardmäßig werden Details wie URI oder Priorität des Repositorys nicht angezeigt. Verwenden Sie das folgende Kommando, um alle Details aufzulisten:

```
zypper repos -d
```

#### 7.1.4.1 Hinzufügen von Repositorys

Zum Hinzufügen eines Repository, führen Sie Folgendes aus:

```
zypper addrepo URI alias
```

URI kann ein Internet-Repository, eine Netzwerkressource, ein Verzeichnis oder eine CD oder DVD sein (für Details siehe [http://en.opensuse.org/openSUSE:Libzypp\\_URLs](http://en.opensuse.org/openSUSE:Libzypp_URLs)). Der Alias ist ein Kürzel und eine eindeutige Kennung für das Repository. Sie können ihn frei wählen, vorausgesetzt, er ist eindeutig. Zypper gibt eine Warnung aus, wenn Sie einen Alias angeben, der bereits verwendet wird.

### 7.1.4.2 Entfernen von Repositorys

Wenn ein Repository von der Liste entfernt werden soll, verwenden Sie das Kommando **zypper removerepo** zusammen mit dem Alias oder der Nummer des zu löschenden Repositorys. Um beispielsweise das Repository SLEHA-12-GE0 aus *Beispiel 7.1, „Zypper – Liste der bekannten Repositorys“* zu entfernen, verwenden Sie eines der folgenden Kommandos:

```
zypper removerepo 1
zypper removerepo "SLEHA-12-GE0"
```

### 7.1.4.3 Ändern von Repositorys

Aktivieren oder deaktivieren von Repositorys mit **zypper modifyrepo**. Mit diesem Kommando können Sie auch die Eigenschaften des Repositorys (z. B. Aktualisierungsverhalten, Name oder Priorität) ändern. Das folgende Kommando aktiviert das Repository mit dem Namen updates, aktiviert die automatische Aktualisierung und stellt seine Priorität auf 20 ein:

```
zypper modifyrepo -er -p 20 'updates'
```

Das Ändern von Repositorys ist nicht auf ein einziges Repository beschränkt – Sie können auch Gruppen bearbeiten:

-a: alle Repositorys

-l: lokale Repositorys

-t: entfernte Repositorys

-m TYPE: Repositorys eines bestimmten Typs (wobei TYPE eines der folgenden sein kann: http, https, ftp, cd, dvd, dir, file, cifs, smb, nfs, hd, iso)

Zum Umbenennen eines Repository-Alias verwenden Sie das Kommando renamerepo. Das folgende Beispiel ändert den Alias von Mozilla Firefox in firefox:

```
zypper renamerepo 'Mozilla Firefox' firefox
```

## 7.1.5 Abfragen von Repositorys und Paketen mit Zypper

Zypper bietet zahlreiche Methoden zur Abfrage von Repositorys oder Paketen. Verwenden Sie die folgenden Kommandos, um eine Liste aller verfügbaren Produkte, Muster, Pakete oder Patches zu erhalten:

```
zypper products
zypper patterns
zypper packages
zypper patches
```

Zur Abfrage aller Repositorys auf bestimmte Pakete verwenden Sie search. Es gilt für Paketnamen oder optional für Paketzusammenfassungen und -beschreibungen. Zeichenketten, die mit / umschlossen sind, werden als reguläre Ausdrücke behandelt. Standardmäßig unterscheidet der Suchvorgang keine Groß- und Kleinschreibung.

Einfache Suche nach einem Paketnamen mit dem Namensbestandteil fire

```
zypper search "fire"
```

Einfache Suche nach dem genauen Paketnamen MozillaFirefox

```
zypper search --match-exact "MozillaFirefox"
```

Suche auf Paketbeschreibungen und -zusammenfassungen ausdehnen

```
zypper search -d fire
```

Nur Pakete anzeigen, die nicht bereits installiert sind

```
zypper search -u fire
```

Pakete anzeigen, die die Zeichenkette fir enthalten, nicht gefolgt von e

```
zypper se "/fir[^\e]/"
```



Verwenden Sie zur Suche nach Paketen, die eine spezielle Funktion bieten, das Kommando `what-provides`. Wenn Sie beispielsweise wissen möchten, welches Paket das Perl-Modul `SVN::Core` bereitstellt, verwenden Sie das folgende Kommando:

```
zypper what-provides 'perl(SVN::Core)'
```

Um einzelne Pakete abzufragen, verwenden Sie `info` mit einem exakten Paketnamen als Argument. Damit werden detaillierte Informationen zu einem Paket angezeigt. Um auch die Elemente abzurufen, die für das Paket erforderlich/empfohlen sind, verwenden Sie die Optionen `--requires` und `--recommends`:

```
zypper info --requires MozillaFirefox
```

Das `what-provides-Paket` gleicht dem `rpm -q --whatprovides-Paket`, aber RPM ist nur für Abfragen der RPM-Datenbank (die Datenbank aller installierten Pakete) möglich. `zypper` informiert Sie auf der anderen Seite über Anbieter der Möglichkeit von einem beliebigen Repository, nicht nur von denen, die installiert sind.

## 7.1.6 Konfigurieren von Zypper

Zypper ist nunmehr mit einer Konfigurationsdatei ausgestattet, in der Sie die Arbeitsweise von Zypper dauerhaft verändern können (wahlweise systemweit oder benutzerspezifisch). Für systemweite Änderungen bearbeiten Sie `/etc/zypp/zypper.conf`. Für benutzerspezifische Änderungen bearbeiten Sie `~/.zypper.conf`. Falls `~/.zypper.conf` noch nicht vorhanden ist, können Sie `/etc/zypp/zypper.conf` als Schablone verwenden. Kopieren Sie diese Datei in `~/.zypper.conf`, und passen Sie sie nach Ihren Anforderungen an. Weitere Informationen zu den verfügbaren Optionen finden Sie in den Kommentaren in der Datei.

## 7.1.7 Fehlersuche

Falls Probleme beim Zugriff auf Pakete von konfigurierten Repositories auftreten (beispielsweise kann Zypper ein bestimmtes Paket nicht finden, obwohl Sie wissen, dass sich dieses Paket in einem der Repositories befindet), kann schon das Aktualisieren der Repositories Abhilfe bringen:

```
zypper refresh
```

Falls das nicht wirkt, probieren Sie Folgendes:



```
zypper refresh -fdb
```

Damit wird eine vollständige Aktualisierung und ein kompletter Neuaufbau der Datenbank erzwungen, außerdem ein erzwungener Download von Roh-Metadaten.

### 7.1.8 Zypper-Rollback-Funktion im Btrfs-Dateisystem

Wenn das Btrfs-Dateisystem in der Stammpartition verwendet wird und **Snapper** installiert ist, ruft Zypper automatisch **Snapper** (über ein von **Snapper** installiertes Skript) auf, wenn an das Dateisystem Änderungen übermittelt werden, um entsprechende Dateisystem-Snapshots zu erstellen. Diese Snapshots können verwendet werden, um alle durch Zypper vorgenommenen Änderungen rückgängig zu machen. Weitere Informationen finden Sie in *Kapitel 4, Systemwiederherstellung und Snapshot-Verwaltung mit Snapper*.

### 7.1.9 Weiterführende Informationen

Geben Sie für weitere Informationen zur Verwaltung von Software das Kommando **zypper help** oder **zypper help in die Kommandozeile ein**, oder rufen Sie die man-Seite **zypper(8)** auf. Eine ausführliche Kommandoreferenz mit **Tricks** zu den wichtigsten Kommandos sowie Informationen zur Verwendung von Zypper in Skripten und Anwendungen finden Sie unter [http://en.opensuse.org/SDB:Zypper\\_usage](http://en.opensuse.org/SDB:Zypper_usage) . Eine Liste der Software-Änderungen in der aktuellen SUSE Linux Enterprise Desktop-Version finden Sie unter [http://en.opensuse.org/openSUSE:Zypper\\_versions](http://en.opensuse.org/openSUSE:Zypper_versions) .

## 7.2 RPM - der Paket-Manager

RPM (RPM Package Manager) wird für die Verwaltung von Softwarepaketen verwendet. Seine Hauptbefehle lauten rpm und rpmbuild. In der leistungsstarken RPM-Datenbank können Benutzer, Systemadministratoren und Paketersteller ausführliche Informationen zur installierten Software abfragen.

Im Wesentlichen hat rpm fünf Modi: Installieren/Deinstallieren (oder Aktualisieren) von Software-Paketen, Neuaufbauen der RPM-Datenbank, Abfragen der RPM-Basis oder individuellen RPM-Archive, Integritätsprüfung der Pakete und Signieren von Paketen. rpmbuild ermöglicht das Aufbauen installierbarer Pakete von Pristine-Quellen.

Installierbare RPM-Archive sind in einem speziellen binären Format gepackt. Diese Archive bestehen aus den zu installierenden Programmdateien und aus verschiedenen Metadaten, die bei der Installation von rpm benutzt werden, um das jeweilige Softwarepaket zu konfigurieren, oder die zu Dokumentationszwecken in der RPM-Datenbank gespeichert werden. RPM-Archive haben für gewöhnlich die Dateinamenserweiterung .rpm.



### Tipp: Pakete zur Software-Entwicklung

Bei etlichen Paketen sind die zur Software-Entwicklung erforderlichen Komponenten (Bibliotheken, Header- und Include-Dateien usw.) in eigene Pakete ausgelagert. Diese Entwicklungspakete werden nur benötigt, wenn Sie Software selbst kompilieren möchten (beispielsweise die neuesten GNOME-Pakete). Solche Pakete sind am Namenszusatz - zu erkennen, z. B. die Pakete alsa-devel und gimp-devel.

### 7.2.1 Prüfen der Authentizität eines Pakets

RPM-Pakete sind mit GPG signiert. Verwenden Sie zum Verifizieren der Signatur eines RPM-Pakets das Kommando rpm --checksig package-1.2.3.rpm. So können Sie feststellen, ob das Paket von SUSE oder einer anderen verbürgten Einrichtung stammt. Dies ist insbesondere bei Update-Paketen aus dem Internet zu empfehlen.

## 7.2.2 Verwalten von Paketen: Installieren, Aktualisieren und Deinstallieren

In der Regel kann ein RPM-Archiv einfach installiert werden: `rpm -i package.rpm`. Mit diesem Kommando wird das Paket aber nur dann installiert, wenn seine Abhängigkeiten erfüllt sind und keine Konflikte mit anderen Paketen bestehen. `rpm` fordert per Fehlermeldung die Pakete an, die zum Erfüllen der Abhängigkeiten installiert werden müssen. Im Hintergrund wacht die RPM-Datenbank darüber, dass keine Konflikte entstehen: Eine spezifische Datei darf nur zu einem Paket gehören. Durch die Wahl anderer Optionen können Sie `rpm` zwingen, diese Standards zu ignorieren, jedoch ist dies nur für Spezialisten gedacht. Andernfalls wird damit die Integrität des Systems gefährdet und möglicherweise die Update-Fähigkeit aufs Spiel gesetzt.

Die Optionen `-U` oder `--upgrade` und `-F` oder `--freshen` können für das Update eines Pakets benutzt werden (z. B.: `rpm -F paket.rpm`). Dieser Befehl entfernt die Dateien der alten Version und installiert sofort die neuen Dateien. Der Unterschied zwischen den beiden Versionen besteht darin, dass mit `-U` auch Pakete installiert werden, die vorher nicht im System vorhanden waren, wohingegen mit `-F` nur zuvor installierte Pakete aktualisiert werden. Bei einem Update verwendet `rpm` zur sorgfältigen Aktualisierung der Konfigurationsdateien die folgende Strategie:

- Falls eine Konfigurationsdatei vom Systemadministrator nicht geändert wurde, installiert `rpm` die neue Version der entsprechenden Datei. Es sind keine Eingriffe seitens des Administrators nötig.
- Falls eine Konfigurationsdatei vom Systemadministrator vor dem Update geändert wurde, speichert `rpm` die geänderte Datei mit der Erweiterung `.rpmorig` oder `.rpmsave` (Sicherungsdatei) und installiert nur dann die Version aus dem neuen Paket, wenn sich die ursprünglich installierte Datei und die neue Version unterscheiden. Vergleichen Sie in diesem Fall die Sicherungsdatei (`.rpmorig` oder `.rpmsave`) mit der neu installierten Datei und nehmen Sie Ihre Änderungen erneut in der neuen Datei vor. Löschen Sie anschließend unbedingt alle `.rpmorig`- und `.rpmsave`-Dateien, um Probleme mit zukünftigen Updates zu vermeiden.
- `.rpmnew`-Dateien erscheinen immer dann, wenn die Konfigurationsdatei bereits existiert und wenn die Kennung `noreplace` mit der `.spec`-Datei angegeben wurde.

Im Anschluss an ein Update sollten alle `.rpmsave`- und `.rpmnew`-Dateien nach einem Abgleich entfernt werden, damit sie bei zukünftigen Updates nicht stören. Die Erweiterung `.rpmorig` wird zugewiesen, wenn die Datei zuvor nicht von der RPM-Datenbank erkannt wurde.

Andernfalls wird `.rpmsave` verwendet. Mit anderen Worten: `.rpmorig` entsteht bei einem Update von einem Fremdformat auf RPM. `.rpmsave` entsteht bei einem Update aus einem älteren RPM auf einen neueren RPM. `.rpmnew` informiert nicht darüber, ob der Systemadministrator die Konfigurationsdatei geändert hat. Eine Liste all dieser Dateien ist in `/var/adm/rpm-configcheck` verfügbar. Einige Konfigurationsdateien (wie `/etc/httpd/httpd.conf`) werden nicht überschrieben, um den weiteren Betrieb zu ermöglichen.

Der Schalter `-U` ist *nicht* einfach gleichbedeutend mit der Deinstallation mit der Option `-e` und der Installation mit der Option `-i`. Verwenden Sie `-U`, wann immer möglich.

Zum Entfernen eines Pakets geben Sie `rpm -e paket` ein. Dieses Kommando löscht das Paket nur, wenn keine ungelösten Abhängigkeiten vorhanden sind. Theoretisch ist es unmöglich, beispielsweise Tcl/Tk zu löschen, solange eine andere Anwendung Tcl/Tk noch benötigt. Auch in diesem Fall nutzt RPM die Datenbank zur Unterstützung. Falls in einem Ausnahmefall ein solcher Löschvorgang nicht möglich ist (selbst wenn *keine* Abhängigkeiten mehr bestehen), kann es nützlich sein, die RPM-Datenbank mit der Option `--rebuilddb` neu aufzubauen.

### 7.2.3 Delta-RPM-Pakete

Delta-RPM-Pakete enthalten die Unterschiede zwischen einer alten und einer neuen Version eines RPM-Pakets. Wenn Sie ein Delta-RPM auf ein altes RPM anwenden, ergibt dies ein ganz neues RPM. Es ist nicht erforderlich, dass eine Kopie des alten RPM vorhanden ist, da ein Delta-RPM auch mit einem installierten RPM arbeiten kann. Die Delta-RPM-Pakete sind sogar kleiner als Patch-RPMs, was beim Übertragen von Update-Paketen über das Internet von Vorteil ist. Der Nachteil ist, dass Update-Vorgänge mit Delta-RPMs erheblich mehr CPU-Zyklen beanspruchen als normale oder Patch-RPMs.

Die Binärdateien `makedeltarpm` und `applydelta` sind Teil der Delta-RPM-Suite (Paket `deltarpm`) und helfen Ihnen beim Erstellen und Anwenden von Delta-RPM-Paketen. Mit den folgenden Befehlen erstellen Sie ein Delta-RPM mit dem Namen `new.delta.rpm`. Der folgende Befehl setzt voraus, dass `old.rpm` und `new.rpm` vorhanden sind:

```
makedeltarpm old.rpm new.rpm new.delta.rpm
```

Mit `applydeltarpm` können Sie den neuen RPM aus dem Dateisystem rekonstruieren, wenn das alte Paket bereits installiert ist:

```
applydeltarpm new.delta.rpm new.rpm
```

Um es aus dem alten RPM abzuleiten, ohne auf das Dateisystem zuzugreifen, verwenden Sie die Option -r:

```
applydeltarpm -r old.rpm new.delta.rpm new.rpm
```

Technische Details finden Sie in </usr/share/doc/packages/deltarpm/README>.

## 7.2.4 RPM Abfragen

Mit der Option -q initiiert **rpm** Abfragen und ermöglicht es, ein RPM-Archiv zu prüfen (durch Hinzufügen der Option -p) und auch die RPM-Datenbank nach installierten Paketen abzufragen. Zur Angabe der benötigten Informationsart stehen mehrere Schalter zur Verfügung. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter *Tabelle 7.1, „Die wichtigsten RPM-Abfrageoptionen“*.

**TABELLE 7.1 DIE WICHTIGSTEN RPM-ABFRAGEOPTIONEN**

<u>-i</u>	Paketinformation
<u>-l</u>	Dateiliste
<u>-f FILE</u>	Abfrage nach Paket, das die Datei <u>FILE</u> enthält. ( <u>FILE</u> muss mit dem vollständigen Pfad angegeben werden.)
<u>-s</u>	Dateiliste mit Statusinformation (impliziert <u>-l</u> )
<u>-d</u>	Nur Dokumentationsdateien auflisten (impliziert <u>-l</u> )
<u>-c</u>	Nur Konfigurationsdateien auflisten (impliziert <u>-l</u> )
<u>--dump</u>	Dateiliste mit vollständigen Details (mit <u>-l</u> , <u>-c</u> oder <u>-d</u> benutzen)
<u>--provides</u>	Funktionen des Pakets auflisten, die ein anderes Paket mit <u>--requires</u> anfordern kann

<u>--requires, -R</u>	Fähigkeiten, die das Paket benötigt
<u>--Skripten</u>	Installationsskripten (preinstall, postinstall, uninstall)

Beispielsweise gibt der Befehl `rpm -q -i wget` die in *Beispiel 7.2, „rpm -q -i wget“* gezeigte Information aus.

#### BEISPIEL 7.2 RPM -Q -I WGET

```

Name       : wget                                Relocations: (not relocatable)
Version    : 1.11.4                              Vendor: openSUSE
Release    : 1.70                                Build Date: Sat 01 Aug 2009 09:49:48
          CEST
Install Date: Thu 06 Aug 2009 14:53:24 CEST      Build Host: build18
Group      : Productivity/Networking/Web/Utilities Source RPM:
          wget-1.11.4-1.70.src.rpm
Size       : 1525431                             License: GPL v3 or later
Signature  : RSA/8, Sat 01 Aug 2009 09:50:04 CEST, Key ID b88b2fd43dbdc284
Packager   : http://bugs.opensuse.org
URL        : http://www.gnu.org/software/wget/
Summary    : A Tool for Mirroring FTP and HTTP Servers
Description:
Wget enables you to retrieve WWW documents or FTP files from a server.
This can be done in script files or via the command line.
[...]
```

Die Option `-f` funktioniert nur, wenn Sie den kompletten Dateinamen mit dem vollständigen Pfad angeben. Sie können beliebig viele Dateinamen angeben. Beispielsweise führt der folgende Befehl

```
rpm -q -f /bin/rpm /usr/bin/wget
```

zum Ergebnis:

```
rpm-4.8.0-4.3.x86_64
```

```
wget-1.11.4-11.18.x86_64
```

Wenn nur ein Teil des Dateinamens bekannt ist, verwenden Sie ein Shell-Skript, wie in *Beispiel 7.3, „Skript für die Suche nach Paketen“* gezeigt. Übergeben Sie den partiellen Dateinamen als Parameter beim Aufruf des Skripts.

### BEISPIEL 7.3 SKRIPT FÜR DIE SUCHE NACH PAKETEN

```
#!/bin/sh
for i in $(rpm -q -a -l | grep $1); do
    echo "\"$i\" is in package:"
    rpm -q -f $i
    echo ""
done
```

Der Befehl `rpm -q --changelog` zeigt eine detaillierte Liste der Änderungsinformation zu einem bestimmten Paket nach Datum sortiert.

Mithilfe der installierten RPM-Datenbank sind Überprüfungen möglich. Initiieren Sie sie mit `_V` oder `--verify`. Mit dieser Option zeigt `rpm` alle Dateien in einem Paket an, die seit der Installation geändert wurden. `rpm` verwendet acht verschiedene Zeichen als Hinweis auf die folgenden Änderungen:

TABELLE 7.2 RPM-ÜBERPRÜFUNGSOPTIONEN

<u>5</u>	MD5-Prüfsumme
<u>S</u>	Dateigröße
<u>L</u>	Symbolischer Link
<u>T</u>	Änderungszeit
<u>D</u>	Major- und Minor-Gerätenummern
<u>U</u>	Eigentümer
<u>G</u>	Gruppe
<u>M</u>	Modus (Berechtigungen und Dateityp)



Bei Konfigurationsdateien wird der Buchstabe c ausgegeben. Beispielsweise für Änderungen an /etc/wgetrc (wget-Paket):

```
rpm -V wget
S.5....T c /etc/wgetrc
```

Die Dateien der RPM-Datenbank werden in /var/lib/rpm abgelegt. Wenn die Partition /usr eine Größe von 1 GB aufweist, kann diese Datenbank beinahe 30 MB belegen, insbesondere nach einem kompletten Update. Wenn die Datenbank viel größer ist als erwartet, kann es nützlich sein, die Datenbank mit der Option --rebuilddb neu zu erstellen. Legen Sie zuvor eine Sicherungskopie der alten Datenbank an. Das cron-Skript cron.daily legt täglich (mit gzip gepackte) Kopien der Datenbank an und speichert diese unter /var/adm/backup/rpmdb. Die Anzahl der Kopien wird durch die Variable MAX\_RPMD\_DB\_BACKUPS (Standard: 5) in /etc/sysconfig/backup gesteuert. Die Größe einer einzelnen Sicherungskopie beträgt ungefähr 1 MB für 1 GB in /usr.

## 7.2.5 Installieren und Kompilieren von Quellpaketen

Alle Quellpakete haben die Erweiterung .src.rpm (Source-RPM).



### Anmerkung: Installierte Quellpakete

Quellpakete können vom Installationsmedium auf die Festplatte kopiert und mit YaST entpackt werden. Sie werden im Paket-Manager jedoch nicht als installiert ([i]) gekennzeichnet. Das liegt daran, dass die Quellpakete nicht in der RPM-Datenbank eingetragen sind. Nur *installierte* Betriebssystemsoftware wird in der RPM-Datenbank aufgeführt. Wenn Sie ein Quellpaket „installieren“, wird dem System nur der Quellcode hinzugefügt.

Die folgenden Verzeichnisse müssen für rpm und rpmbuild in /usr/src/packages vorhanden sein (es sei denn, Sie haben spezielle Einstellungen in einer Datei, wie /etc/rpmmrc, festgelegt):

#### SOURCES

für die originalen Quellen (.tar.bz2 oder .tar.gz files, etc.) und für die distributions-spezifischen Anpassungen (meistens .diff- oder .patch-Dateien)

#### SPECS

für die .spec-Dateien, die ähnlich wie Meta-Makefiles den *build*-Prozess steuern

## BUILD

Alle Quellen in diesem Verzeichnis werden entpackt, gepatcht und kompiliert.

## RPMS

Speicherort der fertigen Binärpakete

## SRPMS

Speicherort der Quell-RPMs

Wenn Sie ein Quellpaket mit YaST installieren, werden alle erforderlichen Komponenten in /usr/src/packages installiert: die Quellen und Anpassungen in SOURCES und die relevante .spec-Datei in SPECS.



## **Warnung: Systemintegrität**

Experimentieren Sie nicht mit Systemkomponenten (glibc, rpm usw.), da Sie damit die Stabilität Ihres Systems riskieren.

Das folgende Beispiel verwendet das wget.src.rpm-Paket. Nach der Installation des Quellpakets sollten Dateien wie in der folgenden Liste vorhanden sein:

```
/usr/src/packages/SOURCES/wget-1.11.4.tar.bz2
/usr/src/packages/SOURCES/wgetrc.patch
/usr/src/packages/SPECS/wget.spec
```

Mit **rpmbuild -b X /usr/src/packages/SPECS/wget.spec** wird die Kompilierung gestartet. X ist ein Platzhalter für verschiedene Stufen des build-Prozesses (Einzelheiten siehe in --help oder der RPM-Dokumentation). Nachfolgend wird nur eine kurze Erläuterung gegeben:

### -bp

Bereiten Sie Quellen in /usr/src/packages/BUILD vor: entpacken und patchen.

### -bc

Wie -bp, jedoch zusätzlich kompilieren.

### -bi

Wie -bp, jedoch zusätzlich die erstellte Software installieren. Vorsicht: Wenn das Paket die Funktion BuildRoot nicht unterstützt, ist es möglich, dass Konfigurationsdateien überschrieben werden.

-bb

Wie -bi, jedoch zusätzlich das Binärpaket erstellen. Nach erfolgreicher Kompilierung sollte das Binärpaket in /usr/src/packages/RPMS sein.

-ba

Wie -bb, jedoch zusätzlich den Quell-RPM erstellen. Nach erfolgreicher Kompilierung sollte dieses in /usr/src/packages/RPMS liegen.

--short-circuit

Einige Schritte überspringen.

Der erstellte Binär-RPM kann nun mit rpm -i oder vorzugsweise mit rpm -U erstellt werden. Durch die Installation mit rpm wird er in die RPM-Datenbank aufgenommen.

## 7.2.6 Kompilieren von RPM-Paketen mit „build“

Bei vielen Paketen besteht die Gefahr, dass während der Erstellung ungewollt Dateien in das laufende System kopiert werden. Um dies zu vermeiden, können Sie build verwenden, das eine definierte Umgebung herstellt, in der das Paket erstellt wird. Zum Aufbau dieser chroot-Umgebung muss dem build-Skript ein kompletter Paketbaum zur Verfügung stehen. Dieser kann auf Festplatte, über NFS oder auch von DVD bereitgestellt werden. Legen Sie die Position mit build --rpms Verzeichnis fest. Im Unterschied zu rpm sucht das Kommando build die -spec-Datei im Quellverzeichnis. Wenn Sie, wie im obigen Beispiel, wget neu erstellen möchten und die DVD unter /media/dvd im System eingehängt ist, verwenden Sie als Benutzer root folgende Kommandos:

```
cd /usr/src/packages/SOURCES/  
mv ../SPECS/wget.spec .  
build --rpms /media/dvd/suse/ wget.spec
```

Anschließend wird in /var/tmp/build-root eine minimale Umgebung eingerichtet. Das Paket wird in dieser Umgebung erstellt. Danach befinden sich die resultierenden Pakete in /var/tmp/build-root/usr/src/packages/RPMS.

Das build-Skript bietet eine Reihe zusätzlicher Optionen. Beispielsweise können Sie das Skript veranlassen, Ihre eigenen RPMs bevorzugt zu verwenden, die Initialisierung der build-Umgebung auszulassen oder das Kommando rpm auf eine der oben erwähnten Stufen zu beschränken. Weitere Informationen erhalten Sie über build --help oder die man-Seite build.

## 7.2.7 Werkzeuge für RPM-Archive und die RPM-Datenbank

Midnight Commander (mc) kann den Inhalt von RPM-Archiven anzeigen und Teile daraus kopieren. Archive werden als virtuelle Dateisysteme dargestellt und bieten alle üblichen Menüoptionen von Midnight Commander. Zeigen Sie den HEADER mit **F3** an. Zeigen Sie die Archivstruktur mit den Cursortasten und der **Eingabetaste** an. Kopieren Sie Archivkomponenten mit **F5**.

Ein Paket-Manager mit allen Funktionen ist als YaST-Modul verfügbar. Weitere Informationen finden Sie unter *Buch „Bereitstellungshandbuch ” 6 „Installieren bzw. Entfernen von Software“*.

## 8 Bash-Shell und Bash-Skripte

Heutzutage werden zunehmend Computer mit einer grafischen Benutzeroberfläche (GUI) wie GNOME verwendet. Diese bieten zwar viele Funktionen, jedoch ist ihre Verwendung beschränkt, was automatisierte Aufgaben angeht. Shells sind eine gute Ergänzung für GUIs, und dieses Kapitel gibt Ihnen einen Überblick über einige Aspekte von Shells, in diesem Fall die Bash-Shell.

### 8.1 Was ist „die Shell“?

Traditionell handelt es sich bei *der* Shell um Bash (Bourne again Shell). Wenn in diesem Kapitel die Rede von „der Shell“ ist, ist die Bash-Shell gemeint. Außer Bash sind noch weitere Shells verfügbar (ash, csh, ksh, zsh und viele mehr), von denen jede unterschiedliche Funktionen und Merkmale aufweist. Wenn Sie weitere Informationen über andere Shells wünschen, suchen Sie in YaST nach *shell*.

#### 8.1.1 Die Bash-Konfigurationsdateien

Eine Shell lässt sich aufrufen als:

1. **Interaktive Login-Shell.** Diese wird zum Anmelden bei einem Computer durch den Aufruf von Bash mit der Option `--login` verwendet oder beim Anmelden an einem entfernten Computer mit SSH.
2. **„Gewöhnliche“ interaktive Shell.** Dies ist normalerweise beim Starten von xterm, konsole, gnome-terminal oder ähnlichen Tools der Fall.
3. **Nicht interaktive Shell.** Dies wird beim Aufrufen eines Shell-Skripts in der Kommandozeile verwendet.

Abhängig vom verwendeten Shell-Typ werden unterschiedliche Konfigurationsdateien gelesen. Die folgenden Tabellen zeigen die Login- und Nicht-Login-Shell-Konfigurationsdateien.

**TABELLE 8.1 BASH-KONFIGURATIONSDATEIEN FÜR LOGIN-SHELLS**

Datei	Beschreibung
<u>/etc/profile</u>	Bearbeiten Sie diese Datei nicht, andernfalls können Ihre Änderungen bei Ihrem nächsten Update zerstört werden.
<u>/etc/profile.local</u>	Verwenden Sie diese Datei, wenn Sie <u>/etc/profile</u> erweitern.
<u>/etc/profile.d/</u>	Enthält systemweite Konfigurationsdateien für bestimmte Programme
<u>~/.profile</u>	Fügen Sie hier benutzerspezifische Konfigurationsdaten für Login-ShellS ein.

**TABELLE 8.2 BASH-KONFIGURATIONSDATEIEN FÜR NICHT-LOGIN-SHELLS**

<u>/etc/bash.bashrc</u>	Bearbeiten Sie diese Datei nicht, andernfalls können Ihre Änderungen bei Ihrem nächsten Update zerstört werden.
<u>/etc/bash.bashrc.local</u>	Verwenden Sie diese Datei, um Ihre systemweiten Änderungen nur für die Bash-Shell einzufügen.
<u>~/.bashrc</u>	Fügen Sie hier benutzerspezifische Konfigurationsdaten ein.

Daneben verwendet die Bash-Shell einige weitere Dateien:

**TABELLE 8.3 BESONDERE DATEIEN FÜR DIE BASH-SHELL**

Datei	Beschreibung
<u>~/.bash_history</u>	Enthält eine Liste aller Kommandos, die Sie eingegeben haben.
<u>~/.bash_logout</u>	Wird beim Abmelden ausgeführt.

## 8.1.2 Die Verzeichnisstruktur

Die folgende Tabelle bietet eine kurze Übersicht über die wichtigsten Verzeichnisse der höheren Ebene auf einem Linux-System. Ausführlichere Informationen über die Verzeichnisse und wichtige Unterverzeichnisse erhalten Sie in der folgenden Liste.

Verzeichnis	Inhalt
<b>TABELLE 8.4 ÜBERBLICK ÜBER EINE STANDARDVERZEICHNISSTRUKTUR</b> <u>/</u>	Root-Verzeichnis – Startpunkt der Verzeichnisstruktur.
<u>/bin</u>	Grundlegende binäre Dateien, z. B. Kommandos, die der Systemadministrator und normale Benutzer brauchen. Enthält gewöhnlich auch die Shells, z. B. Bash.
<u>/boot</u>	Statische Dateien des Bootloaders.
<u>/dev</u>	Erforderliche Dateien für den Zugriff auf Host-spezifische Geräte.
<u>/etc</u>	Host-spezifische Systemkonfigurationsdateien.
<u>/home</u>	Enthält die Home-Verzeichnisse aller Benutzer mit einem Konto im System. Das Home-Verzeichnis von <u>root</u> befindet sich jedoch nicht unter <u>/home</u> , sondern unter <u>/root</u> .
<u>/lib</u>	Grundlegende freigegebene Bibliotheken und Kernel-Module.
<u>/media</u>	Einhängepunkte für Wechselmedien.
<u>/mnt</u>	Einhängepunkt für das temporäre Einhängen eines Dateisystems.
<u>/opt</u>	Add-On-Anwendungssoftwarepakete.
<u>/root</u>	Home-Verzeichnis für den Superuser <u>root</u> .
<u>/sbin</u>	Grundlegende Systembinärdateien.
<u>/srv</u>	Daten für Dienste, die das System bereitstellt.
<u>/tmp</u>	Enthält die grundlegenden Shell-Befehle, die <u>root</u> und <u>bin</u> als Beispiel für die Daten und temporäre Dateien. Unter <u>/tmp</u> stehen die Kommandos <u>ls</u> , <u>mkdir</u> , <u>cp</u> , <u>mv</u> , <u>rm</u> und <u>rmdir</u> . <u>/bin</u> umfasst außerdem Bash, die Standard-Shell in SUSE Linux Enterprise Desktop.
<u>/usr</u>	Sekundäre Hierarchie mit Nur-Lese-Daten.
<u>/var</u>	Variable Daten wie Protokolldateien.
<u>/windows</u>	Nur verfügbar, wenn sowohl Microsoft Windows* als auch Linux auf Ihrem System installiert ist. Enthält die Windows-Daten.



### /boot

Enthält Daten, die zum Booten erforderlich sind, wie zum Beispiel den Bootloader, den Kernel und andere Daten, die verwendet werden, bevor der Kernel mit der Ausführung von Programmen im Benutzermodus beginnt.

### /dev

Enthält Gerätedateien, die Hardware-Komponenten darstellen.

### /etc

Enthält lokale Konfigurationsdateien, die den Betrieb von Programmen wie das X Window System steuern können. Das Unterverzeichnis /etc/init.d enthält LSB-init-Skripte, die während des Bootvorgangs ausgeführt werden können.

### /home/Benutzername

Enthält die privaten Daten aller Benutzer, die ein Konto auf dem System haben. Die Dateien, die hier gespeichert sind, können nur durch den Besitzer oder den Systemadministrator geändert werden. Standardmäßig befinden sich hier Ihr Email-Verzeichnis und Ihre persönliche Desktopkonfiguration in Form von verborgenen Dateien und Verzeichnissen, z. B. .gconf/ und .config.



## **Anmerkung: Home-Verzeichnis in einer Netzwerkumgebung**

Wenn Sie in einer Netzwerkumgebung arbeiten, kann Ihr Home-Verzeichnis einem von /home abweichenden Verzeichnis zugeordnet sein.

### /lib

Enthält die grundlegenden freigegebenen Bibliotheken, die zum Booten des Systems und zur Ausführung der Kommandos im Root-Dateisystem erforderlich sind. Freigegebene Bibliotheken entsprechen in Windows DLL-Dateien.

### /media

Enthält Einhängpunkte für Wechselmedien, z. B. CD-ROMs, Flash-Laufwerke und Digitalkameras (sofern sie USB verwenden). Unter /media sind beliebige Laufwerktypen gespeichert, mit Ausnahme der Festplatte Ihres Systems. Sobald Ihr Wechselmedium eingelegt bzw. mit dem System verbunden und eingehängt wurde, können Sie von hier darauf zugreifen.

#### /mnt

Dieses Verzeichnis bietet einen Einhängpunkt für ein vorübergehend eingehängtes Dateisystem. root kann hier Dateisysteme einhängen.

#### /opt

Reserviert für die Installation von Drittanbieter-Software. Hier finden Sie optionale Softwareprogramme und größere Add-On-Programmpakete.

#### /root

Home-Verzeichnis für den Benutzer root. Hier befinden sich die persönlichen Daten von root.

#### /run

Ein tmpfs-Verzeichnis, das von systemd und verschiedenen Komponenten genutzt wird.

#### /sbin

Wie durch das s angegeben, enthält dieses Verzeichnis Dienstprogramme für den Superuser. /sbin enthält die Binärdateien, die zusätzlich zu den Binärdateien in /bin zum Booten und Wiederherstellen des Systems unbedingt erforderlich sind.

#### /srv

Enthält Daten für Dienste, die das System bereitstellt, z. B. FTP und HTTP.

#### /tmp

Dieses Verzeichnis wird von Programmen benutzt, die eine temporäre Speicherung von Dateien verlangen.



### **Wichtig: Bereinigen des temporären Verzeichnisses /tmp bei Systemstart**

Im Verzeichnis /tmp gespeicherte Daten werden nicht zwingend bei einem Neustart des Systems beibehalten. Dies hängt zum Beispiel von den Einstellungen unter /etc/sysconfig/cron ab.

#### /usr

/usr hat nichts mit Benutzern („user“) zu tun, sondern ist das Akronym für UNIX-Systemressourcen. Die Daten in /usr sind statische, schreibgeschützte Daten, die auf verschiedenen Hosts freigegeben sein können, die den Filesystem Hierarchy Standard (FHS) einhalten. Dieses Verzeichnis enthält alle Anwendungsprogramme (auch die grafischen

Desktops wie GNOME) und bildet eine zweite Hierarchie im Dateisystem. /usr enthält eine Reihe von Unterverzeichnissen, z. B. /usr/bin, /usr/sbin, /usr/local und /usr/share/doc.

#### /usr/bin

Enthält Programme, die für den allgemeinen Zugriff verfügbar sind.

#### /usr/sbin

Enthält Programme, die für den Systemadministrator reserviert sind, z. B. Reparaturfunktionen.

#### /usr/local

In diesem Verzeichnis kann der Systemadministrator lokale, verteilungsunabhängige Erweiterungen installieren.

#### /usr/share/doc

Enthält verschiedene Dokumentationsdateien und die Versionshinweise für Ihr System. Im Unterverzeichnis Handbuch befindet sich eine Online-Version dieses Handbuchs. Wenn mehrere Sprachen installiert sind, kann dieses Verzeichnis die Handbücher für verschiedene Sprachen enthalten.

Im Verzeichnis packages finden Sie die Dokumentation zu den auf Ihrem System installierten Software-Paketen. Für jedes Paket wird ein Unterverzeichnis /usr/share/doc/packages/Paketname angelegt, das häufig README-Dateien für das Paket und manchmal Beispiele, Konfigurationsdateien oder zusätzliche Skripten umfasst.

Wenn HOWTOs (Verfahrensbeschreibungen) auf Ihrem System installiert sind, enthält /usr/share/doc auch das Unterverzeichnis howto mit zusätzlicher Dokumentation zu vielen Aufgaben im Zusammenhang mit der Einrichtung und Ausführung von Linux-Software.

#### /var

Während /usr statische, schreibgeschützte Daten enthält, ist /var für Daten, die während des Systembetriebs geschrieben werden und daher variabel sind, z. B. Protokolldateien oder Spooling-Daten. Eine Übersicht über die wichtigsten Protokolldateien finden Sie unter /var/log/. Weitere Informationen stehen unter *Tabelle 30.1, „Protokolldateien“* zur Verfügung.

#### /windows

Nur verfügbar, wenn sowohl Microsoft Windows als auch Linux auf Ihrem System installiert ist. Enthält die Windows-Daten, die auf der Windows-Partition Ihres Systems verfügbar sind. Ob Sie die Daten in diesem Verzeichnis bearbeiten können, hängt vom Dateisystem

tem ab, das Ihre Windows-Partition verwendet. Falls es sich um FAT32 handelt, können Sie die Dateien in diesem Verzeichnis öffnen und bearbeiten. Für NTFS unterstützt SUSE Linux Enterprise Desktop auch den Schreibzugriff. Die Funktionalität des Treibers für das NTFS-3g-Dateisystem ist jedoch eingeschränkt.

## 8.2 Schreiben von Shell-Skripten

Shell-Skripte bieten eine bequeme Möglichkeit, alle möglichen Aufgaben zu erledigen: Erfassen von Daten, Suche nach einem Wort oder Begriff in einem Text und viele andere nützliche Dinge. Das folgende Beispiel zeigt ein kleines Shell-Skript, das einen Text druckt:

### BEISPIEL 8.1 EIN SHELL-SKRIPT, DAS EINEN TEXT DRUCKT

```
#!/bin/sh ❶  
# Output the following line: ❷  
echo "Hello World" ❸
```

- ❶ Die erste Zeile beginnt mit dem *Shebang*-Zeichen (`#!`), das darauf hinweist, dass es sich bei dieser Datei um ein Skript handelt. Das Skript wird mit dem Interpreter ausgeführt, der nach dem Shebang angegeben ist, in diesem Fall mit `/bin/sh`.
- ❷ Die zweite Zeile ist ein Kommentar, der mit dem Hash-Zeichen beginnt. Es wird empfohlen, schwierige Zeilen zu kommentieren, damit ihre Bedeutung auch später klar ist.
- ❸ Die dritte Zeile verwendet das integrierte Kommando `echo`, um den entsprechenden Text zu drucken.

Bevor Sie dieses Skript ausführen können, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Jedes Skript muss eine Shebang-Zeile enthalten. (Dies ist im obigen Beispiel bereits der Fall.) Wenn ein Skript diese Zeile nicht enthält, müssen Sie den Interpreter manuell aufrufen.
2. Sie können das Skript an beliebiger Stelle speichern. Jedoch empfiehlt es sich, es in einem Verzeichnis zu speichern, in dem die Shell es finden kann. Der Suchpfad in einer Shell wird durch die Umgebungsvariable `PATH` bestimmt. In der Regel verfügt ein normaler Benutzer über keinen Schreibzugriff auf `/usr/bin`. Daher sollten Sie Ihre Skripten im Benutzerverzeichnis `~/bin/` speichern. Das obige Beispiel erhält den Namen `hello.sh`.
3. Das Skript muss zum Ausführen von Dateien berechtigt sein. Stellen Sie die Berechtigungen mit dem folgenden Kommando ein:

```
chmod +x ~/bin/hello.sh
```

Wenn Sie alle oben genannten Voraussetzungen erfüllt haben, können Sie das Skript mithilfe der folgenden Methoden ausführen:

1. **Als absoluten Pfad.** Das Skript kann mit einem absoluten Pfad ausgeführt werden. In unserem Fall lautet er `~/bin/hello.sh`.
2. **Überall.** Wenn die Umgebungsvariable `PATH` das Verzeichnis enthält, in dem sich das Skript befindet, können Sie das Skript mit `hello.sh` ausführen.

## 8.3 Umlenken von Kommandoereignissen

Jedes Kommando kann drei Kanäle für Eingabe oder Ausgabe verwenden:

- **Standardausgabe.** Dies ist der Standardausgabe-Kanal. Immer wenn ein Kommando eine Ausgabe erzeugt, verwendet es den Standardausgabe-Kanal.
- **Standardeingabe.** Wenn ein Kommando Eingaben von Benutzern oder anderen Kommandos benötigt, verwendet es diesen Kanal.
- **Standardfehler.** Kommandos verwenden diesen Kanal zum Melden von Fehlern.

Zum Umlenken dieser Kanäle bestehen folgende Möglichkeiten:

#### Kommando > Datei

Speichert die Ausgabe des Kommandos in eine Datei; eine etwaige bestehende Datei wird gelöscht. Beispielsweise schreibt das Kommando ls seine Ausgabe in die Datei listing.txt:

```
ls > listing.txt
```

#### Kommando >> Datei

Hängt die Ausgabe des Kommandos an eine Datei an. Beispielsweise hängt das Kommando ls seine Ausgabe an die Datei listing.txt an:

```
ls >> listing.txt
```

#### Kommando < Datei

Liest die Datei als Eingabe für das angegebene Kommando. Beispielsweise liest das Kommando read den Inhalt der Datei in die Variable ein:

```
read a < foo
```

#### Kommando1 | Kommando2

Leitet die Ausgabe des linken Kommandos als Eingabe für das rechte Kommando um. Beispiel: Das Kommando cat gibt den Inhalt der Datei /proc/cpuinfo aus. Diese Ausgabe wird von grep verwendet, um nur diejenigen Zeilen herauszufiltern, die cpu enthalten:

```
cat /proc/cpuinfo | grep cpu
```

Jeder Kanal verfügt über einen *Dateideskriptor*: 0 (Null) für Standardeingabe, 1 für Standardausgabe und 2 für Standardfehler. Es ist zulässig, diesen Dateideskriptor vor einem <- oder >-Zeichen einzufügen. Beispielsweise sucht die folgende Zeile nach einer Datei, die mit foo beginnt, aber seine Fehlermeldungen durch Umlenkung zu /dev/null unterdrückt:

```
find / -name "foo*" 2>/dev/null
```

## 8.4 Verwenden von Aliassen

Ein Alias ist ein Definitions Kürzel für einen oder mehrere Kommandos. Die Syntax für einen Alias lautet:

```
alias NAME=DEFINITION
```

Beispielsweise definiert die folgende Zeile den Alias lt, der eine lange Liste ausgibt (Option -l), sie nach Änderungszeit sortiert (-t) und sie bei der Sortierung in umgekehrter Reihenfolge ausgibt (-r):

```
alias lt='ls -ltr'
```

Zur Anzeige aller Aliasdefinitionen verwenden Sie alias. Entfernen Sie den Alias mit Alias entfernen und dem entsprechenden Aliasnamen.

## 8.5 Verwenden von Variablen in der Bash-Shell

Eine Shell-Variable kann global oder lokal sein. Auf globale Variablen, z. B. Umgebungsvariablen, kann in allen Shells zugegriffen werden. Lokale Variablen sind hingegen nur in der aktuellen Shell sichtbar.

Verwenden Sie zur Anzeige von allen Umgebungsvariablen das Kommando printenv. Wenn Sie den Wert einer Variable kennen müssen, fügen Sie den Namen Ihrer Variablen als ein Argument ein:

```
printenv PATH
```

Eine Variable (global oder lokal) kann auch mit echo angezeigt werden:

```
echo $PATH
```

Verwenden Sie zum Festlegen einer lokalen Variablen einen Variablennamen, gefolgt vom Gleichheitszeichen und dem Wert für den Namen:

```
PROJECT="SLED"
```

Geben Sie keine Leerzeichen um das Gleichheitszeichen ein, sonst erhalten Sie einen Fehler. Verwenden Sie zum Setzen einer Umgebungsvariablen **export**:

```
export NAME="tux"
```

Zum Entfernen einer Variable verwenden Sie **unset**:

```
unset NAME
```

Die folgende Tabelle enthält einige häufige Umgebungsvariablen, die Sie in Ihren Shell-Skripten verwenden können:

**TABELLE 8.5 NÜTZLICHE UMGEBUNGSVARIABLEN**

<u>HOME</u>	Home-Verzeichnis des aktuellen Benutzers
<u>HOST</u>	Aktueller Hostname
<u>LANG</u>	Wenn ein Werkzeug lokalisiert wird, verwendet es die Sprache aus dieser Umgebungsvariablen. Englisch kann auch auf <u>C</u> gesetzt werden
<u>PFAD</u>	Suchpfad der Shell, eine Liste von Verzeichnissen, die durch Doppelpunkte getrennt sind
<u>PS1</u>	Gibt die normale Eingabeaufforderung an, die vor jedem Kommando angezeigt wird
<u>PS2</u>	Gibt die sekundäre Eingabeaufforderung an, die beim Ausführen eines mehrzeiligen Kommandos angezeigt wird
<u>PWD</u>	Aktuelles Arbeitsverzeichnis
<u>USER</u>	Aktueller Benutzer



## 8.5.1 Verwenden von Argumentvariablen

Wenn Sie beispielsweise über das Skript `foo.sh` verfügen, können Sie es wie folgt ausführen:

```
foo.sh "Tux Penguin" 2000
```

Für den Zugriff auf alle Argumente, die an Ihr Skript übergeben werden, benötigen Sie Positionsparameter. Diese sind `$1` für das erste Argument, `$2` für das zweite usw. Sie können bis zu neun Parameter verwenden. Verwenden Sie `$0` zum Abrufen des Skriptnamens.

Das folgende Skript `foo.sh` gibt alle Argumente von 1 bis 4 aus:

```
#!/bin/sh
echo \"$1\" \"$2\" \"$3\" \"$4\"
```

Wenn Sie das Skript mit den obigen Argumenten ausführen, erhalten Sie Folgendes:

```
"Tux Penguin" "2000" "" ""
```

## 8.5.2 Verwenden der Variablenersetzung

Variablenersetzungen wenden beginnend von links oder rechts ein Schema auf den Inhalt einer Variable an. Die folgende Liste enthält die möglichen Syntaxformen:

`${VAR#schema}`

entfernt die kürzeste mögliche Übereinstimmung von links:

```
file=/home/tux/book/book.tar.bz2
echo ${file#*/}
home/tux/book/book.tar.bz2
```

`${VAR##schema}`

entfernt die längste mögliche Übereinstimmung von links:

```
file=/home/tux/book/book.tar.bz2
echo ${file##*/}
book.tar.bz2
```

`${VAR%schema}`

entfernt die kürzeste mögliche Übereinstimmung von rechts:

```
file=/home/tux/book/book.tar.bz2
echo ${file%.*}
/home/tux/book/book.tar
```

`${VAR%%schema}`

entfernt die längste mögliche Übereinstimmung von rechts:

```
file=/home/tux/book/book.tar.bz2
echo ${file%%.*}
/home/tux/book/book
```

`${VAR/pattern_1/pattern_2}`

ersetzt den Inhalt von VAR von pattern\_1 durch pattern\_2:

```
file=/home/tux/book/book.tar.bz2
echo ${file/tux/wilber}
/home/wilber/book/book.tar.bz2
```

## 8.6 Gruppieren und Kombinieren von Kommandos

In Shells können Sie Kommandos für die bedingte Ausführung verketten und gruppieren. Jedes Kommando übergibt einen Endcode, der den Erfolg oder Misserfolg seiner Ausführung bestimmt. Wenn er 0 (Null) lautet, war das Kommando erfolgreich, alle anderen Codes bezeichnen einen Fehler, der spezifisch für das Kommando ist.

Die folgende Liste zeigt, wie sich Kommandos gruppieren lassen:

Kommando1 ; Kommando2

führt die Kommandos in sequenzieller Reihenfolge aus. Der Endcode wird nicht geprüft. Die folgende Zeile zeigt den Inhalt der Datei mit cat an und gibt deren Dateieigenschaften unabhängig von deren Endcodes mit ls aus:

```
cat filelist.txt ; ls -l filelist.txt
```

### Kommando1 && Kommando2

führt das rechte Kommando aus, wenn das linke Kommando erfolgreich war (logisches UND). Die folgende Zeile zeigt den Inhalt der Datei an und gibt deren Dateieigenschaften nur aus, wenn das vorherige Kommando erfolgreich war (vgl. mit dem vorherigen Eintrag in dieser Liste):

```
cat filelist.txt && ls -l filelist.txt
```

### Kommando1 || Kommando2

führt das rechte Kommando aus, wenn das linke Kommando fehlgeschlagen ist (logisches ODER). Die folgende Zeile legt nur ein Verzeichnis in /home/wilber/bar an, wenn die Erstellung des Verzeichnisses in /home/tux/foo fehlgeschlagen ist:

```
mkdir /home/tux/foo || mkdir /home/wilber/bar
```

### funcname(){ ... }

erstellt eine Shell-Funktion. Sie können mithilfe der Positionsparameter auf ihre Argumente zugreifen. Die folgende Zeile definiert die Funktion hello für die Ausgabe einer kurzen Meldung:

```
hello() { echo "Hello $1"; }
```

Sie können diese Funktion wie folgt aufrufen:

```
hello Tux
```

Die Ausgabe sieht wie folgt aus:

```
Hello Tux
```

## 8.7 Arbeiten mit häufigen Ablaufkonstrukten

Zur Steuerung des Ablaufs Ihres Skripts verfügt eine Shell über while-, if-, for- und case-Konstrukte.

## 8.7.1 Das Steuerungskommando „if“

Das Kommando **if** wird verwendet, um Ausdrücke zu prüfen. Beispielsweise testet der folgende Code, ob es sich beim aktuellen Benutzer um Tux handelt:

```
if test $USER = "tux"; then
    echo "Hello Tux."
else
    echo "You are not Tux."
fi
```

Der Testausdruck kann so komplex oder einfach wie möglich sein. Der folgende Ausdruck prüft, ob die Datei `foo.txt` existiert:

```
if test -e /tmp/foo.txt ; then
    echo "Found foo.txt"
fi
```

Der Testausdruck kann auch in eckigen Klammern abgekürzt werden:

```
if [ -e /tmp/foo.txt ] ; then
    echo "Found foo.txt"
fi
```

Weitere nützliche Ausdrücke finden Sie unter <http://www.cyberciti.biz/nixcraft/linux/docs/uniqlinuxfeatures/lst/ch03sec02.html>.





## 8.7.2 Erstellen von Schleifen mit dem Kommando "for"

Mithilfe der **for**-Schleife können Sie Kommandos an einer Liste von Einträgen ausführen. Beispielsweise gibt der folgende Code einige Informationen über PNG-Dateien im aktuellen Verzeichnis aus:

```
for i in *.png; do
    ls -l $i
done
```

## 8.8 Weiterführende Informationen

Wichtige Informationen über die Bash-Shell finden Sie auf den man-Seiten zu **man bash**. Für weitere Informationen zu diesem Thema siehe die folgende Liste:

- <http://tldp.org/LDP/Bash-Beginners-Guide/html/index.html>  – Bash Guide for Beginners (Bash-Anleitungen für Anfänger)
- <http://tldp.org/HOWTO/Bash-Prog-Intro-HOWTO.html>  – BASH Programming - Introduction HOW-TO (BASH-Programmierung – Einführende schrittweise Anleitungen)
- <http://tldp.org/LDP/abs/html/index.html>  – Advanced Bash-Scripting Guide (Anleitung für erweiterte Bash-Skripts)
- <http://www.grymoire.com/Unix/Sh.html>  – Sh - the Bourne Shell (Sh – die Bourne-Shell)

## II System

- 9 32-Bit- und 64-Bit-Anwendungen in einer 64-Bit-Systemumgebung **124**
- 10 Booten eines Linux-Systems **128**
- 11 Der Daemon `systemd` **133**
- 12 **`journalctl`**: Abfragen des `systemd`-Journals **158**
- 13 Der Bootloader GRUB 2 **167**
- 14 UEFI (Unified Extensible Firmware Interface) **189**
- 15 Spezielle Systemfunktionen **198**
- 16 Druckerbetrieb **212**
- 17 Gerätemanagement über dynamischen Kernel mithilfe von `udev` **229**
- 18 Das X Window-System **243**
- 19 Zugriff auf Dateisysteme mit FUSE **258**

## 9 32-Bit- und 64-Bit-Anwendungen in einer 64-Bit-Systemumgebung

SUSE® Linux Enterprise Desktop ist für 64-Bit-Plattformen verfügbar. Das bedeutet jedoch nicht unbedingt, dass alle enthaltenen Anwendungen bereits auf 64-Bit-Plattformen portiert wurden. SUSE Linux Enterprise Desktop unterstützt die Verwendung von 32-Bit-Anwendungen in einer 64-Bit-Systemumgebung. Dieses Kapitel bietet einen kurzen Überblick darüber, wie diese Unterstützung auf SUSE Linux Enterprise Desktop-64-Bit-Plattformen implementiert ist. Es wird erläutert, wie 32-Bit-Anwendungen ausgeführt werden (Laufzeitunterstützung) und wie 32-Bit-Anwendungen kompiliert werden sollten, damit sie sowohl in 32-Bit- als auch in 64-Bit-Systemanwendungen ausgeführt werden können. Außerdem finden Sie Informationen zur Kernel-API und es wird erläutert, wie 32-Bit-Anwendungen unter einem 64-Bit-Kernel ausgeführt werden können.

SUSE Linux Enterprise Desktop für die 64-Bit-Plattformen AMD64 und Intel 64 ist so konzipiert, dass bestehende 32-Bit-Anwendungen sofort in der 64-Bit-Umgebung „ausgeführt werden können.“ Diese Unterstützung bedeutet, dass Sie weiterhin Ihre bevorzugten 32-Bit-Anwendungen verwenden können und nicht warten müssen, bis ein entsprechender 64-Bit-Port verfügbar ist.

### 9.1 Laufzeitunterstützung



#### **Wichtig: Konflikte zwischen Anwendungsversionen**

Wenn eine Anwendung sowohl für 32-Bit- als auch für 64-Bit-Umgebungen verfügbar ist, führt die parallele Installation beider Versionen zwangsläufig zu Problemen. Entscheiden Sie sich in diesen Fällen für eine der beiden Versionen und installieren und verwenden Sie nur diese.

Eine Ausnahme von dieser Regel ist PAM (Pluggable Authentication Modules). Während des Authentifizierungsprozesses verwendet SUSE Linux Enterprise Desktop PAM (austauschbare Authentifizierungsmodule) als Schicht für die Vermittlung zwischen Benutzer und Anwendung. Auf einem 64-Bit-Betriebssystem, das auch 32-Bit-Anwendungen ausführt, ist es stets erforderlich, beide Versionen eines PAM-Moduls zu installieren.

Für eine korrekte Ausführung benötigt jede Anwendung eine Reihe von Bibliotheken. Leider sind die Namen für die 32-Bit- und 64-Bit-Versionen dieser Bibliotheken identisch. Sie müssen auf andere Weise voneinander unterschieden werden.

Um die Kompatibilität mit der 32-Bit-Version aufrechtzuerhalten, werden die Bibliotheken am selben Ort im System gespeichert wie in der 32-Bit-Umgebung. Die 32-Bit-Version von libc.so.6 befindet sich sowohl in der 32-Bit- als auch in der 64-Bit-Umgebung unter /lib/libc.so.6.

Alle 64-Bit-Bibliotheken und Objektdaten befinden sich in Verzeichnissen mit dem Namen lib64. Die 64-Bit-Objektdaten, die sich normalerweise unter /lib und /usr/lib befinden, werden nun unter /lib64 und /usr/lib64 gespeichert. Unter /lib und /usr/lib ist also Platz für die 32-Bit-Bibliotheken, sodass der Dateiname für beide Versionen unverändert bleiben kann.

Unterverzeichnisse von 32-Bit-Verzeichnissen namens /lib, deren Dateninhalt nicht von der Wortgröße abhängt, werden nicht verschoben. Das Schema entspricht LSB (Linux Standards Base) und FHS (File System Hierarchy Standard).

## 9.2 Software-Entwicklung

Eine Doppelarchitektur-Entwicklungswerkzeugkette (Biarch Development Toolchain) ermöglicht die Erstellung von 32-Bit- und 64-Bit-Objekten. Standardmäßig werden 64-Bit-Objekte kompiliert. 32-Bit-Objekte können durch Verwendung spezieller Flaggen erstellt werden. Bei GCC lautet diese Flagge -m32.

Alle Header-Dateien müssen in architekturunabhängiger Form geschrieben werden. Die installierten 32-Bit- und 64-Bit-Bibliotheken müssen eine API (Anwendungsprogrammchnittstelle) aufweisen, die zu den installierten Header-Dateien passt. Die normale SUSE Linux Enterprise Desktop-Umgebung ist gemäß diesem Prinzip konzipiert. Bei manuell aktualisierten Bibliotheken müssen Sie diese Probleme selbst lösen.



## 9.3 Software-Kompilierung auf Doppelarchitektur-Plattformen

Um bei einer Doppelarchitektur Binärdateien für die jeweils andere Architektur zu entwickeln, müssen die entsprechenden Bibliotheken für die zweite Architektur zusätzlich installiert werden. Diese Pakete heißen `rpmname-32bit`. Außerdem benötigen Sie die entsprechenden Header und Bibliotheken aus den `rpmname-devel`-Paketen und die Entwicklungsbibliotheken für die zweite Architektur aus `rpmname-devel-32bit`.

Die meisten Open Source-Programme verwenden eine **autoconf**-basierte Programmkonfiguration. Um mit **autoconf** ein Programm für die zweite Architektur zu konfigurieren, überschreiben Sie die normalen Compiler- und Linker-Einstellungen von **autoconf**, indem Sie das Skript **configure** mit zusätzlichen Umgebungsvariablen ausführen.

Das folgende Beispiel bezieht sich auf ein x86\_64-System mit x86 als zweiter Architektur.

1. Verwenden Sie den 32-Bit-Compiler:

```
CC="gcc -m32"
```

2. Weisen Sie den Linker an, 32-Bit-Objekte zu verarbeiten (verwenden Sie stets **gcc** als Linker-Frontend):

```
LD="gcc -m32"
```

3. Legen Sie den Assembler für die Erstellung von 32-Bit-Objekten fest:

```
AS="gcc -c -m32"
```

4. Geben Sie die Linker-Flags an, wie zum Beispiel den Standort von 32-Bit-Bibliotheken:

```
LDFLAGS="-L/usr/lib"
```

5. Geben Sie den Standort für die 32-Bit-Objektcode-Bibliotheken an:

```
--libdir=/usr/lib
```

6. Geben Sie den Standort für die 32-Bit-X-Bibliotheken an:

```
--x-libraries=/usr/lib
```

Nicht alle diese Variablen werden für jedes Programm benötigt. Passen Sie sie an das entsprechende Programm an.

```
CC="gcc -m32"  
LDFLAGS="-L/usr/lib;"  
./configure --prefix=/usr --libdir=/usr/lib --x-libraries=/usr/lib  
make  
make install
```

## 9.4 Kernel-Spezifikationen

Die 64-Bit-Kernels für x86\_64 bieten sowohl eine 64-Bit- als auch eine 32-Bit-Kernel-ABI (binäre Anwendungsschnittstelle). Letztere ist mit der ABI für den entsprechenden 32-Bit-Kernel identisch. Das bedeutet, dass die 32-Bit-Anwendung mit dem 64-Bit-Kernel auf die gleiche Weise kommunizieren kann wie mit dem 32-Bit-Kernel.

Die 32-Bit-Emulation der Systemaufrufe für einen 64-Bit-Kernel unterstützt nicht alle APIs, die von Systemprogrammen verwendet werden. Dies hängt von der Plattform ab. Aus diesem Grund muss eine kleine Zahl von Anwendungen, wie beispielsweise **lspci**, kompiliert werden.

Ein 64-Bit-Kernel kann nur 64-Bit-Kernel-Module laden, die speziell für diesen Kernel kompiliert wurden. 32-Bit-Kernel-Module können nicht verwendet werden.



### Tipp: Kernel-ladbare Module

Für einige Anwendungen sind separate, Kernel-ladbare Module erforderlich. Wenn Sie vorhaben, eine solche 32-Bit-Anwendung in einer 64-Bit-Systemumgebung zu verwenden, wenden Sie sich an den Anbieter dieser Anwendung und an SUSE, um sicherzustellen, dass die 64-Bit-Version des Kernel-ladbaren Moduls und die kompilierte 32-Bit-Version der Kernel-API für dieses Modul verfügbar sind.

## 10 Booten eines Linux-Systems

Das Booten eines Linux-Systems umfasst verschiedene Komponenten und Tasks. Die Hardware selbst wird vom BIOS oder dem UEFI initialisiert, das den Kernel mithilfe eines Bootloaders startet. Anschließend wird der Bootvorgang vollständig vom Betriebssystem gesteuert und über `systemd` abgewickelt. `systemd` bietet eine Reihe von „Zielen“, mit denen Konfigurationen für den normalen Gebrauch, für Wartungsarbeiten oder für Notfälle gebootet werden.

### 10.1 Der Linux-Bootvorgang

Der Linux-Bootvorgang besteht aus mehreren Phasen, von denen jede einer anderen Komponente entspricht. In der folgenden Liste werden der Bootvorgang und die daran beteiligten Komponenten kurz zusammengefasst:

1. **BIOS/UEFI.** Nach dem Einschalten des Computers initialisiert das BIOS oder das UEFI den Bildschirm und die Tastatur und testet den Hauptspeicher. Bis zu dieser Phase greift der Computer nicht auf Massenspeichergeräte zu. Anschließend werden Informationen zum aktuellen Datum, zur aktuellen Uhrzeit und zu den wichtigsten Peripheriegeräten aus den CMOS-Werten geladen. Wenn die erste Festplatte und deren Geometrie erkannt wurden, geht die Systemkontrolle vom BIOS an den Bootloader über. Wenn das BIOS Netzwerk-Bootting unterstützt, ist es auch möglich, einen Boot-Server zu konfigurieren, der den Bootloader bereitstellt. Auf x86\_64-Systemen ist PXE-Boot erforderlich. Andere Architekturen verwenden meist das BOOTP-Protokoll, um den Bootloader abzurufen.
2. **Bootloader.** Der erste physische 512 Byte große Datensektor der ersten Festplatte wird in den Arbeitsspeicher geladen und der *Bootloader*, der sich am Anfang dieses Sektors befindet, übernimmt die Steuerung. Die vom Bootloader ausgegebenen Befehle bestimmen den verbleibenden Teil des Bootvorgangs. Aus diesem Grund werden die ersten 512 Byte auf der ersten Festplatte als *Master Boot Record* (MBR) bezeichnet. Der Bootloader übergibt die Steuerung anschließend an das eigentliche Betriebssystem, in diesem Fall an den Linux-Kernel. Weitere Informationen zu GRUB 2, dem Linux-Bootloader, finden Sie unter [Kapitel 13, Der Bootloader GRUB 2](#). Bei einem Netzwerk-Boot fungiert das BIOS als Bootloader. Es erhält das Boot-Image vom Boot-Server und startet das System. Dieser Vorgang ist vollständig unabhängig von den lokalen Festplatten.

3. Kernel und `initramfs`. Um die Systemsteuerung zu übergeben, lädt der Bootloader sowohl den Kernel als auch ein initiales RAM-basiertes Dateisystem (das `initramfs`) in den Arbeitsspeicher. Die Inhalte der Datei `initramfs` können direkt vom Kernel verwendet werden. `initramfs` enthält eine kleine ausführbare Datei namens `init`, die das Einhängen des Root-Dateisystems übernimmt. Spezielle Hardware-Treiber für den Zugriff auf den Massenspeicher müssen in `initramfs` vorhanden sein. Weitere Informationen zu `initramfs` finden Sie unter [Abschnitt 10.2, „initramfs“](#). Wenn das System über keine lokale Festplatte verfügt, muss `initramfs` das Root-Dateisystem für den Kernel bereitstellen. Dies kann mithilfe eines Netzwerkblockgeräts, wie iSCSI oder SAN, bewerkstelligt werden, es kann aber auch NFS als Root-Gerät eingesetzt werden.



### Anmerkung: Die `init`-Vorgänge

Derzeit gibt es zwei unterschiedliche Programme mit dem Namen „`init`“:

- a. der `initramfs`-Vorgang, mit dem das Root-Dateisystem eingehängt wird
- b. der Betriebssystemvorgang, mit dem das System eingerichtet wird

Die beiden Vorgänge werden in diesem Kapitel daher als „`init` unter `initramfs`“ bzw. „`systemd`“ bezeichnet.

4. `init` unter `initramfs`. Dieses Programm führt alle erforderlichen Aktionen aus, mit denen das eigentliche Root-Dateisystem eingehängt wird. Es bietet Kernel-Funktionen für das benötigte Dateisystem sowie Gerätetreiber für Massenspeicher-Controller mit `udev`. Nachdem das Root-Dateisystem gefunden wurde, wird es auf Fehler geprüft und eingehängt. Wenn dieser Vorgang erfolgreich ist, wird das `initramfs` bereinigt, und der `systemd`-Daemon wird für das Root-Dateisystem ausgeführt. Weitere Informationen zu `init` unter `initramfs` finden Sie unter [Abschnitt 10.3, „init unter initramfs“](#). Weitere Informationen zu `udev` finden Sie in [Kapitel 17, Gerätemanagement über dynamischen Kernel mithilfe von udev](#).
5. `systemd`. `systemd` wickelt das eigentliche Booten des Systems ab; hierzu werden Dienste gestartet und Dateisysteme eingehängt. `systemd` wird in [Kapitel 11, Der Daemon systemd](#) beschrieben.

## 10.2 `initramfs`

`initramfs` ist ein kleines `cpio`-Archiv, das der Kernel auf einen RAM-Datenträger laden kann. Es stellt eine minimale Linux-Umgebung bereit, die das Ausführen von Programmen ermöglicht, bevor das eigentliche Root-Dateisystem eingehängt wird. Diese minimale Linux-Umgebung wird durch eine BIOS- oder UEFI-Routine in den Arbeitsspeicher geladen, wobei lediglich ausreichend Arbeitsspeicher zur Verfügung stehen muss; ansonsten gelten keine besonderen Anforderungen. Das `initramfs`-Archiv muss stets eine ausführbare Datei mit der Bezeichnung `init` umfassen, die den `systemd`-Daemon auf dem Root-Dateisystem ausführt, so dass der Bootvorgang fortgesetzt werden kann.

Bevor das Root-Dateisystem eingehängt und das Betriebssystem gestartet werden kann, ist es für den Kernel erforderlich, dass die entsprechenden Treiber auf das Gerät zugreifen, auf dem sich das Root-Dateisystem befindet. Diese Treiber können spezielle Treiber für bestimmte Arten von Festplatten oder sogar Netzwerktreiber für den Zugriff auf ein Netzwerk-Dateisystem umfassen. Die erforderlichen Module für das Root-Dateisystem können mithilfe von `init` oder `initramfs` geladen werden. Nachdem die Module geladen wurden, stellt `udev` das `initramfs` mit den erforderlichen Geräten bereit. Später im Boot-Vorgang, nach dem Ändern des Root-Dateisystems, müssen die Geräte regeneriert werden. Hierzu wird die `systemd`-Einheit `udev.service` mit dem Kommando `udevtrigger` verwendet.

Wenn in einem installierten System Hardwarekomponenten (z. B. Festplatten) ausgetauscht werden müssen und diese Hardware zur Boot-Zeit andere Treiber im Kernel erfordert, müssen Sie die Datei `initramfs` aktualisieren. Dies erfolgt durch Aufruf von `dracut -f` (durch `-f` wird die bestehende `initramfs`-Datei überschrieben). Zum Hinzufügen eines Treibers für die neue Hardware müssen Sie der Datei `/etc/dracut.conf.d/01-dist.conf` folgende Zeile hinzufügen.

```
force_drivers+="driver1"
```

Ersetzen Sie dabei `driver1` durch den Modulnamen des Treibers. Sie können auch mehrere Treiber hinzufügen. In diesem Fall geben Sie eine durch Leerzeichen getrennte Liste der Modulnamen ein (`driver1 driver2`).



### Wichtig: Aktualisieren von `initramfs` oder `init`

Der Bootloader lädt `initramfs` oder `init` auf dieselbe Weise wie den Kernel. Es ist nicht erforderlich, GRUB 2 nach der Aktualisierung von `initramfs` oder `init` neu zu installieren, da GRUB 2 beim Booten das Verzeichnis nach der richtigen Datei durchsucht.

## 10.3 `init` unter `initramfs`

Der Hauptzweck von `init` unter `initramfs` ist es, das Einhängen des eigentlichen Root-Dateisystems sowie die Vorbereitung des Zugriffs darauf. Je nach aktueller Systemkonfiguration ist `init` unter `initramfs` für die folgenden Tasks verantwortlich.

### Laden der Kernelmodule

Je nach Hardware-Konfiguration sind für den Zugriff auf die Hardware-Komponenten des Computers (vor allem auf die Festplatte) spezielle Treiber erforderlich. Für den Zugriff auf das eigentliche Root-Dateisystem muss der Kernel die entsprechenden Dateisystemtreiber laden.

### Bereitstellen von speziellen Blockdateien

Der Kernel generiert Geräteereignisse für alle geladenen Module. `udev` verarbeitet diese Ereignisse und generiert die erforderlichen blockspezifischen Dateien auf einem RAM-Dateisystem im Verzeichnis `/dev`. Ohne diese speziellen Dateien wäre ein Zugriff auf das Dateisystem und andere Geräte nicht möglich.

### Verwalten von RAID- und LVM-Setups

Wenn Ihr System so konfiguriert ist, dass das Root-Dateisystem sich unter RAID oder LVM befindet, richtet `init` unter `initramfs` LVM oder RAID so ein, dass der Zugriff auf das Root-Dateisystem zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt. Informationen über RAID und LVM finden Sie in *Buch „Bereitstellungshandbuch“ 12 „Fortgeschrittene Festplattenkonfiguration“*.

### Verwalten von Netzwerkkonfigurationen

Wenn Ihr System für die Verwendung eines netzwerkeingehängten Root-Dateisystems (über NFS eingehängt) konfiguriert ist, muss `init` unter `initramfs` sicherstellen, dass die entsprechenden Netzwerktreiber geladen und für den Zugriff auf das Root-Dateisystem eingerichtet werden.

Wenn sich das Dateisystem auf einem Netzwerkblockgerät wie iSCSI oder SAN befindet, wird die Verbindung zum Speicherserver ebenfalls vom `init` unter `initramfs` eingerichtet.

Wenn init unter initramfs im Rahmen des Installationsvorgangs während des anfänglichen Boot-Vorgangs aufgerufen wird, unterscheiden sich seine Tasks von den oben beschriebenen:

#### Suchen des Installationsmediums

Beim Starten des Installationsvorgangs lädt der Rechner einen Installations-Kernel und eine besondere Einheit mit dem YaST-Installationsprogramm. Das YaST-Installationsprogramm wird in einem RAM-Dateisystem ausgeführt und benötigt Daten über den Speicherort des Installationsmediums, um auf dieses zugreifen und das Betriebssystem installieren zu können.

#### Initiieren der Hardware-Erkennung und Laden der entsprechenden Kernelmodule

Wie unter *Abschnitt 10.2, „initramfs“* beschrieben, startet der Boot-Vorgang mit einem Mindestsatz an Treibern, die für die meisten Hardwarekonfigurationen verwendet werden können. init startet einen anfänglichen Hardware-Scan-Vorgang, bei dem die für die Hardwarekonfiguration geeigneten Treiber ermittelt werden. Diese Treiber werden zur Erstellung der zum Booten des Systems benötigten, benutzerdefinierten initramfs-Datei verwendet. Falls die Module nicht für "boot", sondern für "coldplug" benötigt werden, können sie mit systemd geladen werden. Weitere Informationen finden Sie unter *Abschnitt 11.6.3, „Laden der Kernelmodule“*.

#### Laden des Installationssystems

Sobald die Hardware ordnungsgemäß erkannt wurde, werden die entsprechenden Treiber geladen. Das udev-Programm erstellt die speziellen Gerätedateien, und init startet das Installationssystem mit dem YaST-Installationsprogramm.

#### Starten von YaST

init startet schließlich YaST, das wiederum die Paketinstallation und die Systemkonfiguration startet.

# 11 Der Daemon systemd

Das Programm `systemd` trägt die Prozess-ID 1. Hiermit wird das System in der erforderlichen Form initialisiert. `systemd` wird direkt vom Kernel gestartet und widersteht dem Signal 9, das in der Regel Prozesse beendet. Alle anderen Programme werden entweder direkt von `systemd` oder von einem seiner untergeordneten Prozesse gestartet.

Ab SUSE Linux Enterprise Desktop 12 ersetzt `systemd` den beliebten System V-init-Daemon. `systemd` ist mit System V init uneingeschränkt kompatibel (init-Skripten werden unterstützt). Einer der wichtigsten Vorteile von `systemd` ist die deutliche Beschleunigung des Bootvorgangs, da die Dienststarts konsequent parallel ausgeführt werden. Darüber hinaus startet `systemd` einen Dienst nur dann, wenn er tatsächlich benötigt wird. Daemons werden nicht in jedem Fall beim Booten gestartet, sondern erst dann, wenn sie erstmalig benötigt werden. `systemd` unterstützt außerdem Kernel-Steuergruppen (cgroups), das Erstellen von Snapshots, das Wiederherstellen des Systemstatus und vieles mehr. Weitere Informationen finden Sie in <http://www.freedesktop.org/wiki/Software/systemd/>.

## 11.1 Das Konzept von &systemd

In diesem Abschnitt wird das Konzept von `systemd` eingehend beleuchtet.

### 11.1.1 Grundlagen von systemd

`systemd` ist ein System- und Sitzungsmanager für Linux und ist mit System V- und LSB-init-Skripten kompatibel. Die wichtigsten Funktionen sind:

- Konsequente Parallelisierung
- Starten von Diensten per Socket- und D-Bus-Aktivierung
- Starten der Daemons bei Bedarf
- Verfolgen der Prozesse, die Linux-cgroups nutzen
- Unterstützung für das Erstellen von Snapshots und Wiederherstellen des Systemstatus
- Einhängepunkte und Automount-Punkte
- Ausgereifte Dienststeuerlogik auf der Basis der Transaktionsabhängigkeiten



## 11.1.2 Unit-Datei

Eine Unit-Konfigurationsdatei enthält Informationen zu einem Dienst, Socket, Gerät, Einhängpunkt, Automount-Punkt, einer Auslagerungsdatei oder Partition, einem Startziel, einem überwachten Dateisystempfad, einem von systemd gesteuerten und überwachten Zeitgeber, einem Snapshot eines temporären Systemstatus, einem Ressourcenverwaltungs-Slice oder einer Gruppe extern erstellter Prozesse. „Unit-Datei“ ist in systemd ein generischer Term für Folgendes:

- **Dienst.** Informationen zu einem Prozess (z. B. Ausführung eines Daemon); Datei endet auf `.service`
- **Ziele.** Fassen Units zu Gruppen zusammen bzw. fungieren als Synchronisierungspunkte beim Starten; Datei endet auf `.target`
- **Sockets.** Informationen zu einem IPC- oder Netzwerk-Socket oder einem Dateisystem-FIFO, für die socketbasierte Aktivierung (wie `inetd`); Datei endet auf `.socket`
- **Pfad.** Dient als Auslöser von anderen Units (z. B. Ausführen eines Dienstes, wenn Dateien geändert werden); Datei endet auf `.path`
- **Zeitgeber.** Informationen zu einem gesteuerten Zeitgeber für die zeitgeberbasierte Aktivierung; Datei endet auf `.timer`
- **Einhängpunkt.** In der Regel automatisch durch den fstab-Generator erzeugt; Datei endet auf `.mount`
- **Automount-Punkt.** Informationen zu einem Dateisystem-Automount-Punkt; Datei endet auf `.automount`
- **Swap.** Informationen zu einem Auslagerungsgerät oder einer Auslagerungsdatei für das Arbeitsspeicher-Paging; Datei endet auf `.swap`
- **Gerät.** Informationen zu einer Geräte-Unit in der Geräte-Baumstruktur `sysfs/udev(7)`; Datei endet auf `.device`
- **Bereich/Slice.** Konzept für die hierarchische Verwaltung von Ressourcen einer Prozessgruppe; Datei endet auf `.scope/slice`

Weitere Informationen zu `systemd.unit` finden Sie unter <http://www.freedesktop.org/software/systemd/man/systemd.unit.html> .

## 11.2 Grundlegende Verwendung

Im System V-init-System werden Dienste mit verschiedenen Kommandos verarbeitet – mit init-Skripten, insserv, telinit und anderen. systemd erleichtert die Dienstverwaltung, da ein einziges Kommando die meisten Dienstverarbeitungsaufgaben abdeckt: systemctl. Hierbei gilt die Syntax „Kommando plus Subkommando“ wie bei git oder zypper:


```
systemctl [general OPTIONS] subcommand [subcommand OPTIONS]
```

Vollständige Anweisungen finden Sie in man 1 systemctl.



### **Tipp: Terminalausgabe und Bash-Vervollständigung**

Wenn die Ausgabe an ein Terminal geht (und nicht an eine Pipe oder Datei usw.), senden die systemd-Kommandos standardmäßig eine ausführliche Ausgabe an einen Pager. Mit der Option - -no-pager deaktivieren Sie den Paging-Modus.

systemd unterstützt außerdem die Bash-Vervollständigung. Hierbei geben Sie die ersten Buchstaben eines Subkommandos ein, und das Kommando wird dann mit  automatisch vervollständigt. Diese Funktion ist nur in der Bash-Shell verfügbar und das Paket bash-completion muss installiert sein.

### 11.2.1 Verwalten von Diensten auf einem laufenden System

Die Subkommandos zum Verwalten der Dienste sind mit den entsprechenden Kommandos in System V-init identisch (start, stop usw.). Die allgemeine Syntax für Dienstverwaltungskommandos lautet wie folgt:

systemd

```
systemctl reload|restart|start|status|stop|... <my_service(s)>.service
```

System V-init

```
rc<my_service(s)> reload|restart|start|status|stop|...
```

Mit systemd können Sie mehrere Dienste gleichzeitig verwalten. Im Gegensatz zu System V-init, bei dem die init-Skripts einzeln nacheinander ausgeführt werden, führen Sie ein einziges Kommando aus, beispielsweise:

```
systemctl start <my_1st_service>.service <my_2nd_service>.service
```

Wenn alle auf dem System verfügbaren Dienste aufgelistet werden sollen:

```
systemctl list-unit-files --type=service
```

Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Dienstverwaltungskommandos für systemd und System V-init:

**TABELLE 11.1 BEFEHLE ZUR DIENSTEVERWALTUNG**

Aufgabe	systemd-Kommando	System V-init-Kommando
Starten.	start	start
Stoppen.	stop	stop
Neu starten. Führt Dienste herunter und startet sie dann neu. Wenn ein Dienst noch nicht ausgeführt wird, wird er gestartet.	restart	restart
Bedingt neu starten. Startet Dienste neu, wenn sie derzeit ausgeführt werden. Keine Auswirkung bei Diensten, die nicht ausgeführt werden.	try-restart	try-restart
Neu laden. Weist die Dienste an, die Konfigurationsdateien neu zu laden ohne die laufenden Vorgänge zu unterbrechen. Anwendungsbeispiel: Weisen Sie Apache an, eine bearbeitete Konfigurationsdatei <u>httpd.conf</u> neu zu laden. Nicht alle Dienste unterstützen das Neuladen.	reload	reload

Aufgabe	systemd-Kommando	System V-init-Kommando
Neu laden oder neu starten. Lädt Dienste neu, wenn das Neuladen unterstützt wird; ansonsten werden die Dienste neu gestartet. Wenn ein Dienst noch nicht ausgeführt wird, wird er gestartet.	reload-or-restart	n/a
Bedingt neu laden oder neu starten. Lädt Dienste neu, wenn das Neuladen unterstützt wird; ansonsten werden die Dienste neu gestartet, wenn sie derzeit ausgeführt werden. Keine Auswirkung bei Diensten, die nicht ausgeführt werden.	reload-or-try-restart	n/a
Ausführliche Statusinformationen abrufen. Zeigt Informationen zum Dienststatus. Das Kommando <code>systemd</code> bietet Details wie Beschreibung, ausführbare Datei, Status, cgroup und zuletzt durch den Dienst ausgegebene Meldungen (siehe <a href="#">Abschnitt 11.6.6, „Fehlersuche für Dienste“</a> ). Die Detailtiefe bei System V-init ist von Dienst zu Dienst unterschiedlich.	status	status
Kurze Statusinformationen abrufen. Gibt an, ob Dienste aktiv sind oder nicht.	is-active	status

### 11.2.2 Dienste dauerhaft aktivieren/deaktivieren

Mit den Dienstverwaltungskommandos im vorangegangenen Abschnitt können Sie die Dienste für die aktuelle Sitzung bearbeiten. Mit `systemd` können Sie Dienste außerdem dauerhaft aktivieren oder deaktivieren, so dass sie entweder automatisch bei Bedarf gestartet werden oder gar nicht verfügbar sind. Sie können dies mithilfe von YaST oder über die Kommandozeile tun.

### 11.2.2.1 Aktivieren/Deaktivieren von Diensten über die Kommandozeile

Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Aktivierungs- und Deaktivierungskommandos für systemd und System V-init:

#### ! Wichtig: Service starten

Wenn ein Dienst über die Kommandozeile aktiviert wird, wird er nicht automatisch gestartet. Der Dienst wird beim nächsten Systemstart oder bei der nächsten Änderung des Runlevels/Ziels gestartet. Soll ein Dienst nach dem Aktivieren sofort gestartet werden, führen Sie explizit **systemctl start <mein\_Dienst>.service** oder **rc<mein\_Dienst> start** aus.

TABELLE 11.2 KOMMANDOS ZUM AKTIVIEREN UND DEAKTIVIEREN VON DIENSTEN

Aufgabe	<u>systemd-Kommando</u>	<u>System V-init-Kommando</u>
Aktivieren.	<b><u>systemctl enable</u></b> <b><u>&lt;mein(e)_Dienst(e)&gt;.service</u></b>	<b><u>insserv</u></b> <b><u>&lt;mein(e)_Dienst(e)&gt;</u></b>
Deaktivieren.	<b><u>systemctl disable</u></b> <b><u>&lt;mein(e)_Dienst(e)&gt;.service</u></b>	<b><u>insserv -r</u></b> <b><u>&lt;mein(e)_Dienst(e)&gt;</u></b>
Überprüfen. Zeigt an, ob ein Dienst aktiviert ist oder nicht.	<b><u>systemctl is-enabled</u></b> <b><u>&lt;mein_Dienst&gt;.service</u></b>	n/v
Erneut aktivieren. Deaktiviert einen Dienst und aktiviert ihn dann wieder (ähnlich wie beim Neustarten eines Dienstes). Nützlich, wenn ein Dienst mit den Standardeinstellungen erneut aktiviert werden soll.	<b><u>systemctl reenable</u></b> <b><u>&lt;mein_Dienst&gt;.service</u></b>	n/v

Aufgabe	<u>systemd-Kommando</u>	System V-init-Kommando
Maskierung. Nach dem „Deaktivieren“ eines Dienstes kann er weiterhin manuell aktiviert werden. Soll ein Dienst vollständig deaktiviert werden, maskieren Sie ihn. Mit Vorsicht verwenden.	<b><u>systemctl mask</u></b> <b><u>&lt;mein_Dienst&gt;.service</u></b>	n/v
Demaskieren. Ein maskierter Dienst kann erst dann wieder genutzt werden, wenn er demaskiert wurde.	<b><u>systemctl unmask</u></b> <b><u>&lt;mein_Dienst&gt;.service</u></b>	n/v

## 11.3 Systemstart und Zielverwaltung

Der gesamte Vorgang des Startens und Herunterfahrens des Systems wird von systemd verwaltet. Vor diesem Hintergrund kann der Kernel als Hintergrundprozess betrachtet werden, der alle anderen Prozesse verwaltet und die CPU-Zeit sowie den Hardwarezugriff entsprechend den Anforderungen anderer Programme anpasst.

### 11.3.1 Ziele im Vergleich zu Runlevels

Bei System V-init wurde das System in ein sogenanntes „Runlevel“ gebootet. Ein Runlevel definiert, wie das System gestartet wird und welche Dienste im laufenden System verfügbar sind. Die Runlevels sind numeriert. Die bekanntesten Runlevels sind 0 (System herunterfahren), 3 (Mehrbenutzermodus mit Netzwerk) und 5 (Mehrbenutzermodus mit Netzwerk und Anzeigemanager).

systemd führt mit den sogenannten „Ziel-Units“ ein neues Konzept ein. Dennoch bleibt die Kompatibilität mit dem Runlevel-Konzept uneingeschränkt erhalten. Die Ziel-Units tragen Namen statt Zahlen und erfüllen bestimmte Zwecke. Mit den Zielen local-fs.target und swap.target werden beispielsweise lokale Dateisysteme und Auslagerungsbereiche eingehängt.

Das Ziel graphical.target stellt ein Mehrbenutzersystem mit Netzwerk sowie Anzeigemanager-Funktionen bereit und entspricht Runlevel 5. Komplexe Ziele wie graphical.target fungieren als „Metaziele“, in denen eine Teilmenge anderer Ziele vereint ist. Mit systemd können Sie problemlos vorhandene Ziele kombinieren und so benutzerdefinierte Ziele bilden. Damit bietet dieses Kommando eine hohe Flexibilität.

Die nachfolgende Liste zeigt die wichtigsten systemd-Ziel-Units. Eine vollständige Liste finden Sie in **man 7 systemd.special**.

### AUSGEWÄHLTE SYSTEMD-ZIEL-UNITS

#### default.target

Das Ziel, das standardmäßig gebootet wird. Kein „reales“ Ziel, sondern ein symbolischer Link zu einem anderen Ziel wie graphic.target. Kann über YaST dauerhaft geändert werden (siehe *Abschnitt 11.4, „Verwalten von Services mit YaST“*). Soll das Ziel für eine einzige Sitzung geändert werden, geben Sie die Kernel-Kommandozeilenoption systemd.unit=<mein\_Ziel>.target an der Boot-Eingabeaufforderung ein.

#### emergency.target

Startet eine Notfall-Shell über die Konsole. Dieses Kommando darf nur an der Boot-Eingabeaufforderung im Format systemd.unit=emergency.target verwendet werden.

#### graphical.target

Startet ein System mit Netzwerk, Mehrbenutzerunterstützung und Anzeigemanager.

#### halt.target

Führt das System herunter.

#### mail-transfer-agent.target

Startet alle Dienste, die zum Senden und Empfangen von Mails erforderlich sind.

#### multi-user.target

Startet ein Mehrbenutzersystem mit Netzwerk.

#### reboot.target

Bootet das System neu.

## rescue.target

Startet ein Einzelbenutzersystem ohne Netzwerk.

Damit die Kompatibilität mit dem Runlevel-System von System V-init gewährleistet bleibt, bietet systemd besondere Ziele mit der Bezeichnung runlevelX.target, denen die entsprechenden, mit X numerierten Runlevels zugeordnet sind.

Mit dem Kommando **systemctl get-default** ermitteln Sie das aktuelle Ziel.

**TABELLE 11.3 SYSTEM V-RUNLEVELS UND systemd-ZIEL-UNITS**

System V-Run-level	<u>systemd</u> -Ziel	Beschreibung
0	<u>runlevel0.target</u> , <u>halt.target</u> , <u>poweroff.target</u>	System herunterfahren
1, S	<u>runlevel1.target</u> , <u>rescue.target</u> ,	Einzelbenutzermodus
2	<u>runlevel2.target</u> , <u>mul-</u> <u>ti-user.target</u> ,	Lokaler Mehrbenutzermodus ohne entferntes Netzwerk
3	<u>runlevel3.target</u> , <u>mul-</u> <u>ti-user.target</u> ,	Mehrbenutzer-Vollmodus mit Netz- werk
4	<u>runlevel4.target</u>	Nicht verwendet/benutzerdefiniert
5	<u>runlevel5.target</u> , <u>graphical.target</u> ,	Mehrbenutzer-Vollmodus mit Netz- werk und Anzeige-Manager
6	<u>runlevel6.target</u> , <u>reboot.target</u> ,	Systemneustart



### **Wichtig: systemd ignoriert /etc/inittab**

Die Runlevels in einem System V-init-System werden in /etc/inittab konfiguriert. Bei systemd wird diese Konfiguration *nicht* verwendet. Weitere Anweisungen zum Erstellen eines bootfähigen Ziels finden Sie unter *Abschnitt 11.5.3, „Erstellen von benutzerdefinierten Zielen“*.



### 11.3.1.1 Kommandos zum Ändern von Zielen

Mit den folgenden Kommandos arbeiten Sie mit den Ziel-Units:

Aufgabe	systemd-Kommando	System V-init-Kommando
Aktuelles Ziel/ Runlevel ändern	<u><b>systemctl isolate &lt;mein_Ziel&gt;.target</b></u>	<u><b>telinit X</b></u>
Zum standardmäßigen Ziel/ Runlevel wechseln	<u><b>systemctl default</b></u>	n/v
Aktuelles Ziel/ Runlevel abrufen	<u><b>systemctl list-units --type=target</b></u> Bei systemd sind in der Regel mehrere Ziele aktiv. Mit diesem Kommando werden alle derzeit aktiven Ziele aufgelistet.	<u><b>who -r</b></u> oder <u><b>runlevel</b></u>
Standard-Runlevel dauerhaft ändern	Verwenden Sie die Dienste-Verwaltung, oder führen Sie das folgende Kommando aus: <u><b>ln -sf /usr/lib/systemd/system/&lt;mein_Ziel&gt;.target /etc/systemd/system/default.target</b></u>	Verwenden Sie die Dienste-Verwaltung, oder ändern Sie die Zeile <u><b>id:X:initdefault:</b></u> in <u><b>/etc/inittab</b></u>
Standard-Runlevel für den aktuellen Bootprozess ändern	Geben Sie an der Boot-Eingabeaufforderung die folgende Option ein: <u><b>systemd.unit=&lt;mein_Ziel&gt;.target</b></u>	Geben Sie an der Boot-Eingabeaufforderung die gewünschte Runlevel-Nummer ein.
Abhängigkeiten für ein Ziel/Runlevel anzeigen	<u><b>systemctl show -p "Requires" &lt;mein_Ziel&gt;.target</b></u> <u><b>systemctl show -p "Wants" &lt;mein_Ziel&gt;.target</b></u> „Requires“ (Benötigt) zeigt eine Liste der harten Abhängigkeiten (die in jedem Fall aufgelöst werden müssen), „Wants“	n/v

Aufgabe	systemd-Kommando	System V-init-Kommando
	(Erwünscht) dagegen eine Liste der weichen Abhängigkeiten (die nach Möglichkeit aufgelöst werden).	

## 11.3.2 Fehlersuche beim Systemstart

systemd bietet eine Möglichkeit, den Systemstartvorgang zu analysieren. Auf einen Blick können Sie die Liste der Dienste mit dem jeweiligen Status prüfen (ohne durch `/var/log/` blättern zu müssen). Mit systemd können Sie zudem den Startvorgang scannen und so ermitteln, wie lang das Starten der einzelnen Dienste dauert.

### 11.3.2.1 Prüfen des Startvorgangs der Dienste

Mit dem Kommando **systemctl** erzeugen Sie eine Liste aller Dienste, die seit dem Booten des Systems gestartet wurden. Hier werden alle aktiven Dienste wie im nachstehenden (gekürzten) Beispiel aufgeführt. Mit **systemctl status <mein\_Dienst>.service** erhalten Sie weitere Informationen zu einem bestimmten Dienst.

#### BEISPIEL 11.1 LISTE DER AKTIVEN DIENSTE

```
root # systemctl
```

UNIT	LOAD	ACTIVE	SUB	JOB DESCRIPTION
[...]				
systemd-random-seed-load.path	loaded	active	waiting	Random Seed
acpid.service	loaded	active	running	ACPI Event Daemon
apache2.service	loaded	failed	failed	apache
avahi-daemon.service	loaded	active	running	Avahi mDNS/DNS-SD
Stack				
bluez-coldplug.service	loaded	active	exited	LSB: handles udev
coldplug of bluetooth dongles				
console-kit...-system-start.service	loaded	active	exited	Console System
Startup Logging				

```

cron.service          loaded active running    Command Scheduler
cups.service          loaded active running    CUPS Printing
Service
[...]
LOAD    = Reflects whether the unit definition was properly loaded.
ACTIVE  = The high-level unit activation state, i.e. generalization of SUB.
SUB     = The low-level unit activation state, values depend on unit type.
JOB     = Pending job for the unit.

107 units listed. Pass --all to see inactive units, too.

```

Soll die Ausgabe auf Dienste beschränkt werden, die nicht gestartet werden konnten, geben Sie die Option --failed an:

#### BEISPIEL 11.2 LISTE DER FEHLERHAFTEN DIENSTE

```

root # systemctl --failed
UNIT                                LOAD    ACTIVE SUB    JOB DESCRIPTION
apache2.service                    loaded failed failed    apache
NetworkManager.service            loaded failed failed    Network Manager
plymouth-start.service            loaded failed failed    Show Plymouth Boot Screen

[...]

```

### 11.3.2.2 Fehlersuche für die Startzeit

Mit dem Kommando **systemd-analyze** führen Sie die Fehlersuche für die Startzeit durch. Hiermit werden der Gesamtzeitaufwand für den Startvorgang sowie eine Liste der beim Starten angeforderten Dienste angezeigt. Auf Wunsch kann auch eine SVG-Grafik erstellt werden, aus der hervorgeht, wie lange der Start der Dienste im Vergleich zu den anderen Diensten dauerte.

#### Auflisten der Startzeit des Systems

```

root # systemd-analyze
Startup finished in 2666ms (kernel) + 21961ms (userspace) = 24628ms

```

## Auflisten der Startzeit der Dienste

```
root # systemd-analyze blame
6472ms systemd-modules-load.service
5833ms remount-rootfs.service
4597ms network.service
4254ms systemd-vconsole-setup.service
4096ms postfix.service
2998ms xdm.service
2483ms localnet.service
2470ms SuSEfirewall2_init.service
2189ms avahi-daemon.service
2120ms systemd-logind.service
1210ms xinetd.service
1080ms ntp.service
[...]
75ms fbset.service
72ms purge-kernels.service
47ms dev-vda1.swap
38ms bluez-coldplug.service
35ms splash_early.service
```

## Grafische Darstellung der Startzeit der Dienste

```
root # systemd-analyze plot > jupiter.example.com-startup.svg
```



### 11.3.3 System V-Kompatibilität

systemd ist mit System V kompatibel, so dass Sie vorhandene System V-init-Skripte weiterhin nutzen können. Es gibt allerdings mindestens ein bekanntes Problem, bei dem ein System V-init-Skript nicht ohne Weiteres mit systemd zusammenarbeitet: Wenn Sie einen Service als ein anderer Benutzer über su oder sudo in init-Skripten starten, tritt der Fehler „Access denied“ (Zugriff verweigert) auf.

Wenn Sie den Benutzer mit su oder sudo ändern, wird eine PAM-Sitzung gestartet. Diese Sitzung wird beendet, sobald das init-Skript abgeschlossen ist. Als Folge wird auch der Service, der durch das init-Skript gestartet wurde, beendet. Als Workaround für diesen Fehler gehen Sie wie folgt vor:

1. Erstellen Sie einen Service-Datei-Wrapper mit demselben Namen wie das init-Skript und der Dateinamenerweiterung .service:

```
[Unit]
Description=DESCRIPTION
After=network.target

[Service]
User=USER
Type=forking ❶
PIDFile=PATH TO PID FILE ❶
ExecStart=PATH TO INIT SCRIPT start
ExecStop=PATH TO INIT SCRIPT stop
ExecStopPost=/usr/bin/rm -f PATH TO PID FILE ❶

[Install]
WantedBy=multi-user.target ❷
```

Ersetzen Sie alle Werte in GROSSBUCHSTABEN durch die entsprechenden Werte.

- ❶ Optional; nur zu verwenden, wenn mit dem init-Skript ein Daemon gestartet wird.
- ❷ multi-user.target startet ebenfalls das init-Skript, wenn Sie in graphical.target booten. Falls der Start nur beim Booten in den Display-Manager erfolgen soll, verwenden Sie hier graphical.target.

2. Starten Sie den Daemon mit `systemctl start ANWENDUNG.service`.

## 11.4 Verwalten von Services mit YaST

Grundlegende Aufgaben können auch mit dem YaST-Modul Dienste-Verwaltung ausgeführt werden. Hiermit werden das Starten, Stoppen, Aktivieren und Deaktivieren von Diensten unterstützt. Darüber hinaus können Sie den Status eines Dienstes abrufen und das Standardziel ändern. Starten Sie das YaST-Modul mit *YaST > System > Dienste-Verwaltung*.

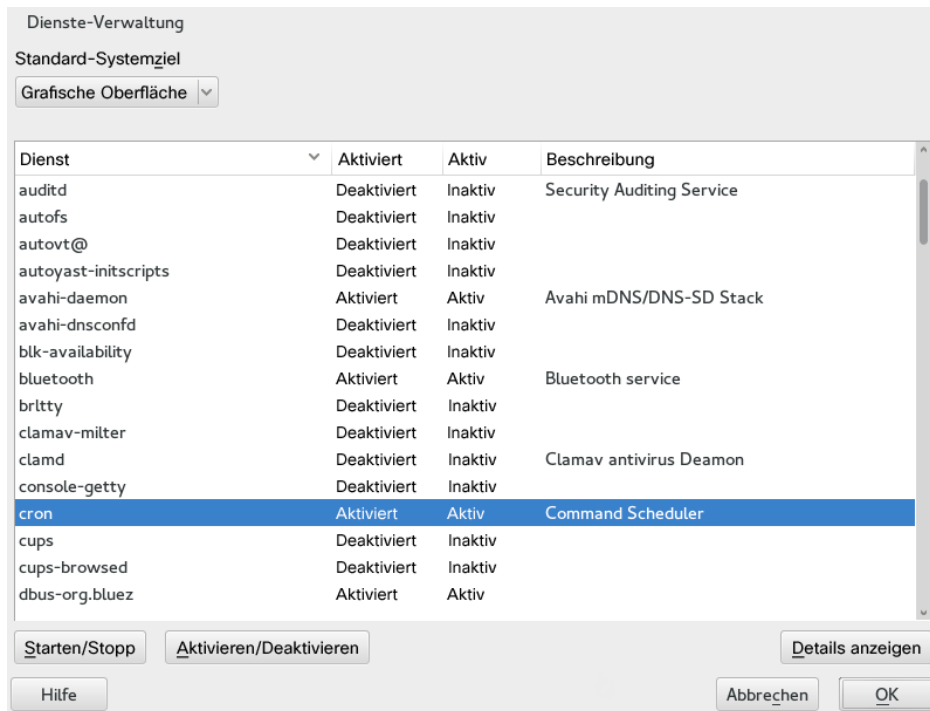


ABBILDUNG 11.1 SERVICES MANAGER

### Ändern des Standard-Systemziels

Zum Ändern des Ziels, in das das System gebootet wird, wählen Sie ein Ziel in der Dropdown-Liste *Default System Target* aus. Die häufigsten Ziele sind *Graphical Interface* (Grafische Oberfläche; öffnet einen grafischen Anmeldebildschirm) und *Multi-User* (Mehrbenutzer; startet das System im Kommandozeilenmodus).

### Starten und Stoppen eines Dienstes

Wählen Sie einen Dienst in der Tabelle aus. Die Spalte *Aktiv* zeigt, ob er derzeit ausgeführt wird (*Aktiv*) oder nicht (*Inactive*, Inaktiv). Mit *Start/Stop* (Starten/Stoppen) schalten Sie den Status um.

Durch das Starten und Stoppen eines Dienstes wird sein Status für die aktuelle Sitzung geändert. Soll der Status beim Neubooten geändert werden, müssen Sie den Dienst aktivieren oder deaktivieren.

#### Aktivieren oder Deaktivieren eines Dienstes

Wählen Sie einen Dienst in der Tabelle aus. Die Spalte *Aktiviert* zeigt, ob er derzeit *Aktiviert* oder *Deaktiviert* ist. Mit *Enable/Disable* (Aktivieren/Deaktivieren) schalten Sie den Status um.

Durch das Aktivieren bzw. Deaktivieren eines Dienstes legen Sie fest, ob er beim Booten gestartet werden soll (*Aktiviert*) oder nicht (*Deaktiviert*). Diese Einstellung wirkt sich nicht auf die aktuelle Sitzung aus. Soll der Status in der aktuellen Sitzung geändert werden, müssen Sie den Dienst starten oder stoppen.

#### Anzeigen von Statusmeldungen

Zum Anzeigen der Statusmeldungen für einen Dienst wählen Sie den gewünschten Dienst in der Liste aus und wählen Sie *Details anzeigen*. Die Ausgabe ist mit der Ausgabe des Kommandos `systemctl -l status <mein_Dienst>` identisch.



### **Warnung: Fehlerhafte Runlevel-Einstellungen können das System beschädigen**

Fehlerhafte Runlevel-Einstellungen können ein System unbrauchbar machen. Stellen Sie vor dem Anwenden der Änderungen sicher, dass Sie deren Auswirkungen kennen.

## 11.5 Anpassen von systemd

In diesem Beispiel finden Sie einige Beispiele, wie Sie `systemd` individuell anpassen.



### **Warnung: Vermeiden von Überschreibungen der Anpassungen**

Passen Sie `systemd` stets in `/etc/systemd/` an, *nicht* in `/usr/lib/systemd/`. Ansonsten werden Ihre Änderungen bei der nächsten Aktualisierung von `systemd` überschrieben.



## 11.5.1 Anpassen von Dienstdateien

Die systemd-Dienstdateien befinden sich in /usr/lib/systemd/system. Zum Anpassen fahren Sie wie folgt fort:

1. Kopieren Sie die zu bearbeitenden Dateien aus /usr/lib/systemd/system in /etc/systemd/system. Behalten Sie die ursprünglichen Dateinamen bei.
2. Bearbeiten Sie die Kopien in /etc/systemd/system.
3. Mit dem Kommando **systemd-delta** erhalten Sie einen Überblick über Ihre Konfigurationsänderungen. Hiermit werden Konfigurationsdateien verglichen und ermittelt, die andere Konfigurationsdateien überschreiben. Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite zu **systemd-delta**.

Die geänderten Dateien in /etc/systemd haben Vorrang vor den Originaldateien in /usr/lib/systemd/system, sofern die Dateinamen identisch sind.

## 11.5.2 Erstellen von „Drop-in-Dateien“

Wenn eine Konfigurationsdatei nur um wenige Zeilen ergänzt oder nur ein kleiner Teil daraus geändert werden soll, können Sie sogenannte „Drop-in-Dateien“ verwenden. Mit den Drop-in-Dateien erweitern Sie die Konfiguration von Unit-Dateien, ohne die Unit-Dateien selbst bearbeiten oder überschreiben zu müssen.

Um beispielsweise einen einzigen Wert für den Dienst foobar in /usr/lib/systemd/system/foobar.service zu ändern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Erstellen Sie ein Verzeichnis mit dem Namen /etc/systemd/system/<mein\_Dienst>.service.d/. Beachten Sie das Suffix .d. Ansonsten muss der Name des Verzeichnisses mit dem Namen des Dienstes übereinstimmen, der mit der Drop-in-Datei gepatcht werden soll.
2. Erstellen Sie in diesem Verzeichnis eine Datei mit dem Namen whatevermodification.conf. Diese Datei darf nur eine Zeile mit dem zu ändernden Wert enthalten.
3. Speichern Sie Ihre Änderungen in die Datei. Die Datei wird als Erweiterung der Originaldatei verwendet.


## 11.5.3 Erstellen von benutzerdefinierten Zielen

Auf SUSE-Systemen mit System V-init wird Runlevel 4 nicht genutzt, so dass die Administratoren eine eigene Runlevel-Konfiguration erstellen können. Mit systemd können Sie beliebig viele benutzerdefinierte Ziele erstellen. Zum Einstieg sollten Sie ein vorhandenes Ziel anpassen, beispielsweise `graphical.target`.

1. Kopieren Sie die Konfigurationsdatei `/usr/lib/systemd/system/graphical.target` in `/etc/systemd/system/<mein_Ziel>.target` und passen Sie sie nach Bedarf an.
2. Die im vorangegangenen Schritt kopierte Konfigurationsdatei enthält bereits die erforderlichen („harten“) Abhängigkeiten für das Ziel. Um auch die erwünschten („weichen“) Abhängigkeiten abzudecken, erstellen Sie ein Verzeichnis mit dem Namen `/etc/systemd/system/<mein_Ziel>.target.wants`.
3. Legen Sie für jeden erwünschten Dienst einen symbolischen Link von `/usr/lib/systemd/system` in `/etc/systemd/system/<mein_Ziel>.target.wants` an.
4. Sobald Sie alle Einstellungen für das Ziel festgelegt haben, laden Sie die systemd-Konfiguration neu. Damit wird das neue Ziel verfügbar:

```
systemctl daemon-reload
```

## 11.6 Erweiterte Nutzung

In den nachfolgenden Abschnitten finden Sie weiterführende Themen für Systemadministratoren. Eine noch eingehendere Dokumentation finden Sie in der Serie von Lennart Pöttering zu systemd für Administratoren unter <http://0pointer.de/blog/projects> .

### 11.6.1 Systemprotokoll

In *Abschnitt 11.6.6, „Fehlersuche für Dienste“* wird erläutert, wie Sie Protokollmeldungen für einen bestimmten Dienst anzeigen. Die Anzeige von Protokollmeldungen ist allerdings nicht auf Dienstprotokolle beschränkt. Sie können auch auf das gesamte von `systemd` geschriebene Protokoll (das sogenannte „Journal“) zugreifen und Abfragen darauf ausführen. Mit dem Komman-

do **systemd-journalctl** zeigen Sie das gesamte Protokoll an, beginnend mit den ältesten Einträgen. Informationen zu weiteren Optionen, beispielsweise zum Anwenden von Filtern oder zum Ändern des Ausgabeformats, finden Sie unter **man 1 systemd-journalctl**.

## 11.6.2 Aufnahmen

Mit dem Subkommando **isolate** können Sie den aktuellen Status von **systemd** als benannten Snapshot speichern und später wiederherstellen. Dies ist beim Testen von Diensten oder benutzerdefinierten Zielen hilfreich, weil Sie jederzeit zu einem definierten Status zurückkehren können. Ein Snapshot ist nur in der aktuellen Sitzung verfügbar; beim Neubooten wird er automatisch gelöscht. Der Snapshot-Name muss auf **.snapshot** enden.

### Erstellen eines Snapshots

```
systemctl snapshot <my_snapshot>.snapshot
```

### Löschen eines Snapshots

```
systemctl delete <my_snapshot>.snapshot
```

### Anzeigen eines Snapshots

```
systemctl show <my_snapshot>.snapshot
```

### Aktivieren eines Snapshots

```
systemctl isolate <my_snapshot>.snapshot
```

## 11.6.3 Laden der Kernelmodule

Mit **systemd** können Kernel-Module automatisch zum Boot-Zeitpunkt geladen werden, und zwar über die Konfigurationsdatei in

- /usr/lib/modules-load.d und
- /etc/modules-load.d.

Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite `modules-load.d(5)`.

## 11.6.4 Kernel-Steuergruppen (cgroups)

Auf einem traditionellen System-V-init-System kann ein Prozess nicht immer eindeutig dem Dienst zugeordnet werden, durch den er erzeugt wurde. Einige Dienste (z. B. Apache) erzeugen zahlreiche externe Prozesse (z. B. CGI- oder Java-Prozesse), die wiederum weitere Prozesse erzeugen. Eindeutige Zuweisungen sind damit schwierig oder völlig unmöglich. Wenn ein Dienst nicht ordnungsgemäß beendet wird, bleiben zudem ggf. einige untergeordnete Dienste weiterhin aktiv.

Bei systemd wird jeder Dienst in eine eigene cgroup aufgenommen, womit dieses Problem gelöst ist. cgroups sind eine Kernel-Funktion, mit der die Prozesse mit allen ihren untergeordneten Prozessen in hierarchisch strukturierten Gruppen zusammengefasst werden. Die cgroups werden dabei nach dem jeweiligen Dienst benannt. Da ein nicht privilegierter Dienst seine cgroup nicht „verlassen“ darf, ist es damit möglich, alle von einem Dienst erzeugten Prozesse mit dem Namen dieses Dienstes zu versehen.

Mit dem Kommando `systemd-cgls` erhalten Sie eine Liste aller Prozesse, die zu einem Dienst gehören. (Gekürztes) Beispiel für die Ausgabe:

### BEISPIEL 11.3 AUFLISTEN ALLER PROZESSE, DIE ZU EINEM DIENST GEHÖREN

```
root # systemd-cgls --no-pager
├─1 /usr/lib/systemd/systemd --switched-root --system --deserialize 20
├─user.slice
│   └─user-1000.slice
│       └─session-102.scope
│           ├──12426 gdm-session-worker [pam/gdm-password]
│           ├──15831 gdm-session-worker [pam/gdm-password]
│           ├──15839 gdm-session-worker [pam/gdm-password]
│           └─15858 /usr/lib/gnome-terminal-server
[...]
```

```
└─system.slice
    └─systemd-hostnamed.service
        └─17616 /usr/lib/systemd/systemd-hostnamed
```

```
└─cron.service
  └─1689 /usr/sbin/cron -n
└─ntpd.service
  └─1328 /usr/sbin/ntpd -p /var/run/ntp/ntpd.pid -g -u ntp:ntp -c /etc/ntp.conf
└─postfix.service
  └─1676 /usr/lib/postfix/master -w
  └─1679 qmgr -l -t fifo -u
  └─15590 pickup -l -t fifo -u
└─sshd.service
  └─1436 /usr/sbin/sshd -D
```

[...]

Weitere Informationen zu cpgroups finden Sie in *Book “System Analysis and Tuning Guide”* 8 *“Kernel Control Groups”*.

## 11.6.5 Beenden von Diensten (Senden von Signalen)

Wie in [Abschnitt 11.6.4, „Kernel-Steuergruppen \(cgroups\)“](#) erläutert, kann ein Prozess in einem System-V-init-System nicht immer eindeutig seinem übergeordneten Dienstprozess zugeordnet werden. Das erschwert das Beenden eines Dienstes und seiner untergeordneten Dienste. Untergeordnete Prozesse, die nicht ordnungsgemäß beendet wurden, bleiben als "Zombie-Prozess" zurück. Durch das Konzept von systemd, mit dem jeder Dienst in einer eigenen cgroup abgegrenzt wird, können alle untergeordneten Prozesse eines Dienstes eindeutig erkannt werden, so dass Sie ein Signal zu diesen Prozessen senden können. Mit Use **systemctl kill** senden Sie die Signale an die Dienste. Eine Liste der verfügbaren Signale finden Sie in [man 7 signals](#).

### Senden von SIGTERM an einen Dienst

SIGTERM ist das standardmäßig gesendete Signal.

```
systemctl kill <my_service>.service
```

### Senden von SIGNAL an einen Dienst

Mit der Option -s legen Sie das zu sendende Signal fest.

```
systemctl kill -s SIGNAL <my_service>.service
```

## Auswählen von Prozessen

Standardmäßig sendet das Kommando **kill** das Signal an alle Prozesse der angegebenen cgroup. Sie können dies jedoch auf den Prozess control oder main beschränken. Damit können Sie beispielsweise das Neuladen der Konfiguration eines Dienstes mit dem Signal SIGHUP erzwingen:

```
systemctl kill -s SIGHUP --kill-who=main <my_service>.service
```

## 11.6.6 Fehlersuche für Dienste

Standardmäßig ist die Ausgabe von `systemd` auf ein Minimum beschränkt. Wenn ein Dienst ordnungsgemäß gestartet wurde, erfolgt keine Ausgabe. Bei einem Fehler wird eine kurze Fehlermeldung angezeigt. Mit **`systemctl status`** können Sie jedoch die Fehlersuche für den Start und die Ausführung eines Dienstes vornehmen.

`systemd` umfasst einen Protokollierungsmechanismus („Journal“), mit dem die Systemmeldungen protokolliert werden. Auf diese Weise können Sie die Dienstmeldungen zusammen mit den Statusmeldungen abrufen. Das Kommando **`status`** hat eine ähnliche Funktion wie **`tail`** und kann zudem die Protokollmeldungen in verschiedenen Formaten anzeigen, ist also ein wirksames Hilfsmittel für die Fehlersuche.

### Anzeigen von Fehlern beim Starten von Diensten

Wenn ein Dienst nicht gestartet wird, erhalten Sie mit **`systemctl status <mein_Dienst>.service`** eine ausführliche Fehlermeldung:

```
root # systemctl start apache2.service
Job failed. See system journal and 'systemctl status' for details.
root # systemctl status apache2.service
    Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/apache2.service; disabled)
    Active: failed (Result: exit-code) since Mon, 04 Jun 2012 16:52:26 +0200;
    29s ago
    Process: 3088 ExecStart=/usr/sbin/start_apache2 -D SYSTEMD -k start
    (code=exited, status=1/FAILURE)
    CGroup: name=systemd:/system/apache2.service

Jun 04 16:52:26 g144 start_apache2[3088]: httpd2-prefork: Syntax error on line
205 of /etc/apache2/httpd.conf: Syntax error on li...alHost>
```

### Anzeigen der letzten *n* Dienstmeldungen

Standardmäßig zeigt das Subkommando **status** die letzten zehn Meldungen an, die ein Dienst ausgegeben hat. Mit dem Parameter **--lines=*n*** legen Sie eine andere Anzahl fest:

```
systemctl status ntp.service
systemctl --lines=20 status ntp.service
```

### Anzeigen von Dienstmeldungen im Anhängemodus

Mit der Option **--follow** erhalten Sie einen „Live-Stream“ mit Dienstmeldungen; diese Option entspricht **tail -f**:

```
systemctl --follow status ntp.service
```

### Ausgabeformat der Meldungen

Mit dem Parameter **--output=*mode*** legen Sie das Ausgabeformat für die Dienstmeldungen fest. Die wichtigsten Modi sind:

#### short

Das Standardformat. Zeigt die Protokollmeldungen mit einem Zeitstempel in Klartext an.

#### verbose

Vollständige Ausgabe mit sämtlichen Feldern.

#### cat

Kurze Ausgabe ohne Zeitstempel.

## 11.7 Zusätzliche Informationsquellen

Weitere Informationen zu systemd finden Sie in folgenden Online-Quellen:

### Startseite

<http://www.freedesktop.org/wiki/Software/systemd> ↗

### systemd für Administratoren

Lennart Pöttering, einer der systemd-Autoren, hat eine Serie von Blogbeiträgen verfasst. (Zum Zeitpunkt, als dieses Kapitel verfasst wurde, standen bereits 13 Einträge zur Verfügung.) Diese sind unter <http://0pointer.de/blog/projects> ↗ zu finden.

### Kontrollzentrum: Das systemd-Linux-init-System

<http://www.h-online.com/open/features/Control-Centre-The-systemd-Linux-init-system-1565543.html> ↗

### Booten: Tools und Tipps für das Linux-init-Werkzeug systemd

<http://www.h-online.com/open/features/Booting-up-Tools-and-tips-for-systemd-1570630.html> ↗



## 12 journalctl: Abfragen des systemd-Journals

Mit dem Wechsel von herkömmlichen init-Skripten zu systemd in SUSE Linux Enterprise 12 (siehe *Kapitel 11, Der Daemon systemd*) wurde ein eigenes Protokolliersystem eingeführt, das als *Journal* bezeichnet wird. Alle Systemereignisse werden in das Journal geschrieben, so dass Sie keinen syslog-basierten Service mehr ausführen müssen.

Das Journal selbst ist ein Systemservice und wird mit systemd verwaltet. Die vollständige Bezeichnung des Service lautet systemd-journald.service. Hier werden Protokolldaten in strukturierten, indizierten Journalen erfasst und gespeichert. Die Daten basieren dabei auf den Protokollinformationen aus dem Kernel, von den Benutzerprozessen, aus der Standardeingabe und aus den Fehlern von Systemservices. Der Service systemd-journald.service ist standardmäßig aktiviert:

```
# systemctl status systemd-journald
systemd-journald.service - Journal Service
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/systemd-journald.service; static)
   Active: active (running) since Mon 2014-05-26 08:36:59 EDT; 3 days ago
     Docs: man:systemd-journald.service(8)
           man:journald.conf(5)
  Main PID: 413 (systemd-journal)
    Status: "Processing requests..."
   CGroup: /system.slice/systemd-journald.service
           └─413 /usr/lib/systemd/systemd-journald
[...]
```

### 12.1 Festlegen des Journals als persistent

Das Journal speichert die Protokolldaten standardmäßig in /run/log/journal/. Das Verzeichnis /run/ ist naturgemäß flüchtig, weshalb die Protokolldaten beim Neubooten verloren gehen. Um persistente Protokolldaten zu erzielen, muss das Verzeichnis /var/log/journal/ mit den entsprechenden Angaben zu Eigentümer und Berechtigungen vorhanden sein, damit der systemd-journald-Service die Daten dort speichern kann. So können Sie das Verzeichnis mit systemd erstellen und die persistente Protokollierung aktivieren:

1. Öffnen Sie die Datei /etc/systemd/journald.conf als root zum Bearbeiten.

```
# vi /etc/systemd/journald.conf
```

2. Heben Sie die Auskommentierung der Zeile auf, die mit `Storage=` beginnt, und ändern Sie sie wie folgt:

```
[...]
[Journal]
Storage=persistent
#Compress=yes
[...]
```

3. Speichern Sie die Datei, und starten Sie `systemd-journald` neu:

```
systemctl restart systemd-journald.service
```

## 12.2 Nützliche Schalter in `journalctl`

In diesem Abschnitt finden Sie einige häufig verwendete, nützliche Optionen, mit denen Sie das Standardverhalten von `journalctl` optimieren. Alle Schalter sind auf der `man`-Seite zu `journalctl` (`man 1 journalctl`) beschrieben.



### Tipp

Sollen alle Journaleinträge für eine bestimmte ausführbare Datei angezeigt werden, geben Sie den vollständigen Pfad zu dieser Datei an:

```
# journalctl /usr/lib/systemd/systemd
```

**-f**

Zeigt lediglich die jüngsten Protokollmeldungen an und gibt neue Protokolleinträge aus, sobald sie zum Journal hinzugefügt werden.

**-e**

Gibt die Meldungen aus und springt an das Ende des Journals, so dass im Pager die aktuellen Einträge sichtbar sind.

-r

Gibt die Meldungen des Journals in umgekehrter Reihenfolge aus (die jüngsten Einträge an erster Stelle).

-k

Zeigt nur Kernel-Meldungen an. Dies entspricht der Feldzuordnung `__TRANSPORT=kernel` (siehe [Abschnitt 12.3.3, „Filtern nach Feldern“](#)).

-u

Zeigt nur Meldungen für die angegebene `systemd`-Einheit an. Dies entspricht der Feldzuordnung `__SYSTEMD_UNIT=UNIT` (siehe [Abschnitt 12.3.3, „Filtern nach Feldern“](#)).

```
# journalctl -u apache2
[...]  
Jun 03 10:07:11 pinkiepie systemd[1]: Starting The Apache Webserver...  
Jun 03 10:07:12 pinkiepie systemd[1]: Started The Apache Webserver.
```

## 12.3 Filtern der Journalausgabe

Wenn Sie `journalctl` ohne Schalter aufrufen, wird der gesamte Inhalt des Journals angezeigt (die ältesten Einträge an erster Stelle). Die Ausgabe kann mit bestimmten Schaltern und Feldern gefiltert werden.

### 12.3.1 Filtern nach Bootnummer

`journalctl` kann die Meldungen nach einem bestimmten System-Bootvorgang filtern. Zum Anzeigen einer Liste mit allen verfügbaren Bootvorgängen führen Sie Folgendes aus:

```
# journalctl --list-boots  
-1 097ed2cd99124a2391d2cfffab1b566f0 Mon 2014-05-26 08:36:56 EDT–Fri 2014-05-30  
05:33:44 EDT  
0 156019a44a774a0bb0148a92df4af81b Fri 2014-05-30 05:34:09 EDT–Fri 2014-05-30  
06:15:01 EDT
```

Die erste Spalte enthält den Boot-Offset: 0 für den aktuellen Bootvorgang, -1 für den vorangegangenen Bootvorgang, -2 für den davor erfolgten Bootvorgang usw. Die zweite Spalte zeigt die Boot-ID, gefolgt von den Zeitstempeln für Beginn und Ende des Zeitraums, über den das System nach dem Bootvorgang aktiv war.

Alle Meldungen für den aktuellen Bootvorgang anzeigen:

```
# journalctl -b
```

Wenn Sie die Journalmeldungen für den vorangegangenen Bootvorgang abrufen möchten, hängen Sie einen Offset-Parameter an. Im folgenden Beispiel werden die Meldungen für den vorangegangenen Bootvorgang ausgegeben:

```
# journalctl -b -1
```

Alternativ können Sie die Bootmeldungen nach der Boot-ID auflisten. Verwenden Sie hierzu das Feld `_BOOT_ID`:

```
# journalctl _BOOT_ID=156019a44a774a0bb0148a92df4af81b
```

## 12.3.2 Filtern nach Zeitraum

Sie können die Ausgabe von `journalctl` durch Angabe des Start- oder Enddatums filtern. Für Datumsangaben gilt das Format „2014-06-30 9:17:16“. Wenn Sie keine Uhrzeit angeben, wird Mitternacht (0:00 Uhr) angenommen. Wenn die Sekundenangabe fehlt, wird „:00“ angenommen. Wenn Sie kein Datum angeben, wird das aktuelle Datum angenommen. Statt eines numerischen Ausdrucks können Sie die Schlüsselwörter „yesterday“ (gestern), „today“ (heute) oder „tomorrow“ (morgen) angeben. Diese Schlüsselwörter beziehen sich dabei auf Mitternacht (0:00 Uhr) am Tag vor dem aktuellen Tag, am aktuellen Tag bzw. am Tag nach dem aktuellen Tag. Das Schlüsselwort „now“ (jetzt) verweist auf die aktuelle Uhrzeit am heutigen Tag. Auch relative Zeitangaben mit dem Präfix `-` oder `+` sind möglich. Diese Zeitangaben verweisen dann entsprechend auf eine Uhrzeit vor oder nach der aktuellen Uhrzeit.

Nur neue Meldungen ab jetzt anzeigen und Ausgabe entsprechend aktualisieren:

```
# journalctl --since "now" -f
```

Alle Meldungen ab der letzten Mitternacht bis 3:20 Uhr anzeigen:

```
# journalctl --since "today" --until "3:20"
```

### 12.3.3 Filtern nach Feldern

Sie können die Ausgabe des Journals nach bestimmten Feldern filtern. Die Syntax für ein abzugleichendes Feld lautet `FELDNAME=FILTERKRITERIUM`, beispielsweise `_SYSTEMD_UNIT=httpd.service`. Wenn Sie mehrere Filterkriterien in einer einzigen Abfrage angeben, werden die Ausgabemeldungen noch stärker gefiltert. Eine Liste der Standardfelder finden Sie auf der man-Seite **man 7 systemd.journal-fields**.

Meldungen anzeigen, die von einer bestimmten Prozess-ID erzeugt wurden:

```
# journalctl _PID=1039
```

Meldungen anzeigen, die zu einer bestimmten Benutzer-ID gehören:

```
# journalctl _UID=1000
```

Meldungen aus dem Kernel-Ring-Puffer anzeigen (entspricht der Ausgabe von **dmesg**):

```
# journalctl _TRANSPORT=kernel
```

Meldungen aus der Standard- oder Fehlerausgabe des Services anzeigen:

```
# journalctl _TRANSPORT=stdout
```

Nur Meldungen anzeigen, die von einem bestimmten Service erzeugt wurden:

```
# journalctl _SYSTEMD_UNIT=avahi-daemon.service
```

Wenn Sie zwei verschiedene Felder angeben, werden nur solche Einträge zurückgegeben, die beide Ausdrücke gleichzeitig erfüllen:

```
# journalctl _SYSTEMD_UNIT=avahi-daemon.service _PID=1488
```

Wenn Sie zwei Kriterien für dasselbe Feld angeben, werden alle Einträge zurückgegeben, die einen dieser Ausdrücke erfüllen:

```
# journalctl _SYSTEMD_UNIT=avahi-daemon.service _SYSTEMD_UNIT=dbus.service
```

Mit dem Begrenzungszeichen „+“ verbinden Sie zwei Ausdrücke mit einem logischen „OR“. Im folgenden Beispiel werden alle Meldungen aus dem Avahi-Service mit der Prozess-ID 1480 zusammen mit allen Meldungen vom D-Bus-Service gezeigt:

```
# journalctl _SYSTEMD_UNIT=avahi-daemon.service _PID=1480 +  
_SYSTEMD_UNIT=dbus.service
```

## 12.4 Untersuchen von systemd-Fehlern

In diesem Abschnitt wird an einem einfachen Beispiel erläutert, wie Sie die Fehler auffinden und beheben, die systemd beim Starten von apache2 meldet.

1. Versuchen Sie, den apache2-Service zu starten:

```
# systemctl start apache2.service  
Job for apache2.service failed. See 'systemctl status apache2.service' and  
'journalctl -xn' for details.
```

2. Prüfen Sie den Status dieses Service:

```
# systemctl status apache2.service  
apache2.service - The Apache Webserver  
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/apache2.service; disabled)  
Active: failed (Result: exit-code) since Tue 2014-06-03 11:08:13 CEST; 7min  
ago  
Process: 11026 ExecStop=/usr/sbin/start_apache2 -D SYSTEMD -DFOREGROUND \  
-k graceful-stop (code=exited, status=1/FAILURE)
```

Die ID des Prozesses, der den Fehler verursacht, lautet 11026.

3. Rufen Sie die ausführliche Version der Meldungen zur Prozess-ID 11026 ab:

```
# journalctl -o verbose _PID=11026
[...]
MESSAGE=AH00526: Syntax error on line 6 of /etc/apache2/default-server.conf:
[...]
MESSAGE=Invalid command 'DocumenttRoot', perhaps misspelled or defined by a
module
[...]
```

4. Korrigieren Sie den Schreibfehler in `/etc/apache2/default-server.conf`, starten Sie den apache2-Service, und lassen Sie den Status ausgeben:

```
# systemctl start apache2 && systemctl status apache2
apache2.service - The Apache Webserver
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/apache2.service; disabled)
   Active: active (running) since Tue 2014-06-03 11:26:24 CEST; 4ms ago
   Process: 11026 ExecStop=/usr/sbin/start_apache2 -D SYSTEMD -DFOREGROUND
            -k graceful-stop (code=exited, status=1/FAILURE)
   Main PID: 11263 (httpd2-prefork)
   Status: "Processing requests..."
   CGroup: /system.slice/apache2.service
           └─11263 /usr/sbin/httpd2-prefork -f /etc/apache2/httpd.conf -D [...]
           └─11280 /usr/sbin/httpd2-prefork -f /etc/apache2/httpd.conf -D [...]
           └─11281 /usr/sbin/httpd2-prefork -f /etc/apache2/httpd.conf -D [...]
           └─11282 /usr/sbin/httpd2-prefork -f /etc/apache2/httpd.conf -D [...]
           └─11283 /usr/sbin/httpd2-prefork -f /etc/apache2/httpd.conf -D [...]
           └─11285 /usr/sbin/httpd2-prefork -f /etc/apache2/httpd.conf -D
[...]

```

## 12.5 Konfiguration von journald

Das Verhalten des systemd-journald-Service lässt sich in `/etc/systemd/journald.conf` festlegen. In diesem Abschnitt werden lediglich die grundlegenden Optionseinstellungen vorgestellt. Eine vollständige Beschreibung der Datei finden Sie auf der man-Seite `man 5 journald.conf`. Damit die Änderungen in Kraft treten, müssen Sie das Journal wie folgt neu starten:

```
# systemctl restart systemd-journald.service
```

### 12.5.1 Ändern der Größenbeschränkung für das Journal

Wenn die Journalprotokolldaten an einem persistenten Speicherort gespeichert werden (siehe [Abschnitt 12.1, „Festlegen des Journals als persistent“](#)), belegen sie bis zu 10 % des Dateisystems, auf dem sich `/var/log/journal` befindet. Ist `/var/log/journal` beispielsweise auf einer `/var`-Partition mit einer Kapazität von 30 GB gespeichert, so kann das Journal bis zu 3 GB des Festplattenspeichers belegen. Zum Bearbeiten dieser Größenbeschränkung ändern Sie die Option `SystemMaxUse` (und heben Sie die Auskommentierung dieser Option auf):

```
SystemMaxUse=50M
```

### 12.5.2 Weiterleiten des Journals an /dev/ttyX

Sie können das Journal an ein Terminalgerät weiterleiten, so dass Sie an einem bevorzugten Terminalbildschirm (beispielsweise `/dev/tty12`) über Systemmeldungen informiert werden. Ändern Sie die folgenden journald-Optionen:

```
ForwardToConsole=yes
TTYPath=/dev/tty12
```

### 12.5.3 Weiterleiten des Journals an die Syslog-Funktion

journald ist abwärtskompatibel zu herkömmlichen syslog-Implementierungen wie `rsyslog`. Prüfen Sie Folgendes:

- `rsyslog` ist installiert.



```
# rpm -q rsyslog  
rsyslog-7.4.8-2.16.x86_64
```

- Der rsyslog-Service ist aktiviert.

```
# systemctl is-enabled rsyslog.service  
enabled
```

- Die Weiterleitung an syslog wird in /etc/systemd/journald.conf aktiviert.

```
ForwardToSyslog=yes
```

## 13 Der Bootloader GRUB 2

In diesem Kapitel wird die Konfiguration von GRUB 2, dem unter SUSE® Linux Enterprise Desktop verwendeten Bootloader, beschrieben. Diese Anwendung ist der Nachfolger des bisherigen Bootloaders GRUB (nunmehr als „GRUB 2 Legacy“ bezeichnet). GRUB 2 ist seit Version 12 als standardmäßiger Bootloader in SUSE® Linux Enterprise Desktop eingebunden. Für die Konfiguration der wichtigsten Einstellungen steht ein YaST-Modul bereit. Eine Übersicht über den Bootvorgang finden Sie in *Kapitel 10, Booten eines Linux-Systems*. Weitere Informationen zur Unterstützung von Secure Boot finden Sie in *Kapitel 14, UEFI (Unified Extensible Firmware Interface)*.

### 13.1 Hauptunterschiede zwischen GRUB Legacy und GRUB 2

- Die Konfiguration wird in unterschiedlichen Dateien gespeichert.
- Es werden mehr Dateisysteme unterstützt (z. B. Btrfs).
- Dateien auf LVM- oder RAID-Geräten können direkt gelesen werden.
- Die Benutzeroberfläche kann übersetzt und mit Themen gestaltet werden.
- Es steht ein Mechanismus zum Laden von Modulen bereit, die weitere Funktionen (z. B. Dateisysteme) unterstützen.
- Es werden automatisch Boot-Einträge für andere Kernel und Betriebssysteme (z. B. Windows) gesucht und erzeugt.
- Eine minimale Konsole (ähnlich wie Bash aufgebaut) steht zur Verfügung.

## 13.2 Konfigurationsdateistruktur

Die Konfiguration von GRUB 2 umfasst die folgenden Dateien:

### /boot/grub2/grub.cfg

Diese Datei enthält die Konfiguration der Menüpunkte in GRUB 2. Die Datei ersetzt die Datei menu.lst in GRUB Legacy. grub.cfg wird automatisch mit dem Kommando **grub2-mkconfig** erzeugt und sollte nicht bearbeitet werden.

### /boot/grub2/custom.cfg

Diese optionale Datei wird beim Booten direkt aus grub.cfg erzeugt. Hiermit können Sie benutzerdefinierte Einträge in das Bootmenü aufnehmen.

### /etc/default/grub

Diese Datei steuert die Benutzereinstellungen für GRUB 2 und enthält in der Regel zusätzliche Umgebungseinstellungen, beispielsweise Hintergründe und Themen.

### Skripte unter /etc/grub.d/

Die Skripte in diesem Verzeichnis werden beim Ausführen des Kommandos **grub2-mkconfig** gelesen. Die zugehörigen Anweisungen werden in die Hauptkonfigurationsdatei /boot/grub/grub.cfg integriert.

### /etc/sysconfig/bootloader

Diese Konfigurationsdatei wird bei der Konfiguration des Bootloaders mit YaST und bei jeder Installation eines neuen Kernels verwendet. Sie wird von der Perl Bootloader-Bibliothek evaluiert, die die Bootloader-Konfigurationsdatei (z. B. /boot/grub2/grub.cfg für GRUB 2) entsprechend bearbeitet. /etc/sysconfig/bootloader ist keine GRUB 2-spezifische Konfigurationsdatei; die Werte dieser Datei gelten für alle Bootloader, die unter SUSE Linux Enterprise Desktop installiert sind.

### /boot/grub2/x86\_64-efi, ,

Diese Konfigurationsdateien enthalten architekturspezifische Optionen.

GRUB 2 kann auf mehrere Weisen gesteuert werden. Booteinträge aus einer vorhandenen Konfiguration können im grafischen Menü (Eröffnungsbildschirm) ausgewählt werden. Die Konfiguration wird aus der Datei /boot/grub2/grub.cfg geladen, die aus anderen Konfigurationsdateien kompiliert wird (siehe unten). Alle GRUB 2-Konfigurationsdateien gelten als Systemdateien, und Sie benötigen root-Berechtigungen, um sie bearbeiten zu können.



## Anmerkung: Aktivieren von Konfigurationsänderungen

Nach einer manuellen Änderung der GRUB 2-Konfigurationsdateien müssen Sie **grub2-mkconfig** ausführen, damit die Änderungen in Kraft treten. Wenn Sie die Konfiguration jedoch mit YaST bearbeitet haben, ist dies nicht nötig; **grub2-mkconfig** wird in diesem Fall automatisch ausgeführt.

### 13.2.1 Die Datei `/boot/grub2/grub.cfg`

Hinter dem grafischen Eröffnungsbildschirm mit dem Bootmenü steht die GRUB 2-Konfigurationsdatei `/boot/grub2/grub.cfg`, die alle Informationen zu allen Partitionen oder Betriebssystemen enthält, die über das Menü gebootet werden können.

GRUB 2 liest bei jedem Systemstart die Menüdatei direkt vom Dateisystem neu ein. Es besteht also kein Bedarf, GRUB 2 nach jeder Änderung an der Konfigurationsdatei neu zu installieren. Beim Installieren oder Entfernen von Kernels wird `grub.cfg` automatisch neu aufgebaut.

`grub.cfg` wird mit **grub2-mkconfig** aus der Datei `/etc/default/grub` und aus den Skripten im Verzeichnis `/etc/grub.d/` kompiliert. Ändern Sie die Datei daher in keinem Fall manuell. Bearbeiten Sie stattdessen die zugehörigen Ursprungsdateien, oder bearbeiten Sie die Konfiguration mit dem YaST-Bootloader-Modul (siehe [Abschnitt 13.3, „Konfigurieren des Bootloaders mit YaST“](#)).

### 13.2.2 Die Datei `/etc/default/grub`

Hier finden Sie allgemeinere Optionen für GRUB 2, beispielsweise den Zeitraum, über den das Menü angezeigt wird, oder das standardmäßig zu bootende Betriebssystem. Mit dem folgenden Kommando erhalten Sie eine Liste aller verfügbaren Optionen:

```
grep "export GRUB_DEFAULT" -A50 /usr/sbin/grub2-mkconfig | grep GRUB_
```

Neben den bereits definierten Variablen kann der Benutzer eigene Variablen festlegen und später in den Skripten im Verzeichnis `/etc/grub.d` verwenden.

Wenn Sie `/etc/default/grub` bearbeitet haben, führen Sie **grub2-mkconfig** aus, damit die Hauptkonfigurationsdatei entsprechend aktualisiert wird.



## Anmerkung: Bereich

Alle in dieser Datei festgelegten Optionen sind allgemeine Optionen, die für alle Booteeinträge gelten. Mit den Konfigurationsoptionen `GRUB_*_XEN_*` legen Sie besondere Optionen für Xen-Kernel oder den Xen-Hypervisor fest. Weitere Informationen finden Sie unten.

### GRUB\_DEFAULT

Hiermit legen Sie den Bootmenüeintrag fest, der standardmäßig gebootet werden soll. Als Wert ist eine Zahl, der vollständige Name eines Menüeintrags oder der Eintrag „saved“ (Gespeichert) zulässig.

Mit `GRUB_DEFAULT=2` wird der dritte Bootmenüeintrag gebootet (gezählt ab 0).

Mit `GRUB_DEFAULT="2>0"` wird der erste Untermenüeintrag im dritten übergeordneten Menüeintrag gebootet.

Mit `GRUB_DEFAULT="Beispiel für Bootmenüeintrag"` wird der Menüeintrag mit dem Titel „Beispiel für Bootmenüeintrag“ gebootet.

Mit `GRUB_DEFAULT=saved` wird der Eintrag gebootet, der mit dem Kommando **`grub2-reboot`** oder **`grub2-set-default`** angegeben wurde. Während mit **`grub2-reboot`** der Standard-Booteintrag nur für das nächste Neubooten festgelegt wird, bestimmt **`grub2-set-default`** den Standard-Booteintrag bis zur nächsten Änderung.

### GRUB\_HIDDEN\_TIMEOUT

Hiermit wird ein bestimmter Zeitraum (in Sekunden) abgewartet, bis der Benutzer eine Taste drückt. Während dieses Zeitraums wird erst dann ein Menü angezeigt, wenn der Benutzer eine Taste drückt. Wird während des angegebenen Zeitraums keine Taste gedrückt, so wird die Steuerung an `GRUB_TIMEOUT` übergeben. `GRUB_HIDDEN_TIMEOUT=0` prüft zunächst, ob `Umschalttaste` gedrückt wurde. Falls ja, wird das Bootmenü angezeigt; ansonsten wird sofort der Standard-Menüeintrag gebootet. Dies ist die Standardeinstellung, wenn GRUB 2 nur ein bootfähiges Betriebssystem erkennt.

### GRUB\_HIDDEN\_TIMEOUT\_QUIET

Bei `false` wird ein Countdown-Zähler auf einem leeren Bildschirm angezeigt, wenn die Funktion `GRUB_HIDDEN_TIMEOUT` aktiv ist.

### GRUB\_TIMEOUT

Dies ist der Zeitraum (in Sekunden), über den das Bootmenü angezeigt wird, bevor der Standard-Booteintrag automatisch gebootet wird. Sobald Sie eine Taste drücken, wird der Timeout abgebrochen, und GRUB 2 wartet darauf, dass Sie manuell die gewünschte Auswahl treffen. Mit GRUB\_TIMEOUT=-1 wird das Menü so lange angezeigt, bis Sie den gewünschten Booteintrag manuell auswählen.

### GRUB\_CMDLINE\_LINUX

Die Einträge in dieser Zeile werden an die Booteinträge für den normalen Modus und den Wiederherstellungsmodus angehängt. Hiermit können Sie zusätzliche Kernel-Parameter im Booteintrag angeben.

### GRUB\_CMDLINE\_LINUX\_DEFAULT

Dieser Eintrag entspricht GRUB\_CMDLINE\_LINUX, jedoch mit dem Unterschied, dass die Einträge nur im normalen Modus angehängt werden.

### GRUB\_CMDLINE\_LINUX\_RECOVERY

Dieser Eintrag entspricht GRUB\_CMDLINE\_LINUX, jedoch mit dem Unterschied, dass die Einträge nur im Wiederherstellungsmodus angehängt werden.

### GRUB\_CMDLINE\_LINUX\_XEN\_REPLACE

Dieser Eintrag ersetzt sämtliche GRUB\_CMDLINE\_LINUX-Parameter für alle Xen-Booteinträge.

### GRUB\_CMDLINE\_LINUX\_XEN\_REPLACE\_DEFAULT

Dieser Eintrag entspricht GRUB\_CMDLINE\_LINUX\_XEN\_REPLACE, jedoch mit dem Unterschied, dass nur Parameter für GRUB\_CMDLINE\_LINUX\_DEFAULT ersetzt werden.

### GRUB\_CMDLINE\_XEN

Mit diesem Eintrag werden die Kernel-Parameter ausschließlich für den Xen-Gastkernel bestimmt; die Funktionsweise entspricht GRUB\_CMDLINE\_LINUX.

### GRUB\_CMDLINE\_XEN\_DEFAULT

Dieser Eintrag entspricht GRUB\_CMDLINE\_XEN; die Funktionsweise entspricht GRUB\_CMDLINE\_LINUX\_DEFAULT.

## GRUB\_TERMINAL

Hiermit wird ein Eingabe-/Ausgabe-Terminal-Geräte angegeben und aktiviert. Mögliche Werte sind console (PC-BIOS- und EFI-Konsolen), serial (serielle Terminals), ofconsole (Open-Firmware-Konsolen) sowie der Standardwert gfxterm (Ausgabe im Grafikmodus). Sollen mehrere Geräte aktiviert werden, setzen Sie die Optionen in Anführungszeichen, beispielsweise GRUB\_TERMINAL="console serial".

## GRUB\_GFXMODE

Dies ist die Auflösung für das grafische Terminal gfxterm. Hierbei sind ausschließlich die Modi verfügbar, die von Ihrer Grafikkarte (VBE) unterstützt werden. Die Standardeinstellung lautet „auto“; hiermit wird nach Möglichkeit eine bevorzugte Auflösung ausgewählt. Mit dem Kommando vbeinfo in der GRUB 2-Kommandozeile werden die verfügbaren Bildschirmauflösungen für GRUB 2 angezeigt. Zum Öffnen der Kommandozeile drücken Sie [c], wenn der GRUB 2-Bootmenübildschirm angezeigt wird.

Außerdem können Sie eine Farbtiefe an die Einstellung für die Auflösung anhängen, z. B. GRUB\_GFXMODE=1280x1024x24.

## GRUB\_BACKGROUND

Hiermit legen Sie ein Hintergrundbild für das grafische Terminal gfxterm fest. Das Bild muss in einer Datei gespeichert sein, die GRUB 2 beim Booten lesen kann, und die Dateinamenerweiterung muss .png, .tga, .jpg oder .jpeg lauten. Falls erforderlich, wird das Bild auf die Bildschirmgröße skaliert.

## GRUB\_DISABLE\_OS\_PROBER

Bei true wird die automatische Suche nach anderen Betriebssystemen deaktiviert. Nur die Kernel-Images in /boot/ und die Optionen aus Ihren eigenen Skripten in /etc/grub.d/ werden erkannt.



## SUSE\_BTRFS\_SNAPSHOT\_BOOTING

Bei true kann GRUB 2 direkt in Snapper-Snapshots booten. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 4.3, „System-Rollback durch Booten aus Snapshots“*.



## **Anmerkung**

Alle \*\_DEFAULT-Parameter können manuell oder über YaST eingestellt werden.

Eine vollständige Liste der Optionen finden Sie im *Handbuch zu GNU GRUB* (<http://www.gnu.org/software/grub/manual/grub.html#Simple-configuration>) . Eine vollständige Liste der zulässigen Parameter finden Sie unter <http://en.opensuse.org/Linuxrc> .

### 13.2.3 Skripte in `/etc/grub.d`

Die Skripte in diesem Verzeichnis werden beim Ausführen des Kommandos **`grub2-mkconfig`** gelesen, und die Anweisungen aus diesen Skripten werden in die Datei `/boot/grub2/grub.cfg` eingegliedert. Die Reihenfolge der Menüpunkte in `grub.cfg` ergibt sich aus der Reihenfolge, in der die Dateien in diesem Verzeichnis ausgeführt werden. Dateien mit einer Zahl am Anfang des Dateinamens werden zuerst ausgeführt, beginnend mit der niedrigsten Zahl. `00_header` wird beispielsweise vor `10_linux` ausgeführt, das wiederum vor `40_custom` ausgeführt wird. Dateien mit einem Buchstaben an der ersten Stelle im Dateinamen werden nach den Dateien mit Zahlen am Anfang ausgeführt. Nur ausführbare Dateien erzeugen beim Ausführen von **`grub2-mkconfig`** eine Ausgabe in `grub.cfg`. Standardmäßig sind alle Dateien im Verzeichnis `/etc/grub.d` ausführbar. Die wichtigsten Skripte sind:

#### 00\_header

Hiermit werden Umgebungsvariablen festgelegt, beispielsweise der Speicherort von Systemdateien, Anzeigeeinstellungen, Themen und zuvor gespeicherte Einträge. Außerdem werden die Voreinstellungen aus der Datei `/etc/default/grub` importiert. In der Regel sind keine Änderungen an dieser Datei notwendig.

#### 10\_linux

Hiermit werden Linux-Kernel im root-Gerät erkannt und relevante Menüeinträge erstellt. Hierbei wird auch die zugehörige Option für den Wiederherstellungsmodus berücksichtigt (sofern aktiviert). Auf der Hauptmenüseite wird nur der jüngste Kernel angezeigt; weitere Kernel werden in einem Untermenü aufgeführt.

#### 30\_os-prober

Bei diesem Skript werden Linux und andere Betriebssysteme mithilfe von **`OS-prober`** gesucht, und die Ergebnisse werden in das GRUB 2-Menü eingetragen. Das Skript bietet Abschnitte für die Erkennung bestimmter anderer Betriebssysteme (z. B. Windows oder OS X).

#### 40\_custom

Mit dieser Datei können Sie schnell und einfach benutzerdefinierte Booteinträge in `grub.cfg` einbinden. Der Bestandteil `exec tail -n +3 $0` am Anfang darf dabei nicht geändert werden.



Dieses spezielle Skript kopiert den entsprechenden Teil der Datei `grub.cfg` und gibt ihn unverändert aus. Damit können Sie diesen Teil der Datei `grub.cfg` direkt bearbeiten, und die Änderung bleibt auch nach der Ausführung von `grub2-mkconfig` erhalten.

Die Verarbeitungsreihenfolge ergibt sich aus den Zahlen am Anfang des Skriptnamens, wobei das Skript mit der niedrigsten Zahl zuerst ausgeführt wird. Wenn mehrere Skripte mit derselben Zahl beginnen, entscheidet die alphabetische Sortierung des vollständigen Namens über die endgültige Reihenfolge.

### 13.2.4 Zuordnung von BIOS-Laufwerken und Linux-Geräten

In GRUB Legacy wurden die Linux-Geräte mithilfe der Konfigurationsdatei `device.map` aus den Nummern der BIOS-Laufwerke abgeleitet. Die Zuordnung von BIOS-Laufwerken und Linux-Geräten ist jedoch nicht in jedem Fall fehlerfrei erkennbar. Wenn Sie beispielsweise die Reihenfolge der IDE- und SCSI-Laufwerke in der BIOS-Konfiguration vertauschen, entsteht in GRUB Legacy eine falsche Reihenfolge.

In GRUB 2 werden beim Erzeugen der Datei `grub.cfg` dagegen Geräte-ID-Zeichenfolgen (UUIDs) oder Dateisystemkennungen erzeugt, so dass dieses Problem vermieden wird. In GRUB 2 wird eine interaktive temporäre Gerätezuordnung genutzt, die in der Regel ausreicht, insbesondere bei Systemen mit nur einer Festplatte.

Falls die automatische Zuordnung in GRUB 2 außer Kraft gesetzt werden soll, legen Sie eine benutzerdefinierte Zuordnungsdatei mit dem Dateinamen `/boot/grub2/device.map` an. Im nachfolgenden Beispiel wird die Zuordnung so geändert, dass `DISK 3` das Bootlaufwerk ist. Beachten Sie, dass die GRUB 2-Partitionsnummern mit `1` beginnen, nicht mit `0` wie in GRUB Legacy.

```
(hd1) /dev/disk-by-id/DISK3 ID
(hd2) /dev/disk-by-id/DISK1 ID
(hd3) /dev/disk-by-id/DISK2 ID
```

## 13.2.5 Ändern von Menü-Einträgen während des Bootvorgangs

Das direkte Bearbeiten von Menüeinträgen eröffnet einen Ausweg, wenn das System aufgrund einer fehlerhaften Konfiguration nicht mehr gebootet werden kann. Hiermit können Sie außerdem neue Einstellungen testen, ohne die bestehende Systemkonfiguration ändern zu müssen.

1. Wählen Sie im grafischen Bootmenü den zu bearbeitenden Eintrag mit den Pfeiltasten aus.
2. Drücken Sie **[E]**. Der Texteditor wird geöffnet.
3. Wechseln Sie mit den Pfeiltasten zur Zeile, die bearbeitet werden soll.

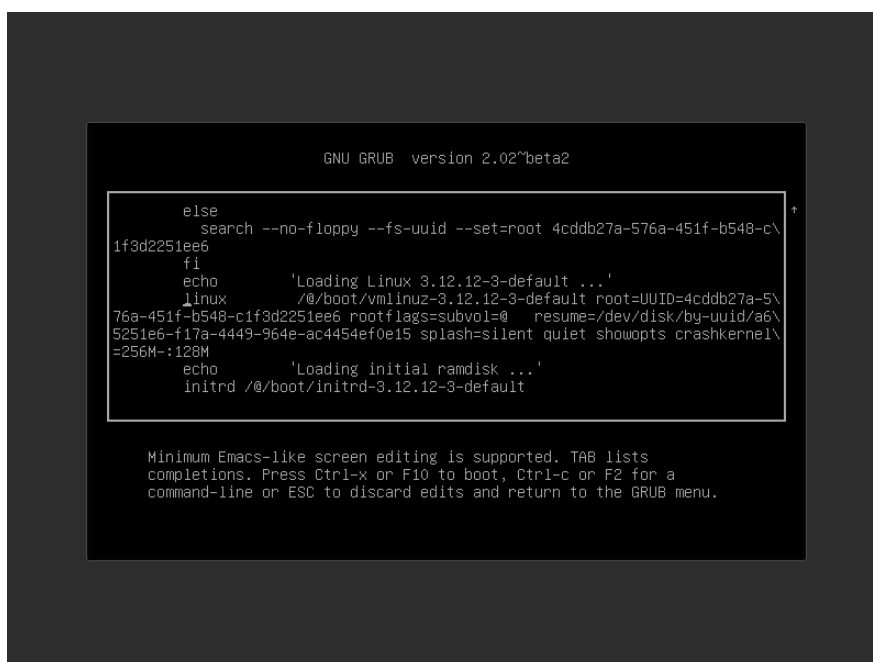


ABBILDUNG 13.1 BOOTEDITOR IN GRUB 2

Anschließend haben Sie zwei Möglichkeiten:

- a. Zum Bearbeiten der Kernel-Parameter fügen Sie die gewünschten Parameter (jeweils durch ein Leerzeichen getrennt) am Ende der Zeile an, die mit linux oder linuxefi beginnt. Unter <http://en.opensuse.org/Linuxrc> finden Sie eine vollständige Liste der Parameter.
- b. Alternativ bearbeiten Sie die zu ändernden Optionen, z. B. die Kernelversion. Mit der Taste **[→]** erhalten Sie die möglichen Vervollständigungsoptionen.

4. Mit **F10** booten Sie das System mit den vorgenommenen Änderungen, mit **Esc** verwerfen Sie Ihre Änderungen, und Sie kehren zum GRUB 2-Menü zurück.

Auf diese Weise vorgenommene Änderungen gelten nur für den aktuellen Bootvorgang und werden nicht dauerhaft gespeichert.

### **Wichtig: Tastaturbelegung während des Bootvorgangs**

Beim Bootvorgang ist nur die amerikanische Tastaturbelegung verfügbar. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter *Abbildung 30.2, „US-Tastaturbelegung“*.

### **Anmerkung: Bootloader auf den Installationsmedien**

Die Installationsmedien für Systeme mit herkömmlichen BIOS enthalten nach wie vor GRUB Legacy als Bootloader. Zum Hinzufügen von Bootoptionen wählen Sie einen Eintrag aus, und beginnen Sie mit der Eingabe. Die Ergänzungen des Installations-Booteintrags werden dauerhaft im installierten System gespeichert.

## 13.2.6 Festlegen eines Bootpassworts

GRUB 2 unterstützt schon vor dem Booten des Betriebssystems den Zugriff auf Dateisysteme. Dies bedeutet, dass Benutzer ohne root-Berechtigungen auf Dateien des Linux-Systems zugreifen können, auf die sie nach dem Booten keinen Zugriff haben. Um diese Zugriffe oder das Booten bestimmter Menüeinträge zu verhindern, können Sie ein Bootpasswort festlegen.

### **Wichtig:**

Das Bootpasswort muss dann bei jedem Booten eingegeben werden; das System wird also nicht automatisch gebootet.

Legen Sie das Bootpasswort gemäß den nachfolgenden Anweisungen fest. Alternativ verwenden Sie YaST (*Bootloader durch Passwort schützen* ).

1. Verschlüsseln Sie das Passwort mit **grub2-mkpasswd-pbkdf2**:

```
tux > sudo grub2-mkpasswd-pbkdf2
```

```
Password: ****
Reenter password: ****
PBKDF2 hash of your password is grub.pbkdf2.sha512.10000.9CA4611006FE96BC77A...
```

2. Fügen Sie die resultierende Zeichenfolge zusammen mit dem Kommando **set superusers** in die Datei /etc/grub.d/40\_custom ein.

```
set superusers="root"
password_pbkdf2 root grub.pbkdf2.sha512.10000.9CA4611006FE96BC77A...
```

3. Führen Sie **grub2-mkconfig** aus, damit die Änderungen in die Hauptkonfigurationsdatei importiert werden.

Nach dem Neubooten werden Sie aufgefordert, einen Benutzernamen und ein Passwort einzugeben, sobald Sie versuchen, einen Menüeintrag zu booten. Geben Sie root und das Passwort ein, das Sie mit dem Kommando **grub2-mkpasswd-pbkdf2** erstellt haben. Wenn der Berechtigungsnachweis fehlerfrei ist, bootet das System den angegebenen Booteintrag.

## 13.3 Konfigurieren des Bootloaders mit YaST

Mit dem YaST-Modul ist die Konfiguration des Bootloaders auf Ihrem SUSE Linux Enterprise Desktop am einfachsten. Wählen Sie im *YaST-Kontrollzentrum* die Option *System > Bootloader*. Das Modul zeigt die aktuelle Bootloader-Konfiguration des Systems und ermöglicht Ihnen, Änderungen vorzunehmen.

Verwenden Sie den Karteireiter *Boot-Code-Optionen*, um die Einstellungen in Bezug auf Typ, Speicherort und erweiterte Bootloader-Einstellungen anzuzeigen und zu ändern. Soll der GRUB-2-Bootloader verwendet werden, wählen Sie den entsprechenden Eintrag in der Liste der verfügbaren Bootloader aus.

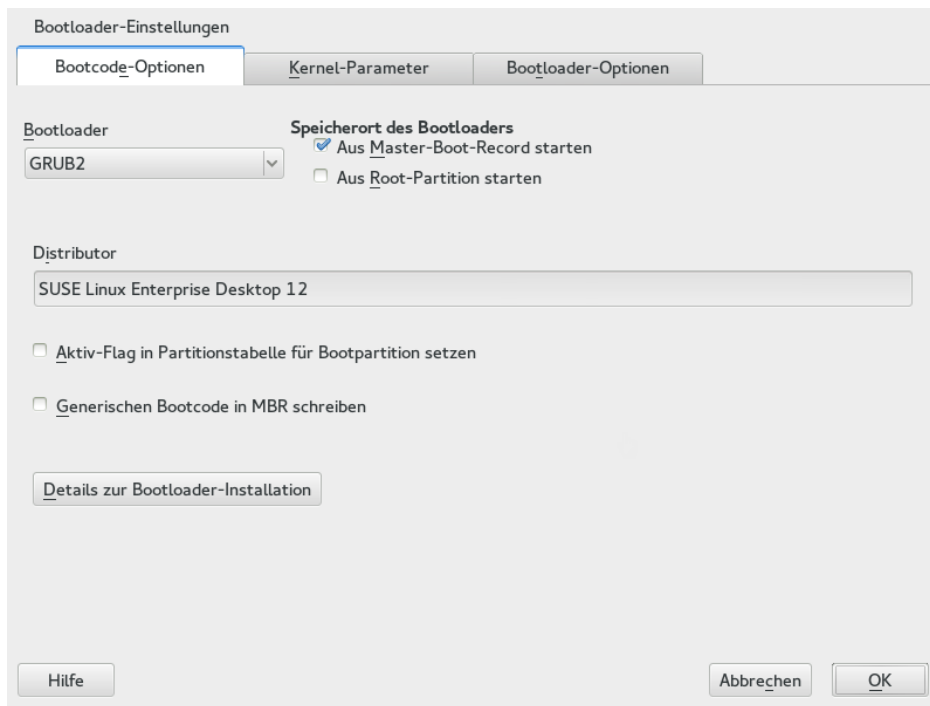


ABBILDUNG 13.2 KERNEL-PARAMETER

### 13.3.1 Ändern des Bootloader-Typs

Legen Sie den Typ des Bootloaders auf dem Karteireiter *Boot-Code-Optionen* fest. In SUSE Linux Enterprise Desktop wird standardmäßig der Bootloader GRUB 2 verwendet. So verwenden Sie GRUB oder GRUB2-EFI:

#### PROZEDUR 13.1 ÄNDERN DES BOOTLOADER-TYPS

1. Wählen Sie unter *Bootloader* die Option *GRUB2*, *GRUB2-EFI* oder einen anderen Eintrag.



#### **Wichtig: GRUB2-EFI für EFI-Systeme erforderlich**

Bei einem EFI-System können Sie nur GRUB2-EFI installieren, da das System ansonsten nicht mehr bootfähig ist.

2. Wählen Sie in dem sich öffnenden Dialogfeld folgende Aktionen aus:

#### *Neue Konfiguration vorschlagen*

Lässt YaST eine neue Konfiguration erstellen.

#### **Aktuelle Konfiguration konvertieren**

Lässt YaST die aktuelle Konfiguration konvertieren. Es ist möglich, dass beim Konvertieren der Konfiguration einige Einstellungen verloren gehen.

#### **Neue Konfiguration ohne Vorschlag erstellen**

Erstellt eine benutzerdefinierte Konfiguration. Diese Aktion ist während der Installation von SUSE Linux Enterprise Desktop nicht verfügbar.

#### **Auf Festplatte gespeicherte Konfiguration einlesen**

Lädt eine benutzerdefinierte Bootloader-Konfigurationsdatei. Diese Aktion ist während der Installation von SUSE Linux Enterprise Desktop nicht verfügbar.

3. Klicken Sie zweimal auf *OK*, um die Änderungen zu speichern.

Während der Konvertierung wird die alte GRUB 2-Konfiguration gespeichert. Wenn Sie sie verwenden möchten, ändern Sie einfach den Bootloader-Typ zurück in GRUB 2, und wählen Sie *Vor der Konvertierung gespeicherte Konfiguration wiederherstellen*. Diese Aktion ist nur auf einem installierten System verfügbar.



### **Anmerkung: Benutzerdefinierter Bootloader**

Wenn Sie einen anderen Bootloader außer den aufgeführten Bootloadern verwenden möchten, wählen Sie *Keinen Bootloader installieren*. Lesen Sie die Dokumentation Ihres Bootloaders sorgfältig durch, bevor Sie diese Option auswählen.

## 13.3.2 Speicherort des Bootloaders ändern

Um den Speicherort des Bootloaders zu ändern, gehen Sie wie folgt vor:

### PROZEDUR 13.2 **SPEICHERORT DES BOOTLOADERS ÄNDERN**

1. Wählen Sie den Karteireiter *Boot-Code-Optionen* und anschließend eine der folgenden Optionen für *Speicherort des Bootloaders*:

#### **Booten vom Master Boot Record**

Der Bootloader wird in den MBR des ersten Laufwerks installiert (entsprechend der im BIOS voreingestellten Bootreihenfolge).

#### ***Booten von der root-Partition***

Der Bootloader wird im Bootsektor der Partition / installiert (dies ist der Standard).

#### ***Booten von der Bootpartition***

Der Bootloader wird im Bootsektor der Partition /boot installiert.

#### ***Booten von der erweiterten Partition***

Der Bootloader wird in den Container der erweiterten Partition installiert.

#### ***Benutzerdefinierte Bootpartition***

Mit dieser Option können Sie den Speicherort des Bootloaders manuell angeben.

2. Klicken Sie zum Anwenden der Änderungen auf *OK*.

### 13.3.3 Anpassen der Festplattenreihenfolge

Wenn der Rechner mit mehreren Festplatten ausgestattet ist, können Sie die Bootreihenfolge für die Festplatten festlegen. Weitere Informationen finden Sie in [Abschnitt 13.2.4, „Zuordnung von BIOS-Laufwerken und Linux-Geräten“](#).

#### **PROZEDUR 13.3 FESTLEGEN DER FESTPLATTENREIHENFOLGE**

1. Öffnen Sie den Karteireiter *Boot-Code-Optionen*.
2. Klicken Sie auf *Details zur Bootloader-Installation*.
3. Ändern Sie bei mehreren aufgeführten Festplatten deren Reihenfolge mit einem Klick auf *Auf* oder *Ab*.
4. Klicken Sie zweimal auf *OK*, um die Änderungen zu speichern.

### 13.3.4 Konfigurieren der erweiterten Optionen

Erweiterte Boot-Optionen lassen sich über *Bootloader-Installation* > *Bootloader-Optionen* konfigurieren.

### 13.3.4.1 Karteireiter 1: *Bootloader-Optionen*

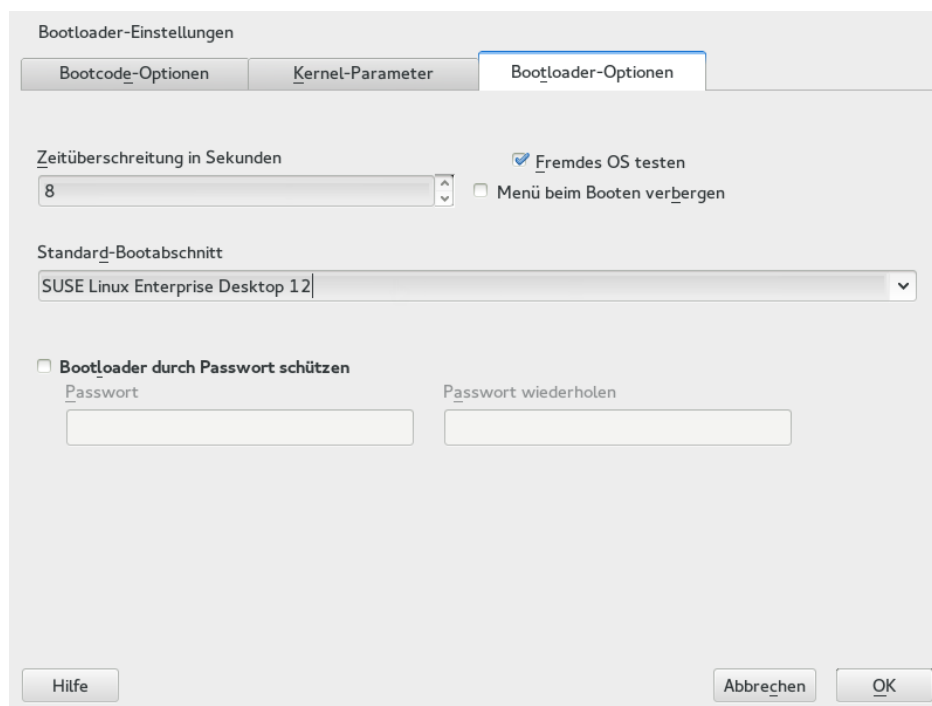


ABBILDUNG 13.3 **BOOTLOADER-OPTIONEN**

#### ***Zeitlimit des Bootloaders***

Zum Ändern des Werts für *Zeitüberschreitung in Sekunden* geben Sie einen neuen Wert ein, und klicken Sie mit der Maus auf die entsprechenden Pfeilschaltfläche.

#### ***Fremdes OS testen***

Mit dieser Option sucht der Bootloader nach anderen Systemen, z. B. Windows oder andere Linux-Installationen.

#### ***Menü beim Booten verbergen***

Blendet das Bootmenü aus und bootet den Standardeintrag.

#### ***Anpassen des Standard-Boot-Eintrags***

Wählen Sie den gewünschten Eintrag in der Liste „Standard-Bootabschnitt“ aus. Beachten Sie, dass das Zeichen „>“ im Namen des Booteintrags den Bootabschnitt und den zugehörigen Unterabschnitt begrenzt.

#### ***Bootloader durch Passwort schützen***

Schützt den Bootloader und das System mit einem zusätzlichen Passwort. Weitere Einzelheiten finden Sie unter [Abschnitt 13.2.6, „Festlegen eines Bootpassworts“](#).



### 13.3.4.2 Karteireiter 2: Kernel-Parameter

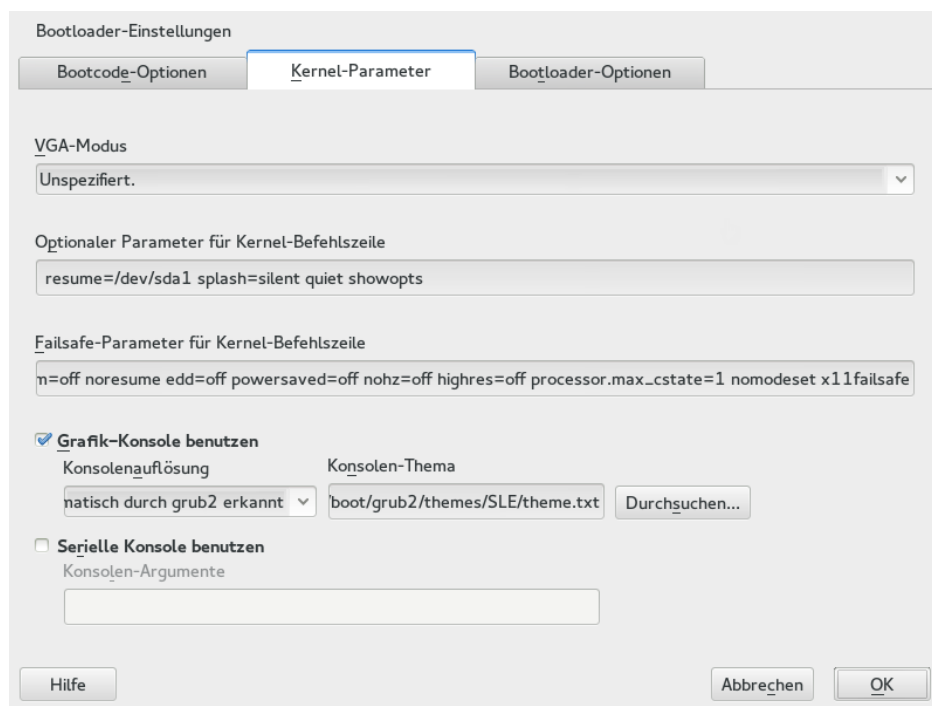


ABBILDUNG 13.4 KERNEL-PARAMETER

#### VGA-Modus

Mit der Option für den VGA-Modus legen Sie die standardmäßige Bildschirmauflösung für den Bootvorgang fest.

#### Kernel Command Line Parameter (Kernel-Befehlszeilenparameter)

Die Kernel-Parameter werden an die Standardparameter angehängt. Optionale Parameter werden lediglich an den normalen Kernel angehängt und die Failsafe-Parameter lediglich an den Failsafe- oder Wiederherstellungs-Kernel. Eine Liste aller zulässigen Parameter finden Sie unter <http://en.opensuse.org/Linuxrc>.

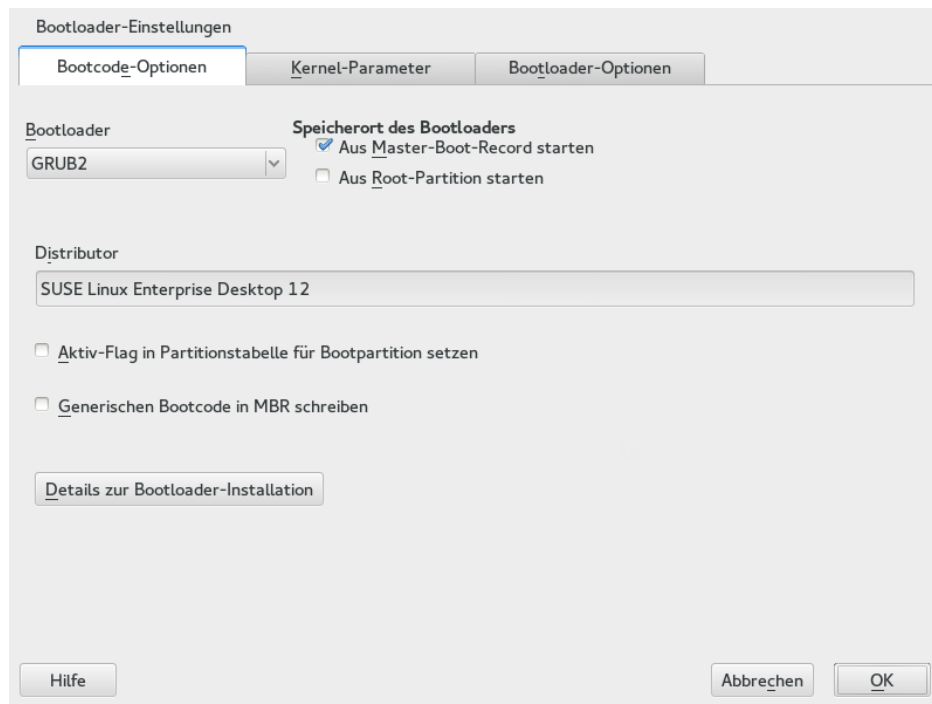
#### Grafik-Konsole benutzen

Wenn diese Option aktiviert ist, wird das Bootmenü nicht im Textmodus dargestellt, sondern in einem grafischen Begrüßungsbildschirm. Hierbei können Sie die Auflösung des Bootbildschirms über die Liste *Konsolenauflösung* festlegen und die Definitionsdatei für das grafische Thema mit der Dateiauswahl *Konsolen-Thema*.

### **Serielle Konsole verwenden**

Wenn Ihr Computer über eine serielle Konsole gesteuert wird, aktivieren Sie diese Option und geben Sie an, welcher COM-Port in welcher Geschwindigkeit verwendet werden soll. Siehe **info grub** oder <http://www.gnu.org/software/grub/manual/grub.html#Serial-terminal>.

### 13.3.4.3 Karteireiter 3: *Bootcode-Optionen*



**ABBILDUNG 13.5 KERNEL-PARAMETER**

#### ***Aktives Flag in Partitionstabelle für Bootpartition festlegen***

Aktiviert die Partition, die den Bootloader enthält. Einige ältere Betriebssysteme, z. B. Windows, können nur von einer aktiven Partition booten.

#### ***Generischen Bootcode in MBR schreiben***

Ersetzt den aktuellen MBR durch generischen, Betriebssystem-unabhängigen Code.

## 13.4 Unterschiede bei der Terminalnutzung in System z

Auf 3215- und 3270-Terminals gelten bestimmte Unterschiede und Einschränkungen beim Bewegen des Cursors und beim Verwenden von Bearbeitungskommands in GRUB 2.

### 13.4.1 Einschränkungen

#### Interaktivität

Die Interaktivität wird dringend empfohlen. Bei der Eingabe erfolgt häufig keine visuelle Rückmeldung. Zum Ermitteln der Cursorposition geben Sie einen Unterstrich (    ) ein.



#### Anmerkung

Das 3270-Terminal bietet eine bessere Darstellung und Bildschirmaktualisierung als das 3215-Terminal.

#### Cursorbewegung

Die „herkömmliche“ Cursorbewegung ist nicht möglich. **Alt**, **Meta**, **Strg** und die Cursortasten sind nicht funktionsfähig. Bewegen Sie den Cursor mit den Tastenkombinationen in [Abschnitt 13.4.2, „Tastenkombinationen“](#).

#### Caret















Das Caret    dient als Steuerzeichen. Zur Eingabe eines Buchstabens mit Caret    geben Sie Folgendes ein:   ,   , BUCHSTABE.


















#### Geben Sie ein:

Die **Eingabetaste** ist nicht funktionsfähig; drücken Sie stattdessen   -j.

### 13.4.2 Tastenkombinationen

Häufig ersetzt durch:	<u>  </u> -j	Erfassen („Eingabetaste“)
	<u>  </u> -L	Abbrechen, zum letzten „Status“ zurückkehren

	 -I	Karteireiter ausfüllen (im Bearbeitungs- und Shell-Modus)
Verfügbare Tasten im Menümodus:	 -A	Erster Eintrag
	 -E	Letzter Eintrag
	 -P	Vorheriger Eintrag
	 -N	Nächster Eintrag
	 -G	Vorherige Seite
	 -C	Nächste Seite
	 -F	Ausgewählten Eintrag booten oder Untermenü öffnen (entspricht  -J)
	E	Ausgewählten Eintrag bearbeiten
	C	GRUB-Shell öffnen
Verfügbare Tasten im Bearbeitungsmodus:	 -P	Vorherige Zeile
	 -N	Nächste Zeile
	 -B	Ein Zeichen zurück
	 -F	Ein Zeichen weiter
	 -A	Zeilenanfang
	 -E	Zeilenende
	 -H	Rücktaste
	 -D	Löschen

	 -K	Zeile schließen
	 -Y	Kopieren
	 -O	Zeile öffnen
	 -L	Bildschirm aktualisieren
	 -X	Eintrag booten
	 -C	GRUB-Shell öffnen
Verfügbare Tasten im Kommandozeilenmodus:	 -P	Vorheriges Kommando
	 -N	Nächstes Kommando im Verlauf
	 -A	Zeilenanfang
	 -E	Zeilenende
	 -B	Ein Zeichen zurück
	 -F	Ein Zeichen weiter
	 -H	Rücktaste
	 -D	Löschen
	 -K	Zeile schließen
	 -U	Zeile verwerfen
	 -Y	Kopieren

## 13.5 Nützliche Kommandos in GRUB 2

### grub2-mkconfig

Hiermit wird eine neue Datei /boot/grub2/grub.cfg auf der Grundlage von /etc/default/grub und der Skripten in /etc/grub.d/ erzeugt.

#### BEISPIEL 13.1 VERWENDUNG VON GRUB2-MKCONFIG

```
grub2-mkconfig -o /boot/grub2/grub.cfg
```



### Tipp: Syntaxprüfung

Wenn Sie **grub2-mkconfig** ohne Parameter ausführen, wird die Konfiguration an STDOUT ausgegeben und kann dort abgerufen werden. Zur Syntaxprüfung führen Sie **grub2-script-check** aus, sobald die Datei /boot/grub2/grub.cfg geschrieben wurde.

### grub2-mkrescue

Hiermit wird ein bootfähiges Rettungs-Image der installierten GRUB 2-Konfiguration erstellt.

#### BEISPIEL 13.2 VERWENDUNG VON GRUB2-MKRESCUE

```
grub2-mkrescue -o save_path/name.iso iso
```

### grub2-script-check

Hiermit prüfen Sie die angegebene Datei auf Syntaxfehler.

#### BEISPIEL 13.3 VERWENDUNG VON GRUB2-SCRIPT-CHECK

```
grub2-check-config /boot/grub2/grub.cfg
```

### grub2-once

Hiermit legen Sie den Standard-Booteintrag für den nächsten Bootvorgang fest (dies wird nicht dauerhaft gespeichert). Mit der Option --list erhalten Sie eine Liste der verfügbaren Booteinträge.

#### BEISPIEL 13.4 VERWENDUNG VON GRUB2-ONCE

```
grub2-once number_of_the_boot_entry
```



## Tipp

Wenn Sie das Programm ohne Angabe von Optionen aufrufen, erhalten Sie eine vollständige Liste der zulässigen Optionen.

## 13.6 Weitere Informationen

Umfassende Informationen zu GRUB 2 finden Sie unter <http://www.gnu.org/software/grub/><sup>7</sup>. Ausführliche Informationen finden Sie auch auf der Infoseite für den Befehl **grub**. Weitere Informationen zu bestimmten Themen erhalten Sie auch, wenn Sie „GRUB 2“ in der Suchfunktion für technische Informationen unter <http://www.suse.com/support><sup>7</sup> als Suchwort eingeben.

## 14 UEFI (Unified Extensible Firmware Interface)

Die UEFI (Unified Extensible Firmware Interface) bildet die Schnittstelle zwischen der Firmware, die sich auf der Systemhardware befindet, allen Hardware-Komponenten des Systems und dem Betriebssystem.

UEFI wird auf PC-Systemen immer stärker verbreitet und ersetzt allmählich das bisherige PC-BIOS. UEFI bietet beispielsweise echte Unterstützung für 64-Bit-Systeme und ermöglicht das sichere Booten („Secure Boot“, Firmware-Version 2.3.1c oder höher erforderlich), eine der zentralen Funktionen dieser Schnittstelle. Nicht zuletzt stellt UEFI auf allen x86-Plattformen eine Standard-Firmware bereit.

UEFI eröffnet außerdem die folgenden Vorteile:

- Booten von großen Festplatten (mehr als 2 TiB) mithilfe einer GUID-Partitionstabelle (GPT).
- CPU-unabhängige Architektur und Treiber.
- Flexible Vor-OS-Umgebung mit Netzwerkfunktionen.
- CSM (Compatibility Support Module) zur Unterstützung des Bootens älterer Betriebssysteme über eine PC-BIOS-ähnliche Emulation.

Weitere Informationen finden Sie unter [http://en.wikipedia.org/wiki/Unified\\_Extensible\\_Firmware\\_Interface](http://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Extensible_Firmware_Interface). Die nachfolgenden Abschnitte sollen keinen allgemeinen Überblick über UEFI liefern, sondern sie weisen lediglich darauf hin, wie bestimmte Funktionen in SUSE Linux Enterprise implementiert sind.

### 14.1 Secure Boot

Bei UEFI bedeutet die Absicherung des Bootstrapping-Prozesses, dass eine Vertrauenskette aufgebaut wird. Die „Plattform“ ist die Grundlage dieser Vertrauenskette; im SUSE Linux Enterprise-Kontext bilden die Hauptplatine und die On-Board-Firmware diese „Plattform“. Anders gesagt ist dies der Hardware-Hersteller, und die Vertrauenskette erstreckt sich von diesem Hardware-Hersteller zu den Komponentenherstellern, den Betriebssystemherstellern usw.



Das Vertrauen wird durch die Verschlüsselung mit öffentlichen Schlüsseln ausgedrückt. Der Hardware-Hersteller integriert einen sogenannten Plattformschlüssel (Platform Key, PK) in die Firmware, der die Grundlage für das Vertrauen legt. Das Vertrauensverhältnis zu Betriebssystemherstellern und anderen Dritten wird dadurch dokumentiert, dass ihre Schlüssel mit dem PK signiert werden.

Zum Gewährleisten der Sicherheit wird schließlich verlangt, dass die Firmware erst dann einen Code ausführt, wenn dieser Code mit einem dieser „verbürgten“ Schlüssel signiert ist – ein OS-Bootloader, ein Treiber im Flash-Speicher einer PCI-Express-Karte oder auf der Festplatte oder auch eine Aktualisierung der Firmware selbst.

Wenn Sie Secure Boot nutzen möchten, muss der OS-Loader also in jedem Fall mit einem Schlüssel signiert sein, der für die Firmware als verbürgt gilt, und der OS-Loader muss überprüfen, ob der zu ladende Kernel ebenfalls verbürgt ist.

In die UEFI-Schlüsseldatenbank können KEKs (Key Exchange Keys) aufgenommen werden. Auf diese Weise können Sie auch andere Zertifikate nutzen, sofern diese mit dem privaten Teil des PK signiert sind.

### 14.1.1 Implementation unter SUSE Linux Enterprise

Standardmäßig wird der KEK (Key Exchange Key) von Microsoft installiert.



#### **Anmerkung: GUID-Partitionstabelle (GPT) erforderlich**

Für die Secure Boot-Funktion ist eine GUID-Partitionstabelle (GPT) erforderlich, die die bisherige Partitionierung per MBR (Master Boot Record) ersetzt.

Wenn YaST während der Installation den EFI-Modus feststellt, wird versucht, eine GPT-Partition zu erstellen. UEFI erwartet die EFI-Programme auf einer FAT-formatierten ESP (EFI-Systempartition).

Zur Unterstützung von UEFI Secure Boot ist im Wesentlichen ein Bootloader mit einer digitalen Signatur erforderlich, den die Firmware als verbürgten Schlüssel erkennt. Zum Vorteil für SUSE Linux Enterprise-Kunden gilt dieser Schlüssel für die Firmware von vornherein als verbürgt, ohne dass der Benutzer manuell eingreifen müsste.

Hierzu gibt es zwei Möglichkeiten. Die erste Möglichkeit ist die Zusammenarbeit mit Hardware-Herstellern, sodass diese einen SUSE-Schlüssel zulassen, mit dem dann der Bootloader signiert wird. Die zweite Möglichkeit besteht darin, das Windows Logo Certification-Programm

von Microsoft zu durchlaufen, damit der Bootloader zertifiziert wird und Microsoft den SUSE-Signierschlüssel anerkennt (also mit dem KEK von Microsoft signiert). Bislang wurde der Loader für SUSE vom UEFI Signing Service (in diesem Fall von Microsoft) signiert.

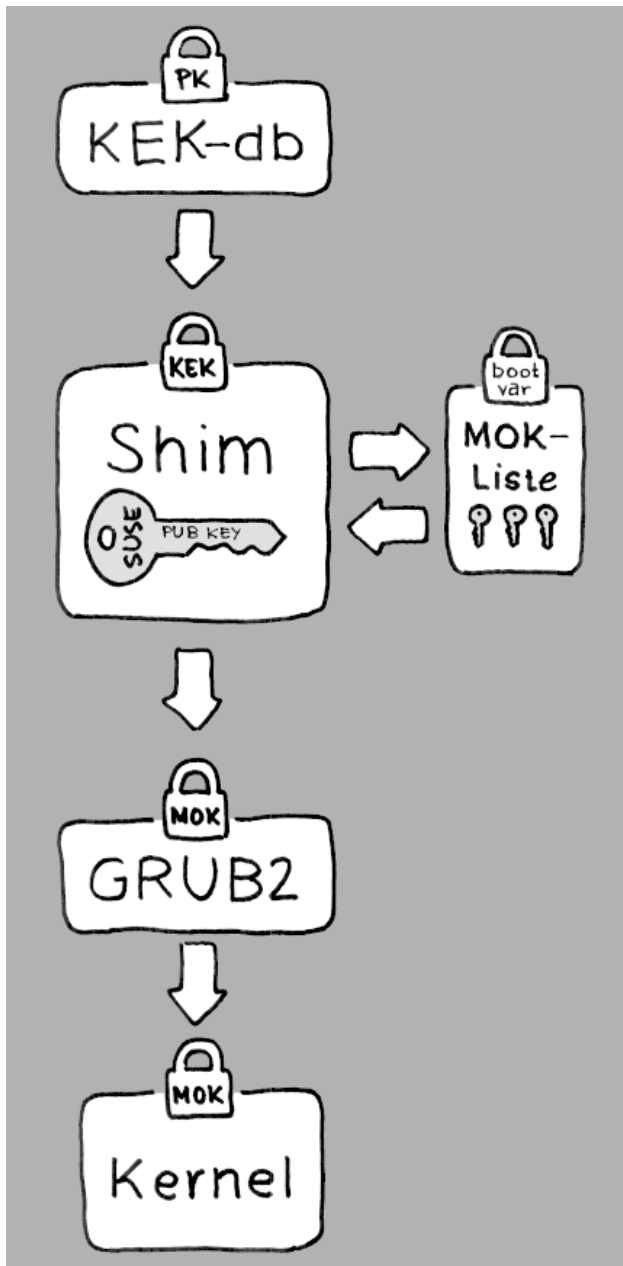


ABBILDUNG 14.1 UEFI: SECURE BOOT-VORGANG

In der Implementierungsschicht nutzt SUSE den shim-Loader. Durch diese elegante Lösung werden rechtliche Probleme vermieden, und der Zertifizierungs- und Signierungsschritt wird erheblich vereinfacht. Der shim-Loader lädt einen Bootloader wie ELILO oder GRUB 2 und

überprüft diesen Loader; der Bootloader wiederum lädt ausschließlich Kernels, die mit einem SUSE-Schlüssel signiert sind. SUSE bietet diese Funktion ab SLE11 SP3 in Neuinstallationen, in denen UEFI Secure Boot aktiviert ist.

Es gibt zwei Typen von verbürgten Benutzern.

- Erstens: Benutzer, die die Schlüssel besitzen. Der PK (Platform Key) ermöglicht nahezu alle Aktionen. Der KEK (Key Exchange Key) ermöglicht dieselben Aktionen wie ein PK, mit der Ausnahme, dass der PK hiermit nicht geändert werden kann.
- Zweitens: Benutzer mit physischem Zugang zum Computer. Ein Benutzer mit physischem Zugang kann den Computer neu booten und UEFI konfigurieren.

UEFI bietet zwei Arten von Variablen für die Anforderungen dieser Benutzer:

- Die ersten Variablen werden als „Authenticated Variables“ (authentifizierte Variablen) bezeichnet. Diese Variablen können sowohl innerhalb des Bootvorgangs (in der sogenannten Boot Services Environment) und im laufenden Betriebssystem aktualisiert werden, jedoch nur dann, wenn der neue Wert der Variable mit demselben Schlüssel signiert ist wie der bisherige Wert. Zudem können diese Variablen nur an einen Wert mit einer höheren Seriennummer angehängt oder in einen Wert mit einer höheren Seriennummer geändert werden.
- Die zweiten Variablen sind die sogenannten „Boot Services Only Variables“ (Variablen für Boot-Services). Diese Variablen stehen jedem Code zur Verfügung, der während des Bootvorgangs ausgeführt wird. Nach Abschluss des Bootvorgangs und vor dem Starten des Betriebssystems muss der Bootloader den Aufruf `ExitBootServices` auslösen. Anschließend sind diese Variablen nicht mehr zugänglich, und das Betriebssystem kann nicht mehr darauf zugreifen.

Die verschiedenen UEFI-Schlüssellisten sind vom ersten Typ, da es damit möglich ist, die Schlüssel, Treiber und Firmware-Fingerabdrücke online zu aktualisieren, hinzuzufügen und in Schwarze Listen einzutragen. Der zweite Variablentyp, also die „Boot Services Only Variables“, unterstützt die Implementierung von Secure Boot auf sichere, Open Source-freundliche und damit GPLv3-kompatible Weise.

SUSE startet mit `shim`, einem kleinen, einfachen EFI-Bootloader, der ursprünglich von Fedora entwickelt wurde. Der Loader ist mit einem durch den SUSE-KEK signierten Zertifikat sowie mit einem von Microsoft ausgegebenen Zertifikat signiert, auf dessen Grundlage die KEKs in der UEFI-Schlüsseldatenbank im System zur Verfügung stehen.

Damit kann shim geladen und ausgeführt werden.

Anschließend überprüft shim, ob der zu ladende Bootloader verbürgt ist. In der Standardsituation verwendet shim ein unabhängiges SUSE-Zertifikat, das in diesen Loader integriert ist. Darüber hinaus ermöglicht shim das „Registrieren“ weiterer Schlüssel, die Vorrang vor dem SUSE-Standardschlüssel erhalten. Im Folgenden werden diese Schlüssel als MOKs („Machine Owner Keys“) bezeichnet.

Danach überprüft und bootet der Bootloader den Kernel, und der Kernel überprüft und bootet seinerseits die Module.

## 14.1.2 MOK (Machine Owner Key)

Wenn der Benutzer (der „Machine Owner“, also der Eigentümer des Computers) eine Komponente im Bootvorgang ersetzen möchte, müssen MOKs (Machine Owner Keys) verwendet werden. Das Werkzeug mokutils hilft beim Signieren der Komponenten und beim Verwalten der MOKs.

Der Registrierungsprozess beginnt mit dem Neubooten des Computers und dem Unterbrechen des Bootvorgangs (z. B. durch Drücken einer Taste), wenn shim geladen wird. shim geht dann in den Registrierungsmodus über, und der Benutzer kann den SUSE-Standardschlüssel durch Schlüssel aus einer Datei auf der Bootpartition ersetzen. Auf Wunsch des Benutzers kann shim dann einen Hash dieser Datei berechnen und das Ergebnis in einer „Boot Services Only“-Variable ablegen. Damit ist shim in der Lage, Änderungen an der Datei zu erkennen, die außerhalb der Boot-Services vorgenommen wurden; so wird eine Manipulation der Liste der benutzergeheimigten MOKs unterbunden.

Diese Vorgänge laufen zum Zeitpunkt des Bootens ab – nunmehr wird nur überprüfter Code ausgeführt. Daher kann nur ein Benutzer, der direkt an der Konsole sitzt, die Schlüssel des Computereigentümers verwenden. Bei Malware oder bei einem Hacker mit Fernzugriff auf das Betriebssystem ist dies nicht möglich, da Hacker und Malware lediglich die Datei ändern können, nicht jedoch den Hash, der in der „Boot Services Only“-Variable gespeichert ist.

Nach dem Laden und Überprüfen durch shim ruft der Bootloader wiederum shim auf, um den Kernel zu überprüfen. So wird eine Duplizierung des Prüfcodes vermieden. shim greift hierzu auf dieselbe MOK-Liste zu und teilt dem Bootloader mit, ob der Kernel geladen werden kann.

Auf diese Weise können Sie Ihren eigenen Kernel oder Bootloader installieren. Sie müssen lediglich einen neuen Schlüsselsatz installieren und im Rahmen Ihrer physischen Anwesenheit beim ersten Neubooten bestätigen. Es gibt nicht nur einen MOK, sondern eine ganze MOK-Liste. Aus diesem Grund kann `shim` die Schlüssel von verschiedenen Herstellern als verbürgt betrachten, sodass auch Dual-Boot- und Multi-Boot-Funktionen mit dem Bootloader möglich sind.

### 14.1.3 Booten eines benutzerdefinierten Kernels

Die folgenden Ausführungen beruhen auf [http://en.opensuse.org/openSUSE:UEFI#Booting\\_a\\_custom\\_kernel](http://en.opensuse.org/openSUSE:UEFI#Booting_a_custom_kernel).

Secure Boot verhindert nicht die Nutzung eines selbst kompilierten Kernels. Sie müssen den Kernel mit Ihrem eigenen Zertifikat signieren und dieses Zertifikat für die Firmware oder den MOK bekanntgeben.

1. Erstellen Sie einen benutzerdefinierten X.509-Schlüssel und ein entsprechendes Zertifikat für die Signierung:

```
openssl req -new -x509 -newkey rsa:2048 -keyout key.asc \
-out cert.pem -nodes -days 666 -subj "/CN=$USER/"
```

Weitere Informationen zum Erstellen von Zertifikaten finden Sie unter [http://en.opensuse.org/openSUSE:UEFI\\_Image\\_File\\_Sign\\_Tools#Create\\_Your\\_Own\\_Certificate](http://en.opensuse.org/openSUSE:UEFI_Image_File_Sign_Tools#Create_Your_Own_Certificate).

2. Verpacken Sie den Schlüssel und das Zertifikat als PKCS#12-Struktur:

```
openssl pkcs12 -export -inkey key.asc -in cert.pem \
-name kernel_cert -out cert.p12
```

3. Generieren Sie eine NSS-Datenbank für **pesign**:

```
certutil -d . -N
```

4. Importieren Sie den Schlüssel und das Zertifikat aus PKCS#12 in die NSS-Datenbank:

```
pk12util -d . -i cert.p12
```

5. „Authentifizieren“ Sie den Kernel mit der neuen Signatur mithilfe von **pesign**:

```
pesign -n . -c kernel_cert -i arch/x86/boot/bzImage \  
-o vmlinuz.signed -s
```

6. Listen Sie die Signaturen im Kernel-Image auf:

```
pesign -n . -S -i vmlinuz.signed
```

Zu diesem Zeitpunkt können Sie den Kernel wie gewohnt in /boot installieren. Der Kernel besitzt nun eine benutzerdefinierte Signatur, sodass das Zertifikat zum Signieren in die UEFI-Firmware oder in den MOK importiert werden muss.

7. Konvertieren Sie das Zertifikat zum Importieren in die Firmware oder den MOK in das DER-Format:

```
openssl x509 -in cert.pem -outform der -out cert.der
```

8. Kopieren Sie das Zertifikat aus Gründen des einfacheren Zugriffs in die ESP:

```
sudo cp cert.der /boot/efi/
```

9. Mit **mokutil** wird die MOK-Liste automatisch gestartet.

- a. Importieren Sie das Zertifikat in MOK:

```
mokutil --root-pw --import cert.der
```

Mit der Option --root-pw kann der root-Benutzer direkt verwendet werden.

- b. Prüfen Sie die Liste der Zertifikate, die für die Registrierung vorbereitet werden:

```
mokutil --list-new
```

- c. Booten Sie das System neu; mit shim sollte MokManager gestartet werden. Um den Import des Zertifikats in die MOK-Liste zu bestätigen, müssen Sie das root-Passwort eingeben.

- d. Prüfen Sie, ob der soeben importierte Schlüssel registriert wurde:

```
mokutil --list-enrolled
```

a. Zum manuellen Starten des MOK gehen Sie alternativ wie folgt vor:  
Booten Sie den Computer neu

b. Drücken Sie im GRUB 2-Menü die Taste „c“.

c. Typ:

```
chainloader $efibootdir/MokManager.efi  
boot
```

d. Wählen Sie *Enroll key from disk (Schlüssel von Festplatte registrieren)*.

e. Navigieren Sie zur Datei cert.der, und drücken Sie Eingabetaste.

f. Registrieren Sie den Schlüssel gemäß den Anweisungen. In der Regel drücken Sie hierzu „0“ und dann zum Bestätigen „j“.

Alternativ können Sie einen neuen Schlüssel über das Firmware-Menü in die Signaturdatenbank aufnehmen.

## 14.1.4 Funktionen und Einschränkungen






Beim Booten im Secure Boot-Modus stehen die folgenden Funktionen zur Verfügung:

- Installation in den Speicherort des UEFI-Standard-Bootloaders (Mechanismus zum Beibehalten oder Wiederherstellen des EFI-Booteintrags).
- Neubooten über UEFI.
- Der Xen-Hypervisor wird mit UEFI gebootet, wenn kein Legacy-BIOS für das Fallback vorhanden ist.
- Unterstützung für das PXE-Booten mit UEFI IPv6.
- Unterstützung für das Abrufen des UEFI-Videomodus; der Kernel kann den Videomodus aus UEFI abrufen und den KMS-Modus mit denselben Parametern konfigurieren.
- Unterstützung für das UEFI-Booten von USB-Geräten.

Beim Booten im Secure Boot-Modus gelten die folgenden Einschränkungen:

- Um zu gewährleisten, dass Secure Boot nicht einfach umgangen werden kann, sind einige Kernelfunktionen beim Ausführen unter Secure Boot deaktiviert.
- Der Bootloader, der Kernel und die Kernelmodule müssen signiert sein.
- Kexec und Kdump sind deaktiviert.
- Der Ruhezustand (Suspend on Disk) ist deaktiviert.
- Der Zugriff auf /dev/kmem und /dev/mem ist nicht möglich, auch nicht als Root-Benutzer.
- Der Zugriff auf den E/A-Anschluss ist nicht möglich, auch nicht als Root-Benutzer. Alle X11-Grafiktreiber müssen einen Kernaltreiber verwenden.
- Der PCI-BAR-Zugriff über sysfs ist nicht möglich.
- custom\_method in ACPI ist nicht verfügbar.
- debugfs für das Modul asus-wmi ist nicht verfügbar.
- Der Parameter acpi\_rsdp hat keine Auswirkungen auf den Kernel.

## 14.2 Weiterführende Informationen

- <http://www.uefi.org>  – UEFI-Homepage mit den aktuellen UEFI-Spezifikationen.
- Blogeinträge von Olaf Kirch und Vojtěch Pavlík (das obige Kapitel ist stark auf diese Einträge gestützt):
  - <http://www.suse.com/blogs/uefi-secure-boot-plan/> 
  - <http://www.suse.com/blogs/uefi-secure-boot-overview/> 
  - <http://www.suse.com/blogs/uefi-secure-boot-details/> 
- <http://en.opensuse.org/openSUSE:UEFI>  – UEFI mit openSUSE.



## 15 Spezielle Systemfunktionen

In diesem Kapitel erhalten Sie zunächst Informationen zu den verschiedenen Softwarepaketen, zu den virtuellen Konsolen und zur Tastaturbelegung. Hier finden Sie Hinweise zu Software-Komponenten, wie bash, cron und logrotate, da diese im Laufe der letzten Veröffentlichungszyklen geändert oder verbessert wurden. Selbst wenn sie nur klein sind oder als nicht besonders wichtig eingestuft werden, können die Benutzer ihr Standardverhalten ändern, da diese Komponenten häufig eng mit dem System verbunden sind. Das Kapitel endet mit einem Abschnitt mit sprach- und landesspezifischen Einstellungen (I18N und L10N).

### 15.1 Informationen zu speziellen Softwarepaketen

Die Programme bash, cron, logrotate, locate, ulimit und free spielen für Systemadministratoren und viele Benutzer eine wichtige Rolle. man-Seiten und info-Seiten sind hilfreiche Informationsquellen zu Befehlen, sind jedoch nicht immer verfügbar. GNU Emacs ist ein beliebter konfigurierbarer Texteditor.

#### 15.1.1 Das Paket bash und /etc/profile

Bash ist die Standard-System-Shell. Wenn sie als Anmelde-Shell verwendet wird, werden mehrere Initialisierungsdateien gelesen. Bash verarbeitet die entsprechenden Informationen in der Reihenfolge dieser Liste:

1. /etc/profile
2. ~/.profile
3. /etc/bash.bashrc
4. ~/.bashrc

Nehmen Sie benutzerdefinierte Einstellungen in ~/.profile oder ~/.bashrc vor. Um die richtige Verarbeitung der Dateien zu gewährleisten, müssen die Grundeinstellungen aus /etc/skel/.profile oder /etc/skel/.bashrc in das Home-Verzeichnis des Benutzers kopiert wer-

den. Es empfiehlt sich, die Einstellungen aus /etc/skel nach einer Aktualisierung zu kopieren. Führen Sie die folgenden Shell-Befehle aus, um den Verlust persönlicher Einstellungen zu vermeiden:

```
mv ~/.bashrc ~/.bashrc.old
cp /etc/skel/.bashrc ~/.bashrc
mv ~/.profile ~/.profile.old
cp /etc/skel/.profile ~/.profile
```

Kopieren Sie anschließend die persönlichen Einstellungen erneut aus den \*.old-Dateien.

## 15.1.2 Das cron-Paket

Wenn Sie Kommandos regelmäßig und automatisch zu bestimmten Zeiten im Hintergrund ausführen möchten, verwenden Sie dazu am besten das Tool cron. cron wird durch speziell formatierte Zeittabellen gesteuert. Einige sind bereits im Lieferumfang des Systems enthalten, bei Bedarf können Benutzer jedoch auch eigene Tabellen erstellen.

Die cron-Tabellen befinden sich im Verzeichnis /var/spool/cron/tabs. /etc/crontab dient als systemübergreifende cron-Tabelle. Geben Sie den Benutzernamen zur Ausführung des Befehls unmittelbar nach der Zeittabelle und noch vor dem Befehl ein. In *Beispiel 15.1, „Eintrag in /etc/crontab“*, wird root eingegeben. Die paketspezifischen Tabellen in /etc/cron.d weisen alle dasselbe Format auf. Informationen hierzu finden Sie auf der man-Seite zu cron (man cron).

### BEISPIEL 15.1 EINTRAG IN /ETC/CRONTAB

```
1-59/5 * * * * root test -x /usr/sbin/atrun && /usr/sbin/atrun
```

Sie können /etc/crontab nicht bearbeiten, indem Sie den Befehl crontab -e bearbeiten. Die Datei muss direkt in einem Editor geladen, geändert und dann gespeichert werden.

Einige Pakete installieren Shell-Skripten in die Verzeichnisse /etc/cron.hourly, /etc/cron.daily, /etc/cron.weekly und /etc/cron.monthly, deren Ausführung durch /usr/lib/cron/run-crons gesteuert wird. /usr/lib/cron/run-crons wird alle 15 Minuten von der Haupttabelle (/etc/crontab) ausgeführt. Hiermit wird gewährleistet, dass vernachlässigte Prozesse zum richtigen Zeitpunkt ausgeführt werden können.

Um die Skripten `hourly`, `daily` oder andere Skripten für regelmäßige Wartungsarbeiten zu benutzerdefinierten Zeiten auszuführen, entfernen Sie regelmäßig die Zeitstempeldateien mit `/etc/crontab`-Einträgen (siehe *Beispiel 15.2, „/etc/crontab: Entfernen der Zeitstempeldateien“* – u. a. wird `hourly` vor jeder vollen Stunde und `daily` einmal täglich um 2:14 Uhr entfernt).

#### BEISPIEL 15.2 /ETC/CRONTAB: ENTFERNEN DER ZEITSTEMPELDATEIEN

59	*	*	*	*	root	rm -f /var/spool/cron/lastrun/cron.hourly
14	2	*	*	*	root	rm -f /var/spool/cron/lastrun/cron.daily
29	2	*	*	6	root	rm -f /var/spool/cron/lastrun/cron.weekly
44	2	1	*	*	root	rm -f /var/spool/cron/lastrun/cron.monthly

Sie können auch `DAILY_TIME` in `/etc/sysconfig/cron` auf die Zeit einstellen, zu der `cron.daily` gestartet werden soll. Mit `MAX_NOT_RUN` stellen Sie sicher, dass die täglichen Aufgaben auch dann ausgeführt werden, wenn der Computer zur angegebenen `DAILY_TIME` und auch eine längere Zeit danach nicht eingeschaltet ist. Die maximale Einstellung von `MAX_NOT_RUN` sind 14 Tage.

Die täglichen Systemwartungsaufträge werden zum Zwecke der Übersichtlichkeit auf mehrere Skripts verteilt. Sie sind im Paket `aaa_base` enthalten. `/etc/cron.daily` enthält beispielsweise die Komponenten `suse.de-backup-rpmdb`, `suse.de-clean-tmp` oder `suse.de-cron-local`.

### 15.1.3 Stoppen der Cron-Statusmeldungen

Um die Email-Flut einzudämmen, die durch die Cron-Statusmeldungen entsteht, wird der Standardwert für `SEND_MAIL_ON_NO_ERROR` in `/etc/sysconfig/cron` bei neuen Installationen auf `"no"` (nein) eingestellt. Selbst mit der Einstellung `"no"` (nein) wird die Cron-Datenausgabe weiterhin an die `MAILTO`-Adresse gesendet, wie auf der man-Seite zu Cron beschrieben.

Bei einer Aktualisierung wird empfohlen, diese Werte gemäß Ihren Anforderungen einzustellen.

### 15.1.4 Protokolldateien: Paket logrotate

Mehrere Systemdienste ( *Dämonen*) zeichnen zusammen mit dem Kernel selbst regelmäßig den Systemstatus und spezielle Ereignisse in Protokolldateien auf. Auf diese Weise kann der Administrator den Status des Systems zu einem bestimmten Zeitpunkt regelmäßig überprüfen, Feh-

ler oder Fehlfunktionen erkennen und die Fehler mit Präzision beheben. Die Protokolldateien werden in der Regel, wie von FHS angegeben, unter /var/log gespeichert und werden täglich umfangreicher. Mit dem Paket logrotate kann der Umfang der Dateien gesteuert werden.

Konfigurieren Sie Logrotate mit der Datei

/etc/logrotate.conf. Die Dateien, die zusätzlich gelesen werden sollen, werden insbesondere durch die include-Spezifikation konfiguriert. Programme, die Protokolldateien erstellen, installieren einzelne Konfigurationsdateien in /etc/logrotate.d. Solche Dateien sind beispielsweise im Lieferumfang der Pakete apache2 (/etc/logrotate.d/apache2) und sys-log-service (/etc/logrotate.d/syslog) enthalten.

### BEISPIEL 15.3 BEISPIEL FÜR /ETC/LOGROTATE.CONF

```
# see "man logrotate" for details
# rotate log files weekly
weekly

# keep 4 weeks worth of backlogs
rotate 4

# create new (empty) log files after rotating old ones
create

# uncomment this if you want your log files compressed
#compress

# RPM packages drop log rotation information into this directory
include /etc/logrotate.d

# no packages own lastlog or wtmp - we'll rotate them here
#/var/log/wtmp {
#   monthly
#   create 0664 root utmp
#   rotate 1
#}

# system-specific logs may be also be configured here.
```

logrotate wird über cron gesteuert und täglich durch /etc/cron.daily/logrotate aufgerufen.

## ! Wichtig: Berechtigungen

Mit der Option create werden alle vom Administrator in /etc/permissions\* vorgenommenen Einstellungen gelesen. Stellen Sie sicher, dass durch persönliche Änderungen keine Konflikte auftreten.

### 15.1.5 Der Befehl „locate“

**locate**, ein Kommando zum schnellen Suchen von Dateien, ist nicht im Standardumfang der installierten Software enthalten. Falls gewünscht, können Sie das Paket **mlocate**, den Nachfolger des Pakets **findutils-locate**, installieren. Der Prozess **updatedb** wird jeden Abend etwa 15 Minuten nach dem Booten des Systems gestartet.

### 15.1.6 Der Befehl „ulimit“

Mit dem Kommando **ulimit** (*user limits*) ist es möglich, Begrenzungen für die Verwendung von Systemressourcen festzulegen und anzuzeigen. **ulimit** ist besonders nützlich für die Begrenzung des verfügbaren Arbeitsspeichers für Anwendungen. Damit kann eine Anwendung daran gehindert werden, zu viele Systemressourcen zu reservieren und damit das Betriebssystem zu verlangsamen oder sogar aufzuhängen.

**ulimit** kann mit verschiedenen Optionen verwendet werden. Verwenden Sie zum Begrenzen der Speicherauslastung die in *Tabelle 15.1, „ulimit: Einstellen von Ressourcen für Benutzer“* aufgeführten Optionen.

TABELLE 15.1 **ulimit: EINSTELLEN VON RESSOURCEN FÜR BENUTZER**

<u>-m</u>	Die maximale nicht auslagerbare festgelegte Größe
<u>-v</u>	Die maximale Größe des virtuellen Arbeitsspeichers, der der Shell zur Verfügung steht
<u>-s</u>	Die maximale Größe des Stapels

<u>-c</u>	Die maximale Größe der erstellten Kerndateien
<u>-a</u>	Alle aktuellen Grenzwerte werden gemeldet

Systemweite Standardeinträge werden unter /etc/profile festgelegt. Die direkte Bearbeitung dieser Datei wird nicht empfohlen, da die Änderungen bei einer Systemaufrüstung überschrieben werden. Mit /etc/profile.local können Sie die systemweiten Profileinstellungen anpassen. Benutzerspezifische Einstellungen sind unter ~USER/.bashrc vorzunehmen.

#### BEISPIEL 15.4 **ULIMIT: EINSTELLUNGEN IN ~/.BASHRC**

```
# Limits maximum resident set size (physical memory):
ulimit -m 98304

# Limits of virtual memory:
ulimit -v 98304
```

Die Speicherzuteilungen müssen in KB erfolgen. Weitere Informationen erhalten Sie mit man bash.



#### **Wichtig: Unterstützung für ulimit**

ulimit-Direktiven werden nicht von allen Shells unterstützt. PAM (z. B. pam\_limits) bietet umfassende Anpassungsfunktionen als Alternative zu ulimit.

### 15.1.7 Der Befehl „free“

Das Kommando free zeigt die Größe des insgesamt vorhandenen freien und verwendeten physischen Arbeitsspeichers und Auslagerungsspeichers im System sowie die vom Kernel verwendeten Puffer und den verwendeten Cache an. Das Konzept des *verfügbaren Arbeitsspeichers* geht auf Zeiten vor der einheitlichen Speicherverwaltung zurück. Bei Linux gilt der Grundsatz *freier Arbeitsspeicher ist schlechter Arbeitsspeicher*. Daher wurde bei Linux immer darauf geachtet, die Caches auszugleichen, ohne freien oder nicht verwendeten Arbeitsspeicher zuzulassen.

Der Kernel verfügt nicht direkt über Anwendungs- oder Benutzerdaten. Stattdessen verwaltet er Anwendungen und Benutzerdaten in einem *Seiten-Cache*. Falls nicht mehr genügend Arbeitsspeicher vorhanden ist, werden Teile auf der Swap-Partition oder in Dateien gespeichert, von wo aus sie mithilfe des Befehls `mmap` abgerufen werden können (siehe `man mmap`).

Der Kernel enthält zusätzlich andere Caches, wie beispielsweise den *slab-Cache*, in dem die für den Netzwerkzugriff verwendeten Caches gespeichert werden. Dies erklärt die Unterschiede zwischen den Zählern in `/proc/meminfo`. Die meisten, jedoch nicht alle dieser Zähler, können über `/proc/slabinfo` aufgerufen werden.

Wenn Sie jedoch herausfinden möchten, wie viel RAM gerade verwendet wird, dann finden Sie diese Information in `/proc/meminfo`.

## 15.1.8 man-Seiten und Info-Seiten

Für einige GNU-Anwendungen (wie beispielsweise `tar`) sind keine man-Seiten mehr vorhanden. Verwenden Sie für diese Befehle die Option `--help`, um eine kurze Übersicht über die Info-Seiten zu erhalten, in der Sie detailliertere Anweisungen erhalten. `info` befindet sich im Hypertextsystem von GNU. Eine Einführung in dieses System erhalten Sie, wenn Sie `info info` eingeben. Info-Seiten können mit Emacs angezeigt werden, wenn Sie `emacs -f info` eingeben oder mit `info` direkt in einer Konsole angezeigt werden. Sie können auch `tkinfo`, `xinfo` oder das Hilfesystem zum Anzeigen von Info-Seiten verwenden.

## 15.1.9 Auswählen von man-Seiten über das Kommando `man`

Geben Sie `man man_page` ein, um die man-Seite zu lesen. Wenn bereits eine man-Seite mit demselben Namen in anderen Abschnitten vorhanden ist, werden alle vorhandenen Seiten mit den zugehörigen Abschnittsnummern aufgeführt. Wählen Sie die aus, die Sie anzeigen möchten. Wenn Sie innerhalb einiger Sekunden keine Abschnittsnummer eingeben, wird die erste Seite angezeigt.

Wenn Sie zum standardmäßigen Systemverhalten zurückkehren möchten, setzen Sie `MAN_POSIXLY_CORRECT=1` in einer Shell-Initialisierungsdatei wie `~/.bashrc`.

## 15.1.10 Einstellungen für GNU Emacs

GNU Emacs ist eine komplexe Arbeitsumgebung. In den folgenden Abschnitten werden die beim Starten von GNU Emacs verarbeiteten Dateien beschrieben. Weitere Informationen hierzu erhalten Sie online unter <http://www.gnu.org/software/emacs/>.

Beim Starten liest Emacs mehrere Dateien, in denen die Einstellungen für den Benutzer, den Systemadministrator und den Distributor zur Anpassung oder Vorkonfiguration enthalten sind. Die Initialisierungsdatei `~/.emacs` ist in den Home-Verzeichnissen der einzelnen Benutzer von `/etc/skel` installiert. `.emacs` wiederum liest die Datei `/etc/skel/.gnu-emacs`. Zum Anpassen des Programms kopieren Sie `.gnu-emacs` in das Home-Verzeichnis (mit `cp /etc/skel/.gnu-emacs ~/.gnu-emacs`) und nehmen Sie dort die gewünschten Einstellungen vor.

`.gnu-emacs` definiert die Datei `~/.gnu-emacs-custom` als `custom-file`. Wenn Benutzer in Emacs Einstellungen mit den `customize`-Optionen vornehmen, werden die Einstellungen in `~/.gnu-emacs-custom` gespeichert.

Bei SUSE Linux Enterprise Desktop wird mit dem `emacs`-Paket die Datei `site-start.el` im Verzeichnis `/usr/share/emacs/site-lisp` installiert. Die Datei `site-start.el` wird vor der Initialisierungsdatei `~/.emacs` geladen. Mit `site-start.el` wird unter anderem sichergestellt, dass spezielle Konfigurationsdateien mit Emacs-Zusatzpaketen, wie `psgml`, automatisch geladen werden. Konfigurationsdateien dieses Typs sind ebenfalls unter `/usr/share/emacs/site-lisp` gespeichert und beginnen immer mit `suse-start-`. Der lokale Systemadministrator kann systemweite Einstellungen in `default.el` festlegen.

Weitere Informationen zu diesen Dateien finden Sie in der Info-Datei zu Emacs unter *Init File*: `info:/emacs/InitFile`. Informationen zum Deaktivieren des Ladens dieser Dateien (sofern erforderlich) stehen dort ebenfalls zur Verfügung.

Die Komponenten von Emacs sind in mehrere Pakete unterteilt:

- Das Basispaket `emacs`.
- `emacs-x11` (in der Regel installiert): das Programm *mit* X11-Support.
- `emacs-nox`: das Programm *ohne* X11-Support.
- `emacs-info`: Online-Dokumentation im info-Format.



- emacs-el : die nicht kompilierten Bibliotheksdateien in Emacs Lisp. Sie sind während der Laufzeit nicht erforderlich.
- Verschiedene Add-On-Pakete können bei Bedarf installiert werden: emacs-auctex (LaTeX), psgml (SGML und XML), gnuserv (Client- und Server-Vorgänge) und andere.

## 15.2 Virtuelle Konsolen

Linux ist ein Multitasking-System für den Mehrbenutzerbetrieb. Die Vorteile dieser Funktionen können auch auf einem eigenständigen PC-System genutzt werden. Im Textmodus stehen sechs virtuelle Konsolen zur Verfügung. Mit den Tastenkombinationen `Alt-F1` bis `Alt-F6` können Sie zwischen den Konsolen umschalten. Die siebte Konsole ist für X und reserviert und in der zehnten Konsole werden Kernel-Meldungen angezeigt.

Wenn Sie von X ohne Herunterfahren zu einer anderen Konsole wechseln möchten, verwenden Sie die Tastenkombinationen `Strg-Alt-F1` bis `Strg-Alt-F6`. Mit `Alt-F7` kehren Sie zu X zurück.

## 15.3 Tastaturzuordnung

Um die Tastaturzuordnung der Programme zu standardisieren, wurden Änderungen an folgenden Dateien vorgenommen:

```
/etc/inputrc
/etc/X11/Xmodmap
/etc/skel/.emacs
/etc/skel/.gnu-emacs
/etc/skel/.vimrc
/etc/csh.cshrc
/etc/termcap
/usr/share/terminfo/x/xterm
/usr/share/X11/app-defaults/XTerm
```

```
/usr/share/emacs/VERSION/site-lisp/term/*.el
```

Diese Änderungen betreffen nur Anwendungen, die **terminfo**-Einträge verwenden oder deren Konfigurationsdateien direkt geändert werden (**vi**, **emacs** usw.). Anwendungen, die nicht im Lieferumfang des Systems enthalten sind, sollten an diese Standards angepasst werden.

Unter X kann die Compose-Taste (Multi-Key) gemäß `/etc/X11/Xmodmap` aktiviert werden.

Weitere Einstellungen sind mit der X-Tastaturerweiterung (XKB) möglich. Diese Erweiterung wird auch von der Desktop-Umgebung GNOME (gswitchit) verwendet.



### Tipp: Weiterführende Informationen

Informationen zu XKB finden Sie in den Dokumenten, die unter `/usr/share/doc/packages/xkeyboard-config` (Teil des Pakets `xkeyboard-config`) aufgelistet sind.

## 15.4 Sprach- und länderspezifische Einstellungen

Das System wurde zu einem großen Teil internationalisiert und kann an lokale Gegebenheiten angepasst werden. Die Internationalisierung (*I18N*) ermöglicht spezielle Lokalisierungen (*L10N*). Die Abkürzungen *I18N* und *L10N* wurden von den ersten und letzten Buchstaben der englischsprachigen Begriffe und der Anzahl der dazwischen stehenden ausgelassenen Buchstaben abgeleitet.

Die Einstellungen werden mit `LC_`-Variablen vorgenommen, die in der Datei `/etc/sysconfig/language` definiert sind. Dies bezieht sich nicht nur auf die *native Sprachunterstützung*, sondern auch auf die Kategorien *Meldungen* (Sprache) *Zeichensatz*, *Sortierreihenfolge*, *Uhrzeit und Datum*, *Zahlen* und *Währung*. Diese Kategorien können direkt über eine eigene Variable oder indirekt mit einer Master-Variable in der Datei `language` festgelegt werden (weitere Informationen erhalten Sie auf der man-Seite zu **locale**).

`RC_LC_MESSAGES,`   `RC_LC_CTYPE,`   `RC_LC_COLLATE,`   `RC_LC_TIME,`   `RC_LC_NUMERIC,`  
`RC_LC_MONETARY`

Diese Variablen werden ohne das Präfix `RC_` an die Shell weitergegeben und stehen für die aufgelisteten Kategorien. Die betreffenden Shell-Profile werden unten aufgeführt. Die aktuelle Einstellung lässt sich mit dem Befehl **locale** anzeigen.

### RC\_LC\_ALL

Sofern diese Variable festgelegt ist, setzt Sie die Werte der bereits erwähnten Variablen außer Kraft.

### RC\_LANG

Falls keine der zuvor genannten Variablen festgelegt ist, ist dies das Fallback. Standardmäßig wird nur RC\_LANG festgelegt. Dadurch wird es für die Benutzer einfacher, eigene Werte einzugeben.

### ROOT\_USES\_LANG

Eine Variable, die entweder den Wert yes oder den Wert no aufweist. Wenn die Variable auf no gesetzt ist, funktioniert root immer in der POSIX-Umgebung.

Die Variablen können über den sysconfig-Editor von YaST festgelegt werden. Der Wert einer solchen Variable enthält den Sprachcode, den Ländercode, die Codierung und einen Modifier. Die einzelnen Komponenten werden durch Sonderzeichen verbunden:

```
LANG=<language>[_<COUNTRY>].<Encoding>[@<Modifier>]
```

## 15.4.1 Beispiele

Sprach- und Ländercode sollten immer gleichzeitig eingestellt werden. Die Spracheinstellungen entsprechen der Norm ISO 639, die unter <http://www.evertype.com/standards/iso639/iso639-en.html> und <http://www.loc.gov/standards/iso639-2/> verfügbar ist. Die Ländercodes sind in ISO 3166 aufgeführt (siehe [http://en.wikipedia.org/wiki/ISO\\_3166](http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_3166)).

Es ist nur sinnvoll, Werte festzulegen, für die verwendbare Beschreibungsdateien unter /usr/lib/locale zu finden sind. Anhand der Dateien in /usr/share/i18n können mit dem Befehl **localedef** zusätzliche Beschreibungsdateien erstellt werden. Die Beschreibungsdateien sind Bestandteil des Pakets glibc-i18ndata. Eine Beschreibungsdatei für en\_US.UTF-8 (für Englisch und USA) kann beispielsweise wie folgt erstellt werden:

```
localedef -i en_US -f UTF-8 en_US.UTF-8
```

#### LANG=en\_US.UTF-8

Dies ist die Standardeinstellung, wenn während der Installation US-Englisch ausgewählt wurde. Wenn Sie eine andere Sprache ausgewählt haben, wird diese Sprache ebenfalls mit der Zeichencodierung UTF-8 aktiviert.

#### LANG=en\_US.ISO-8859-1

Hiermit wird als Sprache Englisch, als Land die USA und als Zeichensatz ISO-8859-1 festgelegt. In diesem Zeichensatz wird das Eurozeichen nicht unterstützt, es kann jedoch gelegentlich in Programmen nützlich sein, die nicht für die UTF-8-Unterstützung aktualisiert wurden. Die Zeichenkette, mit der der Zeichensatz definiert wird (in diesem Fall ISO-8859-1), wird anschließend von Programmen, wie Emacs, ausgewertet.

#### LANG=en\_IE@euro

Im oben genannten Beispiel wird das Eurozeichen explizit in die Spracheinstellung aufgenommen. Diese Einstellung ist nun überflüssig, da UTF-8 auch das Eurosymbol enthält. Sie ist nur nützlich, wenn eine Anwendung ISO-8859-15 anstelle von UTF-8 unterstützt.

Änderungen an /etc/sysconfig/language werden mit der folgenden Prozesskette aktiviert:

- Für die Bash: /etc/profile liest /etc/profile.d/lang.sh, die ihrerseits /etc/sysconfig/language analysiert.
- Für tcsh: /etc/profile liest /etc/profile.d/lang.csh, die ihrerseits /etc/sysconfig/language analysiert.

So wird sichergestellt, dass sämtliche Änderungen an /etc/sysconfig/language bei der nächsten Anmeldung in der entsprechenden Shell verfügbar sind, ohne dass sie manuell aktiviert werden müssen.

Die Benutzer können die Standardeinstellungen des Systems außer Kraft setzen, indem Sie die Datei ~/.bashrc entsprechend bearbeiten. Wenn Sie die systemübergreifende Einstellung en\_US für Programm Meldungen beispielsweise nicht verwenden möchten, nehmen Sie z. B. LC\_MESSAGES=es\_ES auf, damit die Meldungen stattdessen auf Spanisch angezeigt werden.

## 15.4.2 Locale-Einstellungen in ~/.i18n

Wenn Sie mit den Locale-Systemstandardwerten nicht zufrieden sind, können Sie die Einstellungen in `~/.i18n` ändern. Achten Sie dabei jedoch auf die Einhaltung der Bash-Scripting-Syntax. Die Einträge in `~/.i18n` setzen die Systemstandardwerte aus `/etc/sysconfig/language` außer Kraft. Verwenden Sie dieselben Variablennamen, jedoch ohne das Namespace-Präfix `RC_`. Nutzen Sie beispielsweise `LANG` anstatt `RC_LANG`:

```
LANG=cs_CZ.UTF-8
LC_COLLATE=C
```

## 15.4.3 Einstellungen für die Sprachunterstützung

Die Dateien in der Kategorie *Meldungen* werden generell im entsprechenden Sprachverzeichnis (wie beispielsweise `en`) gespeichert, damit ein Fallback vorhanden ist. Wenn Sie für `LANG` den Wert `en_US` festlegen und in `/usr/share/locale/en_US/LC_MESSAGES` keine Meldungsdatei vorhanden ist, wird ein Fallback auf `/usr/share/locale/en/LC_MESSAGES` ausgeführt.

Darüber hinaus kann eine Fallback-Kette definiert werden, beispielsweise für Bretonisch zu Französisch oder für Galizisch zu Spanisch oder Portugiesisch:

```
LANGUAGE=„br_FR:fr_Fr“
```

```
LANGUAGE=„gl_ES:es_ES:pt_PT“
```

Wenn Sie möchten, können Sie die norwegischen Varianten Nynorsk und Bokmål (mit zusätzlichem Fallback auf `no`) verwenden:

```
LANG=„nn_NO“
```

```
LANGUAGE=„nn_NO:nb_NO:no“
```

oder

```
LANG=„nb_NO“
```

```
LANGUAGE=„nb_NO:nn_NO:no“
```

Beachten Sie, dass bei Norwegisch auch `LC_TIME` anders behandelt wird.

Ein mögliches Problem ist, dass ein Trennzeichen, das zum Trennen von Zifferngruppen verwendet wird, nicht richtig erkannt wird. Dies passiert, wenn `LANG` auf einen aus zwei Buchstaben bestehenden Sprachcode wie `de` eingestellt ist, die Definitionsdatei, die glibc verwendet, jedoch in `/usr/share/lib/de_DE/LC_NUMERIC` gespeichert ist. Daher muss `LC_NUMERIC` auf `de_DE` gesetzt sein, damit das System die Trennzeichendefinition erkennen kann.

## 15.4.4 Weiterführende Informationen

- *The GNU C Library Reference Manual*, Kapitel „Locales and Internationalization“. Dieses Handbuch ist in `glibc-info` enthalten. Das Paket befindet sich im SUSE Linux Enterprise-SDK. Das SDK ist ein Add-on-Produkt für SUSE Linux Enterprise und ist unter <http://download.suse.com/> als Download verfügbar. Suchen Sie nach SUSE Linux Enterprise Software Development Kit.
- Markus Kuhn, *UTF-8 and Unicode FAQ for Unix/Linux*, momentan verfügbar unter <http://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/unicode.html>.
- *Unicode-Howto* von Bruno Haible, verfügbar unter <http://tldp.org/HOWTO/Unicode-HOWTO-1.html>.

## 16 Druckerbetrieb

SUSE® Linux Enterprise Desktop unterstützt zahlreiche Druckermodelle (auch entfernte Netzwerkdrucker). Drucker können manuell oder mit YaST konfiguriert werden. Anleitungen zur Konfiguration finden Sie unter *Buch „Bereitstellungshandbuch ” 5 „Einrichten von Hardware-Komponenten mit YaST”* 5.3 *„Einrichten eines Druckers”*. Grafische Dienstprogramme und Dienstprogramme an der Kommandozeile sind verfügbar, um Druckaufträge zu starten und zu verwalten. Wenn Ihr Drucker nicht wie erwartet verwendet werden kann, lesen Sie die Informationen unter *Abschnitt 16.8, „Fehlersuche”*.

Das Standarddrucksystem in SUSE Linux Enterprise Desktop ist CUPS (Common Unix Printing System).

Drucker können nach Schnittstelle, z. B. USB oder Netzwerk, und nach Druckersprache unterschieden werden. Stellen Sie beim Kauf eines Druckers sicher, dass dieser über eine von der Hardware unterstützte Schnittstelle (USB, Ethernet oder WLAN) und über eine geeignete Druckersprache verfügt. Drucker können basierend auf den folgenden drei Klassen von Druckersprachen kategorisiert werden:

### PostScript-Drucker

PostScript ist die Druckersprache, in der die meisten Druckaufträge unter Linux und Unix vom internen Drucksystem generiert und verarbeitet werden. Wenn PostScript-Dokumente direkt vom Drucker verarbeitet und im Drucksystem nicht in weiteren Phasen konvertiert werden müssen, reduziert sich die Anzahl der möglichen Fehlerquellen.

Derzeit wird PostScript von PDF als Standardformat für Druckaufträge abgelöst. PostScript + PDF-Drucker, die PDF-Dateien (neben PostScript-Dateien) direkt drucken können, sind bereits am Markt erhältlich. Bei herkömmlichen PostScript-Druckern müssen PDF-Dateien während des Druck-Workflows in PostScript konvertiert werden.

### Standarddrucker (Sprachen wie PCL und ESC/P)

Bei den bekannten Druckersprachen kann das Drucksystem PostScript-Druckaufträge mithilfe von Ghostscript in die entsprechende Druckersprache konvertieren. Diese Verarbeitungsphase wird als "Interpretieren" bezeichnet. Die gängigsten Sprachen sind PCL (die am häufigsten auf HP-Druckern und ihren Klonen zum Einsatz kommt) und ESC/P (die bei Epson-Druckern verwendet wird). Diese Druckersprachen werden in der Regel von Linux unterstützt und liefern ein adäquates Druckergebnis. Linux ist unter Umständen nicht in

der Lage, einige spezielle Druckerfunktionen anzusprechen. Mit Ausnahme von HP und Epson gibt es derzeit keinen Druckerhersteller, der Linux-Treiber entwickeln und sie den Linux-Distributoren unter einer Open-Source-Lizenz zur Verfügung stellen würde.

#### Proprietäre Drucker (auch GDI-Drucker genannt)

Diese Drucker unterstützen keine der gängigen Druckersprachen. Sie verwenden eigene, undokumentierte Druckersprachen, die geändert werden können, wenn neue Versionen eines Modells auf den Markt gebracht werden. Für diese Drucker sind in der Regel nur Windows-Treiber verfügbar. Weitere Informationen finden Sie unter *Abschnitt 16.8.1, „Drucker ohne Unterstützung für eine Standard-Druckersprache“*.

Vor dem Kauf eines neuen Druckers sollten Sie anhand der folgenden Quellen prüfen, wie gut der Drucker, den Sie zu kaufen beabsichtigen, unterstützt wird:

<http://www.linuxfoundation.org/OpenPrinting/> 

Die OpenPrinting-Homepage mit der Druckerdatenbank. In der Online-Datenbank wird der neueste Linux-Supportstatus angezeigt. Eine Linux-Distribution kann jedoch immer nur die zur Produktionszeit verfügbaren Treiber enthalten. Demnach ist es möglich, dass ein Drucker, der aktuell als „vollständig unterstützt“ eingestuft wird, diesen Status bei der Veröffentlichung der neuesten SUSE Linux Enterprise Desktop-Version nicht aufgewiesen hat. Die Datenbank gibt daher nicht notwendigerweise den richtigen Status, sondern nur eine Annäherung an diesen an.

<http://pages.cs.wisc.edu/~ghost/> 

Die Ghostscript-Website

</usr/share/doc/packages/ghostscript/catalog.devices>

Liste inbegriffener Ghostscript-Treiber.

## 16.1 Der CUPS-Workflow

Der Benutzer erstellt einen Druckauftrag. Der Druckauftrag besteht aus den zu druckenden Daten sowie aus Informationen für den Spooler, z. B. dem Namen des Druckers oder dem Namen der Druckwarteschlange und – optional – den Informationen für den Filter, z. B. druckerspezifische Optionen.




Mindestens eine zugeordnete Druckerwarteschlange ist für jeden Drucker vorhanden. Der Spooler hält den Druckauftrag in der Warteschlange, bis der gewünschte Drucker bereit ist, Daten zu empfangen. Wenn der Drucker druckbereit ist, sendet der Spooler die Daten über den Filter und das Backend an den Drucker.

Der Filter konvertiert die von der druckenden Anwendung generierten Daten (in der Regel PostScript oder PDF, aber auch ASCII, JPEG usw.) in druckerspezifische Daten (PostScript, PCL, ESC/P usw.). Die Funktionen des Druckers sind in den PPD-Dateien beschrieben. Eine PPD-Datei enthält druckerspezifische Optionen mit den Parametern, die erforderlich sind, um die Optionen auf dem Drucker zu aktivieren. Das Filtersystem stellt sicher, dass die vom Benutzer ausgewählten Optionen aktiviert werden.

Wenn Sie einen PostScript-Drucker verwenden, konvertiert das Filtersystem die Daten in druckerspezifische PostScript-Daten. Hierzu ist kein Druckertreiber erforderlich. Wenn Sie einen Nicht-PostScript-Drucker verwenden, konvertiert das Filtersystem die Daten in druckerspezifische Daten. Hierzu ist ein für den Drucker geeigneter Druckertreiber erforderlich. Das Back-End empfängt die druckerspezifischen Daten vom Filter und leitet sie an den Drucker weiter.

## 16.2 Methoden und Protokolle zum Anschließen von Druckern

Es gibt mehrere Möglichkeiten, einen Drucker an das System anzuschließen. Die Konfiguration des CUPS-Drucksystems unterscheidet nicht zwischen einem lokalen Drucker und einem Drucker, der über das Netzwerk an das System angeschlossen ist. Weitere Informationen zum Anschließen von Druckern finden Sie im Beitrag *CUPS in aller Kürze* unter [http://en.opensuse.org/SDB:CUPS\\_in\\_a\\_Nutshell](http://en.opensuse.org/SDB:CUPS_in_a_Nutshell) .



### **Warnung: Ändern der Anschlüsse bei einem laufenden System**

Vergessen Sie beim Anschließen des Druckers an den Computer nicht, dass während des Betriebs nur USB-Geräte angeschlossen werden können. Um Ihr System oder Ihren Drucker vor Schaden zu bewahren, fahren Sie das System herunter, wenn Sie Verbindungen ändern müssen, die keine USB-Verbindungen sind.

## 16.3 Installation der Software

PPD (PostScript Printer Description, PostScript-Druckerbeschreibung) ist die Computersprache, die die Eigenschaften, z. B. die Auflösung und Optionen wie die Verfügbarkeit einer Duplexeinheit, beschreibt. Diese Beschreibungen sind für die Verwendung der unterschiedlichen Druckeroptionen in CUPS erforderlich. Ohne eine PPD-Datei würden die Druckdaten in einem „rohen“ Zustand an den Drucker weitergeleitet werden, was in der Regel nicht erwünscht ist.

Um einen PostScript-Drucker zu konfigurieren, sollten Sie sich zunächst eine geeignete PPD-Datei beschaffen. Die Pakete `manufacturer-PPDs` und `OpenPrintingPPDs-postscript` enthalten zahlreiche PPD-Dateien. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter [Abschnitt 16.7.3, „PPD-Dateien in unterschiedlichen Paketen“](#) und [Abschnitt 16.8.2, „Für einen PostScript-Drucker ist keine geeignete PPD-Datei verfügbar“](#).

Neue PPD-Dateien können im Verzeichnis `/usr/share/cups/model/` gespeichert oder dem Drucksystem mit YaST hinzugefügt werden (siehe *Buch „Bereitstellungshandbuch“* 5 „*Einrichten von Hardware-Komponenten mit YaST*“ 5.3.1.1 „*Hinzufügen von Treibern mit YaST*“). Die PPD-Dateien lassen sich anschließend während der Druckereinrichtung auswählen.

Seien Sie vorsichtig, wenn Sie gleich ein ganzes Software-Paket eines Druckerherstellers installieren sollen. Diese Art der Installation würde erstens dazu führen, dass Sie die Unterstützung von SUSE Linux Enterprise Desktop verlieren, und zweitens können Druckbefehle anders funktionieren, und das System ist möglicherweise nicht mehr in der Lage, Geräte anderer Hersteller anzusprechen. Aus diesem Grund wird das Installieren von Herstellersoftware nicht empfohlen.

## 16.4 Netzwerkdrucker

Ein Netzwerkdrucker kann unterschiedliche Protokolle unterstützen - einige sogar gleichzeitig. Die meisten unterstützten Protokolle sind standardisiert, und doch versuchen einige Hersteller, diesen Standard abzuändern. Treiber werden meist nur für einige wenige Betriebssysteme angeboten. Linux-Treiber werden leider nur sehr selten zur Verfügung gestellt. Gegenwärtig können Sie nicht davon ausgehen, dass alle Protokolle problemlos mit Linux funktionieren. Um dennoch eine funktionale Konfiguration zu erhalten, müssen Sie daher möglicherweise mit den verschiedenen Optionen experimentieren.

CUPS unterstützt die Protokolle `socket`, `LPD`, `IPP` und `smb`.

## socket

*Socket* bezeichnet eine Verbindung, über die die einfachen Druckdaten direkt an einen TCP-Socket gesendet werden. Einige der am häufigsten verwendeten Socket-Ports sind 9100 oder 35. Die Syntax der Geräte-URI (Uniform Resource Identifier) lautet: `socket://IP.für.den.Drucker:Port`, beispielsweise: `socket://192.168.2.202:9100/`.

## LPD (Line Printer Daemon)

Das LDP-Protokoll wird in RFC 1179 beschrieben. Bei diesem Protokoll werden bestimmte auftragsspezifische Daten (z. B. die ID der Druckerwarteschlange) vor den eigentlichen Druckdaten gesendet. Beim Konfigurieren des LDP-Protokolls muss daher eine Druckerwarteschlange angegeben werden. Die Implementierungen diverser Druckerhersteller sind flexibel genug, um beliebige Namen als Druckwarteschlange zu akzeptieren. Der zu verwendende Name müsste ggf. im Druckerhandbuch angegeben sein. Es werden häufig Bezeichnungen wie LPT, LPT1, LP1 o. ä. verwendet. Die Portnummer für einen LPD-Dienst lautet 515. Ein Beispiel für einen Gerät-URI ist `lpd://192.168.2.202/LPT1`.

## IPP (Internet Printing Protocol)

IPP ist ein relativ neues Protokoll (1999), das auf dem HTTP-Protokoll basiert. Mit IPP können mehr druckauftragsbezogene Daten übertragen werden als mit den anderen Protokollen. CUPS verwendet IPP für die interne Datenübertragung. Um IPP ordnungsgemäß konfigurieren zu können, ist der Name der Druckwarteschlange erforderlich. Die Portnummer für IPP lautet 631. Beispiele für Geräte-URIs sind `ipp://192.168.2.202/ps` und `ipp://192.168.2.202/printers/ps`.

## SMB (Windows-Freigabe)

CUPS unterstützt auch das Drucken auf freigegebenen Druckern unter Windows. Das für diesen Zweck verwendete Protokoll ist SMB. SMB verwendet die Portnummern 137, 138 und 139. Beispiele für Geräte-URIs sind `smb://Benutzer:Passwort@Arbeitsgruppe/smb.example.com/Drucker`, `smb://Benutzer:Passwort@smb.example.com/Drucker` und `smb://smb.example.com/Drucker`.

Das vom Drucker unterstützte Protokoll muss vor der Konfiguration ermittelt werden. Wenn der Hersteller die erforderlichen Informationen nicht zur Verfügung stellt, können Sie das Protokoll mit dem Kommando `nmap` ermitteln, das Bestandteil des Pakets `nmap` ist. `nmap` überprüft einen Host auf offene Ports. Beispiel:

```
nmap -p 35,137-139,515,631,9100-10000 printerIP
```

## 16.5 Konfigurieren von CUPS mit Kommandozeilenwerkzeugen

CUPS kann mit Kommandozeilenwerkzeugen konfiguriert werden, beispielsweise **lpinfo**, **lpadmin** oder **lpoptions**. Sie benötigen einen Geräte-URI, der aus einem Back-End (z. B. USB) und Parametern besteht. Zum Bestimmen von gültigen Geräte-URIs auf Ihrem System verwenden Sie das Kommando **lpinfo -v | grep „:/“**:

```
# lpinfo -v | grep "://"
direct usb://ACME/FunPrinter%20XL
network socket://192.168.2.253
```

Mit **lpadmin** kann der CUPS-Serveradministrator Druckerwarteschlangen hinzufügen, entfernen und verwalten. Verwenden Sie die folgende Syntax, um eine Druckwarteschlange hinzuzufügen:

```
lpadmin -p queue -v device-URI -P PPD-file -E
```

Das Gerät (**-v**) ist anschließend als *Warteschlange* (**-p**) verfügbar und verwendet die angegebene PPD-Datei (**-P**). Das bedeutet, dass Sie die PPD-Datei und das Geräte-URI kennen müssen, wenn Sie den Drucker manuell konfigurieren möchten.

Verwenden Sie nicht **-E** als erste Option. Für alle CUPS-Befehle legt die Option **-E** als erstes Argument die Verwendung einer verschlüsselten Verbindung fest. Zur Aktivierung des Druckers muss die Option **-E** wie im folgenden Beispiel dargestellt verwendet werden:

```
lpadmin -p ps -v usb://ACME/FunPrinter%20XL -P \
/usr/share/cups/model/Postscript.ppd.gz -E
```

Im folgenden Beispiel wird ein Netzwerkdrucker konfiguriert:

```
lpadmin -p ps -v socket://192.168.2.202:9100/ -P \
/usr/share/cups/model/Postscript-level1.ppd.gz -E
```

Weitere Optionen von **lpadmin** finden Sie auf der man-Seite von **lpadmin(8)**.

Während der Druckerkonfiguration werden bestimmte Optionen standardmäßig gesetzt. Diese Optionen können (je nach Druckwerkzeug) für jeden Druckauftrag geändert werden. Es ist auch möglich, diese Standardoptionen mit YaST zu ändern. Legen Sie die Standardoptionen mithilfe der Kommandozeilenwerkzeuge wie folgt fest:

1. Zeigen Sie zunächst alle Optionen an:

```
lpoptions -p queue -l
```

Beispiel:

```
Resolution/Output Resolution: 150dpi *300dpi 600dpi
```

Die aktivierte Standardoption wird durch einen vorangestellten Stern (\*) gekennzeichnet.

2. Ändern Sie die Option mit **lpadmin**:

```
lpadmin -p queue -o Resolution=600dpi
```

3. Prüfen Sie die neue Einstellung:

```
lpoptions -p queue -l
```

```
Resolution/Output Resolution: 150dpi 300dpi *600dpi
```

Wenn ein normaler Benutzer **lpoptions** ausführt, werden die Einstellungen in ~/.cups/lpoptions geschrieben. Jedoch werden die root-Einstellungen in to /etc/cups/lpoptions geschrieben.

## 16.6 Drucken über die Kommandozeile


Um den Druckvorgang über die Kommandozeile zu starten, geben Sie **lp -d Name\_der\_Warteschlange Dateiname** ein und ersetzen die entsprechenden Namen für Name\_der\_Warteschlange und Dateiname.

Einige Anwendungen erfordern für den Druckvorgang den Befehl **lp**. Geben Sie in diesem Fall den richtigen Befehl in das Druckdialogfeld der Anwendung ohne Angabe des Dateinamens ein, z. B. **lp -d Name\_der\_Warteschlange**.

## 16.7 Besondere Funktionen in SUSE Linux Enterprise Desktop

Mehrere CUPS-Funktionen wurden für SUSE Linux Enterprise Desktop angepasst. Im Folgenden werden einige der wichtigsten Änderungen beschrieben.

### 16.7.1 CUPS und Firewall

Nach einer Standardinstallation von SUSE Linux Enterprise Desktop ist SuSEFirewall2 aktiv, und die externen Netzwerkschnittstellen sind in der externen Zone konfiguriert, die eingehenden Datenverkehr blockiert. Weitere Informationen zur SuSEFirewall2-Konfiguration finden Sie in *Book "Security Guide" 15 "Masquerading and Firewalls" 15.4 "SuSEFirewall2"* und unter [http://en.opensuse.org/SDB:CUPS\\_and\\_SANE\\_Firewall\\_settings](http://en.opensuse.org/SDB:CUPS_and_SANE_Firewall_settings) .

#### 16.7.1.1 CUPS-Client

Normalerweise wird der CUPS-Client auf einem normalen Arbeitsplatzrechner ausgeführt, die sich in einer verbürgten Netzwerkumgebung hinter einer Firewall befindet. In diesem Fall empfiehlt es sich, die Netzwerkschnittstelle in der internen Zone zu konfigurieren, damit der Arbeitsplatzrechner innerhalb des Netzwerks erreichbar ist.

#### 16.7.1.2 CUPS-Server

Wenn der CUPS-Server Teil der durch eine Firewall geschützten verbürgten Netzwerkumgebung ist, sollte die Netzwerkschnittstelle in der internen Zone der Firewall konfiguriert sein. Es ist nicht empfehlenswert, einen CUPS-Server in einer nicht verbürgten Netzwerkumgebung einzurichten, es sei denn, Sie sorgen dafür, dass er durch besondere Firewall-Regeln und Sicherheitseinstellungen in der CUPS-Konfiguration geschützt wird.

## 16.7.2 Durchsuchen nach Netzwerkdruckern

CUPS-Server geben regelmäßig die Verfügbarkeit und die Statusinformationen von freigegebenen Druckern im Netzwerk bekannt. Die Clients können auf diese Informationen zugreifen und beispielsweise in Druckdialogfeldern eine Liste der verfügbaren Drucker anzeigen. Dies wird als „Browsing“ (Durchsuchen) bezeichnet.

Die CUPS-Server geben ihre Druckerwarteschlangen entweder über das herkömmliche CUPS-Browsing-Protokoll oder über Bonjour/DND-SD im Netzwerk bekannt. Um Netzwerkdruckerwarteschlangen durchsuchen zu können, muss der Dienst `cups-browsed` auf allen Clients ausgeführt werden, die über CUPS-Server drucken. `cups-browsed` wird standardmäßig nicht gestartet. Zum Starten für die aktuelle Sitzung führen Sie das Kommando `sudo systemctl start cups-browsed.service` aus. Damit der Dienst nach dem Booten automatisch gestartet wird, aktivieren Sie ihn mit dem Kommando `sudo systemctl enable cups-browsed.service` auf allen Clients.

Falls das Durchsuchen nach dem Starten von `cups-browsed` nicht funktioniert, geben der oder die CUPS-Server die Netzwerkdruckerwarteschlangen vermutlich über Bonjour/DND-SD bekannt. In diesem Fall müssen Sie zusätzlich das Paket `avahi` installieren und den zugehörigen Dienst mit `sudo systemctl start avahi-daemon.service` auf allen Clients starten.

## 16.7.3 PPD-Dateien in unterschiedlichen Paketen

Die YaST-Druckerkonfiguration richtet die Warteschlangen für CUPS auf dem System mit den in `/usr/share/cups/model/` installierten PPD-Dateien ein. Um die geeigneten PPD-Dateien für das DruckermodeLL zu finden, vergleicht YaST während der Hardware-Erkennung den Hersteller und das Modell mit den Herstellern und Modellen, die in den PPD-Dateien enthalten sind. Zu diesem Zweck generiert die YaST-Druckerkonfiguration eine Datenbank mit den Hersteller- und Modelldaten, die aus den PPD-Dateien extrahiert werden.

Die Konfiguration, die nur PPD-Dateien und keine weiteren Informationsquellen verwendet, hat den Vorteil, dass die PPD-Dateien in `/usr/share/cups/model/` beliebig geändert werden können. Wenn Sie beispielsweise PostScript-Drucker nutzen, können die PPD-Dateien direkt in `/usr/share/cups/model/` kopiert werden (wenn sie nicht bereits im Paket `manufacturer-PPDs` oder `OpenPrintingPPDs-postscript` vorhanden sind), um eine optimale Konfiguration der Drucker zu erzielen.

Weitere PPD-Dateien erhalten Sie mit den folgenden Paketen:

- gutenprint: Gutenprint-Treiber und zugehörige PPDs
- splix: Splix-Treiber und zugehörige PPDs
- OpenPrintingPPDs-ghostscript: PPDs für integrierte Ghostscript-Treiber
- OpenPrintingPPDs-hpijs: PPDs für den HPIJS-Treiber für Drucker, die nicht von HP stammen

## 16.8 Fehlersuche

In den folgenden Abschnitten werden einige der am häufigsten auftretenden Probleme mit der Druckerhardware und -software sowie deren Lösungen oder Umgehung beschrieben. Unter anderem werden die Themen GDI-Drucker, PPD-Dateien und Port-Konfiguration behandelt. Darüber hinaus werden gängige Probleme mit Netzwerkdruckern, fehlerhafte Ausdrücke und die Bearbeitung der Warteschlange erläutert.

### 16.8.1 Drucker ohne Unterstützung für eine Standard-Druckersprache

Diese Drucker unterstützen keine der geläufigen Druckersprachen und können nur mit proprietären Steuersequenzen adressiert werden. Daher funktionieren sie nur mit den Betriebssystemversionen, für die der Hersteller einen Treiber zur Verfügung stellt. GDI ist eine von Microsoft für Grafikgeräte entwickelte Programmierschnittstelle. In der Regel liefert der Hersteller nur Treiber für Windows, und da Windows-Treiber die GDI-Schnittstelle verwenden, werden diese Drucker auch *GDI-Drucker* genannt. Das eigentliche Problem ist nicht die Programmierschnittstelle, sondern die Tatsache, dass diese Drucker nur mit der proprietären Druckersprache des jeweiligen Druckermodells adressiert werden können.

Der Betrieb einiger GDI-Drucker kann sowohl im GDI-Modus als auch in einer der Standard-Druckersprachen ausgeführt werden. Sehen Sie im Druckerhandbuch nach, ob dies möglich ist. Einige Modelle benötigen für diese Umstellung eine spezielle Windows-Software. (Beachten Sie, dass der Windows-Druckertreiber den Drucker immer zurück in den GDI-Modus schalten kann, wenn von Windows aus gedruckt wird). Für andere GDI-Drucker sind Erweiterungsmodule für eine Standarddruckersprache erhältlich.



Einige Hersteller stellen für ihre Drucker proprietäre Treiber zur Verfügung. Der Nachteil proprietärer Druckertreiber ist, dass es keine Garantie gibt, dass diese mit dem installierten Drucksystem funktionieren oder für die unterschiedlichen Hardwareplattformen geeignet sind. Im Gegensatz dazu sind Drucker, die eine Standard-Druckersprache unterstützen, nicht abhängig von einer speziellen Drucksystemversion oder einer bestimmten Hardwareplattform.

Anstatt viel Zeit darauf aufzuwenden, einen herstellerspezifischen Linux-Treiber in Gang zu bringen, ist es unter Umständen kostengünstiger, einen Drucker zu erwerben, der eine Standard-druckersprache unterstützt (vorzugsweise PostScript). Dadurch wäre das Treiberproblem ein für alle Mal aus der Welt geschafft und es wäre nicht mehr erforderlich, spezielle Treibersoftware zu installieren und zu konfigurieren oder Treiber-Updates zu beschaffen, die aufgrund neuer Entwicklungen im Drucksystem benötigt würden.

## 16.8.2 Für einen PostScript-Drucker ist keine geeignete PPD-Datei verfügbar

Wenn das Paket manufacturer-PPDs oder OpenPrintingPPDs-postscript für einen PostScript-Drucker keine geeignete PPD-Datei enthält, sollte es möglich sein, die PPD-Datei von der Treiber-CD des Druckerherstellers zu verwenden oder eine geeignete PPD-Datei von der Webseite des Druckerherstellers herunterzuladen.

Wenn die PPD-Datei als Zip-Archiv (.zip) oder als selbstextrahierendes Zip-Archiv <?db-sbr?>(.exe) zur Verfügung gestellt wird, entpacken Sie sie mit **unzip**. Lesen Sie zunächst die Lizenzvereinbarung für die PPD-Datei. Prüfen Sie dann mit dem Dienstprogramm **cupstestppd**, ob die PPD-Datei den Spezifikationen „Adobe PostScript Printer Description File Format Specification, Version 4.3.“ entspricht. Wenn das Dienstprogramm „FAIL“ zurückgibt, sind die Fehler in den PPD-Dateien schwerwiegend und werden sehr wahrscheinlich größere Probleme verursachen. Die von **cupstestppd** protokollierten Problempunkte müssen behoben werden. Fordern Sie beim Druckerhersteller ggf. eine geeignete PPD-Datei an.

## 16.8.3 Netzwerkdrucker-Verbindungen

## Netzwerkprobleme identifizieren

Schließen Sie den Drucker direkt an den Computer an. Konfigurieren Sie den Drucker zu Testzwecken als lokalen Drucker. Wenn dies funktioniert, werden die Probleme netzwerkseitig verursacht.

## TCP/IP-Netzwerk prüfen

Das TCP/IP-Netzwerk und die Namensauflösung müssen funktionieren.

## Entfernten lpd prüfen

Geben Sie den folgenden Befehl ein, um zu testen, ob zu lpd (Port 515) auf host eine TCP-Verbindung hergestellt werden kann:

```
netcat -z host 515 && echo ok || echo failed
```

Wenn die Verbindung zu lpd nicht hergestellt werden kann, ist lpd entweder nicht aktiv oder es liegen grundlegende Netzwerkprobleme vor.

Geben Sie als root den folgenden Befehl ein, um einen (möglicherweise sehr langen) Statusbericht für queue auf dem entfernten host abzufragen, vorausgesetzt, der entsprechende lpd ist aktiv und der Host akzeptiert Abfragen:

```
echo -e "\004queue" \  
| netcat -w 2 -p 722 host 515
```

Wenn lpd nicht antwortet, ist er entweder nicht aktiv oder es liegen grundlegende Netzwerkprobleme vor. Wenn lpd reagiert, sollte die Antwort zeigen, warum das Drucken in der queue auf host nicht möglich ist. Wenn Sie eine Antwort erhalten wie in *Beispiel 16.1*, „Fehlermeldung von lpd“ gezeigt, wird das Problem durch den entfernten lpd verursacht.

### BEISPIEL 16.1 FEHLERMELDUNG VON lpd

```
lpd: your host does not have line printer access  
lpd: queue does not exist  
printer: spooling disabled  
printer: printing disabled
```

## Entfernten cupsd prüfen

Ein CUPS-Netzwerkserver kann die Warteschlangen standardmäßig alle 30 Sekunden per Broadcast über den UDP-Port 631 senden. Demzufolge kann mit dem folgenden Kommando getestet werden, ob im Netzwerk ein CUPS-Netzwerkserver mit aktivem Broadcast vorhanden ist. Stoppen Sie unbedingt Ihren lokalen CUPS-Daemon, bevor Sie das Kommando ausführen.

```
netcat -u -l -p 631 & PID=$! ; sleep 40 ; kill $PID
```

Wenn ein CUPS-Netzwerkserver vorhanden ist, der Informationen über Broadcasting sendet, erscheint die Ausgabe wie in *Beispiel 16.2, „Broadcast vom CUPS-Netzwerkserver“* dargestellt.

### BEISPIEL 16.2 BROADCAST VOM CUPS-NETZWERKSERVER

```
ipp://192.168.2.202:631/printers/queue
```

Mit dem folgenden Befehl können Sie testen, ob mit cupsd (Port 631) auf host eine TCP-Verbindung hergestellt werden kann:

```
netcat -z host 631 && echo ok || echo failed
```

Wenn die Verbindung zu cupsd nicht hergestellt werden kann, ist cupsd entweder nicht aktiv oder es liegen grundlegende Netzwerkprobleme vor. lpstat -h host -l -t gibt einen (möglicherweise sehr langen) Statusbericht für alle Warteschlangen auf host zurück, vorausgesetzt, dass der entsprechende cupsd aktiv ist und der Host Abfragen akzeptiert.

Mit dem nächsten Befehl können Sie testen, ob die Warteschlange auf Host einen Druckauftrag akzeptiert, der aus einem einzigen CR-Zeichen (Carriage-Return) besteht. In diesem Fall sollte nichts gedruckt werden. Möglicherweise wird eine leere Seite ausgegeben.

```
echo -en "\r" \  
| lp -d queue -h host
```

## Fehlerbehebung für einen Netzwerkdrucker oder eine Print Server Box

Spooler, die in einer Print Server Box ausgeführt werden, verursachen gelegentlich Probleme, wenn sie mehrere Druckaufträge bearbeiten müssen. Da dies durch den Spooler in der Print Server Box verursacht wird, gibt es keine Möglichkeit, dieses Problem zu beheben.

Sie haben jedoch die Möglichkeit, den Spooler in der Print Server Box zu umgehen, indem Sie den an die Print Server Box angeschlossenen Drucker über den TCP-Socket direkt kontaktieren. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter [Abschnitt 16.4, „Netzwerkdrucker“](#). Auf diese Weise wird die Print Server-Box auf einen Konvertierer zwischen den unterschiedlichen Formen der Datenübertragung (TCP/IP-Netzwerk und lokale Druckerverbindung) reduziert. Um diese Methode verwenden zu können, müssen Sie den TCP-Port der Print Server Box kennen. Wenn der Drucker eingeschaltet und an die Print Server Box angeschlossen ist, kann dieser TCP-Port in der Regel mit dem Dienstprogramm **nmap** aus dem Paket **nmap** ermittelt werden, wenn die Print Server Box einige Zeit eingeschaltet ist. Beispiel: **nmap IP-Adresse** gibt die folgende Ausgabe für eine Print Server Box zurück:

Port	State	Service
23/tcp	open	telnet
80/tcp	open	http
515/tcp	open	printer
631/tcp	open	cups
9100/tcp	open	jetdirect

Diese Ausgabe gibt an, dass der an die Print Server-Box angeschlossene Drucker über TCP-Socket an Port **9100** angesprochen werden kann. **nmap** prüft standardmäßig nur einige allgemein bekannte Ports, die in `/usr/share/nmap/nmap-services` aufgeführt sind. Um alle möglichen Ports zu überprüfen, verwenden Sie den Befehl **nmap -p Ausgangs-Port-Ziel-Port IP-Adresse**. Dies kann einige Zeit dauern. Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite zu **ypbind**.

Geben Sie einen Befehl ein wie

```
echo -en "\rHello\r\f" | netcat -w 1 IP-address port
cat file | netcat -w 1 IP-address port
```

um Zeichenketten oder Dateien direkt an den entsprechenden Port zu senden, um zu testen, ob der Drucker auf diesem Port angesprochen werden kann.

## 16.8.4 Fehlerhafte Ausdrücke ohne Fehlermeldung

Für das Drucksystem ist der Druckauftrag abgeschlossen, wenn das CUPS-Back-End die Datenübertragung an den Empfänger (Drucker) abgeschlossen hat. Wenn die weitere Verarbeitung auf dem Empfänger nicht erfolgt (z. B. wenn der Drucker die druckerspezifischen Daten nicht

drucken kann), wird dies vom Drucksystem nicht erkannt. Wenn der Drucker die druckerspezifischen Daten nicht drucken kann, wählen Sie eine PPD-Datei, die für den Drucker besser geeignet ist.

## 16.8.5 Deaktivierte Warteschlangen

Wenn die Datenübertragung zum Empfänger auch nach mehreren Versuchen nicht erfolgreich ist, meldet das CUPS-Back-End, z. B. USB oder socket, dem Drucksystem (an cupsd) einen Fehler. Das Backend bestimmt, wie viele erfolglose Versuche angemessen sind, bis die Datenübertragung als unmöglich gemeldet wird. Da weitere Versuche vergeblich wären, deaktiviert cupsd das Drucken für die entsprechende Warteschlange. Nachdem der Systemadministrator das Problem behoben hat, muss er das Drucken mit dem Kommando cupsenable wieder aktivieren.

## 16.8.6 CUPS-Browsing: Löschen von Druckaufträgen

Wenn ein CUPS-Netzwerkserver seine Warteschlangen den Client-Hosts via Browsing bekannt macht und auf den Host-Clients ein geeigneter lokaler cupsd aktiv ist, akzeptiert der Client-cupsd Druckaufträge von Anwendungen und leitet sie an den cupsd auf dem Server weiter. Wenn cupsd auf dem Server einen Druckauftrag akzeptiert, wird diesem eine neue Auftragsnummer zugewiesen. Daher unterscheidet sich die Auftragsnummer auf dem Client-Host von der auf dem Server. Da ein Druckauftrag in der Regel sofort weitergeleitet wird, kann er mit der Auftragsnummer auf dem Client-Host nicht gelöscht werden. Dies liegt daran, dass der Client-cupsd den Druckauftrag als abgeschlossen betrachtet, sobald dieser an den Server-cupsd weitergeleitet wurde.

Wenn der Druckauftrag auf dem Server gelöscht werden soll, geben Sie ein Kommando wie lpstat -h cups.example.com -o ein. Sie ermitteln damit die Auftragsnummer auf dem Server, wenn der Server den Druckauftrag nicht bereits abgeschlossen (d. h. an den Drucker gesendet) hat. Mithilfe dieser Auftragsnummer kann der Druckauftrag auf dem Server gelöscht werden:

```
cancel -h cups.example.com queue-jobnumber
```

## 16.8.7 Fehlerhafte Druckaufträge und Fehler bei der Datenübertragung

Wenn Sie während des Druckvorgangs den Drucker oder den Computer abschalten, bleiben Druckaufträge in der Warteschlange. Der Druckvorgang wird wieder aufgenommen, sobald der Computer (bzw. der Drucker) wieder eingeschaltet wird. Fehlerhafte Druckaufträge müssen mit **cancel** aus der Warteschlange entfernt werden.

Wenn ein Druckauftrag fehlerhaft ist oder während der Kommunikation zwischen dem Host und dem Drucker ein Fehler auftritt, druckt der Drucker mehrere Seiten Papier mit unleserlichen Zeichen, da er die Daten nicht ordnungsgemäß verarbeiten kann. Führen Sie die folgenden Schritte aus, um dieses Problem zu beheben:

1. Um den Druckvorgang zu beenden, entfernen Sie das Papier aus Tintenstrahldruckern oder öffnen Sie die Papierzufuhr bei Laserdruckern. Qualitativ hochwertige Drucker sind mit einer Taste zum Abbrechen des aktuellen Druckauftrags ausgestattet.
2. Der Druckauftrag befindet sich möglicherweise noch in der Warteschlange, da die Aufträge erst dann entfernt werden, wenn sie vollständig an den Drucker übertragen wurden. Geben Sie **lpstat -o** oder **lpstat -h cups.example.com -o** ein, um zu prüfen, über welche Warteschlange aktuell gedruckt wird. Löschen Sie den Druckauftrag mit **cancel Warteschlange-Auftragsnummer** oder **cancel -h cups.example.com Warteschlange-Auftragsnummer**.
3. Auch wenn der Druckauftrag aus der Warteschlange gelöscht wurde, werden einige Daten weiter an den Drucker gesendet. Prüfen Sie, ob ein CUPS-Backend-Prozess für die entsprechende Warteschlange ausgeführt wird und wenn ja, beenden Sie ihn.
4. Setzen Sie den Drucker vollständig zurück, indem Sie ihn für einige Zeit ausschalten. Legen Sie anschließend Papier ein und schalten Sie den Drucker wieder ein.



## 16.8.8 Fehlersuche für CUPS

Suchen Sie Probleme in CUPS mithilfe des folgenden generischen Verfahrens:

1. Setzen Sie **LogLevel debug** in **/etc/cups/cupsd.conf**.
2. Stoppen Sie **cupsd**.

3. Entfernen Sie /var/log/cups/error\_log\*, um das Durchsuchen sehr großer Protokolldateien zu vermeiden.
4. Starten Sie cupsd.
5. Wiederholen Sie die Aktion, die zu dem Problem geführt hat.
6. Lesen Sie die Meldungen in /var/log/cups/error\_log\*, um die Ursache des Problems zu identifizieren.

### 16.8.9 Weiterführende Informationen

Ausführliche Informationen zum Drucken unter SUSE Linux finden Sie in der openSUSE-Supportdatenbank unter <http://en.opensuse.org/Portal:Printing> . Lösungen zu vielen spezifischen Problemen finden Sie in der SUSE Knowledgebase (<http://www.suse.com/support/> ). Die relevanten Themen finden Sie am schnellsten mittels einer Textsuche nach CUPS.

## 17 Gerätemanagement über dynamischen Kernel mithilfe von udev

Der Kernel kann fast jedes Gerät in einem laufenden System hinzufügen oder entfernen. Änderungen des Gerätestatus (ob ein Gerät angeschlossen oder entfernt wird) müssen an den userspace weitergegeben werden. Geräte müssen konfiguriert werden, sobald sie angeschlossen und erkannt wurden. Die Benutzer eines bestimmten Geräts müssen über Änderungen im erkannten Status dieses Geräts informiert werden. `udev` bietet die erforderliche Infrastruktur, um die Geräteknotendateien und symbolischen Links im `/dev`-Verzeichnis dynamisch zu warten. `udev`-Regeln bieten eine Methode, um externe Werkzeuge an die Ereignisverarbeitung des Kernelgeräts anzuschließen. Auf diese Weise können Sie die `udev`-Gerätebehandlung anpassen. Beispielsweise, indem Sie bestimmte Skripten hinzufügen, die als Teil der Kernel-Gerätebehandlung ausgeführt werden, oder indem Sie zusätzliche Daten zur Auswertung bei der Gerätebehandlung anfordern und importieren.

### 17.1 Das `/dev`-Verzeichnis

Die Geräteknoten im `/dev`-Verzeichnis ermöglichen den Zugriff auf die entsprechenden Kernel-Geräte. Mithilfe von `udev` spiegelt das `/dev`-Verzeichnis den aktuellen Status des Kernels wieder. Jedes Kernel-Gerät verfügt über eine entsprechende Gerätedatei. Falls ein Gerät vom System getrennt wird, wird der Geräteknoten entfernt.

Der Inhalt des `/dev`-Verzeichnisses wird auf einem temporären Dateisystem gespeichert und alle Dateien werden bei jedem Systemstart gerendert. Manuell erstellte oder bearbeitete Dateien sind nicht dazu ausgelegt, einen Neustart zu überstehen. Statische Dateien und Verzeichnisse, die unabhängig vom Status des entsprechenden Kernel-Geräts immer im `/dev`-Verzeichnis vorhanden sein sollten, können mit `systemd-tmpfiles` erstellt werden. Die Konfigurationsdateien finden Sie in `/usr/lib/tmpfiles.d/` und `/etc/tmpfiles.d/`. Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite `systemd-tmpfiles(8)`.



## 17.2 Kernel-uevents und udev

Die erforderlichen Geräteinformationen werden vom `sysfs`-Dateisystem exportiert. Für jedes Gerät, das der Kernel erkannt und initialisiert hat, wird ein Verzeichnis mit dem Gerätenamen erstellt. Es enthält Attributdateien mit gerätespezifischen Eigenschaften.

Jedes Mal, wenn ein Gerät hinzugefügt oder entfernt wird, sendet der Kernel ein `uevent`, um `udev` über die Änderung zu informieren. Der `udev`-Daemon liest und analysiert alle angegebenen Regeln aus den `/etc/udev/rules.d/*.rules`-Dateien einmalig beim Start und speichert diese. Wenn Regeldateien geändert, hinzugefügt oder entfernt werden, kann der Dämon die Arbeitsspeicherrepräsentation aller Regeln mithilfe des Kommandos `udevadm control reload_rules` wieder laden. Weitere Informationen zu den `udev`-Regeln und deren Syntax finden Sie unter [Abschnitt 17.6, „Einflussnahme auf das Gerätemanagement über dynamischen Kernel mithilfe von udev-Regeln“](#).

Jedes empfangene Ereignis wird mit dem Satz der angegebenen Regeln abgeglichen. Die Regeln können Ereignisergebnisschlüssel hinzufügen oder ändern, einen bestimmten Namen für den zu erstellenden Geräteknoten anfordern, auf den Knoten verweisende symbolische Links hinzufügen oder Programme hinzufügen, die ausgeführt werden sollen, nachdem der Geräteknoten erstellt wurde. Die Treiber-Core-`uevents` werden von einem Kernel-Netlink-Socket empfangen.

## 17.3 Treiber, Kernel-Module und Geräte

Die Kernel-Bus-Treiber prüfen, ob Geräte vorhanden sind. Für jedes erkannte Gerät erstellt der Kernel eine interne Gerätestruktur, während der Treiber-Core ein `uevent` an den `udev`-Dämon sendet. Bus-Geräte identifizieren sich mithilfe einer speziell formatierten ID, die Auskunft über die Art des Geräts gibt. Normalerweise bestehen diese IDs aus einer Hersteller- und einer Produkt-ID und anderen das Subsystem betreffenden Werten. Jeder Bus weist ein eigenes Schema für diese IDs auf, das so genannte `MODALIAS`-Schema. Der Kernel bedient sich der Geräteinformationen, fasst daraus eine `MODALIAS`-ID-Zeichenkette und sendet diese Zeichenkette zusammen mit dem Ereignis. Beispiel für eine USB-Maus:

```
MODALIAS=usb:v046DpC03Ed2000dc00dsc00dp00ic03isc01ip02
```

Jeder Gerätetreiber verfügt über eine Liste bekannter Aliasse für Geräte, die er behandeln kann. Die Liste ist in der Kernel-Moduldatei selbst enthalten. Das Programm `depmod` liest die ID-Listen und erstellt die Datei `modules.alias` im Verzeichnis `/lib/modules` des Kernel für alle zurzeit

verfügbaren Module. Bei dieser Infrastruktur ist das Laden des Moduls ein ebenso müheloser Vorgang, wie das Aufrufen von `modprobe` für jedes Ereignis, das über einen `MODALIAS`-Schlüssel verfügt. Falls `modprobe $MODALIAS` aufgerufen wird, gleicht es den für das Gerät verfassten Geräte-Alias mit den Aliassen von den Modulen ab. Falls ein übereinstimmender Eintrag gefunden wird, wird das entsprechende Modul geladen. Dies alles wird automatisch von `udev` ausgelöst.

## 17.4 Booten und erstes Einrichten des Geräts

Alle Geräteereignisse, die während des Bootvorgangs stattfinden, bevor der `udev`-Daemon ausgeführt wird, gehen verloren. Dies liegt daran, dass die Infrastruktur für die Behandlung dieser Ereignisse sich auf dem Root-Dateisystem befindet und zu diesem Zeitpunkt nicht verfügbar ist. Diesen Verlust fängt der Kernel mit der Datei `uevent` ab, die sich im Geräteverzeichnis jedes Geräts im `sysfs`-Dateisystem befindet. Durch das Schreiben von `add` in die entsprechende Datei sendet der Kernel dasselbe Ereignis, das während des Bootvorgangs verloren gegangen ist, neu. Eine einfache Schleife über alle `uevent`-Dateien in `/sys` löst alle Ereignisse erneut aus, um die Geräteknoten zu erstellen und die Geräteeinrichtung durchzuführen.

Beispielsweise kann eine USB-Maus, die während des Bootvorgangs vorhanden ist, nicht durch die frühe Bootlogik initialisiert werden, da der Treiber zum entsprechenden Zeitpunkt nicht verfügbar ist. Das Ereignis für die Geräteerkennung ist verloren gegangen und konnte kein Kernel-Modul für das Gerät finden. Anstatt manuell nach möglicherweise angeschlossenen Geräten zu suchen, fordert `udev` alle Geräteereignisse aus dem Kernel an, wenn das Root-Dateisystem verfügbar ist. Das Ereignis für die USB-Maus wird also erneut ausgeführt. Jetzt wird das Kernel-Modul auf dem eingehängten Root-Dateisystem gefunden und die USB-Maus kann initialisiert werden.

Vom userspace aus gibt es keinen erkennbaren Unterschied zwischen einer coldplug-Gerätesequenz und einer Geräteerkennung während der Laufzeit. In beiden Fällen werden dieselben Regeln für den Abgleich verwendet und dieselben konfigurierten Programme ausgeführt.

## 17.5 Überwachen des aktiven udev-Daemons

Das Programm `udevadm monitor` kann verwendet werden, um die Treiber-Core-Ereignisse und das Timing der `udev`-Ereignisprozesse zu visualisieren.

```

UEVENT[1185238505.276660] add    /devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1 (usb)
UDEV  [1185238505.279198] add    /devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1 (usb)
UEVENT[1185238505.279527] add    /devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1/3-1:1.0
(usb)
UDEV  [1185238505.285573] add    /devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1/3-1:1.0
(usb)
UEVENT[1185238505.298878] add    /devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1/3-1:1.0/
input/input10 (input)
UDEV  [1185238505.305026] add    /devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1/3-1:1.0/
input/input10 (input)
UEVENT[1185238505.305442] add    /devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1/3-1:1.0/
input/input10/mouse2 (input)
UEVENT[1185238505.306440] add    /devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1/3-1:1.0/
input/input10/event4 (input)
UDEV  [1185238505.325384] add    /devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1/3-1:1.0/
input/input10/event4 (input)
UDEV  [1185238505.342257] add    /devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1/3-1:1.0/
input/input10/mouse2 (input)

```

Die UEVENT-Zeilen zeigen die Ereignisse an, die der Kernel an Netlink gesendet hat. Die UDEV-Zeilen zeigen die fertig gestellten udev-Ereignisbehandlungsroutinen an. \_ Das Timing wird in Mikrosekunden angegeben. Die Zeit zwischen UEVENT und UDEV ist die Zeit, die udev benötigt hat, um dieses Ereignis zu verarbeiten oder der udev-Daemon hat eine Verzögerung bei der Ausführung der Synchronisierung dieses Ereignisses mit zugehörigen und bereits ausgeführten Ereignissen erfahren. \_\_ Beispielsweise warten Ereignisse für Festplattenpartitionen immer, bis das Ereignis für den primären Datenträger fertig gestellt ist, da die Partitionereignisse möglicherweise auf die Daten angewiesen sind, die das Ereignis für den primären Datenträger von der Hardware angefordert hat.

**udevadm monitor --env** zeigt die vollständige Ereignisumgebung an:

```

ACTION=add
DEVPATH=/devices/pci0000:00/0000:00:1d.2/usb3/3-1/3-1:1.0/input/input10
SUBSYSTEM=input
SEQNUM=1181
NAME="Logitech USB-PS/2 Optical Mouse"
PHYS="usb-0000:00:1d.2-1/input0"

```

```
UNIQ=""
EV=7
KEY=70000 0 0 0 0
REL=103
MODALIAS=input:b0003v046DpC03Ee0110-e0,1,2,k110,111,112,r0,1,8,amlsfw
```

udev sendet auch Meldungen an syslog. Die Standard-syslog-Priorität, die steuert, welche Meldungen an syslog gesendet werden, wird in der udev-Konfigurationsdatei /etc/udev/udev.conf angegeben. Die Protokollpriorität des ausgeführten Dämons kann mit **udevadm control log\_priority=level/number** geändert werden.

## 17.6 Einflussnahme auf das Gerätemanagement über dynamischen Kernel mithilfe von udev-Regeln

Eine udev-Regel kann mit einer beliebigen Eigenschaft abgeglichen werden, die der Kernel der Ereignisliste hinzufügt oder mit beliebigen Informationen, die der Kernel in sysfs exportiert. Die Regel kann auch zusätzliche Informationen aus externen Programmen anfordern. Jedes Ereignis wird gegen alle angegebenen Regeln abgeglichen. Alle Regeln befinden sich im Verzeichnis /etc/udev/rules.d/.

Jede Zeile in der Regeldatei enthält mindestens ein Schlüsselwertepaar. Es gibt zwei Arten von Schlüsseln: die Übereinstimmungsschlüssel und Zuweisungsschlüssel. Wenn alle Übereinstimmungsschlüssel mit ihren Werten übereinstimmen, wird diese Regel angewendet und der angegebene Wert wird den Zuweisungsschlüsseln zugewiesen. Eine übereinstimmende Regel kann den Namen des Geräteknotens angeben, auf den Knoten verweisende symbolische Links hinzufügen oder ein bestimmtes Programm als Teil der Ereignisbehandlung ausführen. Falls keine übereinstimmende Regel gefunden wird, wird der standardmäßige Geräteknotenname verwendet, um den Geräteknoten zu erstellen. Ausführliche Informationen zur Regelsyntax und den bereitgestellten Schlüsseln zum Abgleichen oder Importieren von Daten werden auf der man-Seite von udev beschrieben. Nachfolgend finden Sie einige Beispielregeln, die Sie in die grundlegende Regelsyntax von udev einführen. Sämtliche Beispielregeln stammen aus dem udev-Standardregelsatz, der sich in /etc/udev/rules.d/50-udev-default.rules befindet.

```
# console
KERNEL=="console", MODE="0600", OPTIONS="last_rule"

# serial devices
KERNEL=="ttyUSB*", ATTRS{product}=="[Pp]alm*Handheld*", SYMLINK+="pilot"

# printer
SUBSYSTEM=="usb", KERNEL=="lp*", NAME="usb/%k", SYMLINK+="usb%k", GROUP="lp"

# kernel firmware loader
SUBSYSTEM=="firmware", ACTION=="add", RUN+="firmware.sh"
```

Die Regel Konsole besteht aus drei Schlüsseln: einem Übereinstimmungsschlüssel (KERNEL) und zwei Zuweisungsschlüsseln (MODE, OPTIONS). Der Übereinstimmungsschlüssel KERNEL durchsucht die Geräteliste nach Elementen des Typs console. Nur exakte Übereinstimmungen sind gültig und lösen die Ausführung dieser Regel aus. Der Zuweisungsschlüssel MODE weist dem Geräteknoten spezielle Berechtigungen zu, in diesem Fall Lese- und Schreibberechtigung nur für den Eigentümer des Geräts. Der Schlüssel OPTIONS bewirkt, dass diese Regel auf Geräte dieses Typs als letzte Regel angewendet wird. Alle nachfolgenden Regeln, die mit diesem Gerätetyp übereinstimmen, werden nicht mehr angewendet.

Die Regel serial devices steht in 50-udev-default.rules nicht mehr zur Verfügung; es lohnt sich jedoch, sie sich dennoch anzusehen. Sie besteht aus zwei Übereinstimmungsschlüsseln (KERNEL und ATTRS) und einem Zuweisungsschlüssel (SYMLINK). Der Übereinstimmungsschlüssel KERNEL sucht nach allen Geräten des Typs ttyUSB. Durch den Platzhalter \* trifft dieser Schlüssel auf mehrere dieser Geräte zu. Der zweite Übereinstimmungsschlüssel (ATTRS) überprüft, ob die Attributdatei product in sysfs der jeweiligen ttyUSB-Geräte eine bestimmte Zeichenkette enthält. Der Zuweisungsschlüssel SYMLINK bewirkt, dass dem Gerät unter /dev/pilot ein symbolischer Link hinzugefügt wird. Der Operator dieses Schlüssels (+=) weist udev an, diese Aktion auch dann auszuführen, wenn dem Gerät bereits durch frühere (oder auch erst durch spätere) Regeln andere symbolische Links hinzugefügt wurden. Die Regel wird nur angewendet, wenn die Bedingungen beider Übereinstimmungsschlüssel erfüllt sind.

Die Regel printer gilt nur für USB-Drucker. Sie enthält zwei Übereinstimmungsschlüssel (SUBSYSTEM und KERNEL), die beide zutreffen müssen, damit die Regel angewendet wird. Die drei Zuweisungsschlüssel legen den Namen dieses Gerätetyps fest (NAME), die Erstellung sym-

bolischer Gerätelinks (SYMLINK) sowie die Gruppenmitgliedschaft dieses Gerätetyps (GROUP). Durch den Platzhalter \* im Schlüssel KERNEL trifft diese Regel auf mehrere lp-Druckergeräte zu. Sowohl der Schlüssel NAME als auch der Schlüssel SYMLINK verwenden Ersetzungen, durch die der Zeichenkette der interne Geräte name hinzugefügt wird. Der symbolische Link für den ersten lp-USB-Drucker würde zum Beispiel /dev/usb/lp0 lauten.

Die Regel kernel firmware loader weist udev an, während der Laufzeit weitere Firmware mittels eines externen Hilfsskripts zu laden. Der Übereinstimmungsschlüssel SUBSYSTEM sucht nach dem Subsystem firmware. Der Schlüssel ACTION überprüft, ob bereits Geräte des Subsystems firmware hinzugefügt wurden. Der Schlüssel RUN+= löst die Ausführung des Skripts firmware.sh aus, das die noch zu ladende Firmware lokalisiert.

Die folgenden allgemeinen Eigenschaften treffen auf alle Regeln zu:

- Jede Regel besteht aus einem oder mehreren, durch Kommas getrennten Schlüssel-/Wertepaaren.
- Die Aktion eines Schlüssels wird durch seinen Operator festgelegt. udev-Regeln unterstützen verschiedene Operatoren.
- Jeder angegebene Wert muss in Anführungszeichen eingeschlossen sein.
- Jede Zeile der Regeldatei stellt eine Regel dar. Falls eine Regel länger als eine Zeile ist, verbinden Sie die Zeilen wie bei jeder anderen Shell-Syntax mit \.
- udev-Regeln unterstützen Shell-typische Übereinstimmungsregeln für die Schemata \*, ? und [].
- udev-Regeln unterstützen Ersetzungen.

## 17.6.1 Verwenden von Operatoren in udev-Regeln

Bei der Erstellung von Schlüsseln stehen Ihnen je nach gewünschtem Schlüsseltyp verschiedene Operatoren zur Auswahl. Übereinstimmungsschlüssel werden in der Regel zum Auffinden eines Wertes verwendet, der entweder mit dem Suchwert übereinstimmt oder explizit nicht mit dem gesuchten Wert übereinstimmt. Übereinstimmungsschlüssel enthalten einen der folgenden Operatoren:

==

Suche nach übereinstimmendem Wert. Wenn der Schlüssel ein Suchschema enthält, sind alle Ergebnisse gültig, die mit diesem Schema übereinstimmen.

!=

Suche nach nicht übereinstimmendem Wert. Wenn der Schlüssel ein Suchschema enthält, sind alle Ergebnisse gültig, die mit diesem Schema übereinstimmen.

Folgende Operatoren können für Zuweisungsschlüssel verwendet werden:

=

Weist einem Schlüssel einen Wert zu. Wenn der Schlüssel zuvor aus einer Liste mit mehreren Werten bestand, wird der Schlüssel durch diesen Operator auf diesen Einzelwert zurückgesetzt.

+=

Fügt einem Schlüssel, der eine Liste mehrerer Einträge enthält, einen Wert hinzu.

:=

Weist einen endgültigen Wert zu. Eine spätere Änderung durch nachfolgende Regeln ist nicht möglich.

## 17.6.2 Verwenden von Ersetzungen in udev-Regeln

udev - Regeln unterstützen sowohl Platzhalter als auch Ersetzungen. Diese setzen Sie genauso ein wie in anderen Skripten. Folgende Ersetzungen können in udev -Regeln verwendet werden:

%r, \$root

Standardmäßig das Geräteverzeichnis /dev.

%p, \$devpath

Der Wert von DEVPATH.

%k, \$kernel

Der Wert von KERNEL oder der interne Geräteiname.

%n, \$number

Die Gerätenummer.

%N, \$tempnode

Der temporäre Name der Gerätedatei.

%M, \$major

Die höchste Nummer des Geräts.

%m, \$minor

Die niedrigste Nummer des Geräts.

%s{attribute}, \$attr{attribute}

Der Wert eines sysfs-Attributs (das durch attribute festgelegt ist).

%E{variable}, \$attr{variable}

Der Wert einer Umgebungsvariablen (die durch variable festgelegt ist).

%c, \$result

Die Ausgabe von PROGRAM.

%%

Das %-Zeichen.

\$\$

Das \$-Zeichen.

### 17.6.3 Verwenden von udev-Übereinstimmungsschlüsseln

Übereinstimmungsschlüssel legen Bedingungen fest, die erfüllt sein müssen, damit eine udev-Regel angewendet werden kann. Folgende Übereinstimmungsschlüssel sind verfügbar:

ACTION

Der Name der Ereignisaktion, z. B. add oder remove beim Hinzufügen oder Entfernen eines Geräts.

DEVPATH

Der Gerätepfad des Ereignisgeräts, zum Beispiel DEVPATH=/bus/pci/drivers/ipw3945 für die Suche nach allen Ereignissen in Zusammenhang mit dem Treiber ipw3945.

KERNEL

Der interne Name (Kernel-Name) des Ereignisgeräts.

SUBSYSTEM

Das Subsystem des Ereignisgeräts, zum Beispiel SUBSYSTEM=usb für alle Ereignisse in Zusammenhang mit USB-Geräten.



#### ATTR{Dateiname}

sysfs-Attribute des Ereignisgeräts. Für die Suche nach einer Zeichenkette im Attributdateinamen vendor können Sie beispielsweise ATTR{vendor}==„0n[s]tream“ verwenden.

#### KERNELS

Weist udev an, den Gerätepfad aufwärts nach einem übereinstimmenden Gerätenamen zu durchsuchen.

#### SUBSYSTEMS

Weist udev an, den Gerätepfad aufwärts nach einem übereinstimmenden Geräte-Subsystemnamen zu durchsuchen.

#### DRIVERS

Weist udev an, den Gerätepfad aufwärts nach einem übereinstimmenden Gerätetreibernamen zu durchsuchen.

#### ATTRS{Dateiname}

Weist udev an, den Gerätepfad aufwärts nach einem Gerät mit übereinstimmenden sysfs-Attributwerten zu durchsuchen.

#### ENV{Schlüssel}

Der Wert einer Umgebungsvariablen, zum Beispiel ENV{ID\_BUS}=„ieee1394“ für die Suche nach allen Ereignissen in Zusammenhang mit der FireWire-Bus-ID.

#### PROGRAM

Weist udev an, ein externes Programm auszuführen. Damit es erfolgreich ist, muss das Programm mit Beendigungscode Null abschließen. Die Programmausgabe wird in STDOUT geschrieben und steht dem Schlüssel RESULT zur Verfügung.

#### RESULT

Überprüft die Rückgabezeichenkette des letzten PROGRAM-Aufrufs. Diesen Schlüssel können Sie entweder sofort der Regel mit dem PROGRAM-Schlüssel hinzufügen oder erst einer nachfolgenden Regel.

## 17.6.4 Verwenden von udev-Zuweisungsschlüsseln

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Übereinstimmungsschlüsseln beschreiben Zuweisungsschlüssel keine Bedingungen, die erfüllt werden müssen. Sie weisen den Geräteknoten, die von udev gewartet werden, Werte, Namen und Aktionen zu.

## NAME

Der Name des zu erstellenden Geräteknotens. Nachdem der Knotenname durch eine Regel festgelegt wurde, werden alle anderen Regeln mit dem Schlüssel NAME, die auf diesen Knoten zutreffen, ignoriert.

## SYMLINK

Der Name eines symbolischen Links, der dem zu erstellenden Knoten hinzugefügt werden soll. Einem Geräteknoten können mittels mehrerer Zuweisungsregeln symbolische Links hinzugefügt werden. Ebenso können Sie aber mehrere symbolische Links für einen Knoten auch in einer Regel angeben. Die Namen der einzelnen symbolischen Links müssen in diesem Fall jeweils durch ein Leerzeichen getrennt sein.

## OWNER, GROUP, MODE

Die Berechtigungen für den neuen Geräteknoten. Die hier angegebenen Werte überschreiben sämtliche kompilierten Werte.

## ATTR{Schlüssel}

Gibt einen Wert an, der in ein sysfs-Attribut des Ereignisgeräts geschrieben werden soll. Wenn der Operator == verwendet wird, überprüft dieser Schlüssel, ob der Wert eines sysfs-Attributs mit dem angegebenen Wert übereinstimmt.

## ENV{Schlüssel}

Weist udev an, eine Umgebungsvariable zu exportieren. Wenn der Operator == verwendet wird, überprüft dieser Schlüssel, ob der Wert einer Umgebungsvariable mit dem angegebenen Wert übereinstimmt.

## RUN

Weist udev an, der Liste der für dieses Gerät auszuführenden Programme ein Programm hinzuzufügen. Sie sollten hier nur sehr kurze Aufgaben angeben. Anderenfalls laufen Sie Gefahr, dass weitere Ereignisse für dieses Gerät blockiert werden.

## LABEL

Fügt der Regel eine Bezeichnung hinzu, zu der ein GOTO direkt wechseln kann.

## GOTO

Weist udev an, eine Reihe von Regeln auszulassen und direkt mit der Regel fortzufahren, die die von GOTO angegebene Bezeichnung enthält.

### IMPORT{Typ}

Lädt Variablen in die Ereignisumgebung, beispielsweise die Ausgabe eines externen Programms. udev kann verschiedene Variablentypen importieren. Wenn kein Typ angegeben ist, versucht udev den Typ anhand des ausführbaren Teils der Dateiberechtigungen selbst zu ermitteln.

- program weist udev an, ein externes Programm auszuführen und dessen Ausgabe zu importieren.
- file weist udev an, eine Textdatei zu importieren.
- parent weist udev an, die gespeicherten Schlüssel des übergeordneten Geräts zu importieren.

### WAIT\_FOR\_SYSFS

Weist udev an, auf die Erstellung der angegebenen sysfs-Datei für ein bestimmtes Gerät zu warten. Beispiel: WAIT\_FOR\_SYSFS=„ioerr\_cnt“ fordert udev auf, so lange zu warten, bis die Datei ioerr\_cnt erstellt wurde.

### OPTIONEN

Der Schlüssel OPTION kann mehrere mögliche Werte haben:

- last\_rule weist udev an, alle nachfolgenden Regeln zu ignorieren.
- ignore\_device weist udev an, dieses Ereignis komplett zu ignorieren.
- ignore\_remove weist udev an, alle späteren Entfernungseignisse für dieses Gerät zu ignorieren.
- all\_partitions weist udev an, für alle vorhandenen Partitionen eines Blockgeräts Geräteknoten zu erstellen.

## 17.7 Permanente Gerätebenennung

Das dynamische Geräteverzeichnis und die Infrastruktur für die udev-Regeln ermöglichen die Bereitstellung von stabilen Namen für alle Laufwerke unabhängig von ihrer Erkennungsreihenfolge oder der für das Gerät verwendeten Verbindung. Jedes geeignete Blockgerät, das der Kernel erstellt, wird von Werkzeugen mit speziellen Kenntnissen über bestimmte Busse, Laufwerk-

typen oder Dateisysteme untersucht. Gemeinsam mit dem vom dynamischen Kernel bereitgestellten Geräteknotennamen unterhält udev Klassen permanenter symbolischer Links, die auf das Gerät verweisen:

```
/dev/disk
|-- by-id
|   |-- scsi-SATA_HTS726060M9AT00_MRH453M4HWHG7B -> ../../sda
|   |-- scsi-SATA_HTS726060M9AT00_MRH453M4HWHG7B-part1 -> ../../sda1
|   |-- scsi-SATA_HTS726060M9AT00_MRH453M4HWHG7B-part6 -> ../../sda6
|   |-- scsi-SATA_HTS726060M9AT00_MRH453M4HWHG7B-part7 -> ../../sda7
|   |-- usb-Generic_STORAGE_DEVICE_02773 -> ../../sdd
|   `-- usb-Generic_STORAGE_DEVICE_02773-part1 -> ../../sdd1
|-- by-label
|   |-- Photos -> ../../sdd1
|   |-- SUSE10 -> ../../sda7
|   `-- devel -> ../../sda6
|-- by-path
|   |-- pci-0000:00:1f.2-scsi-0:0:0:0 -> ../../sda
|   |-- pci-0000:00:1f.2-scsi-0:0:0:0-part1 -> ../../sda1
|   |-- pci-0000:00:1f.2-scsi-0:0:0:0-part6 -> ../../sda6
|   |-- pci-0000:00:1f.2-scsi-0:0:0:0-part7 -> ../../sda7
|   |-- pci-0000:00:1f.2-scsi-1:0:0:0 -> ../../sr0
|   |-- usb-02773:0:0:2 -> ../../sdd
|   |-- usb-02773:0:0:2-part1 -> ../../sdd1
`-- by-uuid
    |-- 159a47a4-e6e6-40be-a757-a629991479ae -> ../../sda7
    |-- 3e999973-00c9-4917-9442-b7633bd95b9e -> ../../sda6
    `-- 4210-8F8C -> ../../sdd1
```

## 17.8 Von udev verwendete Dateien

### /sys/\*

Virtuelles, vom Linux-Kernel bereitgestelltes Dateisystem, das alle zur Zeit bekannten Geräte exportiert. Diese Informationen werden von udev zur Erstellung von Geräteknoten in /dev verwendet.

/dev/\*

Dynamisch erstellte Geräteknoten und mit systemd-tmpfiles erstellte statische Inhalte.  
Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite systemd-tmpfiles(8).

Die folgenden Dateien und Verzeichnisse enthalten die entscheidenden Elemente der udev-Infrastruktur:

/etc/udev/udev.conf

Wichtigste udev-Konfigurationsdatei.

/etc/udev/rules.d/\*

udev-Ereigniszuordnungsregeln.

/usr/lib/tmpfiles.d/ and /etc/tmpfiles.d/

Verantwortlich für statische /dev-Inhalte.

/usr/lib/udev/\*

Von den udev-Regeln aufgerufene Helferprogramme.

## 17.9 Weiterführende Informationen

Weitere Informationen zur udev-Infrastruktur finden Sie auf den folgenden Manualpages:

udev

Allgemeine Informationen zu udev, Schlüsseln, Regeln und anderen wichtigen Konfigurationsbelangen.

udevadm

udevadm kann dazu verwendet werden, das Laufzeitverhalten von udev zu kontrollieren, Kernel-Ereignisse abzurufen, die Ereigniswarteschlange zu verwalten und einfache Methoden zur Fehlersuche bereitzustellen.

udev

Informationen zum udev-Ereignisverwaltungs-Daemon.

## 18 Das X Window-System

Das X Window-System (X11) ist der Industriestandard für grafische Bedienoberflächen unter UNIX. X ist netzwerkbasiert und ermöglicht es, auf einem Host gestartete Anwendungen auf einem anderen, über eine beliebige Art von Netzwerk (LAN oder Internet) verbundenen Host anzuzeigen. In diesem Kapitel finden Sie grundlegende Informationen zur X-Konfiguration sowie Hintergrundinformationen zur Verwendung von Schriftarten in SUSE® Linux Enterprise Desktop.

In den meisten Fällen muss das X Window-System nicht konfiguriert werden. Die Hardware wird beim Starten von X dynamisch erkannt. Die Nutzung von `xorg.conf` ist daher überholt. Wenn Sie die Funktionsweise von X dennoch mit benutzerdefinierten Optionen ändern möchten, können Sie die Konfigurationsdateien unter `/etc/X11/xorg.conf.d/` entsprechend bearbeiten.

### 18.1 Installation und Konfiguration von Schriften

Schriften in Linux lassen sich in zwei Gruppen gliedern:

#### Outline-Schriften oder Vektorschriften

Enthält eine mathematische Beschreibung als Informationen zum Zeichnen der Form einer Glyphe. Die Glyphen können dabei auf eine beliebige Größe skaliert werden, ohne dass die Qualität darunter leidet. Bevor Sie eine solche Schrift (oder Glyphe) verwenden können, müssen die mathematischen Beschreibungen in ein Raster überführt werden. Dieser Vorgang wird als *Schriftrasterung* bezeichnet. Beim *Schrift-Hinting* (in der Schrift eingebettet) wird das Rendering-Ergebnis für eine bestimmte Größe optimiert. Die Rasterung und das Hinting erfolgen mit der FreeType-Bibliothek.

Unter Linux werden häufig die Formate PostScript Typ 1 und Typ 2, TrueType und OpenType verwendet.

#### Bitmap- oder Rasterschriften


Besteht aus einer Pixelmatrix, die auf eine bestimmte Schriftgröße abgestimmt ist. Bitmap-Schriften lassen sich äußerst schnell und einfach rendern. Im Gegensatz zu Vektorschriften können Bitmap-Schriften jedoch nicht ohne Qualitätseinbußen skaliert werden. Diese Schriften werden daher meist in unterschiedlichen Größen bereitgestellt. Selbst heute noch werden Bitmap-Schriften in der Linux-Konsole und teils auch auf Terminals verwendet.


Unter Linux sind das Portable Compiled Format (PCF) und das Glyph Bitmap Distribution Format (BDF) die häufigsten Formate.



Das Erscheinungsbild dieser Schriften wird durch zwei wichtige Faktoren beeinflusst:

- Auswählen einer geeigneten Schriftfamilie
- Rendern der Schrift mit einem Algorithmus, der optisch ansprechende Ergebnisse bewirkt.

Der letzte Punkt ist nur für Vektorschriften relevant. Die beiden obigen Punkte sind stark subjektiv; dennoch müssen einige Standardvorgaben festgelegt werden.

Linux-Schriftrenderingsysteme bestehen aus mehreren Bibliotheken mit unterschiedlichen Beziehungen. Die grundlegende Schriftrenderingbibliothek [FreeType](http://www.freetype.org/) (<http://www.freetype.org/>)  konvertiert die Schriftglyphen von unterstützten Formaten in optimierte Bitmap-Glyphen. Der Renderingvorgang wird durch einen Algorithmus und die zugehörigen Parameter gesteuert (unter Umständen patentrechtlich geschützt).

Alle Programme und Bibliotheken, die mit FreeType arbeiten, sollten auf die [Fontconfig](http://www.fontconfig.org/) (<http://www.fontconfig.org/>) -Bibliothek zurückgreifen. In dieser Bibliothek werden die Schriftkonfigurationen von Benutzern und vom System gesammelt. Wenn ein Benutzer die Fontconfig-Einstellung ergänzt, entstehen durch diese Änderung Fontconfig-fähige Anwendungen.

Die differenziertere OpenType-Schattierung für Schriften wie Arabic, Han oder Phags-Pa und andere höhere Textverarbeitung erfolgt beispielsweise mit [Harfbuzz](http://www.harfbuzz.org/) (<http://www.harfbuzz.org/>)  oder [Pango](http://www.pango.org/) (<http://www.pango.org/>) .

### 18.1.1 Anzeigen der installierten Schriften

Mit dem Kommando `rpm` oder `fc-list` erhalten Sie einen Überblick über die Schriften, die auf dem System installiert sind. Beide Kommandos liefern eine aussagekräftige Antwort, geben dabei jedoch (je nach System- und Benutzerkonfiguration) ggf. unterschiedliche Listen zurück:

#### rpm

`rpm` zeigt die auf dem System installierten Software-Pakete an, in denen sich Schriften befinden:

```
rpm -qa '*fonts*'
```

Alle Schriftpakete sollten mit diesem Ausdruck aufgefunden werden. Unter Umständen gibt das Kommando jedoch einige falsch positive Einträge zurück, beispielsweise `fonts-config` (dies ist weder eine Schrift noch sind hier Schriften enthalten).

### **`fc-list`**

Mit **`fc-list`** erhalten Sie einen Überblick darüber, welche Schriftfamilien verfügbar sind und ob diese auf dem System oder in Ihrem Benutzerverzeichnis installiert sind:

```
fc-list ':' family
```



### **Anmerkung: Kommando `fc-list`**

Das Kommando **`fc-list`** ist eine Erweiterung zur Fontconfig-Bibliothek. Aus Fontconfig – oder genauer gesagt, aus dem Cache – lassen sich zahlreiche interessante Informationen ermitteln. Unter **`man 1 fc-list`** finden Sie weitere Einzelheiten.

## 18.1.2 Anzeigen von Schriften

Mit dem Kommando **`ftview`** (Paket `ft2demos`) sowie unter <http://fontinfo.opensuse.org/> sehen Sie, wie eine installierte Schriftfamilie dargestellt wird. Soll beispielsweise die Schrift FreeMono in 14 Punkt angezeigt werden, verwenden Sie **`ftview`** wie folgt:

```
ftview 14 /usr/share/fonts/truetype/FreeMono.ttf
```

Unter <http://fontinfo.opensuse.org/> erfahren Sie, welche Schriftschnitte (normal, fett, kursiv etc.) und welche Sprachen unterstützt werden.

## 18.1.3 Abfragen von Schriften

Mit dem Kommando **`fc-match`** fragen Sie ab, welche Schrift für ein angegebenes Muster verwendet wird.

Wenn das Muster beispielsweise eine bereits installierte Schrift enthält, gibt **`fc-match`** den Dateinamen, die Schriftfamilie und den Schriftschnitt zurück:

```
tux > fc-match 'Liberation Serif'
LiberationSerif-Regular.ttf: "Liberation Serif" "Regular"
```



Ist die gewünschte Schrift nicht auf dem System vorhanden, greifen die Ähnlichkeitsregeln von Fontconfig und es werden verfügbare Schriften mit der größtmöglichen Ähnlichkeit gesucht. Ihre Anforderung wird also ersetzt:

```
tux > fc-match 'Foo Family'
DejaVuSans.ttf: "DejaVu Sans" "Book"
```

Fontconfig unterstützt *Aliase*: Ein Name wird durch den Namen einer anderen Schriftfamilie ersetzt. Ein typisches Beispiel sind generische Namen wie „sans-serif“, „serif“ und „monospace“. Diese Alias-Namen können durch echte Familiennamen und sogar durch eine Präferenzliste mit Familiennamen ersetzt werden:

```
tux > for font in serif sans mono; do fc-match "$font" ; done
DejaVuSerif.ttf: "DejaVu Serif" "Book"
DejaVuSans.ttf: "DejaVu Sans" "Book"
DejaVuSansMono.ttf: "DejaVu Sans Mono" "Book"
```

Das Ergebnis auf Ihrem System kann abweichen, abhängig davon, welche Schriften derzeit installiert sind.



### Anmerkung: Ähnlichkeitsregeln in Fontconfig

Fontconfig gibt *immer* eine reale Schriftfamilie (sofern mindestens eine Familie installiert ist) für die angegebene Anforderung zurück, die so ähnlich ist wie möglich. Die „Ähnlichkeit“ ist abhängig von den internen Metriken von Fontconfig sowie von den Fontconfig-Einstellungen des Benutzers oder Administrators.

## 18.1.4 Installieren von Schriften

Zum Installieren einer neuen Schrift stehen die folgenden wichtigsten Verfahren zur Auswahl:

1. Installieren Sie die Schriftdateien (z. B. \*.ttf oder \*.otf) manuell in ein bekanntes Schriftverzeichnis. Wenn die Schriften systemweit verfügbar sein sollen, verwenden Sie das Standardverzeichnis /usr/share/fonts. Für die Installation in Ihrem Benutzerverzeichnis verwenden Sie ~/.config/fonts.

Falls Sie nicht die standardmäßigen Verzeichnisse verwenden möchten, können Sie in Fontconfig ein anderes Verzeichnis auswählen. Hierzu geben Sie das Element `<dir>` an. Weitere Informationen finden Sie in [Abschnitt 18.1.5.2, „Kurzer Einblick in Fontconfig-XML“](#).

2. Installieren Sie die Schriften mit **zypper**. Zahlreiche Schriften sind bereits als Paket verfügbar, beispielsweise in der SUSE-Distribution oder im Repository **M17N:fonts** (<http://download.opensuse.org/repositories/M17N:/fonts/>). Fügen Sie das Repository mit dem nachfolgenden Kommando in die Liste ein. So fügen Sie beispielsweise ein Repository für SLE 12 hinzu:

```
sudo zypper ar
    http://download.opensuse.org/repositories/M17N:/fonts/SLE_12/
M17N:fonts.repo
```

FONT\_FAMILY\_NAME ermitteln Sie mit dem folgenden Kommando:

```
sudo zypper se 'FONT_FAMILY_NAME*fonts'
```

## 18.1.5 Konfigurieren der Darstellung von Schriften

Je nach Renderingmedium und Schriftgröße entstehen womöglich keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Ein durchschnittlicher Monitor hat beispielsweise eine Auflösung von 100dpi. Bei dieser Auflösung sind die Pixel zu groß und die Glyphen wirken plump und unförmig.

Für niedrigere Auflösungen stehen mehrere Algorithmen bereit, z. B. Anti-Aliasing (Graustufen-glättung), Hinting (Anpassen an das Raster) oder Subpixel-Rendering (Verdreifachen der Auflösung in eine Richtung). Diese Algorithmen können dabei von Schriftformat zu Schriftformat unterschiedlich sein.

### **Wichtig: Patentprobleme beim Subpixel-Rendering**

Das Subpixel-Rendering wird nicht in SUSE-Distributionen verwendet. FreeType2 unterstützt zwar diesen Algorithmus, allerdings unterliegt er mehreren Patenten, die Ende 2019 auslaufen. Die eingestellten Optionen für das Subpixel-Rendering in Fontconfig wirken sich daher nur dann aus, wenn das System eine FreeType2-Bibliothek enthält, in der das Subpixel-Rendering kompiliert ist.

Mit Fontconfig können Sie den Rendering-Algorithmus für einzelne Schriften oder auch für eine Gruppe von Schriften gleichzeitig auswählen.

### 18.1.5.1 Konfigurieren von Schriften mit sysconfig

SUSE Linux Enterprise Desktop umfasst eine `sysconfig`-Schicht oberhalb von Fontconfig. Dies ist ein guter Ausgangspunkt, um mit der Schriftkonfiguration zu experimentieren. Zum Ändern der Standardeinstellungen bearbeiten Sie die Konfigurationsdatei `/etc/sysconfig/fonts-config`. (Alternativ verwenden Sie das YaST-Modul `sysconfig`.) Führen nach dem Bearbeiten der Datei **`fonts-config`** aus:

```
sudo /usr/sbin/fonts-config
```

Starten Sie die Anwendung neu, damit der Effekt sichtbar wird. Beachten Sie Folgendes:

- Einige Anwendungen müssen nicht neu gestartet werden. Firefox liest die Fontconfig-Konfiguration beispielsweise in regelmäßigen Abständen aus. Auf soeben erstellten oder neu geladenen Registerkarten werden die Schriftkonfigurationen erst später sichtbar.
- Nach jedem Installieren oder Entfernen eines Pakets wird automatisch das Skript **`fonts-config`** aufgerufen. (Ist dies nicht der Fall, so ist das Schriften-Software-Paket fehlerhaft.)
- Jede `sysconfig`-Variable kann vorübergehend mit der Kommandozeilenoption **`fonts-config`** überschrieben werden. Weitere Informationen finden Sie in **`fonts-config --help`**.

Es können verschiedene `sysconfig`-Variablen geändert werden. Weitere Informationen finden Sie auf der `man`-Seite **`man 1 fonts-config`** oder auf der Hilfeseite des YaST-Moduls `sysconfig`. Beispiele für Variablen:

#### Verwendung der Rendering-Algorithmen

Nutzen Sie beispielsweise `FORCE_HINTSTYLE`, `FORCE_AUTOHINT`, `FORCE_BW`, `FORCE_BW_MONOSPACE`, `USE_EMBEDDED_BITMAPS` und `EMBEDDED_BITMAP_LANGAGES`

#### Präferenzliste generischer Aliase

Verwenden Sie `PREFER_SANS_FAMILIES`, `PREFER_SERIF_FAMILIES`, `PREFER_MONO_FAMILIES` und `SEARCH_METRIC_COMPATIBLE`

In der nachfolgenden Liste finden Sie einige Konfigurationsbeispiele, sortiert von den „am leichtesten lesbaren“ Schriften (stärkerer Kontrast) zu den „ansprechendsten“ Schriften (stärker geglättet).

## Bitmap-Schriften

Die Präferenz für die Bitmap-Schriften bestimmen Sie über die PREFER\_\*\_FAMILIES-Variablen. Beachten Sie das Beispiel im Hilfeabschnitt zu diesen Variablen. Bitmap-Schriften werden schwarzweiß dargestellt und nicht geglättet und sie stehen nur in bestimmten Größen zur Verfügung. Nutzen Sie ggf.

```
SEARCH_METRIC_COMPATIBLE="no"
```

zum Deaktivieren der Ersetzungen der Familienname auf Basis der Metrikkompatibilität.

## Skalierbare, schwarzweiß dargestellte Schriften

Skalierbare Schriften, die ohne Antialiasing gerendert werden, können ähnliche Ergebnisse liefern wie Bitmap-Schriften, wobei die Schriften weiterhin skalierbar bleiben. Verwenden Sie Schriften mit gutem Hinting, beispielsweise die Liberation-Schriftfamilien. Bislang sind leider nur wenige Schriften mit gutem Hinting erhältlich. Mit der folgenden Variablen erzwingen Sie diese Methode:

```
FORCE_BW="yes"
```

## Nichtproportionale, schwarzweiß dargestellte Schriften

Nichtproportionale Schriften werden nur ohne Antialiasing gerendert; ansonsten verwenden Sie die Standardeinstellungen:

```
FORCE_BW_MONOSPACE="yes"
```

## Standardeinstellungen

Alle Schriften werden mit Antialiasing gerendert. Schriften mit gutem Hinting werden mit dem *Byte-Code-Interpreter*) gerendert, die übrigen Schriften mit Autohinter (hintstyle=hintslight). Behalten Sie die Standardeinstellungen für alle relevanten sys-config-Variablen bei.

## CFF-Schriften

Die Schriften werden im CFF-Format verwendet. Im Hinblick auf die aktuellen Verbesserungen in FreeType2 sind diese Schriften im Allgemeinen leichter lesbar als die standardmäßigen TrueType-Schriften. Probieren Sie sie aus, indem Sie das Beispiel PREFER\_\*\_FAMILIES verwenden. Auf Wunsch können Sie sie wie folgt dunkler und fatter darstellen:

```
SEARCH_METRIC_COMPATIBLE="no"
```

Standardmäßig werden sie mit `hintstyle=hintslight` gerendert. Eine weitere Möglichkeit:

```
SEARCH_METRIC_COMPATIBLE="no"
```

#### Nur Autohinter

Auch für Schriften mit gutem Hinter wird Autohinter aus FreeType2 verwendet. Damit entstehen dickere Schriften mit niedrigerem Kontrast, teilweise auch unschärfere Schriften. Mit der folgenden Variablen aktivieren Sie dies:

```
FORCE_AUTOHINTER="yes"
```

Mit `FORCE_HINTSTYLE` steuern Sie den Hinting-Grad.

### 18.1.5.2 Kurzer Einblick in Fontconfig-XML

Bei Fontconfig wird das Konfigurationsformat *eXtensible Markup Language* (XML) genutzt. Diese wenigen Beispiele sollen keine erschöpfende Referenz darstellen, sondern lediglich einen kurzen Überblick bieten. Weitere Informationen und Anregungen finden Sie in **`man 5 fonts-conf`** oder `/etc/fonts/conf.d/`.

Die zentrale Fontconfig-Konfigurationsdatei ist `/etc/fonts/fonts.conf` und umfasst unter anderem das gesamte Verzeichnis `/etc/fonts/conf.d/`. Änderungen an Fontconfig können an zwei Stellen vorgenommen werden:

#### FONTCONFIG-KONFIGURATIONSDATEIEN

1. **Systemweite Änderungen.** Bearbeiten Sie die Datei `/etc/fonts/local.conf`. (Standardmäßig enthält diese Datei ein leeres `fontconfig`-Element.)
2. **Benutzerspezifische Änderungen.** Bearbeiten Sie die Datei `~/.config/fontconfig/fonts.conf`. Speichern Sie die Fontconfig-Konfigurationsdateien in das Verzeichnis `~/.config/fontconfig/conf.d/`.

Benutzerspezifische Änderungen überschreiben die systemweiten Einstellungen.



#### Anmerkung: Veraltete Benutzerkonfigurationsdatei

Die Datei `~/.fonts.conf` ist als veraltet gekennzeichnet und darf nicht mehr verwendet werden. Verwenden Sie stattdessen die Datei `~/.config/fontconfig/fonts.conf`.

Jede Konfigurationsdatei muss ein fontconfig-Element enthalten. Die minimale Datei sieht daher wie folgt aus:

```
<?xml version="1.0"?>
  <!DOCTYPE fontconfig SYSTEM "fonts.dtd">
  <fontconfig>
    <!-- Insert your changes here -->
  </fontconfig>
```

Falls die Standardverzeichnisse nicht ausreichen, fügen Sie das dir-Element mit dem gewünschten Verzeichnis ein:

```
<dir>/usr/share/fonts2</dir>
```

Fontconfig sucht *rekursiv* nach den Schriften.

Mit dem folgenden Fontconfig-Snippet können Sie die Algorithmen für das Schriftrendering auswählen (siehe *Beispiel 18.1, „Festlegen von Rendering-Algorithmen“*):

#### BEISPIEL 18.1 FESTLEGEN VON RENDERING-ALGORITHMEN

```
<match target="font">
  <test name="family">
    <string>FAMILY_NAME</string>
  </test>
  <edit name="antialias" mode="assign">
    <bool>true</bool>
  </edit>
  <edit name="hinting" mode="assign">
    <bool>true</bool>
  </edit>
  <edit name="autohint" mode="assign">
    <bool>false</bool>
  </edit>
  <edit name="hintstyle" mode="assign">
    <const>hintfull</const>
  </edit>
</match>
```

Sie können verschiedene Eigenschaften der Schriften zunächst ausprobieren. Mit dem `<test>`-Element können Sie beispielsweise die Schriftfamilie (siehe Beispiel), das Größenintervall, den Zeichenabstand, das Schriftformat und andere Eigenschaften testen. Wenn Sie `<test>` vollständig löschen, werden alle `<edit>`-Elemente auf sämtliche Schriften angewendet (globale Änderung).

#### BEISPIEL 18.2 ALIASE UND ERSETZUNGEN VON FAMILIENNAMEN

##### Regel 1

```
<alias>
  <family>Alegreya SC</family>
  <default>
    <family>serif</family>
  </default>
</alias>
```

##### Regel 2

```
<alias>
  <family>serif</family>
  <prefer>
    <family>Droid Serif</family>
  </prefer>
</alias>
```

##### Regel 3

```
<alias>
  <family>serif</family>
  <accept>
    <family>STIXGeneral</family>
  </accept>
</alias>
```

Mit den Regeln in *Beispiel 18.2, „Aliase und Ersetzungen von Familiennamen“* wird eine *priorisierte Familienliste* (PFL) erzeugt. Je nach Element werden verschiedene Aktionen ausgeführt:

<default> in *Regel 1*

Mit dieser Regel wird ein serif-Familiename *an das Ende* der PFL angehängt.

<prefer> in *Regel 2*

Mit dieser Regel wird „Droid Serif“ *direkt vor* dem ersten Auftreten von serif in der PFL eingefügt, wenn Alegreya SC in der PFL vorhanden ist.

<accept> in *Regel 3*

Mit dieser Regel wird ein „STIXGeneral“-Familiename *direkt nach* dem ersten Auftreten des serif-Familiennamens in die PFL eingefügt.

Wenn alle Snippets in der Reihenfolge *Regel 1 - Regel 2 - Regel 3* ausgeführt werden und der Benutzer „Alegreya SC“ anfordert, wird die PFL wie in *Tabelle 18.1, „Erzeugen einer PFL aus Fontconfig-Regeln“* dargestellt erzeugt.

**TABELLE 18.1 ERZEUGEN EINER PFL AUS FONTCONFIG-REGELN**

Reihenfolge	Aktuelle PFL
Anforderung	<u>Alegreya SC</u>
<i>Regel 1</i>	<u>Alegreya SC</u> , <u>serif</u>
<i>Regel 2</i>	<u>Alegreya SC</u> , <u>Droid Serif</u> , <u>serif</u>
<i>Regel 3</i>	<u>Alegreya SC</u> , <u>Droid Serif</u> , <u>serif</u> , <u>STIXGeneral</u>

In den Fontconfig-Metriken hat der Familiename die höchste Priorität vor anderen Mustern wie Schriftschnitt, Größe usw. Fontconfig prüft, welche Familie derzeit auf dem System installiert ist. Wenn „Alegreya SC“ installiert ist, gibt Fontconfig diese Schrift zurück. Ansonsten wird „Droid Serif“ angefordert usw.

Gehen Sie vorsichtig vor. Wenn die Reihenfolge der Fontconfig-Snippets geändert wird, gibt Fontconfig unter Umständen andere Ergebnisse zurück (siehe *Tabelle 18.2, „Ergebnisse beim Erzeugen der PFL aus Fontconfig-Regeln mit anderer Reihenfolge“*).



**TABELLE 18.2 ERGEBNISSE BEIM ERZEUGEN DER PFL AUS FONTCONFIG-REGELN MIT ANDERER REIHENFOLGE**

Reihenfolge	Aktuelle PFL	Hinweis
Anforderung	<u>Alegreya SC</u>	Dieselbe Anforderung wie oben.
<i>Regel 2</i>	<u>Alegreya SC</u>	<u>serif</u> nicht FPL, kein Ersatz
<i>Regel 3</i>	<u>Alegreya SC</u>	<u>serif</u> nicht FPL, kein Ersatz
<i>Regel 1</i>	<u>Alegreya SC</u> , <u>serif</u>	<u>Alegreya SC</u> in PFL vorhanden, Ersatz vorgenommen



### Anmerkung: Implikation.

Betrachten Sie das Alias <default> als Klassifizierung oder Einbeziehung dieser Gruppe (sofern nicht installiert). Wie das Beispiel zeigt, muss <default> stets vor den Aliasen <prefer> und <accept> dieser Gruppe stehen.

Die Klassifizierung <default> ist nicht auf die generischen Aliase serif, sans-serif und monospace beschränkt. Ein ausführlicheres Beispiel finden Sie in /usr/share/fontconfig/conf.avail/30-metric-aliases.conf.

Mit dem nachfolgenden Fontconfig-Snippet in *Beispiel 18.3, „Aliase und Ersetzungen von Familiennamen“* wird eine serif-Gruppe erstellt. Jede Familie in dieser Gruppe kann andere Familien ersetzen, wenn eine vorangehende Schrift nicht installiert ist.

### BEISPIEL 18.3 ALIASE UND ERSETZUNGEN VON FAMILIENNAMEN

```
<alias>
  <family>Alegreya SC</family>
  <default>
    <family>serif</family>
  </default>
</alias>
<alias>
  <family>Droid Serif</family>
  <default>
```

```

    <family>serif</family>
  </default>
</alias>
<alias>
  <family>STIXGeneral</family>
  <default>
    <family>serif</family>
  </default>
</alias>
<alias>
  <family>serif</family>
  <accept>
    <family>Droid Serif</family>
    <family>STIXGeneral</family>
    <family>Alegreya SC</family>
  </accept>
</alias>

```

Die Priorität ergibt sich aus der Reihenfolge im Alias <accept>. Ebenso können stärkere Aliase <prefer> verwendet werden.

*Beispiel 18.2, „Aliase und Ersetzungen von Familiennamen“ wird durch Beispiel 18.4, „Aliase und Ersetzungen von Familiennamen“ ergänzt.*

#### BEISPIEL 18.4 ALIASE UND ERSETZUNGEN VON FAMILIENNAMEN

##### Regel 4

```

<alias>
  <family>serif</family>
  <accept>
    <family>Liberation Serif</family>
  </accept>
</alias>

```

##### Regel 5

```

<alias>

```

```

<family>serif</family>
<prefer>
  <family>DejaVu Serif</family>
</prefer>
</alias>

```

Die erweiterte Konfiguration aus *Beispiel 18.4, „Aliase und Ersetzungen von Familiennamen“* würde die folgende PFL-Entwicklung bewirken:

**TABELLE 18.3 ERGEBNISSE BEIM ERZEUGEN EINER PFL AUS FONTCONFIG-REGELN**


Reihenfolge	Aktuelle PFL
Anforderung	<u>Alegreya SC</u>
<i>Regel 1</i>	<u>Alegreya SC</u> , <u>serif</u>
<i>Regel 2</i>	<u>Alegreya SC</u> , <u>Droid Serif</u> , <u>serif</u>
<i>Regel 3</i>	<u>Alegreya SC</u> , <u>Droid Serif</u> , <u>serif</u> , <u>STIXGeneral</u>
<i>Regel 4</i>	<u>Alegreya SC</u> , <u>Droid Serif</u> , <u>serif</u> , <u>Liberation Serif</u> , <u>STIX-General</u>
<i>Regel 5</i>	<u>Alegreya SC</u> , <u>Droid Serif</u> , <u>DejaVu Serif</u> , <u>serif</u> , <u>Liberation Serif</u> , <u>STIXGeneral</u>



## Anmerkung: Auswirkungen.

- Wenn mehrere <accept>-Deklarationen für denselben generischen Namen vorhanden sind, hat die zuletzt geparte Deklaration „Vorrang“. Beim Erstellen einer systemweiten Konfiguration sollten Sie <accept> nach Möglichkeit nicht **nach** dem Benutzer(/etc/fonts/conf.d/\*-user.conf) angeben.
- Wenn mehrere <prefer>-Deklarationen für denselben generischen Namen vorhanden sind, hat die zuletzt geparte Deklaration „Vorrang“. In der systemweiten Konfiguration sollten Sie <prefer> nicht **vor** dem Benutzer angeben.
- Jede <prefer>-Deklaration überschreibt die <accept>-Deklarationen für denselben generischen Namen. Wenn der Administrator dem Benutzer die Möglichkeit geben möchte, auch <accept> zu verwenden (nicht nur <prefer>), sollte der Administrator <prefer> nicht in der systemweiten Konfiguration angeben. Andererseits verwenden die Benutzer vorwiegend <prefer> (dies sollte also nicht nachteilig sein) und <prefer> kommt auch in systemweiten Konfigurationen zum Einsatz.

## 18.2 Weiterführende Informationen

Installieren Sie die xorg-docs-Pakete, um detailliertere Informationen zu X11 zu erhalten. Auf der man-Seite man 5 xorg.conf finden Sie weitere Informationen zum Format der manuellen Konfiguration (falls erforderlich). Weitere Informationen zur X11-Entwicklung finden Sie auf der Startseite des Projekts unter <http://www.x.org> .

Die Treiber befinden sich in xf86-video-\*-Paketen, beispielsweise xf86-video-nv. Viele der Treiber, die mit diesen Paketen geliefert werden, sind ausführlich in der zugehörigen man-Seite beschrieben. Wenn Sie beispielsweise den nv-Treiber verwenden, erhalten Sie weitere Informationen auf der man-Seite man 4 nv.

Informationen über Treiber von anderen Herstellern sollten in /usr/share/doc/packages/<paketname> zur Verfügung stehen. Beispielsweise ist die Dokumentation von x11-video-nvidiaG03 nach der Installation des Pakets in /usr/share/doc/packages/x11-video-nvidiaG03 verfügbar.

## 19 Zugriff auf Dateisysteme mit FUSE

FUSE ist das Akronym für *File System in Userspace* (Dateisystem im Benutzerraum). Das bedeutet, Sie können ein Dateisystem als nicht privilegierter Benutzer konfigurieren und einhängen. Normalerweise müssen Sie für diese Aufgabe als root angemeldet sein. FUSE alleine ist ein Kernel-Modul. In Kombination mit Plug-Ins kann FUSE auf nahezu alle Dateisysteme wie SSH-Fernverbindungen, ISO-Images und mehr erweitert werden.

### 19.1 Konfigurieren von FUSE

Bevor Sie FUSE installieren können, müssen Sie das Paket fuse installieren. Abhängig vom gewünschten Dateisystem benötigen Sie zusätzliche Plugins, die in verschiedenen Paketen verfügbar sind. FUSE-Plug-ins werden nicht mit SUSE Linux Enterprise geliefert.

Im Allgemeinen müssen Sie FUSE nicht konfigurieren, Sie können es einfach verwenden. Jedoch empfiehlt es sich, ein Verzeichnis anzulegen, in dem Sie alle Ihre Einhängpunkte speichern. Sie können beispielsweise das Verzeichnis ~/mounts anlegen und dort Ihre Unterverzeichnisse für die verschiedenen Dateisysteme einfügen.

### 19.2 Erhältliche FUSE-Plug-Ins

FUSE ist abhängig von Plugins. Die folgende Tabelle führt gängige Plug-Ins auf.

**TABELLE 19.1 ERHÄLTliche FUSE-PLUG-INS**

<u>fuseiso</u>	Hängt CD-ROM-Images mit enthaltenen ISO9660-Dateisystemen ein.
<u>ntfs-3g</u>	Hängt NTFS-Volumes (mit Lese- und Schreibunterstützung) ein.
<u>sshfs</u>	Dateisystem-Client auf der Basis des SSH-Dateiübertragungsprotokolls
<u>wdfs</u>	Hängt WebDAV-Dateisysteme ein.

## 19.3 Weiterführende Informationen

Weitere Informationen finden Sie auf der Homepage <http://fuse.sourceforge.net>  von FUSE.


# III Services

- 20 Grundlegendes zu Netzwerken **261**
- 21 Zeitsynchronisierung mit NTP **321**
- 22 Verwendung von NetworkManager **328**
- 23 Samba **339**
- 24 Verteilte Nutzung von Dateisystemen mit NFS **354**
- 25 Bedarfsweises Einhängen mit autofs **360**
- 26 Dateisynchronisierung **369**

## 20 Grundlegendes zu Netzwerken

Linux stellt die erforderlichen Netzwerkwerkzeuge und -funktionen für die Integration in alle Arten von Netzwerkstrukturen zur Verfügung. Der Netzwerkzugriff über eine Netzwerkkarte kann mit YaST konfiguriert werden. Die manuelle Konfiguration ist ebenfalls möglich. In diesem Kapitel werden nur die grundlegenden Mechanismen und die relevanten Netzwerkkonfigurationsdateien behandelt.

Linux und andere Unix-Betriebssysteme verwenden das TCP/IP-Protokoll. Hierbei handelt es sich nicht um ein einzelnes Netzwerkprotokoll, sondern um eine Familie von Netzwerkprotokollen, die unterschiedliche Dienste zur Verfügung stellen. Die in *Verschiedene Protokolle aus der TCP/IP-Familie* aufgelisteten Protokolle dienen dem Datenaustausch zwischen zwei Computern über TCP/IP. Über TCP/IP verbundene Netzwerke bilden zusammen ein weltweites Netzwerk, das auch als „das Internet“ bezeichnet wird.

RFC steht für *Bitte um Kommentare*. RFCs sind Dokumente, die unterschiedliche Internetprotokolle und Implementierungsverfahren für das Betriebssystem und seine Anwendungen beschreiben. Die RFC-Dokumente beschreiben das Einrichten der Internetprotokolle. Weitere Informationen zu RFCs finden Sie unter <http://www.ietf.org/rfc.html> .

### VERSCHIEDENE PROTOKOLLE AUS DER TCP/IP-FAMILIE

#### TCP

Transmission Control Protocol: Ein verbindungsorientiertes sicheres Protokoll. Die zu übertragenden Daten werden zuerst von der Anwendung als Datenstrom gesendet und vom Betriebssystem in das passende Format konvertiert. Die entsprechende Anwendung auf dem Zielhost empfängt die Daten im ursprünglichen Datenstromformat, in dem sie anfänglich gesendet wurden. TCP ermittelt, ob Daten bei der Übertragung verloren gegangen sind oder beschädigt wurden. TCP wird immer dann implementiert, wenn die Datensequenz eine Rolle spielt.

#### UDP

User Datagram Protocol: Ein verbindungsloses, nicht sicheres Protokoll. Die zu übertragenden Daten werden in Form von anwendungsseitig generierten Paketen gesendet. Es ist nicht garantiert, in welcher Reihenfolge die Daten beim Empfänger eingehen, und ein Datenverlust ist immer möglich. UDP ist geeignet für datensatzorientierte Anwendungen. Es verfügt über eine kürzere Latenzzeit als TCP.



## ICMP

Internet Control Message Protocol: Dies ist im Wesentlichen kein Protokoll für den Endbenutzer, sondern ein spezielles Steuerungsprotokoll, das Fehlerberichte ausgibt und das Verhalten von Computern, die am TCP/IP-Datentransfer teilnehmen, steuern kann. Außerdem bietet es einen speziellen Echomodus, der mit dem Programm „ping“ angezeigt werden kann.

## IGMP

Internet Group Management Protocol: Dieses Protokoll kontrolliert das Verhalten des Rechners beim Implementieren von IP Multicast.

Der Datenaustausch findet wie in *Abbildung 20.1, „Vereinfachtes Schichtmodell für TCP/IP“* dargestellt in unterschiedlichen Schichten statt. Die eigentliche Netzwerkschicht ist der unsichere Datentransfer über IP (Internet Protocol). Oberhalb von IP gewährleistet TCP (Transmission Control Protocol) bis zu einem gewissen Grad die Sicherheit des Datentransfers. Die IP-Schicht wird vom zugrunde liegenden hardwareabhängigen Protokoll, z. B. Ethernet, unterstützt.

## TCP/IP-Modell

## OSI-Modell

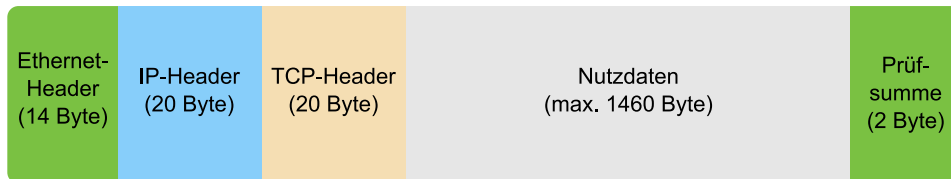


ABBILDUNG 20.1 VEREINFACHTES SCHICHTMODELL FÜR TCP/IP

Dieses Diagramm bietet für jede Schicht ein oder zwei Beispiele. Die Schichten sind nach *Abstraktionsstufen* sortiert. Die unterste Schicht ist sehr Hardware-nah. Die oberste Schicht ist beinahe vollständig von der Hardware losgelöst. Jede Schicht hat ihre eigene spezielle Funktion. Die speziellen Funktionen der einzelnen Schichten gehen bereits aus ihrer Bezeichnung hervor. Die Datenverbindungs- und die physische Schicht repräsentieren das verwendete physische Netzwerk, z. B. das Ethernet.

Fast alle Hardwareprotokolle arbeiten auf einer paketerorientierten Basis. Die zu übertragenden Daten werden in *Paketen* gesammelt (sie können nicht alle auf einmal gesendet werden). Die maximale Größe eines TCP/IP-Pakets beträgt ca. 64 KB. Die Pakete sind in der Regel jedoch sehr viel kleiner, da die Netzwerkhardware ein einschränkender Faktor sein kann. Die maximale Größe eines Datenpakets in einem Ethernet beträgt ca. 1500 Byte. Die Größe eines TCP/IP-Pakets ist auf diesen Wert begrenzt, wenn die Daten über ein Ethernet gesendet werden. Wenn mehr Daten übertragen werden, müssen vom Betriebssystem mehr Datenpakete gesendet werden.

Damit die Schichten ihre vorgesehenen Funktionen erfüllen können, müssen im Datenpaket zusätzliche Informationen über die einzelnen Schichten gespeichert sein. Diese Informationen werden im *Header* des Pakets gespeichert. Jede Schicht stellt jedem ausgehenden Paket einen kleinen Datenblock voran, den so genannten Protokoll-Header. Ein Beispiel für ein TCP/IP-Datenpaket, das über ein Ethernetkabel gesendet wird, ist in *Abbildung 20.2, „TCP/IP-Ethernet-Paket“* dargestellt. Die Prüfsumme befindet sich am Ende des Pakets, nicht am Anfang. Dies erleichtert die Arbeit für die Netzwerkhardware.



**ABBILDUNG 20.2 TCP/IP-ETHERNET-PAKET**

Wenn eine Anwendung Daten über das Netzwerk sendet, werden diese Daten durch alle Schichten geleitet, die mit Ausnahme der physischen Schicht alle im Linux-Kernel implementiert sind. Jede Schicht ist für das Vorbereiten der Daten zur Weitergabe an die nächste Schicht verantwortlich. Die unterste Schicht ist letztendlich für das Senden der Daten verantwortlich. Bei eingehenden Daten erfolgt die gesamte Prozedur in umgekehrter Reihenfolge. Die Protokoll-Header werden von den transportierten Daten in den einzelnen Schichten wie die Schalen einer Zwiebel entfernt. Die Transportschicht ist schließlich dafür verantwortlich, die Daten den Anwendungen am Ziel zur Verfügung zu stellen. Auf diese Weise kommuniziert eine Schicht nur mit der direkt darüber bzw. darunter liegenden Schicht. Für Anwendungen ist es irrelevant, ob die Daten über ein 100 MBit/s schnelles FDDI-Netzwerk oder über eine 56-KBit/s-Modemleitung übertragen werden. Ähnlich spielt es für die Datenverbindung keine Rolle, welche Art von Daten übertragen wird, solange die Pakete das richtige Format haben.

## 20.1 IP-Adressen und Routing

Die in diesem Abschnitt enthaltenen Informationen beziehen sich nur auf IPv4-Netzwerke. Informationen zum IPv6-Protokoll, dem Nachfolger von IPv4, finden Sie in *Abschnitt 20.2, „IPv6 – Das Internet der nächsten Generation“*.

## 20.1.1 IP-Adressen

Jeder Computer im Internet verfügt über eine eindeutige 32-Bit-Adresse. Diese 32 Bit (oder 4 Byte) werden in der Regel wie in der zweiten Zeile in *Beispiel 20.1, „IP-Adressen schreiben“* dargestellt geschrieben.

### BEISPIEL 20.1 IP-ADRESSEN SCHREIBEN

IP Address (binary):	11000000	10101000	00000000	00010100
IP Address (decimal):	192.	168.	0.	20

Im Dezimalformat werden die vier Byte in Dezimalzahlen geschrieben und durch Punkte getrennt. Die IP-Adresse wird einem Host oder einer Netzwerkschnittstelle zugewiesen. Sie kann weltweit nur einmal verwendet werden. Es gibt zwar Ausnahmen zu dieser Regel, diese sind jedoch für die folgenden Abschnitte nicht relevant.

Die Punkte in IP-Adressen geben das hierarchische System an. Bis in die 1990er-Jahre wurden IP-Adressen strikt in Klassen organisiert. Dieses System erwies sich jedoch als zu wenig flexibel und wurde eingestellt. Heute wird das *klassenlose Routing* (CIDR, Classless Interdomain Routing) verwendet.

## 20.1.2 Netzmasken und Routing

Mit Netzmasken werden die Adressräume eines Subnetzes definiert. Wenn sich in einem Subnetz zwei Hosts befinden, können diese direkt aufeinander zugreifen. Wenn sie sich nicht im selben Subnetz befinden, benötigen sie die Adresse eines Gateways, das den gesamten Verkehr für das Subnetz verarbeitet. Um zu prüfen, ob sich zwei IP-Adressen im selben Subnetz befinden, wird jede Adresse bitweise mit der Netzmaske „UND“-verknüpft. Sind die Ergebnisse identisch, befinden sich beide IP-Adressen im selben lokalen Netzwerk. Wenn unterschiedliche Ergebnisse ausgegeben werden, kann die entfernte IP-Adresse, und somit die entfernte Schnittstelle, nur über ein Gateway erreicht werden.

Weitere Informationen zur Funktionsweise von Netzmasken finden Sie in *Beispiel 20.2, „Verknüpfung von IP-Adressen mit der Netzmaske“*. Die Netzmaske besteht aus 32 Bit, die festlegen, welcher Teil einer IP-Adresse zum Netzwerk gehört. Alle Bits mit dem Wert 1 kennzeichnen das entsprechende Bit in der IP-Adresse als zum Netzwerk gehörend. Alle Bits mit dem Wert 0 kennzeichnen Bits innerhalb des Subnetzes. Je mehr Bits den Wert 1 haben, desto kleiner ist also das Netzwerk. Da die Netzmaske immer aus mehreren aufeinander folgenden Bits mit dem

Wert 1 besteht, ist es auch möglich, die Anzahl der Bits in der Netzmaske zu zählen. In *Beispiel 20.2, „Verknüpfung von IP-Adressen mit der Netzmaske“* könnte das erste Netz mit 24 Bit auch als 192.168.0.0/24 geschrieben werden.

#### BEISPIEL 20.2 VERKNÜPFUNG VON IP-ADRESSEN MIT DER NETZMASKE

IP address (192.168.0.20):	11000000	10101000	00000000	00010100
Netmask (255.255.255.0):	11111111	11111111	11111111	00000000
-----				
Result of the link:	11000000	10101000	00000000	00000000
In the decimal system:	192.	168.	0.	0
IP address (213.95.15.200):	11010101	10111111	00001111	11001000
Netmask (255.255.255.0):	11111111	11111111	11111111	00000000
-----				
Result of the link:	11010101	10111111	00001111	00000000
In the decimal system:	213.	95.	15.	0

Ein weiteres Beispiel: Alle Computer, die über dasselbe Ethernetkabel angeschlossen sind, befinden sich in der Regel im selben Subnetz und sind direkt zugreifbar. Selbst wenn das Subnetz physisch durch Switches oder Bridges unterteilt ist, können diese Hosts weiter direkt erreicht werden.

IP-Adressen außerhalb des lokalen Subnetzes können nur erreicht werden, wenn für das Zielnetzwerk ein Gateway konfiguriert ist. In den meisten Fällen wird der gesamte externe Verkehr über lediglich ein Gateway gehandhabt. Es ist jedoch auch möglich, für unterschiedliche Subnetze mehrere Gateways zu konfigurieren.

Wenn ein Gateway konfiguriert wurde, werden alle externen IP-Pakete an das entsprechende Gateway gesendet. Dieses Gateway versucht anschließend, die Pakete auf dieselbe Weise – von Host zu Host – weiterzuleiten, bis sie den Zielhost erreichen oder ihre TTL-Zeit (Time to Live) abgelaufen ist.

#### SPEZIFISCHE ADRESSEN

##### Netzwerkbasisadresse

Dies ist die Netzmaske, die durch UND mit einer Netzwerkadresse verknüpft ist, wie in *Beispiel 20.2, „Verknüpfung von IP-Adressen mit der Netzmaske“* unter Result dargestellt. Diese Adresse kann keinem Host zugewiesen werden.

## Broadcast-Adresse

Dies lässt sich auch wie folgt beschreiben: „Zugriff auf alle Hosts in diesem Subnetz.“ Um die Broadcast-Adresse zu generieren, wird die Netzmaske in die binäre Form invertiert und mit einem logischen ODER mit der Netzwerkbasissadresse verknüpft. Das obige Beispiel ergibt daher die Adresse 192.168.0.255. Diese Adresse kann keinem Host zugeordnet werden.

## Lokaler Host

Die Adresse 127.0.0.1 ist auf jedem Host dem „Loopback-Device“ zugewiesen. Mit dieser Adresse und mit allen Adressen des vollständigen 127.0.0.0/8-Loopback-Netzwerks (wie bei IPv4 beschrieben) kann eine Verbindung zu Ihrem Computer eingerichtet werden. Bei IPv6 gibt es nur eine Loopback-Adresse (::1).

Da IP-Adressen weltweit eindeutig sein müssen, können Sie keine Adresse nach dem Zufallsprinzip wählen. Zum Einrichten eines privaten IP-basierten Netzwerks stehen drei Adressdomänen zur Verfügung. Diese können keine Verbindung zum Internet herstellen, da sie nicht über das Internet übertragen werden können. Diese Adressdomänen sind in RFC 1597 festgelegt und werden in *Tabelle 20.1, „Private IP-Adressdomänen“* aufgelistet.

**TABELLE 20.1 PRIVATE IP-ADRESSDOMÄNEN**

Netzwerk/Netzmaske	Domäne
<u>10.0.0.0 / 255.0.0.0</u>	<u>10.x.x.x</u>
<u>172.16.0.0 / 255.240.0.0</u>	<u>172.16.x.x – 172.31.x.x</u>
<u>192.168.0.0 / 255.255.0.0</u>	<u>192.168.x.x</u>

## 20.2 IPv6 – Das Internet der nächsten Generation

Aufgrund der Entstehung des WWW (World Wide Web) hat das Internet in den letzten 15 Jahren ein explosives Wachstum mit einer immer größer werdenden Anzahl von Computern erfahren, die über TCP/IP kommunizieren. Seit Tim Berners-Lee bei CERN (<http://public.web.cern.ch>) 1990 das WWW erfunden hat, ist die Anzahl der Internethosts von ein paar tausend auf ca. 100 Millionen angewachsen.

Wie bereits erwähnt, besteht eine IPv4-Adresse nur aus 32 Bit. Außerdem gehen zahlreiche IP-Adressen verloren, da sie aufgrund der organisatorischen Bedingtheit der Netzwerke nicht verwendet werden können. Die Anzahl der in Ihrem Subnetz verfügbaren Adressen ist zwei hoch der Anzahl der Bits minus zwei. Ein Subnetz verfügt also beispielsweise über 2, 6 oder 14 Adressen. Um beispielsweise 128 Hosts mit dem Internet zu verbinden, benötigen Sie ein Subnetz mit 256 IP-Adressen, von denen nur 254 verwendbar sind, da zwei IP-Adressen für die Struktur des Subnetzes selbst benötigt werden: die Broadcast- und die Basisnetzwerkadresse.

Unter dem aktuellen IPv4-Protokoll sind DHCP oder NAT (Network Address Translation) die typischen Mechanismen, um einem potenziellen Adressmangel vorzubeugen. Kombiniert mit der Konvention, private und öffentliche Adressräume getrennt zu halten, können diese Methoden den Adressmangel sicherlich mäßigen. Das Problem liegt in der Konfiguration der Adressen, die schwierig einzurichten und zu verwalten ist. Um einen Host in einem IPv4-Netzwerk einzurichten, benötigen Sie mehrere Adressen, z. B. die IP-Adresse des Hosts, die Subnetzmaske, die Gateway-Adresse und möglicherweise die Adresse des Namensservers. Alle diese Einträge müssen bekannt sein und können nicht von anderer Stelle her abgeleitet werden.

Mit IPv6 gehören sowohl der Adressmangel als auch die komplizierte Konfiguration der Vergangenheit an. Die folgenden Abschnitte enthalten weitere Informationen zu den Verbesserungen und Vorteilen von IPv6 sowie zum Übergang vom alten zum neuen Protokoll.

### 20.2.1 Vorteile

Die wichtigste und augenfälligste Verbesserung durch das neue Protokoll ist der enorme Zuwachs des verfügbaren Adressraums. Eine IPv6-Adresse besteht aus 128-Bit-Werten und nicht aus den herkömmlichen 32 Bit. Dies ermöglicht mehrere Billionen IP-Adressen.

IPv6-Adressen unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihrer Länge gänzlich von ihren Vorgängern. Sie verfügen auch über eine andere interne Struktur, die spezifischere Informationen zu den Systemen und Netzwerken enthalten kann, zu denen sie gehören. Weitere Informationen hierzu finden Sie in [Abschnitt 20.2.2, „Adresstypen und -struktur“](#).

In der folgenden Liste werden einige der wichtigsten Vorteile des neuen Protokolls aufgeführt:

#### Automatische Konfiguration

IPv6 macht das Netzwerk „Plug-and-Play“-fähig, d. h., ein neu eingerichtetes System wird ohne jegliche manuelle Konfiguration in das (lokale) Netzwerk integriert. Der neue Host verwendet die automatischen Konfigurationsmechanismen, um seine eigene Adresse aus den Informationen abzuleiten, die von den benachbarten Routern zur Verfügung gestellt

werden. Dabei nutzt er ein Protokoll, das als *ND-Protokoll* (Neighbor Discovery) bezeichnet wird. Diese Methode erfordert kein Eingreifen des Administrators und für die Adresszuordnung muss kein zentraler Server verfügbar sein. Dies ist ein weiterer Vorteil gegenüber IPv4, bei dem für die automatische Adresszuordnung ein DHCP-Server erforderlich ist. Wenn ein Router mit einem Switch verbunden ist, sollte der Router jedoch trotzdem periodische Anzeigen mit Flags senden, die den Hosts eines Netzwerks mitteilen, wie sie miteinander interagieren sollen. Weitere Informationen finden Sie im Artikel RFC 2462, auf der man-Seite [radvd.conf\(5\)](#) und im Artikel RFC 3315.

### **Mobilität**

IPv6 ermöglicht es, einer Netzwerkschnittstelle gleichzeitig mehrere Adressen zuzuordnen. Benutzer können daher einfach auf mehrere Netzwerke zugreifen. Dies lässt sich mit den internationalen Roaming-Diensten vergleichen, die von Mobilfunkunternehmen angeboten werden: Wenn Sie das Mobilfunkgerät ins Ausland mitnehmen, meldet sich das Telefon automatisch bei einem ausländischen Dienst an, der sich im entsprechenden Bereich befindet. Sie können also überall unter der gleichen Nummer erreicht werden und können telefonieren, als wären Sie zu Hause.

### **Sichere Kommunikation**

Bei IPv4 ist die Netzwerksicherheit eine Zusatzfunktion. IPv6 umfasst IPsec als eine seiner Kernfunktionen und ermöglicht es Systemen, über einen sicheren Tunnel zu kommunizieren, um das Ausspionieren durch Außenstehende über das Internet zu verhindern.

### **Abwärtskompatibilität**

Realistisch gesehen, ist es unmöglich, das gesamte Internet auf einmal von IPv4 auf IPv6 umzustellen. Daher ist es wichtig, dass beide Protokolle nicht nur im Internet, sondern auf einem System koexistieren können. Dies wird durch kompatible Adressen (IPv4-Adressen können problemlos in IPv6-Adressen konvertiert werden) und die Verwendung von Tunnels gewährleistet. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter [Abschnitt 20.2.3, „Koexistenz von IPv4 und IPv6“](#). Außerdem können Systeme eine *Dual-Stack-IP*-Technik verwenden, um beide Protokolle gleichzeitig unterstützen zu können. Dies bedeutet, dass sie über zwei Netzwerk-Stacks verfügen, die vollständig unabhängig voneinander sind, sodass zwischen den beiden Protokollversionen keine Konflikte auftreten.

### **Bedarfsgerechte Dienste über Multicasting**

Mit IPv4 müssen einige Dienste, z. B. SMB, ihre Pakete via Broadcast an alle Hosts im lokalen Netzwerk verteilen. IPv6 erlaubt einen sehr viel feineren Ansatz, indem es Servern ermöglicht, Hosts über *Multicasting* anzusprechen, d. h. sie sprechen mehrere Hosts als Teil



le einer Gruppe an. Dies unterscheidet sich von der Adressierung aller Hosts über *Broadcasting* oder der Einzeladressierung der Hosts über *Unicasting*. Welche Hosts als Gruppe adressiert werden, kann je nach Anwendung unterschiedlich sein. Es gibt einige vordefinierte Gruppen, mit der beispielsweise alle Namensserver (die *Multicast-Gruppe* „all name servers“) oder alle Router (die *Multicast-Gruppe* „all routers“) angesprochen werden können.

## 20.2.2 Adresstypen und -struktur

Wie bereits erwähnt hat das aktuelle IP-Protokoll zwei wichtige Nachteile: Es stehen zunehmend weniger IP-Adressen zur Verfügung und das Konfigurieren des Netzwerks und Verwalten der Routing-Tabellen wird komplexer und aufwändiger. IPv6 löst das erste Problem durch die Erweiterung des Adressraums auf 128 Bit. Das zweite Problem wird durch die Einführung einer hierarchischen Adressstruktur behoben, die mit weiteren hoch entwickelten Techniken zum Zuordnen von Netzwerkadressen sowie mit dem *Multihoming* (der Fähigkeit, einem Gerät mehrere Adressen zuzuordnen und so den Zugriff auf mehrere Netzwerke zu ermöglichen) kombiniert wird.

Bei der Arbeit mit IPv6 ist es hilfreich, die drei unterschiedlichen Adresstypen zu kennen:

### Unicast

Adressen dieses Typs werden genau einer Netzwerkschnittstelle zugeordnet. Pakete mit derartigen Adressen werden nur einem Ziel zugestellt. Unicast-Adressen werden dementsprechend zum Übertragen von Paketen an einzelne Hosts im lokalen Netzwerk oder im Internet verwendet.

### Multicast

Adressen dieses Typs beziehen sich auf eine Gruppe von Netzwerkschnittstellen. Pakete mit derartigen Adressen werden an alle Ziele zugestellt, die dieser Gruppe angehören. Multicast-Adressen werden hauptsächlich von bestimmten Netzwerkdiensten für die Kommunikation mit bestimmten Hostgruppen verwendet, wobei diese gezielt adressiert werden.

### Anycast

Adressen dieses Typs beziehen sich auf eine Gruppe von Schnittstellen. Pakete mit einer derartigen Adresse werden gemäß den Prinzipien des zugrunde liegenden Routing-Protokolls dem Mitglied der Gruppe gesendet, das dem Absender am nächsten ist. Anycast-Adressen werden verwendet, damit Hosts Informationen zu Servern schneller abrufen können, die im angegebenen Netzwerkbereich bestimmte Dienste anbieten. Sämtliche Server desselben Typs verfügen über dieselbe Anycast-Adresse. Wann immer ein Host

einen Dienst anfordert, erhält er eine Antwort von dem vom Routing-Protokoll ermittelten nächstgelegenen Server. Wenn dieser Server aus irgendeinem Grund nicht erreichbar ist, wählt das Protokoll automatisch den zweitnächsten Server, dann den dritten usw. aus.

Eine IPv6-Adresse besteht aus acht vierstelligen Feldern, wobei jedes 16 Bit repräsentiert, und wird in hexadezimaler Notation geschrieben. Sie werden durch Doppelpunkte ( : ) getrennt. Alle führenden Null-Byte innerhalb eines bestimmten Felds können ausgelassen werden, alle anderen Nullen jedoch nicht. Eine weitere Konvention ist, dass mehr als vier aufeinander folgenden Null-Byte mit einem doppelten Doppelpunkt zusammengefasst werden können. Jedoch ist pro Adresse nur ein solcher doppelter Doppelpunkt ( :: ) zulässig. Diese Art der Kurznotation wird in *Beispiel 20.3, „Beispiel einer IPv6-Adresse“* dargestellt, in dem alle drei Zeilen derselben Adresse entsprechen.

#### BEISPIEL 20.3 BEISPIEL EINER IPV6-ADRESSE

```
fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 10 : 1000 : 1a4
fe80 :   0 :    0 :    0 :    0 : 10 : 1000 : 1a4
fe80 :                               : 10 : 1000 : 1a4
```

Jeder Teil einer IPv6-Adresse hat eine festgelegte Funktion. Die ersten Byte bilden das Präfix und geben den Typ der Adresse an. Der mittlere Teil ist der Netzwerkteil der Adresse, der möglicherweise nicht verwendet wird. Das Ende der Adresse bildet der Hostteil. Bei IPv6 wird die Netzmaske definiert, indem die Länge des Präfixes nach einem Schrägstrich am Ende der Adresse angegeben wird. Adressen wie in *Beispiel 20.4, „IPv6-Adressen mit Angabe der Präfix-Länge“* enthalten Informationen zum Netzwerk (die ersten 64 Bit) und zum Hostteil (die letzten 64 Bit). Die 64 bedeutet, dass die Netzmaske mit 64 1-Bit-Werten von links gefüllt wird. Wie bei IPv4 wird die IP-Adresse mit den Werten aus der Netzmaske durch UND verknüpft, um zu ermitteln, ob sich der Host im selben oder einem anderen Subnetz befindet.

#### BEISPIEL 20.4 IPV6-ADRESSEN MIT ANGABE DER PRÄFIX-LÄNGE

```
fe80::10:1000:1a4/64
```

IPv6 kennt mehrere vordefinierte Präfixtypen. Einige von diesen sind in *Unterschiedliche IPv6-Präfixe* aufgeführt.

### 00

IPv4-über-IPv6-Kompatibilitätsadressen. Diese werden zur Erhaltung der Kompatibilität mit IPv4 verwendet. Für diesen Adresstyp wird ein Router benötigt, der IPv6-Pakete in IPv4-Pakete konvertieren kann. Mehrere spezielle Adressen, z. B. die für das Loop-back-Device, verfügen ebenfalls über dieses Präfix.

### 2 oder 3 als erste Stelle

Aggregierbare globale Unicast-Adressen. Wie bei IPv4 kann eine Schnittstelle zugewiesen werden, um einen Teil eines bestimmten Subnetzes zu bilden. Aktuell stehen die folgenden Adressräume zur Verfügung: 2001::/16 (Adressraum Produktionsqualität) und 2002::/16 (6to4-Adressraum).

### fe80::/10

Link-local-Adressen. Adressen mit diesem Präfix dürfen nicht geroutet werden und können daher nur im gleichen Subnetz erreicht werden.

### fec0::/10

Site-local-Adressen. Diese Adressen dürfen zwar geroutet werden, aber nur innerhalb des Organisationsnetzwerks, dem sie angehören. Damit entsprechen diese Adressen den bisherigen privaten Netzen (beispielsweise 10.x.x.x).

### ff

Dies sind Multicast-Adressen.

Eine Unicast-Adresse besteht aus drei grundlegenden Komponenten:

#### Öffentliche Topologie

Der erste Teil, der unter anderem auch eines der oben erwähnten Präfixe enthält, dient dem Routing des Pakets im öffentlichen Internet. Hier sind Informationen zum Provider oder der Institution kodiert, die den Netzwerkzugang bereitstellen.

#### Site-Topologie

Der zweite Teil enthält Routing-Informationen zu dem Subnetz, in dem das Paket zugestellt werden soll.

#### Schnittstellen-ID

Der dritte Teil identifiziert eindeutig die Schnittstelle, an die das Paket gerichtet ist. Dies erlaubt, die MAC-Adresse als Adressbestandteil zu verwenden. Da diese weltweit nur einmal vorhanden und zugleich vom Hardwarehersteller fest vorgegeben ist, vereinfacht sich

die Konfiguration auf diese Weise sehr. Die ersten 64 Bit werden zu einem so genannten EUI-64-Token zusammengefasst. Dabei werden die letzten 48 Bit der MAC-Adresse entnommen und die restlichen 24 Bit enthalten spezielle Informationen, die etwas über den Typ des Tokens aussagen. Das ermöglicht dann auch, Geräten ohne MAC-Adresse (z. B. PPP-Verbindungen) ein EUI-64-Token zuzuweisen.

Abgeleitet aus diesem Grundaufbau werden bei IPv6 fünf verschiedene Typen von Unicast-Adressen unterschieden:

#### :: (nicht spezifiziert)

Diese Adresse verwendet ein Host als Quelladresse, wenn seine Netzwerkschnittstelle zum ersten Mal initialisiert wird und die Adresse noch nicht anderweitig ermittelt werden kann.

#### ::1 (Loopback)

Adresse des Loopback-Device.

#### IPv4-kompatible Adressen

Die IPv6-Adresse setzt sich aus der IPv4-Adresse und einem Präfix von 96 0-Bits zusammen. Dieser Typ der Kompatibilitätsadresse wird beim Tunneling verwendet (siehe *Abschnitt 20.2.3, „Koexistenz von IPv4 und IPv6“*). IPv4/IPv6-Hosts können so mit anderen kommunizieren, die sich in einer reinen IPv4-Umgebung befinden.

#### IPv6-gemappte IPv4-Adressen

Dieser Adresstyp gibt die Adresse in IPv6-Notation an.

#### Lokale Adressen

Es gibt zwei Typen von Adressen zum rein lokalen Gebrauch:

##### link-local

Dieser Adresstyp ist ausschließlich für den Gebrauch im lokalen Subnetz bestimmt. Router dürfen Pakete mit einer solchen Ziel- oder Quelladresse nicht an das Internet oder andere Subnetze weiterreichen. Diese Adressen zeichnen sich durch ein spezielles Präfix ( fe80::/10 ) und die Schnittstellen-ID der Netzwerkkarte aus. Der Mittelteil der Adresse besteht aus Null-Bytes. Diese Art Adresse wird von den Autokonfigurationsmethoden verwendet, um Hosts im selben Subnetz anzusprechen.

##### site-local

Pakete mit diesem Adresstyp dürfen zwischen einzelnen Subnetzen geroutet werden, aber nicht außerhalb einer Organisation ins Internet gelangen. Solche Adressen werden für Intranets eingesetzt und sind ein Äquivalent zu den privaten IPv4-Adressen.

Sie bestehen aus einem besonderen Präfix (fec0::/10), der Schnittstellen-ID und einem 16-Bit-Feld mit der Subnetz-ID. Die restlichen Stellen werden wieder mit Null-Bytes gefüllt.

Zusätzlich gibt es in IPv6 eine grundsätzlich neue Funktion: Einer Netzwerkschnittstelle werden üblicherweise mehrere IP-Adressen zugewiesen. Das hat den Vorteil, dass mehrere verschiedene Netze zur Verfügung stehen. Eines dieser Netzwerke kann mit der MAC-Adresse und einem bekannten Präfix vollautomatisch konfiguriert werden, sodass sofort nach der Aktivierung von IPv6 alle Hosts im lokalen Netz über Link-local-Adressen erreichbar sind. Durch die MAC-Adresse als Bestandteil der IP-Adresse ist jede dieser Adressen global eindeutig. Einzig die Teile der *Site-Topologie* und der *öffentlichen Topologie* können variieren, je nachdem in welchem Netz dieser Host aktuell zu erreichen ist.

Bewegt sich ein Host zwischen mehreren Netzen hin und her, braucht er mindestens zwei Adressen. Die eine, seine *Home-Adresse*, beinhaltet neben der Schnittstellen-ID die Informationen zu dem Heimatnetz, in dem der Computer normalerweise betrieben wird, und das entsprechende Präfix. Die Home-Adresse ist statisch und wird in der Regel nicht verändert. Alle Pakete, die für diesen Host bestimmt sind, werden ihm sowohl im eigenen als auch in fremden Netzen zugestellt. Möglich wird die Zustellung im Fremdnetz über wesentliche Neuerungen des IPv6-Protokolls, z. B. *Stateless Autoconfiguration* und *Neighbor Discovery*. Der mobile Rechner hat neben seiner Home-Adresse eine oder mehrere weitere Adressen, die zu den fremden Netzen gehören, in denen er sich bewegt. Diese Adressen heißen *Care-of-Adressen*. Im Heimatnetz des mobilen Rechners muss eine Instanz vorhanden sein, die an seine Home-Adresse gerichtete Pakete nachsendet, sollte er sich in einem anderen Netz befinden. Diese Funktion wird in einer IPv6-Umgebung vom *Home-Agenten* übernommen. Er stellt alle Pakete, die an die Home-Adresse des mobilen Rechners gerichtet sind, über einen Tunnel zu. Pakete, die als Zieladresse die Care-of-Adresse tragen, können ohne Umweg über den Home-Agenten zugestellt werden.

### 20.2.3 Koexistenz von IPv4 und IPv6

Die Migration aller mit dem Internet verbundenen Hosts von IPv4 auf IPv6 wird nicht auf einen Schlag geschehen. Vielmehr werden das alte und das neue Protokoll noch eine ganze Weile nebeneinanderher existieren. Die Koexistenz auf einem Rechner ist dann möglich, wenn beide Protokolle im *Dual Stack*-Verfahren implementiert sind. Es bleibt aber die Frage, wie IPv6-Rechner mit IPv4-Rechnern kommunizieren können und wie IPv6-Pakete über die momentan noch

vorherrschenden IPv4-Netze transportiert werden sollen. Tunneling und die Verwendung von Kompatibilitätsadressen (siehe *Abschnitt 20.2.2, „Adresstypen und -struktur“*) sind hier die besten Lösungen.

IPv6-Hosts, die im (weltweiten) IPv4-Netzwerk mehr oder weniger isoliert sind, können über Tunnel kommunizieren: IPv6-Pakete werden als IPv4-Pakete gekapselt und so durch ein IPv4-Netzwerk übertragen. Ein *Tunnel* ist definiert als die Verbindung zwischen zwei IPv4-Endpunkten. Hierbei müssen die Pakete die IPv6-Zieladresse (oder das entsprechende Präfix) und die IPv4-Adresse des entfernten Hosts am Tunnelendpunkt enthalten. Einfache Tunnel können von den Administratoren zwischen ihren Netzwerken manuell und nach Absprache konfiguriert werden. Ein solches Tunneling wird *statisches Tunneling* genannt.

Trotzdem reicht manuelles Tunneling oft nicht aus, um die Menge der zum täglichen vernetzten Arbeiten nötigen Tunnel aufzubauen und zu verwalten. Aus diesem Grund wurden für IPv6 drei verschiedene Verfahren entwickelt, die das *dynamische Tunneling* erlauben:

#### 6over4

IPv6-Pakete werden automatisch in IPv4-Pakete verpackt und über ein IPv4-Netzwerk versandt, in dem Multicasting aktiviert ist. IPv6 wird vorgespiegelt, das gesamte Netzwerk (Internet) sei ein einziges, riesiges LAN (Local Area Network). So wird der IPv4-Endpunkt des Tunnel automatisch ermittelt. Nachteile dieser Methode sind die schlechte Skalierbarkeit und die Tatsache, dass IP-Multicasting keineswegs im gesamten Internet verfügbar ist. Diese Lösung eignet sich für kleinere Netzwerke, die die Möglichkeit von IP-Multicasting bieten. Die zugrunde liegenden Spezifikationen sind in RFC 2529 enthalten.

#### 6to4

Bei dieser Methode werden automatisch IPv4-Adressen aus IPv6-Adressen generiert. So können isolierte IPv6-Hosts über ein IPv4-Netz miteinander kommunizieren. Allerdings gibt es einige Probleme, die die Kommunikation zwischen den isolierten IPv6-Hosts und dem Internet betreffen. Diese Methode wird in RFC 3056 beschrieben.

#### IPv6 Tunnel Broker

Dieser Ansatz sieht spezielle Server vor, die für IPv6 automatisch dedizierte Tunnel anlegen. Diese Methode wird in RFC 3053 beschrieben.

## 20.2.4 IPv6 konfigurieren

Um IPv6 zu konfigurieren, müssen Sie auf den einzelnen Arbeitsstationen in der Regel keine Änderungen vornehmen. IPv6 ist standardmäßig aktiviert. Um IPv6 auf einem installierten System zu deaktivieren oder zu aktivieren, verwenden Sie das Modul *YaST-Netzwerkeinstellungen*. Aktivieren oder deaktivieren Sie auf dem Karteireiter *Globale Optionen* die Option *IPv6 aktivieren*, falls nötig. Wenn Sie es bis zum nächsten Neustart vorübergehend aktivieren möchten, geben Sie `modprobe -i ipv6 als root` ein. Nach dem Laden des IPv6-Moduls kann es nicht mehr entladen werden.

Aufgrund des Konzepts der automatischen Konfiguration von IPv6 wird der Netzwerkkarte eine Adresse im *Link-local*-Netzwerk zugewiesen. In der Regel werden Routing-Tabellen nicht auf Arbeitsstationen verwaltet. Bei Netzwerkroutern kann von der Arbeitsstation unter Verwendung des *Router-Advertisement-Protokolls* abgefragt werden, welches Präfix und welche Gateways implementiert werden sollen. Zum Einrichten eines IPv6-Routers kann das *radvd*-Programm verwendet werden. Dieses Programm informiert die Arbeitsstationen darüber, welches Präfix und welche Router für die IPv6-Adressen verwendet werden sollen. Alternativ können Sie die Adressen und das Routing auch mit *zebra/quagga* automatisch konfigurieren.

Weitere Informationen zum Einrichten verschiedener Tunnel mit den Dateien in `/etc/sysconfig/network` finden Sie auf der man-Seite zu `ifcfg-tunnel` (`man ifcfg-tunnel`).

## 20.2.5 Weiterführende Informationen

Das komplexe IPv6-Konzept wird im obigen Überblick nicht vollständig abgedeckt. Weitere ausführliche Informationen zu dem neuen Protokoll finden Sie in den folgenden Online-Dokumentationen und -Büchern:

<http://www.ipv6.org/> 

Alles rund um IPv6.

<http://www.ipv6day.org> 

Alle Informationen, die Sie benötigen, um Ihr eigenes IPv6-Netzwerk zu starten.

<http://www.ipv6-to-standard.org/> 

Die Liste der IPv6-fähigen Produkte.

<http://www.bieringer.de/linux/IPv6/> 

Hier finden Sie den Beitrag „Linux IPv6 HOWTO“ und viele verwandte Links zum Thema.

Die grundlegenden IPv6-Spezifikationen.

### IPv6 Essentials

Ein Buch, in dem alle wichtigen Aspekte zum Thema enthalten sind, ist *IPv6 Essentials* von Silvia Hagen (ISBN 0-596-00125-8).

## 20.3 Namensauflösung

Mithilfe von DNS kann eine IP-Adresse einem oder sogar mehreren Namen zugeordnet werden und umgekehrt auch ein Name einer IP-Adresse. Unter Linux erfolgt diese Umwandlung üblicherweise durch eine spezielle Software `namens bind`. Der Computer, der diese Umwandlung dann erledigt, nennt sich *Namensserver*. Dabei bilden die Namen wieder ein hierarchisches System, in dem die einzelnen Namensbestandteile durch Punkte getrennt sind. Die Namenshierarchie ist aber unabhängig von der oben beschriebenen Hierarchie der IP-Adressen.


Ein Beispiel für einen vollständigen Namen wäre jupiter.example.com, geschrieben im Format Hostname.Domäne. Ein vollständiger Name, der als *Fully Qualified Domain Name* oder kurz als FQDN bezeichnet wird, besteht aus einem Host- und einem Domänennamen (example.com). Ein Bestandteil des Domänennamens ist die *Top Level Domain* oder TLD (com).

Aus historischen Gründen ist die Zuteilung der TLDs etwas verwirrend. So werden in den USA traditionell dreibuchstabige TLDs verwendet, woanders aber immer die aus zwei Buchstaben bestehenden ISO-Länderbezeichnungen. Seit 2000 stehen zusätzliche TLDs für spezielle Sachgebiete mit zum Teil mehr als drei Buchstaben zur Verfügung (z. B. .info, .name, .museum).

In der Frühzeit des Internets (vor 1990) gab es die Datei /etc/hosts, in der die Namen aller im Internet vertretenen Rechner gespeichert waren. Dies erwies sich bei der schnell wachsenden Menge der mit dem Internet verbundenen Computer als unpraktikabel. Deshalb wurde eine dezentralisierte Datenbank entworfen, die die Hostnamen verteilt speichern kann. Diese Daten-



bank, eben jener oben erwähnte Namensserver, hält also nicht die Daten aller Computer im Internet vorrätig, sondern kann Anfragen an ihm nachgeschaltete, andere Namensserver weiterdelegieren.

An der Spitze der Hierarchie befinden sich die *Root-Namensserver*. Die root-Namensserver verwalten die Domänen der obersten Ebene (Top Level Domains) und werden vom Network Information Center (NIC) verwaltet. Der Root-Namensserver kennt die jeweils für eine Top Level Domain zuständigen Namensserver. Weitere Informationen zu TLD-NICs finden Sie unter <http://www.internic.net> .

Der DNS bietet viel mehr Möglichkeiten als die bloße Namensauflösung. Der Namensserver weiß auch, welcher Host für eine ganze Domäne E-Mails annimmt, der so genannte *Mail Exchanger (MX)*.

Damit auch Ihr Rechner einen Namen in eine IP-Adresse auflösen kann, muss ihm mindestens ein Namensserver mit einer IP-Adresse bekannt sein. Die Konfiguration eines Namensservers erledigen Sie komfortabel mithilfe von YaST. Falls Sie eine Einwahl über Modem vornehmen, kann es sein, dass die manuelle Konfiguration eines Namensservers nicht erforderlich ist. Das Einwahlprotokoll liefert die Adresse des Namensservers bei der Einwahl gleich mit.

Eng verwandt mit DNS ist das Protokoll whois. Mit dem gleichnamigen Programm whois können Sie schnell ermitteln, wer für eine bestimmte Domäne verantwortlich ist.



### **Anmerkung: MDNS- und .local-Domännennamen**

Die Domäne .local der obersten Stufe wird vom Resolver als link-local-Domäne behandelt. DNS-Anforderungen werden als Multicast-DNS-Anforderungen anstelle von normalen DNS-Anforderungen gesendet. Wenn Sie in Ihrer Nameserver-Konfiguration die Domäne .local verwenden, müssen Sie diese Option in /etc/host.conf ausschalten. Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite host.conf.

Wenn Sie MDNS während der Installation ausschalten möchten, verwenden Sie nomdns=1 als Boot-Parameter.

Weitere Informationen zum Multicast-DNS finden Sie unter <http://www.multicastdns.org> .

## 20.4 Konfigurieren von Netzwerkverbindungen mit YaST

Unter Linux gibt es viele unterstützte Netzwerktypen. Die meisten verwenden unterschiedliche Gerätenamen und die Konfigurationsdateien sind im Dateisystem an unterschiedlichen Speicherorten verteilt. Einen detaillierten Überblick über die Aspekte der manuellen Netzwerkkonfiguration finden Sie in [Abschnitt 20.6, „Manuelle Netzwerkkonfiguration“](#).

In SUSE Linux Enterprise Desktop mit standardmäßig aktivem NetworkManager sind alle Netzwerkkarten konfiguriert. Wenn NetworkManager nicht aktiv ist, wird nur die erste Schnittstelle mit Link-Up (einem angeschlossenen Netzkabel) automatisch konfiguriert. Zusätzliche Hardware kann jederzeit nach Abschluss der Installation auf dem installierten System konfiguriert werden. In den folgenden Abschnitten wird die Netzwerkkonfiguration für alle von SUSE Linux Enterprise Desktop unterstützten Netzwerkverbindungen beschrieben.

### 20.4.1 Konfigurieren der Netzwerkkarte mit YaST

Zur Konfiguration verkabelter oder drahtloser Netzwerkkarten in YaST wählen Sie *Netzwerkgeräte* > *Netzwerkeinstellungen*. Nach dem Öffnen des Moduls zeigt YaST das Dialogfeld *Netzwerkeinstellungen* mit den vier Karteireitern *Globale Optionen*, *Übersicht*, *Hostname/DNS* und *Routing* an. Auf dem Karteireiter *Globale Optionen* können allgemeine Netzwerkoptionen wie die Netzwerkrichtungsmethode, IPv6 und allgemeine DHCP-Optionen festgelegt werden. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 20.4.1.1, „Konfigurieren globaler Netzwerkoptionen“](#).

Der Karteireiter *Übersicht* enthält Informationen über installierte Netzwerkschnittstellen und -konfigurationen. Jede korrekt erkannte Netzwerkkarte wird dort mit ihrem Namen aufgelistet. In diesem Dialogfeld können Sie Karten manuell konfigurieren, entfernen oder ihre Konfiguration ändern. Informationen zum manuellen Konfigurieren von Karten, die nicht automatisch erkannt wurden, finden Sie unter [Abschnitt 20.4.1.3, „Konfigurieren einer unerkannten Netzwerkkarte“](#). Informationen zum Ändern der Konfiguration einer bereits konfigurierten Karte finden Sie unter [Abschnitt 20.4.1.2, „Ändern der Konfiguration einer Netzwerkkarte“](#).

Auf dem Karteireiter *Hostname/DNS* können der Hostname des Computers sowie die zu verwendenden Nameserver festgelegt werden. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 20.4.1.4, „Konfigurieren des Hostnamens und des DNS“](#).

Der Karteireiter *Routing* wird zur Konfiguration des Routings verwendet. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 20.4.1.5, „Konfigurieren des Routings“](#).

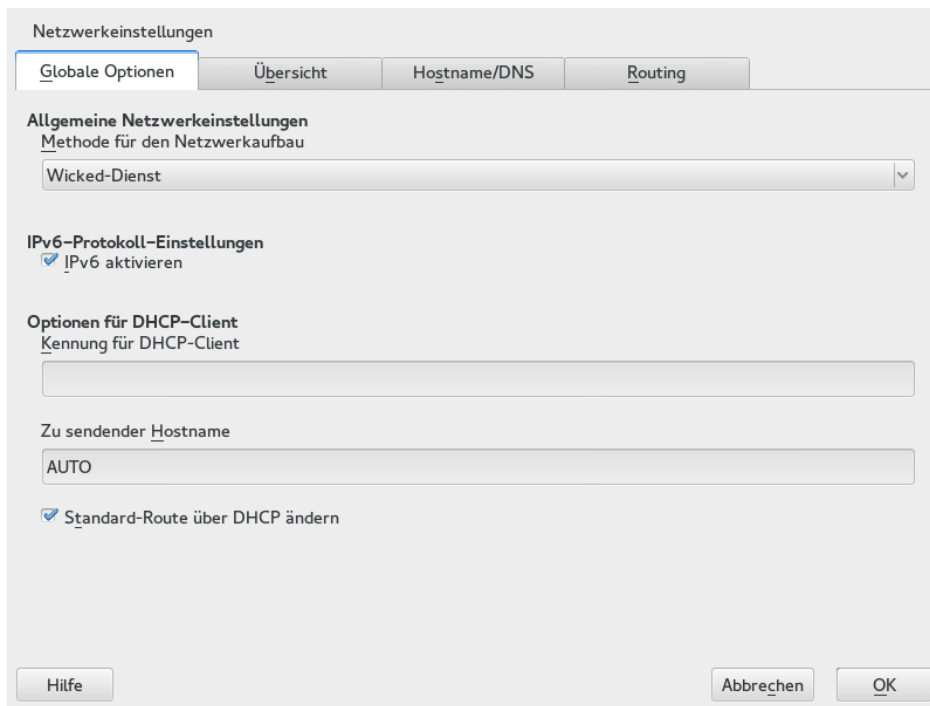


ABBILDUNG 20.3 KONFIGURIEREN DER NETZWERKEINSTELLUNGEN

### 20.4.1.1 Konfigurieren globaler Netzwerkooptionen

Auf dem Karteireiter *Globale Optionen* des YaST-Moduls *Netzwerkeinstellungen* können wichtige globale Netzwerkooptionen wie die Verwendung der Optionen *NetworkManager*, *IPv6* und *DHCP-Client* festgelegt werden. Diese Einstellungen sind für alle Netzwerkschnittstellen anwendbar.

Unter *Netzwerkeinrichtungsmethode* wählen Sie die Methode aus, mit der Netzwerkverbindungen verwaltet werden sollen. Wenn die Verbindungen für alle Schnittstellen über das Desktop-Applet *NetworkManager* verwaltet werden sollen, wählen Sie *NetworkManager-Dienst* aus. *NetworkManager* eignet sich besonders für den Wechsel zwischen verschiedenen verkabelten und drahtlosen Netzwerken. Wenn Sie keine Desktop-Umgebung ausführen oder wenn Ihr Rechner ein Xen-Server oder ein virtuelles System ist oder Netzwerkdienste wie *DHCP* oder *DNS* in Ihrem Netzwerk zur Verfügung stellt, verwenden Sie die Methode *Wicked-Dienst*. Beim Einsatz von *NetworkManager* sollte **nm-applet** verwendet werden, um Netzwerkooptionen zu konfigurieren. Die Karteireiter *Übersicht*, *Hostname/DNS* und *Routing* des Moduls *Netzwerkeinstellungen* sind dann deaktiviert. Weitere Informationen zu *NetworkManager* finden Sie in [Kapitel 22, Verwendung von NetworkManager](#).

Geben Sie unter *IPv6-Protokoll-Einstellungen* an, ob Sie das IPv6-Protokoll verwenden möchten. IPv6 kann parallel zu IPv4 verwendet werden. IPv6 ist standardmäßig aktiviert. In Netzwerken, die das IPv6-Protokoll nicht verwenden, können die Antwortzeiten jedoch schneller sein, wenn dieses Protokoll deaktiviert ist. Zum Deaktivieren von IPv6 deaktivieren Sie die Option *IPv6 aktivieren*. Wenn IPv6 deaktiviert ist, lädt der Kernel das IPv6-Modul nicht mehr automatisch. Diese Einstellung wird nach einem Neustart übernommen.

Unter *Optionen für DHCP-Client* konfigurieren Sie die Optionen für den DHCP-Client. Die *Kennung für DHCP-Client* muss innerhalb eines Netzwerks für jeden DHCP-Client eindeutig sein. Wenn dieses Feld leer bleibt, wird standardmäßig die Hardware-Adresse der Netzwerkschnittstelle als Kennung übernommen. Falls Sie allerdings mehrere virtuelle Computer mit der gleichen Netzwerkschnittstelle und damit der gleichen Hardware-Adresse ausführen, sollten Sie hier eine eindeutige Kennung in beliebigem Format eingeben.

Unter *Zu sendender Hostname* wird eine Zeichenkette angegeben, die für das Optionsfeld „Host-name“ verwendet wird, wenn der DHCP-Client Nachrichten an den DHCP-Server sendet. Einige DHCP-Server aktualisieren Nameserver-Zonen gemäß diesem Hostnamen (dynamischer DNS). Bei einigen DHCP-Servern muss das Optionsfeld *Zu sendender Hostname* in den DHCP-Nachrichten der Clients zudem eine bestimmte Zeichenkette enthalten. Übernehmen Sie die Einstellung AUTO, um den aktuellen Hostnamen zu senden (d. h. der aktuelle in /etc/HOSTNAME festgelegte Hostname). Soll kein Hostname gesendet werden, leeren Sie dieses Feld.

Wenn die Standardroute nicht gemäß den Informationen von DHCP geändert werden soll, deaktivieren Sie *Standardroute über DHCP ändern*.

#### 20.4.1.2 Ändern der Konfiguration einer Netzwerkkarte

Wenn Sie die Konfiguration einer Netzwerkkarte ändern möchten, wählen Sie die Karte aus der Liste der erkannten Karten unter *Netzwerkeinstellungen > Übersicht* in YaST aus, und klicken Sie auf *Bearbeiten*. Das Dialogfeld *Netzwerkkarten-Setup* wird angezeigt. Hier können Sie die Kartenkonfiguration auf den Karteireitern *Allgemein*, *Adresse* und *Hardware* anpassen.

### 20.4.1.2.1 IP-Adressen konfigurieren

Die IP-Adresse der Netzwerkkarte oder die Art der Festlegung dieser IP-Adresse kann auf dem Karteireiter *Adresse* im Dialogfeld *Einrichten der Netzwerkkarte* festgelegt werden. Die Adressen IPv4 und IPv6 werden unterstützt. Für die Netzwerkkarte können die Einstellungen *Keine IP-Adresse* (nützlich für eingebundene Geräte), *Statisch zugewiesene IP-Adresse* (IPv4 oder IPv6) oder *Dynamische Adresse* über *DHCP* und/oder *Zeroconf* zugewiesen werden.

Wenn Sie *Dynamische Adresse* verwenden, wählen Sie, ob *Nur DHCP-Version 4* (für IPv4), *Nur DHCP-Version 6* (für IPv6) oder *DHCP-Version 4 und 6* verwendet werden soll.

Wenn möglich wird die erste Netzwerkkarte mit einer Verbindung, die bei der Installation verfügbar ist, automatisch zur Verwendung der automatischen Adressenkonfiguration mit DHCP konfiguriert. In SUSE Linux Enterprise Desktop mit standardmäßig aktivem NetworkManager sind alle Netzwerkkarten konfiguriert.

DHCP sollten Sie auch verwenden, wenn Sie eine DSL-Leitung verwenden, Ihr ISP (Internet Service Provider) Ihnen aber keine statische IP-Adresse zugewiesen hat. Wenn Sie DHCP verwenden möchten, konfigurieren Sie dessen Einstellungen im Dialogfeld *Netzwerkeinstellungen* des YaST-Konfigurationsmoduls für Netzwerkkarten auf dem Karteireiter *Globale Optionen* unter *Optionen für DHCP-Client*. In einer virtuellen Hostumgebung, in der mehrere Hosts über dieselbe Schnittstelle kommunizieren, müssen diese anhand der *Kenntnis für DHCP-Client* unterschieden werden. DHCP eignet sich gut zur Client-Konfiguration, aber zur Server-Konfiguration ist es nicht ideal. Wenn Sie eine statische IP-Adresse festlegen möchten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Wählen Sie im YaST-Konfigurationsmodul für Netzwerkkarten auf dem Karteireiter *Übersicht* in der Liste der erkannten Karten eine Netzwerkkarte aus, und klicken Sie auf *Bearbeiten*.
2. Wählen Sie auf dem Karteireiter *Adresse* die Option *Statisch zugewiesene IP-Adresse* aus.
3. Geben Sie die *IP-Adresse* ein. Es können beide Adressen, IPv4 und IPv6, verwendet werden. Geben Sie die Netzwerkmaske in *Teilnetzmaske* ein. Wenn die IPv6-Adresse verwendet wird, benutzen Sie *Teilnetzmaske* für die Präfixlänge im Format /64.  
Optional kann ein voll qualifizierter *Hostname* für diese Adresse eingegeben werden, der in die Konfigurationsdatei /etc/hosts geschrieben wird.
4. Klicken Sie auf *Weiter*.
5. Klicken Sie auf *OK*, um die Konfiguration zu aktivieren.

Wenn Sie die statische Adresse verwenden, werden die Namensserver und das Standard-Gateway nicht automatisch konfiguriert. Informationen zur Konfiguration von Namensservern finden Sie unter [Abschnitt 20.4.1.4, „Konfigurieren des Hostnamens und des DNS“](#). Informationen zur Konfiguration eines Gateways finden Sie unter [Abschnitt 20.4.1.5, „Konfigurieren des Routings“](#).

#### 20.4.1.2.2 Konfigurieren von mehreren Adressen

Ein Netzwerkgerät kann mehrere IP-Adressen haben.



#### **Anmerkung: Aliasse stellen eine Kompatibilitätsfunktion dar**

Diese sogenannten Aliasse oder Kennungen sind nur mit IPv4 verwendbar. Bei IPv6 werden sie ignoriert. Bei der Verwendung von iproute2-Netzwerkschnittstellen können eine oder mehrere Adressen vorhanden sein.

Gehen Sie folgendermaßen vor, wenn Sie weitere Adressen für Ihre Netzwerkkarte mithilfe von YaST einrichten möchten:

1. Wählen Sie im YaST-Dialogfeld *Netzwerkeinstellungen* auf dem Karteireiter *Übersicht* in der Liste der erkannten Karten eine Netzwerkkarte aus, und klicken Sie auf *Bearbeiten*.
2. Klicken Sie auf dem Karteireiter *Adresse* > *Zusätzliche Adressen* auf *Hinzufügen*.
3. Geben Sie die *IPv4-Adresskennung*, die *IP-Adresse* und die *Netzmaske* ein. Nehmen Sie den Schnittstellennamen nicht in den Aliasnamen auf.
4. Zum Aktivieren der Konfiguration bestätigen Sie die Einstellungen.

#### 20.4.1.2.3 Ändern des Gerätenamens und der Udev-Regeln

Der Gerätename der Netzwerkkarte kann während des laufenden Betriebs geändert werden. Es kann auch festgelegt werden, ob udev die Netzwerkkarte über die Hardware-Adresse (MAC) oder die Bus-ID erkennen soll. Die zweite Option ist bei großen Servern vorzuziehen, um den Hotplug-Austausch der Karten zu erleichtern. Mit YaST legen Sie diese Optionen wie folgt fest:

1. Wählen Sie im YaST-Dialogfeld *Netzwerkeinstellungen* auf dem Karteireiter *Übersicht* in der Liste der erkannten Karten eine Netzwerkkarte aus, und klicken Sie auf *Bearbeiten*.

2. Öffnen Sie den Karteireiter *Hardware*. Der aktuelle Gerätenamen wird unter *Udev-Regeln* angezeigt. Klicken Sie auf *Ändern*.
3. Wählen Sie aus, ob udev die Karte über die *MAC-Adresse* oder die *Bus-ID* erkennen soll. Die aktuelle MAC-Adresse und Bus-ID der Karte werden im Dialogfeld angezeigt.
4. Aktivieren Sie zum Ändern des Gerätenamens die Option *Gerätenamen ändern* und bearbeiten Sie den Namen.
5. Zum Aktivieren der Konfiguration bestätigen Sie die Einstellungen.

#### 20.4.1.2.4 Ändern des Kernel-Treibers für Netzwerkkarten

Für einige Netzwerkkarten sind eventuell verschiedene Kernel-Treiber verfügbar. Wenn die Karte bereits konfiguriert ist, ermöglicht YaST die Auswahl eines zu verwendenden Kernel-Treibers in einer Liste verfügbarer Treiber. Es ist auch möglich, Optionen für den Kernel-Treiber anzugeben. Mit YaST legen Sie diese Optionen wie folgt fest:

1. Wählen Sie im YaST-Modul Netzwerkeinstellungen auf dem Karteireiter *Übersicht* in der Liste der erkannten Karten eine Netzwerkkarte aus, und klicken Sie auf *Bearbeiten*.
2. Öffnen Sie den Karteireiter *Hardware*.
3. Wählen Sie den zu verwendenden Kernel-Treiber unter *Modulname* aus. Geben Sie die entsprechenden Optionen für den ausgewählten Treiber unter *Optionen* im Format *Option=Wert* ein. Wenn mehrere Optionen verwendet werden, sollten sie durch Leerzeichen getrennt sein.
4. Zum Aktivieren der Konfiguration bestätigen Sie die Einstellungen.

#### 20.4.1.2.5 Aktivieren des Netzwerkgeräts

Wenn Sie die Methode mit **wicked** verwenden, können Sie Ihr Gerät so konfigurieren, dass es wahlweise beim Systemstart, beim Anschließen des Kabels, beim Erkennen der Karte, manuell oder nie startet. Wenn Sie den Gerätestart ändern möchten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Wählen Sie in YaST unter *Netzwerkgeräte* > *Netzwerkeinstellungen* in der Liste der erkannten Karten eine Netzwerkkarte aus, und klicken Sie auf *Bearbeiten*.

2. In der Karteireiter *Allgemein* wählen Sie den gewünschten Eintrag unter *Geräte-Aktivierung*. Wählen Sie *Beim Systemstart*, um das Gerät beim Booten des Systems zu starten. Wenn *Bei Kabelanschluss* aktiviert ist, wird die Schnittstelle auf physikalische Netzwerkverbindungen überwacht. Wenn *Falls hot-plugged* aktiviert ist, wird die Schnittstelle eingerichtet, sobald sie verfügbar ist. Dies gleicht der Option *Bei Systemstart*, führt jedoch nicht zu einem Fehler beim Systemstart, wenn die Schnittstelle nicht vorhanden ist. Wählen Sie *Manuell*, wenn Sie die Schnittstelle manuell mit `ifup` steuern möchten. Wählen Sie *Nie*, wenn das Gerät gar nicht gestartet werden soll. *Bei NFSroot* verhält sich ähnlich wie *Beim Systemstart*, allerdings fährt das Kommando `systemctl stop wicked.service` die Schnittstelle bei dieser Einstellung nicht herunter. Diese Einstellung empfiehlt sich bei einem NFS- oder iSCSI-Root-Dateisystem.
3. Zum Aktivieren der Konfiguration bestätigen Sie die Einstellungen.

#### 20.4.1.2.6 Einrichten der Größe der maximalen Transfereinheit

Sie können eine maximale Transfereinheit (MTU) für die Schnittstelle festlegen. MTU bezieht sich auf die größte zulässige Paketgröße in Byte. Eine größere MTU bringt eine höhere Bandbreiteneffizienz. Große Pakete können jedoch eine langsame Schnittstelle für einige Zeit belegen und die Verzögerung für nachfolgende Pakete vergrößern.

1. Wählen Sie in YaST unter *Netzwerkgeräte > Netzwerkeinstellungen* in der Liste der erkannten Karten eine Netzwerkkarte aus, und klicken Sie auf *Bearbeiten*.
2. Wählen Sie im Karteireiter *Allgemein* den gewünschten Eintrag aus der Liste *Set MTU* (MTU festlegen).
3. Zum Aktivieren der Konfiguration bestätigen Sie die Einstellungen.

#### 20.4.1.2.7 InfiniBand-Konfiguration für IPoIB (IP-over-InfiniBand)

1. Wählen Sie in YaST unter *Netzwerkgeräte > Netzwerkeinstellungen* das InfiniBand-Gerät aus, und klicken Sie auf *Bearbeiten*.
2. Wählen Sie auf dem Karteireiter *Allgemein* einen der *IPoIB-Modi* (IP-over-InfiniBand) aus: *Verbunden* (Standard) oder *Datagramm*.



3. Zum Aktivieren der Konfiguration bestätigen Sie die Einstellungen.

Weitere Informationen zu InfiniBand finden Sie in der Datei [/usr/src/linux/Documentation/infiniband/ipoib.txt](#).

#### 20.4.1.2.8 Konfigurieren der Firewall

Sie müssen nicht die genaue Firewall-Konfiguration durchführen, wie unter *Book “Security Guide” 15 “Masquerading and Firewalls”* 15.4.1 “Configuring the Firewall with YaST” beschrieben. Sie können einige grundlegende Firewall-Einstellungen für Ihr Gerät als Teil der Gerätekonfiguration festlegen. Führen Sie dazu die folgenden Schritte aus:

1. Öffnen Sie das YaST-Modul *Netzwerkgeräte > Netzwerkeinstellungen*. Wählen Sie im Karteireiter *Übersicht* eine Karte aus der Liste erkannter Karten und klicken Sie auf *Bearbeiten*.
2. Öffnen Sie den Karteireiter *Allgemein* des Dialogfelds *Netzwerkeinstellungen*.
3. Legen Sie die *Firewall-Zone* fest, der Ihre Schnittstelle zugewiesen werden soll. Mit den zur Verfügung stehenden Optionen können Sie

##### Firewall deaktiviert

Diese Option ist nur verfügbar, wenn die Firewall deaktiviert ist und die Firewall überhaupt nicht ausgeführt wird. Verwenden Sie diese Option nur, wenn Ihr Computer Teil eines größeren Netzwerks ist, das von einer äußeren Firewall geschützt wird.

##### Automatisches Zuweisen von Zonen

Diese Option ist nur verfügbar, wenn die Firewall aktiviert ist. Die Firewall wird ausgeführt und die Schnittstelle wird automatisch einer Firewall-Zone zugewiesen. Die Zone, die das Stichwort Beliebig enthält, oder die externe Zone wird für solch eine Schnittstelle verwendet.

##### Interne Zone (ungeschützt)

Die Firewall wird ausgeführt, aber es gibt keine Regeln, die diese Schnittstelle schützen. Verwenden Sie diese Option, wenn Ihr Computer Teil eines größeren Netzwerks ist, das von einer äußeren Firewall geschützt wird. Sie ist auch nützlich für die Schnittstellen, die mit dem internen Netzwerk verbunden sind, wenn der Computer über mehrere Netzwerkschnittstellen verfügt.

### Demilitarisierte Zone

Eine demilitarisierte Zone ist eine zusätzliche Verteidigungslinie zwischen einem internen Netzwerk und dem (feindlichen) Internet. Die dieser Zone zugewiesenen Hosts können vom internen Netzwerk und vom Internet erreicht werden, können jedoch nicht auf das interne Netzwerk zugreifen.

### Externe Zone

Die Firewall wird an dieser Schnittstelle ausgeführt und schützt sie vollständig vor anderem (möglicherweise feindlichem) Netzwerkverkehr. Dies ist die Standardoption.

4. Zum Aktivieren der Konfiguration bestätigen Sie die Einstellungen.

## 20.4.1.3 Konfigurieren einer unerkannten Netzwerkkarte

Wenn eine Netzwerkkarte nicht ordnungsgemäß erkannt wird, so wird diese Karte nicht in der Liste der erkannten Karten aufgeführt. Wenn Sie sich nicht sicher sind, ob Ihr System über einen Treiber für die Karte verfügt, können Sie sie manuell konfigurieren. Sie können auch spezielle Netzwerkgerätetypen konfigurieren, z. B. Bridge, Bond, TUN oder TAP. So konfigurieren Sie eine nicht erkannte Netzwerkkarte (oder ein spezielles Gerät):

1. Klicken Sie im Dialogfeld *Netzwerkgeräte > Netzwerkeinstellungen > Übersicht* in YaST auf *Hinzufügen*.
2. Legen Sie den *Gerätetyp* der Schnittstelle im Dialogfeld *Hardware* mit Hilfe der verfügbaren Optionen fest und geben Sie einen *Konfigurationsnamen* ein. Wenn es sich bei der Netzwerkkarte um ein PCMCIA- oder USB-Gerät handelt, aktivieren Sie das entsprechende Kontrollkästchen und schließen Sie das Dialogfeld durch Klicken auf *Weiter*. Ansonsten können Sie den Kernel *Modulname* definieren, der für die Karte verwendet wird, sowie gegebenenfalls dessen *Optionen*.

Unter *Ethtool-Optionen* können Sie die von **ifup** für die Schnittstelle verwendeten **Ethtool**-Optionen einstellen. Die verfügbaren Optionen werden auf der man-Seite **ethtool** beschrieben. Wenn die Optionszeichenkette mit einem **-** beginnt (z. B. **-K Schnittstellennamen rx on**), wird das zweite Wort der Zeichenkette durch den aktuellen Schnittstellennamen ersetzt. Andernfalls (z. B. bei **autoneg off speed 10**) stellt **ifup** die Zeichenkette **-s Schnittstellennamen** voran.

3. Klicken Sie auf *Weiter*.
4. Konfigurieren Sie die benötigten Optionen wie die IP-Adresse, die Geräteaktivierung oder die Firewall-Zone für die Schnittstelle auf den Karteireitern *Allgemein*, *Adresse* und *Hardware*. Weitere Informationen zu den Konfigurationsoptionen finden Sie in [Abschnitt 20.4.1.2, „Ändern der Konfiguration einer Netzwerkkarte“](#).
5. Wenn Sie für den Gerätetyp der Schnittstelle die Option *Drahtlos* gewählt haben, konfigurieren Sie im nächsten Dialogfeld die drahtlose Verbindung.
6. Zum Aktivieren der neuen Netzwerkkonfiguration bestätigen Sie die Einstellungen.

#### 20.4.1.4 Konfigurieren des Hostnamens und des DNS

Wenn Sie die Netzwerkkonfiguration während der Installation noch nicht geändert haben und die Ethernet-Karte bereits verfügbar war, wurde automatisch ein Hostname für Ihren Rechner erstellt, und DHCP wurde aktiviert. Dasselbe gilt für die Namensservicedaten, die Ihr Host für die Integration in eine Netzwerkumgebung benötigt. Wenn DHCP für eine Konfiguration der Netzwerkadresse verwendet wird, wird die Liste der Domain Name Server automatisch mit den entsprechenden Daten versorgt. Falls eine statische Konfiguration vorgezogen wird, legen Sie diese Werte manuell fest.

Wenn Sie den Namen Ihres Computers und die Namensserver-Suchliste ändern möchten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Wechseln Sie zum Karteireiter *Netzwerkeinstellungen* > *Hostname/DNS* im Modul *Netzwerkgeräte* in YaST.
2. Geben Sie den *Hostnamen* und bei Bedarf auch den *Domännennamen* ein. Die Domäne ist besonders wichtig, wenn der Computer als Mailserver fungiert. Der Hostname ist global und gilt für alle eingerichteten Netzwerkschnittstellen.  
Wenn Sie zum Abrufen einer IP-Adresse DHCP verwenden, wird der Hostname Ihres Computers automatisch durch DHCP festgelegt. Sie sollten dieses Verhalten deaktivieren, wenn Sie Verbindungen zu verschiedenen Netzwerken aufbauen, da Sie verschiedene Hostnamen zuweisen können und das Ändern des Hostnamens beim Ausführen den grafischen Desktop verwirren kann. Zum Deaktivieren von DHCP, damit Sie eine IP-Adresse erhalten, deaktivieren Sie *Hostnamen über DHCP ändern*.

Mithilfe von *Hostnamen* zu *Loopback-IP* zuweisen wird der Hostname mit der IP-Adresse 127.0.0.2 (Loopback) in /etc/hosts verknüpft. Diese Option ist hilfreich, wenn der Hostname jederzeit, auch ohne aktives Netzwerk, auflösbar sein soll.

3. Legen Sie unter *DNS-Konfiguration ändern* fest, wie die DNS-Konfiguration (Namensserver, Suchliste, Inhalt der Datei /etc/resolv.conf) geändert wird.

Wenn die Option *Standardrichtlinie verwenden* ausgewählt ist, wird die Konfiguration vom Skript **netconfig** verwaltet, das die statisch definierten Daten (mit YaST oder in den Konfigurationsdateien) mit dynamisch bezogenen Daten (vom DHCP-Client oder NetworkManager) zusammenführt. Diese Standardrichtlinie ist in den meisten Fällen ausreichend.

Wenn die Option *Nur manuell* ausgewählt ist, darf **netconfig** die Datei /etc/resolv.conf nicht ändern. Jedoch kann diese Datei manuell bearbeitet werden.

Wenn die Option *Benutzerdefinierte Richtlinie* ausgewählt ist, muss eine Zeichenkette für die *benutzerdefinierte Richtlinienregel* angegeben werden, welche die Zusammenführungsrichtlinie definiert. Die Zeichenkette besteht aus einer durch Kommas getrennten Liste mit Schnittstellennamen, die als gültige Quelle für Einstellungen betrachtet werden. Mit Ausnahme vollständiger Schnittstellennamen sind auch grundlegende Platzhalter zulässig, die mit mehreren Schnittstellen übereinstimmen. Beispiel: eth\* ppp? richtet sich zuerst an alle eth- und dann an alle ppp0-ppp9-Schnittstellen. Es gibt zwei spezielle Richtlinienwerte, die angeben, wie die statischen Einstellungen angewendet werden, die in der Datei /etc/sysconfig/network/config definiert sind:

#### STATIC

Die statischen Einstellungen müssen mit den dynamischen Einstellungen zusammengeführt werden.

#### STATIC\_FALLBACK

Die statischen Einstellungen werden nur verwendet, wenn keine dynamische Konfiguration verfügbar ist.

Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite zu **netconfig**(8) (man 8 netconfig).

4. Geben Sie die *Namensserver* ein und füllen Sie die *Domänensuchliste* aus. Nameserver müssen in der IP-Adresse angegeben werden (z. B. 192.168.1.116), nicht im Hostnamen. Namen, die im Karteireiter *Domänensuche* angegeben werden, sind Namen zum Auflösen von Hostnamen ohne angegebene Domäne. Wenn mehr als eine *Suchdomäne* verwendet wird, müssen die Domänen durch Kommas oder Leerzeichen getrennt werden.

5. Zum Aktivieren der Konfiguration bestätigen Sie die Einstellungen.

Der Hostname kann auch mit YaST über die Kommandozeile bearbeitet werden. Die Änderungen in YaST treten sofort in Kraft (im Gegensatz zur manuellen Bearbeitung der Datei `/etc/HOSTNAME`). Zum Ändern des Hostnamens führen Sie das folgende Kommando aus:

```
yast dns edit hostname=hostname
```

Zum Ändern der Namenserver führen Sie die folgenden Kommandos aus:

```
yast dns edit nameserver1=192.168.1.116  
yast dns edit nameserver2=192.168.1.117  
yast dns edit nameserver3=192.168.1.118
```

### 20.4.1.5 Konfigurieren des Routings

Damit Ihre Maschine mit anderen Maschinen und Netzwerken kommuniziert, müssen Routing-Daten festgelegt werden. Dann nimmt der Netzwerkverkehr den korrekten Weg. Wird DHCP verwendet, werden diese Daten automatisch angegeben. Wird eine statische Konfiguration verwendet, müssen Sie die Daten manuell angeben.

1. Navigieren Sie in YaST zu *Netzwerkeinstellungen* > *Routing*.
2. Geben Sie die IP-Adresse für das *Standard-Gateway* ein (gegebenenfalls IPv4 und IPv6). Das Standard-Gateway stimmt mit jedem möglichen Ziel überein. Falls jedoch ein Eintrag in der Routingtabelle vorliegt, der mit der angegebenen Adresse übereinstimmt, wird dieser Eintrag anstelle der Standardroute über das Standard-Gateway verwendet.
3. In der *Routing-Tabelle* können weitere Einträge vorgenommen werden. Geben Sie die IP-Adresse für das *Ziel*-Netzwerk, die IP-Adresse des *Gateways* und die *Netzmaske* ein. Wählen Sie das *Gerät* aus, durch das der Datenverkehr zum definierten Netzwerk geroutet wird (das Minuszeichen steht für ein beliebiges Gerät). Verwenden Sie das Minuszeichen `-`, um diese Werte frei zu lassen. Verwenden Sie `default` im Feld *Ziel*, um in der Tabelle ein Standard-Gateway einzugeben.



## Anmerkung

Wenn mehrere Standardrouten verwendet werden, kann die Metrik-Option verwendet werden, um festzulegen, welche Route eine höhere Priorität hat. Geben Sie zur Angabe der Metrik-Option `- Metrik Nummer` unter *Optionen* ein. Die Route mit der höchsten Metrik wird als Standard verwendet. Wenn das Netzwerkgerät getrennt wird, wird seine Route entfernt und die nächste verwendet. Der aktuelle Kernel verwendet jedoch keine Metrik bei statischem Routing (im Gegensatz zu Routing-Daemons wie `multipathd`).

4. Wenn das System ein Router ist, aktivieren Sie bei Bedarf die Optionen *IPv4-Weiterleitung* und *IPv6-Weiterleitung* in den *Netzwerkeinstellungen*.
5. Zum Aktivieren der Konfiguration bestätigen Sie die Einstellungen.

## 20.5 NetworkManager

NetworkManager ist die ideale Lösung für Notebooks und andere portable Computer. Wenn Sie viel unterwegs sind und den NetworkManager verwenden, brauchen Sie keine Gedanken mehr an die Konfiguration von Netzwerkschnittstellen und den Wechsel zwischen Netzwerken zu verschwenden.

### 20.5.1 NetworkManager und **wicked**

NetworkManager ist jedoch nicht in jedem Fall eine passende Lösung, daher können Sie immer noch zwischen der Methode **wicked** zur Verwaltung von Netzwerkverbindungen und NetworkManager wählen. Wenn Ihre Netzwerkverbindung mit NetworkManager verwaltet werden soll, aktivieren Sie NetworkManager im Netzwerkeinstellungsmodul von YaST wie in [Abschnitt 22.2, „Aktivieren oder Deaktivieren von NetworkManager“](#) beschrieben, und konfigurieren Sie Ihre Netzwerkverbindungen mit NetworkManager. Eine Liste der Anwendungsfälle sowie eine detaillierte Beschreibung zur Konfiguration und Verwendung von NetworkManager finden Sie in [Kapitel 22, Verwendung von NetworkManager](#).

Einige Unterschiede zwischen wicked und NetworkManager sind:

#### root -Berechtigungen

Wenn Sie den NetworkManager für die Netzwerkeinrichtung verwenden, können Sie mithilfe eines Applets von Ihrer Desktop-Umgebung aus Ihre Netzwerkverbindung jederzeit auf einfache Weise wechseln, stoppen oder starten. Der NetworkManager ermöglicht zudem die Änderung und Konfiguration drahtloser Kartenverbindungen ohne root-Berechtigungen. Aus diesem Grund ist der NetworkManager die ideale Lösung für eine mobile Arbeitsstation.

wicked bietet auch einige Methoden zum Wechseln, Stoppen oder Starten der Verbindung mit oder ohne Eingreifen des Benutzers, wie zum Beispiel benutzerverwaltete Geräte. Dazu sind jedoch immer root-Berechtigungen erforderlich, um ein Netzwerkgerät ändern oder konfigurieren zu können. Dies stellt häufig ein Problem bei der mobilen Computernutzung dar, bei der es nicht möglich ist, alle Verbindungsmöglichkeiten vorzukonfigurieren.

#### Typen von Netzwerkverbindungen

Sowohl wicked als auch der NetworkManager ermöglichen Netzwerkverbindungen mit einem drahtlosen Netzwerk (mit WEP-, WPA-PSK- und WPA-Enterprise-Zugriff) und verkabelten Netzwerken mithilfe von DHCP oder der statischen Konfiguration. Diese unterstützen auch eine Verbindung über Einwahl und VPN. Mit NetworkManager können Sie auch ein Modem für mobiles Breitband (3G) anschließen oder eine DSL-Verbindung einrichten, was mit der herkömmlichen Konfiguration nicht möglich ist.

Der NetworkManager versucht, Ihren Computer fortlaufend mit der besten verfügbaren Verbindung im Netzwerk zu halten. Wurde das Netzkabel versehentlich ausgesteckt, wird erneut versucht, eine Verbindung herzustellen. Der NetworkManager sucht in der Liste Ihrer drahtlosen Verbindungen nach dem Netzwerk mit dem stärksten Signal und stellt automatisch eine Verbindung her. Wenn Sie dieselbe Funktionalität mit wicked erhalten möchten, ist ein höherer Konfigurationsaufwand erforderlich.

## 20.5.2 NetworkManager-Funktionalität und Konfigurationsdateien

Die mit NetworkManager erstellten individuellen Einstellungen für Netzwerkverbindungen werden in Konfigurationsprofilen gespeichert. Die mit NetworkManager oder YaST konfigurierten *system*-Verbindungen werden in `/etc/networkmanager/system-connections/*` oder in `/etc/sysconfig/network/ifcfg-*` gespeichert. Bei GNOME sind alle benutzerdefinierten Verbindungen in GConf gespeichert.

Falls kein Profil konfiguriert wurde, erstellt NetworkManager es automatisch und benennt es mit `Auto $INTERFACE-NAME`. Damit versucht man, in möglichst vielen Fällen (auf sichere Weise) ohne Konfiguration zu arbeiten. Falls die automatisch erstellten Profile nicht Ihren Anforderungen entsprechen, verwenden Sie die von GNOME zur Verfügung gestellten Dialogfelder zur Konfiguration der Netzwerkverbindung, um die Profile wunschgemäß zu bearbeiten. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 22.3, „Konfigurieren von Netzwerkverbindungen“](#).

## 20.5.3 Steuern und Sperren von NetworkManager-Funktionen

Auf zentral verwalteten Computern können bestimmte NetworkManager-Funktionen mit PolKit gesteuert oder deaktiviert werden, zum Beispiel, wenn ein Benutzer administratordefinierte Verbindungen bearbeiten oder ein Benutzer eigene Netzwerkkonfigurationen definieren darf. Starten Sie zum Anzeigen oder Ändern der entsprechenden NetworkManager-Richtlinien das grafische Werkzeug *Zugriffsberechtigungen* für PolKit. Im Baum auf der linken Seite finden Sie diese unterhalb des Eintrags *network-manager-settings*. Eine Einführung zu PolKit und detaillierte Informationen zur Verwendung finden Sie unter *Book “Security Guide” 9 “Authorization with PolKit”*.

## 20.6 Manuelle Netzwerkkonfiguration

Die manuelle Konfiguration der Netzwerksoftware sollte die letzte Alternative sein. Wir empfehlen, YaST zu benutzen. Die folgenden Hintergrundinformationen zur Netzwerkkonfiguration können Ihnen jedoch auch bei der Arbeit mit YaST behilflich sein.



## 20.6.1 Die **wicked**-Netzwerkconfiguration

Das Werkzeug und die Bibliothek mit der Bezeichnung **wicked** bilden ein neues Framework für die Netzwerkconfiguration.

Eine der Herausforderungen bei der herkömmlichen Verwaltung von Netzwerkschnittstellen ergibt sich daraus, dass verschiedene Schichten der Netzwerkverwaltung in einem einzigen Skript zusammengeworfen sind (oder höchstens in zwei Skripten, die auf nicht exakt definierte Weise interagieren). Dies kann zu Nebenwirkungen führen, die nicht ohne Weiteres erkennbar sind, es sind unklare Beschränkungen und Konventionen zu beachten und vieles mehr. Verschiedene Schichten mit speziellen Kniffen für unterschiedliche Szenarien machen die Wartungsarbeit nicht gerade leichter. Die verwendeten Adresskonfigurationsprotokolle werden über Dämons wie `dhcpcd` implementiert, die eher notdürftig mit der restlichen Infrastruktur zusammenarbeiten. Die Schnittstellennamen werden anhand von merkwürdigen Schemata, die eine erhebliche `udev`-Unterstützung erfordern, dauerhaft identifiziert.

`wicked` verfolgt einen anderen Ansatz, bei dem das Problem nach mehreren Gesichtspunkten zerlegt wird. Die einzelnen Verfahren dabei sind nicht völlig neuartig, doch eröffnen die Ideen und Konzepte aus anderen Projekten unterm Strich eine bessere Gesamtlösung.

Ein mögliches Verfahren ist das Client/Server-Modell. `wicked` ist hiermit in der Lage, standardisierte Funktionen für Bereiche wie die Adresskonfiguration zu definieren, die gut in das Framework als Ganzes eingebunden sind. Bei der Adresskonfiguration kann der Administrator beispielsweise angeben, dass eine Schnittstelle mit DHCP oder IPv4 `zeroconf` konfiguriert werden soll. Der Adresskonfigurationsservice ruft in diesem Fall lediglich das Lease vom Server ab und übergibt es an den `wicked`-Serverprozess, der dann die angeforderten Adressen und Routen installiert.

Das zweite Verfahren zur Problemzerlegung ist die Erzwingung der Schichten. Für alle Arten von Netzwerkschnittstellen kann ein `dbus`-Service definiert werden, mit dem die Geräteschicht der Netzwerkschnittstelle konfiguriert wird – ein VLAN, eine Bridge, ein Bonding oder ein paravirtualisiertes Gerät. Häufig verwendete Funktionen, z. B. die Adresskonfiguration, wird über gemeinsame Services implementiert, die sich in einer Schicht oberhalb dieser gerätespezifischen Services befinden, ohne dass sie eigens implementiert werden müssen.

Im `wicked`-Framework werden diese beiden Aspekte durch eine Vielzahl von `dbus`-Services zusammengeführt, die den Netzwerkschnittstellen je nach ihrem Typ zugeordnet werden. Im Folgenden finden Sie einen kurzen Überblick über die aktuelle Objekthierarchie in `wicked`.

Die Netzwerkschnittstelle wird jeweils als untergeordnetes Objekt von /org/opensuse/Network/Interfaces dargestellt. Die Bezeichnung des untergeordneten Objekts ergibt sich aus dem zugehörigen Wert für ifindex. Die Loopback-Schnittstelle (in der Regel ifindex 1) ist beispielsweise /org/opensuse/Network/Interfaces/1, und die erste registrierte Ethernet-Schnittstelle ist /org/opensuse/Network/Interfaces/2.

Jede Netzwerkschnittstelle ist mit einer „Klasse“ verknüpft, mit der die unterstützten dbus-Schnittstellen ausgewählt werden. Standardmäßig gehören alle Netzwerkschnittstellen zur Klasse netif, und wicked ordnet automatisch alle Schnittstellen zu, die mit dieser Klasse kompatibel sind. In der aktuellen Implementierung gilt dies für die folgenden Schnittstellen:

#### **org.opensuse.Network.Interface**

Allgemeine Funktionen für Netzwerkschnittstellen, z. B. Herstellen oder Beenden der Verbindung, Zuweisen einer MTU und vieles mehr.

**org.opensuse.Network.Addrconf.ipv4.dhcp,**  
**org.opensuse.Network.Addrconf.ipv6.dhcp,**  
**org.opensuse.Network.Addrconf.ipv4.auto,**  
**org.opensuse.Network.Addrconf.ipv6.auto**

Adresskonfigurationsservices für DHCP, IPv6 autoconf, IPv4 zeroconf usw.

Darüber hinaus können die Netzwerkschnittstellen bestimmte Konfigurationsmechanismen erfordern oder anbieten. Bei einem Ethernet-Gerät benötigen Sie beispielsweise Funktionen zum Steuern der Verbindungsgeschwindigkeit, zum Abgeben der Prüfsummenberechnung usw. Ethernet-Geräte gehören daher zu einer eigenen Klasse (netif-ethernet), die wiederum eine Subklasse von netif ist. Aus diesem Grund umfassen die dbus-Schnittstellen, die mit einer Ethernet-Schnittstelle verknüpft sind, alle oben aufgeführten Services und zusätzlich den Service org.opensuse.Network.Ethernet, der ausschließlich für Objekte der Klasse netif-ethernet verfügbar ist.

Ebenso bestehen Klassen für Schnittstellentypen wie Bridges, VLANs, Bonds oder InfiniBands.

Einige Schnittstellen müssen zunächst erstellt werden, bevor eine Interaktion möglich ist, z. B. ein VLAN, das im Prinzip als virtuelle Netzwerkschnittstelle auf einem Ethernet-Gerät aufgesetzt ist. Hierfür werden Factory-Schnittstellen in wicked definiert, beispielsweise org.opensuse.Network.VLAN.Factory. Diese Factory-Schnittstellen bieten nur eine einzige Funktion, mit der Sie eine Schnittstelle mit dem gewünschten Typ erstellen. Die Factory-Schnittstellen sind dem Listenknoten /org/opensuse/Network/Interfaces zugeordnet.

## 20.6.1.1 Aktuelle Unterstützung

wicked unterstützt derzeit Folgendes:

- Konfigurationsdatei-Back-Ends zum Analysieren von /etc/sysconfig/network-Dateien im SUSE- und RedHat-Format. Da die Entwicklung auf einer SUSE-Installation erfolgte, sind die Back-Ends für SUSE deutlich stabiler als die Back-Ends für RedHat.
- Konfigurationsdatei-Back-End zur Darstellung der Netzwerkschnittstellenkonfiguration in XML. Die Syntax beruht auf der Syntax von netcf.
- Starten und Herunterfahren von „normalen“ Netzwerkschnittstellen wie Ethernet oder InfiniBand sowie von VLAN-, Bridge- und Bonding-Geräten. Beim Bridging und Bonding können unter Umständen noch gewisse Probleme auftreten.
- WLAN (noch nicht vollständig und derzeit auf ein einziges Netzwerk beschränkt).
- Integrierter DHCPv4-Client und integrierter DHCPv6-Client.
- Derzeit steht experimenteller Code zur Verfügung, mit dem eine Schnittstelle automatisch gestartet werden soll, sobald eine Verbindung erkannt wird.
- Implementierung einer XML-Lese-/Schreibfunktion (bei Weitem noch nicht normgerecht, jedoch mit geringem Speicherbedarf und annehmbarer Geschwindigkeit). Hierzu gehört eine Teilimplementierung von XPath 1.0, mit der Sie Daten aus einer XML-Schnittstellenbeschreibung extrahieren können, ohne selbst eine XML-Analyse durchzuführen.

## 20.6.1.2 Verwendung von **wicked**

Bei SUSE Linux Enterprise wird wicked standardmäßig ausgeführt, sofern Sie nicht Network-Manager ausgewählt haben. Bei Bedarf führen Sie die Aktivierung wie folgt durch:

```
systemctl enable --force wicked.service
```

Beim nächsten Booten werden damit die wicked-Services aktiviert, die Alias-Verknüpfung von network.service und wicked.service wird erstellt, und das Netzwerk wird gestartet.

Starten des Serverprozesses:

```
systemctl start wickedd.service
```

Hiermit starten Sie **wicked** (den Hauptserver) und die zugehörigen Suppliants im Fehlersuchmodus (Debugging), wobei Trace-Informationen in syslog gespeichert werden:

```
/usr/sbin/wickedd --foreground
/usr/lib/wicked/bin/wickedd-dhcp4 --foreground
/usr/lib/wicked/bin/wickedd-auto4 --foreground
/usr/lib/wicked/bin/wickedd-dhcp6 --foreground
```

Starten des Netzwerks:

```
systemctl start wicked.service
```

Alternativ mit dem network.service-Alias:

```
systemctl start network.service
```

Bei diesen Kommandos werden die standardmäßigen oder die systemeigenen Konfigurationsquellen verwendet, die in /etc/wicked/client.xml definiert sind.

Zum Aktivieren der Fehlersuche legen Sie WICKED\_DEBUG\_PARAM in /etc/sysconfig/network/config fest (dies wird unter Umständen demnächst geändert), beispielsweise:

```
WICKED_DEBUG_PARAM="--debug most"
```

Mit dem Clientprogramm rufen Sie die Schnittstellendaten für alle Schnittstellen bzw. für die mit ifname angegebenen Schnittstellen ab:

```
wicked show all
wicked show ifname
```

Als XML-Ausgabe:

```
wicked show-xml all
wicked show-xml ifname
```

Starten einer bestimmten Schnittstelle:

```
wicked ifup eth0
wicked ifup wlan0
```

...

Da keine Konfigurationsquelle angegeben ist, prüft der wicked-Client die Standard-Konfigurationsquellen, die in `/etc/wicked/client.xml` definiert sind:

1. `firmware`: iSCSI Boot Firmware Table (iBFT)
2. `compat`: `ifcfg`-Dateien; aus Kompatibilitätsgründen implementiert
3. `wicked:PFAD` Dateien im nativen wicked-XML-Konfigurationsformat, die in `PFAD` gespeichert sind (Standard: `/etc/wicked/ifconfig`)

Alle Informationen, die **wicked** aus diesen Quellen für eine bestimmte Schnittstelle erhält, werden übernommen und angewendet. Die geplante Reihenfolge lautet `firmware`, dann `compat`, dann `wicked`. Diese Reihenfolge wird unter Umständen demnächst geändert, wenn die Anforderungen hinsichtlich der `ifcfg`-Kompatibilität gelockert werden.

Nun zu einem Beispiel einer VLAN-Schnittstelle:

```
wicked ifup --ifconfig ./samples/wicked/vlan-static.xml eth0.42
```

Hiermit wird eine VLAN-Schnittstelle mit der Bezeichnung „eth0.42“, dem VLAN-Tag 42 und einigen statisch zugewiesenen IP-Adressen gestartet. Zum Prüfen der Funktionsfähigkeit geben Sie Folgendes ein:

```
ip addr show
ip route show
```

Mit dem obigen Kommando wird die Beschreibung aller Schnittstellen in der angegebenen Datei abgerufen, und die Schnittstelle mit der Bezeichnung „eth0.42“ wird gestartet. Da die Datei nur eine einzige Schnittstelle enthält, können Sie den Namen der Schnittstelle auch durch den Parameter `all` ersetzen. Wie der Name schon sagt, werden hiermit alle in der Schnittstelle aufgeführten Schnittstellen gestartet.

Zum Starten einer einzelnen Schnittstelle führt der Client mehrere Servermethoden und Argumente aus XML-Elementen aus, wobei der Server angewiesen wird, den Status der gewünschten Schnittstelle auf „up“ zu setzen. Falls die VLAN-Schnittstelle noch nicht vorhanden ist, wird sie direkt bei diesem Vorgang erstellt.

Zum Herunterfahren der Schnittstelle gehen Sie auf die gleiche Weise vor:

```
wicked ifdown eth0.42
```

Zum Herunterfahren und Löschen der Schnittstelle führen Sie Folgendes aus:

```
wicked ifdown --delete --ifconfig ./samples/wicked/vlan-static.xml eth0.42
```

Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite zu wicked.

### 20.6.1.3 Starten von mehreren Schnittstellen

Bei Bonds und Bridges ist es unter Umständen sinnvoll, die gesamte Gerätetopologie in einer einzigen Datei zu definieren und alle Geräte in einem Arbeitsgang zu starten. Dies gilt insbesondere beim Bonding, bei dem Sie ggf. zunächst die Slave-Geräte erstellen müssen (falls virtuelle Geräte wie VLANs vorhanden sind).

In einem solchen Szenario definieren Sie die Gerätetopologie in einer einzigen Datei, rufen Sie `wicked` auf, und starten Sie die gesamte Konfiguration gleichzeitig. Ein Beispiel finden Sie in der Datei `samples/wicked/bridge-static.xml` in der Paketdokumentation (`/usr/share/doc/packages/wicked`). Mit dieser Konfiguration wird eine Ethernet-Bridge definiert, die auf VLAN-Schnittstellen aufbaut. Zum Starten rufen Sie Folgendes auf:

```
wicked ifup --ifconfig ./samples/wicked/bridge-static.xml all
```

Der Client startet die Geräte in der richtigen Reihenfolge: Zunächst werden die beiden VLAN-Schnittstellen erstellt, dann die Bridge, und abschließend werden die VLAN-Schnittstellen als Ports zur Bridge hinzugefügt.

### 20.6.1.4 Einarbeiten von inkrementellen Änderungen

Bei wicked müssen Sie eine Schnittstelle zum Neukonfigurieren nicht vollständig herunterfahren (sofern dies nicht durch den Kernel erforderlich ist). Wenn Sie beispielsweise eine weitere IP-Adresse oder Route für eine statisch konfigurierte Netzwerkschnittstelle hinzufügen möchten, tragen Sie die IP-Adresse in die Schnittstellendefinition ein, und führen Sie den „ifup“-Vorgang erneut aus. Der Server aktualisiert lediglich die geänderten Einstellungen. Dies gilt für Optionen auf Verbindungsebene (z. B. die MTU oder die MAC-Adresse des Geräts) sowie auf Netzwerkebene, beispielsweise die Adressen, Routen oder gar der Adresskonfigurationsmodus (z. B. bei der Umstellung einer statischen Konfiguration auf DHCP).

Bei virtuellen Schnittstellen, in denen mehrere physische Geräte miteinander verbunden werden (z. B. Bridges oder Bonds), ist die Vorgehensweise naturgemäß komplizierter. Bei Bond-Geräten können bestimmte Parameter nicht geändert werden, wenn das Gerät eingeschaltet ist. Ansonsten würde ein Fehler auftreten.

Als Alternative können Sie stattdessen untergeordnete Geräte des Bonds oder der Bridge hinzufügen oder entfernen oder auch die primäre Schnittstelle eines Bonds festlegen.

### 20.6.1.5 wicked-Erweiterungen: Adresskonfiguration

**wicked** lässt sich mithilfe von Shell-Skripten erweitern. Diese Erweiterungen können in der Datei `config.xml` definiert werden.

Derzeit werden verschiedene Erweiterungsklassen unterstützt:

- **Verbindungskonfiguration:** Skripte zum Einrichten der Verbindungsschicht eines Geräts gemäß der Konfiguration, die vom Client bereitgestellt wurde, sowie zum Entfernen dieser Schicht.
- **Adresskonfiguration:** Skripte zum Verwalten der Konfiguration einer Geräteadresse. Die Adresskonfiguration und DHCP werden in der Regel von **wicked** selbst verwaltet, können jedoch auch in Form von Erweiterungen implementiert werden.
- **Firewall-Erweiterung:** Mit diesen Skripten werden Firewall-Regeln angewendet.

Erweiterungen umfassen im Normalfall ein Start- und Stopp-Kommando, eine optionale „pid-Datei“ sowie eine Reihe von Umgebungsvariablen, die an das Skript übergeben werden.

In `etc/server.xml` finden Sie ein Beispiel für eine Firewall-Erweiterung:

```
<dbus-service interface="org.opensuse.Network.Firewall">
  <action name="firewallUp"    command="/etc/wicked/extensions/firewall up"/>
  <action name="firewallDown"  command="/etc/wicked/extensions/firewall down"/>

  <!-- default environment for all calls to this extension script -->
  <putenv name="WICKED_OBJECT_PATH" value="$object-path"/>
  <putenv name="WICKED_INTERFACE_NAME" value="$property:name"/>
  <putenv name="WICKED_INTERFACE_INDEX" value="$property:index"/>
</dbus-service>
```

Die Erweiterung wird der dbus-service-Schnittstelle zugeordnet und definiert Kommandos für die Aktionen dieser Schnittstelle. In der Deklaration können außerdem Umgebungsvariablen, die an die Aktion übergeben werden sollen, definiert und initialisiert werden.

### 20.6.1.6 wicked-Erweiterungen: Konfigurationsdateien

Auch die Arbeit mit Konfigurationsdateien kann mithilfe von Skripten erweitert werden. DNS-Aktualisierungen über Leases werden beispielsweise letztlich von dem Skript extensions/resolver verarbeitet, dessen Verhalten in server.xml konfiguriert ist:

```
<system-updater name="resolver">
  <action name="backup" command="/etc/wicked/extensions/resolver backup"/>
  <action name="restore" command="/etc/wicked/extensions/resolver restore"/>
  <action name="install" command="/etc/wicked/extensions/resolver install"/>
  <action name="remove" command="/etc/wicked/extensions/resolver remove"/>
</system-updater>
```

Sobald eine Aktualisierung in wicked eingeht, wird das Lease durch die Systemaktualisierungsroutinen analysiert, und die entsprechenden Kommandos (backup, install usw.) im Auflöserkript werden aufgerufen. Hiermit werden wiederum die DNS-Einstellungen über /sbin/netconfig konfiguriert; als Fallback muss die Datei /etc/resolv.conf manuell geschrieben werden.

## 20.6.2 Konfigurationsdateien

Dieser Abschnitt bietet einen Überblick über die Netzwerkkonfigurationsdateien und erklärt ihren Zweck sowie das verwendete Format.

### 20.6.2.1 /etc/sysconfig/network/ifcfg-\*

Diese Dateien enthalten die herkömmlichen Konfigurationsdaten für Netzwerkschnittstellen.





## Anmerkung: wicked und ifcfg-\*-Dateien

wicked liest diese Dateien, wenn Sie den Kompatibilitätsmodus mit dem Präfix compat : in der Option --ifconfig angeben. Gemäß der Standardkonfiguration von SUSE Linux Enterprise Server 12 in /etc/wicked/client.xml liest wicked diese Dateien noch vor den XML-Konfigurationsdateien in /etc/wicked/ifconfig.

Die ifcfg-\*-Dateien enthalten Informationen wie den Startmodus und die IP-Adresse. Mögliche Parameter sind auf der man-Seite für den Befehl ifup beschrieben. Wenn eine allgemeine Einstellung nur für eine bestimmte Bedienoberfläche verwendet werden soll, können außerdem alle Variablen aus den Dateien dhcp und wireless in den ifcfg-\*-Dateien verwendet werden. Jedoch sind die meisten /etc/sysconfig/network/config-Variablen global und lassen sich in ifcfg-Dateien nicht überschreiben. Beispielsweise sind die Variablen NETWORKMANAGER oder NETCONFIG\_\* global.

Weitere Informationen zum Konfigurieren der macvlan - und der macvtap -Schnittstelle finden Sie auf den man-Seiten zu ifcfg-macvlan und ifcfg-macvtap. Für eine macvlan-Schnittstelle benötigen Sie beispielsweise eine ifcfg-macvlan0 -Datei mit den folgenden Einstellungen:

```
STARTMODE='auto'
MACVLAN_DEVICE='eth0'
#MACVLAN_MODE='vepa'
#LLADDR=02:03:04:05:06:aa
```

Informationen zu ifcfg.template finden Sie unter *Abschnitt 20.6.2.2, „/etc/sysconfig/network/config, /etc/sysconfig/network/dhcp und /etc/sysconfig/network/wireless“*.

### 20.6.2.2 /etc/sysconfig/network/config, /etc/sysconfig/network/dhcp und /etc/sysconfig/network/wireless

Die Datei config enthält allgemeine Einstellungen für das Verhalten von ifup, ifdown und ifstatus. dhcp enthält DHCP-Einstellungen und wireless Einstellungen für Wireless-LAN-Karten. Die Variablen in allen drei Konfigurationsdateien sind kommentiert. Einige der Variablen von /etc/sysconfig/network/config können auch in ifcfg-\*-Dateien verwendet werden, wo sie eine höherer Priorität erhalten. Die Datei /etc/sysconfig/network/ifcfg.template listet Variablen auf, die mit einer Reichweite pro Schnittstelle ange-

geben werden können. Jedoch sind die meisten `/etc/sysconfig/network/config`-Variablen global und lassen sich in `ifcfg`-Dateien nicht überschreiben. Beispielsweise sind die Variablen `NETWORKMANAGER` oder `NETCONFIG_*` global.

### 20.6.2.3 `/etc/sysconfig/network/routes` und `/etc/sysconfig/network/ifroute-*`

Das statische Routing von TCP/IP-Paketen wird mit den Dateien `/etc/sysconfig/network/routes` und `/etc/sysconfig/network/ifroute-*` bestimmt. Alle statischen Routen, die für verschiedene Systemaufgaben benötigt werden, können in `/etc/sysconfig/network/routes` angegeben werden: Routen zu einem Host, Routen zu einem Host über Gateways und Routen zu einem Netzwerk. Definieren Sie für jede Schnittstelle, die individuelles Routing benötigt, eine zusätzliche Konfigurationsdatei: `/etc/sysconfig/network/ifroute-*`. Ersetzen Sie das Platzhalterzeichen (`*`) durch den Namen der Schnittstelle. Die folgenden Einträge werden in die Routing-Konfigurationsdatei aufgenommen:

#	Destination	Gateway	Netmask	Interface	Options
---	-------------	---------	---------	-----------	---------

Das Routenziel steht in der ersten Spalte. Diese Spalte kann die IP-Adresse eines Netzwerks oder Hosts bzw. (im Fall von *erreichbaren* Nameservern) den voll qualifizierten Netzwerk- oder Hostnamen enthalten. Die Netzwerkadresse muss in der CIDR-Notation (Adresse mit entsprechender Routing-Präfixlänge) angegeben werden, z. B. `10.10.0.0/16` für IPv4-Routen oder `fc00::/7` für IPv6-Routen. Das Schlüsselwort `default` gibt an, dass die Route des Standard-Gateways in derselben Adressfamilie wie der Gateway ist. Bei Geräten ohne Gateway verwenden Sie die expliziten Ziele `0.0.0.0/0` oder `::/0`.

Die zweite Spalte enthält das Standard-Gateway oder ein Gateway, über das der Zugriff auf einen Host oder ein Netzwerk erfolgt.

Die dritte Spalte wird nicht mehr verwendet; hier wurde bislang die IPv4-Netzmaske des Ziels angegeben. Für IPv6-Routen, für die Standardroute oder bei Verwendung einer Präfixlänge (CIDR-Notation) in der ersten Spalte tragen Sie hier einen Strich (`-`) ein.

Die vierte Spalte enthält den Namen der Schnittstelle. Wenn Sie in dieser Spalte nur einen Strich (`-`) statt eines Namens angeben, kann dies zu unerwünschtem Verhalten in `/etc/sysconfig/network/routes` führen. Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite zu `routes`.

In einer (optionalen) fünften Spalte können Sie besondere Optionen angeben. Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite zu `routes`.

```
# --- IPv4 routes in CIDR prefix notation:
# Destination      [Gateway]      -      Interface
127.0.0.0/8        -      -      lo
204.127.235.0/24   -      -      eth0
default            204.127.235.41   -      eth0
207.68.156.51/32   207.68.145.45    -      eth1
192.168.0.0/16     207.68.156.51    -      eth1

# --- IPv4 routes in deprecated netmask notation"
# Destination      [Dummy/Gateway]  Netmask      Interface
#
127.0.0.0           0.0.0.0          255.255.255.0 lo
204.127.235.0       0.0.0.0          255.255.255.0 eth0
default             204.127.235.41   0.0.0.0      eth0
207.68.156.51       207.68.145.45    255.255.255.255 eth1
192.168.0.0         207.68.156.51    255.255.0.0  eth1

# --- IPv6 routes are always using CIDR notation:
# Destination      [Gateway]      -      Interface
2001:DB8:100::/64   -      -      eth0
2001:DB8:100::/32   fe80::216:3eff:fe6d:c042 -      eth0
```

#### 20.6.2.4 `/etc/resolv.conf`

In `/etc/resolv.conf` wird die Domäne angegeben, zu der der Host gehört (Schlüsselwort `search`). Mit der Option `search` können Sie bis zu sechs Domänen mit insgesamt 256 Zeichen angeben. Bei der Auflösung eines Namens, der nicht voll qualifiziert ist, wird versucht, einen solchen zu generieren, indem die einzelnen `search`-Einträge angehängt werden. Mit der Opti-

on nameserver können Sie bis zu drei Nameserver angeben (jeweils in einer eigenen Zeile). Kommentare sind mit einer Raute (#) oder einem Semikolon (;) gekennzeichnet. Ein Beispiel finden Sie in *Beispiel 20.6, „/etc/resolv.conf“*.

Jedoch darf /etc/resolv.conf nicht manuell bearbeitet werden. Stattdessen wird es vom Skript **netconfig** generiert. Um die statische DNS-Konfiguration ohne YaST zu definieren, bearbeiten Sie die entsprechenden Variablen in der Datei /etc/sysconfig/network/config manuell:

#### NETCONFIG\_DNS\_STATIC\_SEARCHLIST

Liste der DNS-Domännennamen, die für die Suche nach Hostname verwendet wird

#### NETCONFIG\_DNS\_STATIC\_SERVERS

Liste der IP-Adressen des Nameservers, die für die Suche nach Hostname verwendet wird

#### NETCONFIG\_DNS\_FORWARDER

Name des zu konfigurierenden DNS-Forwarders, beispielsweise bind oder resolver

#### NETCONFIG\_DNS\_RESOLVER\_OPTIONS

Verschiedene Optionen, die in /etc/resolv.conf geschrieben werden, beispielsweise:

```
debug attempts:1 timeout:10
```

Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite zu resolv.conf.

#### NETCONFIG\_DNS\_RESOLVER\_SORTLIST

Liste mit bis zu 10 Einträgen, beispielsweise:

```
130.155.160.0/255.255.240.0 130.155.0.0
```

Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite zu resolv.conf.

Zum Deaktivieren der DNS-Konfiguration mit netconfig setzen Sie NETCONFIG\_DNS\_POLICY=''. Weitere Informationen zu **netconfig** finden Sie auf der man-Seite zu netconfig(8) (**man 8 netconfig**).

#### BEISPIEL 20.6 */etc/resolv.conf*

```
# Our domain
search example.com
#
# We use dns.example.com (192.168.1.116) as nameserver
```

### 20.6.2.5 `/sbin/netconfig`

**netconfig** ist ein modulares Tool zum Verwalten zusätzlicher Netzwerkkonfigurationseinstellungen. Es führt statisch definierte Einstellungen mit Einstellungen zusammen, die von automatischen Konfigurationsmechanismen wie DHCP oder PPP gemäß einer vordefinierten Richtlinie bereitgestellt wurden. Die erforderlichen Änderungen werden dem System zugewiesen, indem die netconfig-Module aufgerufen werden, die für das Ändern einer Konfigurationsdatei und den Neustart eines Service oder eine ähnliche Aktion verantwortlich sind.

**netconfig** erkennt drei Hauptaktionen. Die Kommandos **netconfig modify** und **netconfig remove** werden von Daemons wie DHCP oder PPP verwendet, um Einstellungen für netconfig hinzuzufügen oder zu entfernen. Nur das Kommando **netconfig update** steht dem Benutzer zur Verfügung:

#### modify

Das Kommando **netconfig modify** ändert die aktuelle Schnittstellen- und Service-spezifischen dynamischen Einstellungen und aktualisiert die Netzwerkkonfiguration. Netconfig liest Einstellungen aus der Standardeingabe oder einer Datei, die mit der Option `--lease-file Dateiname` angegeben wurde, und speichert sie intern bis zu einem System-Reboot oder der nächsten Änderungs- oder Löschaktion). Bereits vorhandene Einstellungen für dieselbe Schnittstellen- und Service-Kombination werden überschrieben. Die Schnittstelle wird durch den Parameter `-i Schnittstellename` angegeben. Der Service wird durch den Parameter `-s Servicename` angegeben.

#### Entfernen

Das Kommando **netconfig remove** entfernt die dynamischen Einstellungen, die von einer Änderungsaktion für die angegebene Schnittstellen- und Service-Kombination bereitgestellt wurden, und aktualisiert die Netzwerkkonfiguration. Die Schnittstelle wird durch den Parameter `-i Schnittstellename` angegeben. Der Service wird durch den Parameter `-s Servicename` angegeben.

#### Aktualisieren

Das Kommando **netconfig update** aktualisiert die Netzwerkkonfiguration mit den aktuellen Einstellungen. Dies ist nützlich, wenn sich die Richtlinie oder die statische Konfiguration geändert hat. Verwenden Sie den Parameter `-m Modultyp`, wenn nur ein angegebener Dienst aktualisiert werden soll (`dns`, `nis` oder `ntp`).

Die Einstellungen für die netconfig-Richtlinie und die statische Konfiguration werden entweder manuell oder mithilfe von YaST in der Datei `/etc/sysconfig/network/config` definiert. Die dynamischen Konfigurationseinstellungen von Tools zur automatischen Konfiguration wie DHCP oder PPP werden von diesen Tools mit den Aktionen **netconfig modify** und **netconfig remove** direkt bereitgestellt. Wenn NetworkManager aktiviert ist, verwendet netconfig (im Richtlinienmodus `auto`) nur NetworkManager-Einstellungen und ignoriert Einstellungen von allen anderen Schnittstellen, die mit der traditionellen ifup-Methode konfiguriert wurden. Wenn NetworkManager keine Einstellung liefert, werden als Fallback statische Einstellungen verwendet. Eine gemischte Verwendung von NetworkManager und der **wicked**-Methode wird nicht unterstützt.

Weitere Informationen über **netconfig** finden Sie auf `man 8 netconfig`.

### 20.6.2.6 `/etc/hosts`

In dieser Datei werden, wie in *Beispiel 20.7*, „`/etc/hosts`“ gezeigt, IP-Adressen zu Hostnamen zugewiesen. Wenn kein Namensserver implementiert ist, müssen alle Hosts, für die IP-Verbindungen eingerichtet werden sollen, hier aufgeführt sein. Geben Sie für jeden Host in die Datei eine Zeile ein, die aus der IP-Adresse, dem voll qualifizierten Hostnamen und dem Hostnamen besteht. Die IP-Adresse muss am Anfang der Zeile stehen und die Einträge müssen durch Leerzeichen und Tabulatoren getrennt werden. Kommentaren wird immer das `#`-Zeichen vorangestellt.

#### BEISPIEL 20.7 `/etc/hosts`

```
127.0.0.1 localhost
192.168.2.100 jupiter.example.com jupiter
192.168.2.101 venus.example.com venus
```

### 20.6.2.7 `/etc/networks`

Hier werden Netzwerknamen in Netzwerkadressen umgesetzt. Das Format ähnelt dem der `hosts`-Datei, jedoch stehen hier die Netzwerknamen vor den Adressen. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter *Beispiel 20.8*, „`/etc/networks`“.

#### BEISPIEL 20.8 `/etc/networks`

```
loopback      127.0.0.0
```

### 20.6.2.8 /etc/host.conf

Das Auflösen von Namen, d. h. das Übersetzen von Host- bzw. Netzwerknamen über die *resolver*-Bibliothek, wird durch diese Datei gesteuert. Diese Datei wird nur für Programme verwendet, die mit libc4 oder libc5 gelinkt sind. Weitere Informationen zu aktuellen glibc-Programmen finden Sie in den Einstellungen in `/etc/nsswitch.conf`. Jeder Parameter muss in einer eigenen Zeile stehen. Kommentare werden durch ein `#`-Zeichen eingeleitet. Die verfügbaren Parameter sind in [Tabelle 20.2, „Parameter für /etc/host.conf“](#) aufgeführt. Ein Beispiel für `/etc/host.conf` wird in [Beispiel 20.9, „/etc/host.conf“](#) gezeigt.

**TABELLE 20.2 PARAMETER FÜR /ETC/HOST.CONF**

<code>order hosts, bind</code>	Legt fest, in welcher Reihenfolge die Dienste zum Auflösen eines Namens angesprochen werden sollen. Mögliche Argumente (getrennt durch Leerzeichen oder Kommas):
	<i>Hosts</i> : Sucht die <code>/etc/hosts</code> -Datei
	<i>bind</i> : Greift auf einen Namensserver zu
	<i>nis</i> : Verwendet NIS
<code>multi on/off</code>	Legt fest, ob ein in <code>/etc/hosts</code> eingegebener Host mehrere IP-Adressen haben kann.
<code>nospoof on spoofalert on/off</code>	Diese Parameter beeinflussen das <i>spoofing</i> des Namensservers, haben aber keinen Einfluss auf die Netzwerkkonfiguration.
<code>trim Domänenname</code>	Der angegebene Domänenname wird vor dem Auflösen des Hostnamens von diesem abgeschnitten (insofern der Hostname diesen Domännennamen enthält). Diese Option ist nur dann von Nutzen, wenn in der Datei <code>/etc/hosts</code> nur Namen aus der lokalen

Domäne stehen, diese aber auch mit angehängtem Domänennamen erkannt werden sollen.

#### BEISPIEL 20.9 `/etc/host.conf`

```
# We have named running
order hosts bind
# Allow multiple address
multi on
```

#### 20.6.2.9 `/etc/nsswitch.conf`

Mit der GNU C Library 2.0 wurde *Name Service Switch* (NSS) eingeführt. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf der man-Seite für `nsswitch.conf(5)` und im Dokument *The GNU C Library Reference Manual*.

In der Datei `/etc/nsswitch.conf` wird festgelegt, in welcher Reihenfolge bestimmte Informationen abgefragt werden. Ein Beispiel für `nsswitch.conf` ist in *Beispiel 20.10, „`/etc/nsswitch.conf`“* dargestellt. Kommentaren werden `#`-Zeichen vorangestellt. Der Eintrag unter der `hosts`-Datenbank bedeutet, dass Anfragen über DNS an `/etc/hosts` (`files`) gehen.

#### BEISPIEL 20.10 `/etc/nsswitch.conf`

```
passwd:      compat
group:       compat

hosts:       files dns
networks:    files dns

services:    db files
protocols:   db files
rpc:         files
ethers:      files
netmasks:    files
netgroup:    files nis
publickey:   files
```



```
bootparams: files
automount:  files nis
aliases:    files nis
shadow:     compat
```

Die über NSS verfügbaren „Datenbanken“ sind in *Tabelle 20.3, „Über /etc/nsswitch.conf verfügbare Datenbanken“* aufgelistet.

Die Konfigurationsoptionen für NSS-Datenbanken sind in *Tabelle 20.4, „Konfigurationsoptionen für NSS-„Datenbanken““* aufgelistet.

**TABELLE 20.3 ÜBER /ETC/NSSWITCH.CONF VERFÜGBARE DATENBANKEN**

<u>aliases</u>	Mail-Aliasse, die von <u>sendmail</u> implementiert werden. Siehe <u>man 5 aliases</u> .
<u>ethers</u>	Ethernet-Adressen
<u>Netzmasken</u>	Liste von Netzwerken und ihrer Teilnetzmasken. Wird nur benötigt, wenn Sie Subnetting nutzen.
<u>Gruppe</u>	Für Benutzergruppen, die von <u>getgrent</u> verwendet werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie auch auf der man-Seite für den Befehl <u>group</u> .
<u>hosts</u>	Für Hostnamen und IP-Adressen, die von <u>gethostbyname</u> und ähnlichen Funktionen verwendet werden.
<u>netgroup</u>	Im Netzwerk gültige Host- und Benutzerlisten zum Steuern von Zugriffsrechten. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf der man-Seite für <u>netgroup(5)</u> .
<u>networks</u>	Netzwerknamen und -adressen, die von <u>getnetent</u> verwendet werden.

<u>publickey</u>	Öffentliche und geheime Schlüssel für Secure_RPC, verwendet durch NFS and NIS +.
<u>passwd</u>	Benutzerpasswörter, die von <u>getpwent</u> verwendet werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf der man-Seite <u>passwd(5)</u> .
<u>protocols</u>	Netzwerkprotokolle, die von <u>getprotoent</u> verwendet werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf der man-Seite für <u>protocols(5)</u> .
<u>rpc</u>	Remote Procedure Call-Namen und -Adressen, die von <u>getrpcbyname</u> und ähnlichen Funktionen verwendet werden.
<u>services</u>	Netzwerkdienste, die von <u>getservent</u> verwendet werden.
<u>shadow</u>	Shadow-Passwörter der Benutzer, die von <u>getspnam</u> verwendet werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf der man-Seite für <u>shadow(5)</u> .

**TABELLE 20.4 KONFIGURATIONSOPTIONEN FÜR NSS-„DATENBANKEN“**

<u>Dateien</u>	Direkter Dateizugriff, z. B. <u>/etc/aliases</u>
<u>db</u>	Zugriff über eine Datenbank
<u>nis</u> , <u>nisplus</u>	NIS, siehe auch <i>Book “Security Guide” 3 “Using NIS”</i>
<u>dns</u>	Nur bei <u>hosts</u> und <u>networks</u> als Erweiterung verwendbar
<u>compat</u>	Nur bei <u>passwd</u> , <u>shadow</u> und <u>group</u> als Erweiterung verwendbar

### 20.6.2.10 `/etc/nscd.conf`

Mit dieser Datei wird `nscd` (Name Service Cache Daemon) konfiguriert. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf den man-Seiten `nscd(8)` und `nscd.conf(5)`. Standardmäßig werden die Systemeinträge von `passwd` und `groups` von `nscd` gecacht. Dies ist wichtig für die Leistung der Verzeichnisdienste, z. B. NIS und LDAP, da anderenfalls die Netzwerkverbindung für jeden Zugriff auf Namen oder Gruppen verwendet werden muss. `hosts` wird standardmäßig nicht gecacht, da der Mechanismus in `nscd` dazu führen würde, dass das lokale System keine Trust-Forward- und Reverse-Lookup-Tests mehr ausführen kann. Statt `nscd` das Cachen der Namen zu übertragen, sollten Sie einen DNS-Server für das Cachen einrichten.

Wenn das Caching für `passwd` aktiviert wird, dauert es in der Regel 15 Sekunden, bis ein neu angelegter lokaler Benutzer dem System bekannt ist. Zum Verkürzen dieser Wartezeit starten Sie `nscd` wie folgt neu:

```
systemctl restart nscd.service
```

### 20.6.2.11 `/etc/HOSTNAME`

`/etc/HOSTNAME` enthält den vollständigen Hostnamen (FQHN). Der vollständige Hostname besteht aus dem eigentlichen Hostnamen und der Domäne. Die Datei darf nur eine einzige Zeile enthalten (in der der Hostname angegeben ist). Diese Angabe wird beim Booten des Rechners gelesen.

## 20.6.3 Testen der Konfiguration

Bevor Sie Ihre Konfiguration in den Konfigurationsdateien speichern, können Sie sie testen. Zum Einrichten einer Testkonfiguration verwenden Sie den Befehl `ip`. Zum Testen der Verbindung verwenden Sie den Befehl `ping`.

Das Kommando `ip` ändert die Netzwerkkonfiguration direkt, ohne sie in der Konfigurationsdatei zu speichern. Wenn Sie die Konfiguration nicht in die korrekten Konfigurationsdateien eingeben, geht die geänderte Netzwerkkonfiguration nach dem Neustart verloren.



## Anmerkung: `ifconfig` und `route` sind veraltet

Die Werkzeuge `ifconfig` und `route` sind veraltet. Verwenden Sie stattdessen `ip`. Bei `ifconfig` sind die Schnittstellennamen beispielsweise auf 9 Zeichen begrenzt.

### 20.6.3.1 Konfigurieren einer Netzwerkschnittstelle mit `ip`

`ip` ist ein Werkzeug zum Anzeigen und Konfigurieren von Netzwerkgeräten, Richtlinien-Routing und Tunneln.

`ip` ist ein sehr komplexes Werkzeug. Seine allgemeine Syntax ist `ip options object command`. Sie können mit folgenden Objekten arbeiten:

#### Verbindung

Dieses Objekt stellt ein Netzwerkgerät dar.

#### Adresse

Dieses Objekt stellt die IP-Adresse des Geräts dar.

#### Nachbar

Dieses Objekt stellt einen ARP- oder NDISC-Cache-Eintrag dar.

#### route

Dieses Objekt stellt den Routing-Tabelleneintrag dar.

#### Regel

Dieses Objekt stellt eine Regel in der Routing-Richtlinien-Datenbank dar.

#### maddress

Dieses Objekt stellt eine Multicast-Adresse dar.

#### mrout

Dieses Objekt stellt einen Multicast-Routing-Cache-Eintrag dar.

#### tunnel

Dieses Objekt stellt einen Tunnel über IP dar.

Wird kein Kommando angegeben, wird das Standardkommando verwendet (normalerweise `list`).

Ändern Sie den Gerätestatus mit dem Befehl `ip link set device_name command`. Wenn Sie beispielsweise das Gerät eth0 deaktivieren möchten, geben Sie `ip link set eth0 down` ein. Um es wieder zu aktivieren, verwenden Sie `ip link set eth0 up`.

Nach dem Aktivieren eines Geräts können Sie es konfigurieren. Verwenden Sie zum Festlegen der IP-Adresse `ip addr add ip_address + dev device_name`. Wenn Sie beispielsweise die Adresse der Schnittstelle eth0 mit dem standardmäßigen Broadcast (Option `brd`) auf 192.168.12.154/30 einstellen möchten, geben Sie `ip addr add 192.168.12.154/30 brd + dev eth0` ein.

Damit die Verbindung funktioniert, müssen Sie außerdem das Standard-Gateway konfigurieren. Geben Sie `ip route add gateway_ip_address` ein, wenn Sie ein Gateway für Ihr System festlegen möchten. Um eine IP-Adresse in eine andere Adresse zu übersetzen, verwenden Sie `nat: ip route add nat ip_address via other_ip_address`.

Zum Anzeigen aller Geräte verwenden Sie `ip link ls`. Wenn Sie nur die aktiven Schnittstellen abrufen möchten, verwenden Sie `ip link ls up`. Um Schnittstellenstatistiken für ein Gerät zu drucken, geben Sie `ip -s link ls device_name` ein. Um die Adressen Ihrer Geräte anzuzeigen, geben Sie `ip addr` ein. In der Ausgabe von `ip addr` finden Sie auch Informationen zu MAC-Adressen Ihrer Geräte. Wenn Sie alle Routen anzeigen möchten, wählen Sie `ip route show`.

Weitere Informationen zur Verwendung von `ip` erhalten Sie, indem Sie `ip help` eingeben oder die man-Seite `ip(8)` aufrufen. Die Option `help` ist zudem für alle `ip`-Unterkommandos verfügbar. Wenn Sie beispielsweise Hilfe zu `ip addr` benötigen, geben Sie `ip addr help` ein. Suchen Sie die `ip`-Manualpage in der Datei `/usr/share/doc/packages/iproute2/ip-cref.pdf`.

### 20.6.3.2 Testen einer Verbindung mit ping

Der `ping`-Befehl ist das Standardwerkzeug zum Testen, ob eine TCP/IP-Verbindung funktioniert. Er verwendet das ICMP-Protokoll, um ein kleines Datenpaket, das ECHO\_REQUEST-Datagramm, an den Ziel-Host zu senden. Dabei wird eine sofortige Antwort angefordert. Wenn dies funktioniert, zeigt `ping` eine entsprechende Meldung an. Dies weist darauf hin, dass die Netzwerkverbindung ordnungsgemäß arbeitet.

`ping` testet nicht nur die Funktion der Verbindung zwischen zwei Computern, es bietet darüber hinaus grundlegende Informationen zur Qualität der Verbindung. In *Beispiel 20.11, „Ausgabe des ping-Befehls“* sehen Sie ein Beispiel der `ping`-Ausgabe. Die vorletzte Zeile enthält Informationen zur Anzahl der übertragenen Pakete, der verlorenen Pakete und der Gesamtlaufzeit von `ping`.

Als Ziel können Sie einen Hostnamen oder eine IP-Adresse verwenden, z. B. **ping** example.com oder **ping** 192.168.3.100. Das Programm sendet Pakete, bis Sie **Strg-C** drücken.

Wenn Sie nur die Funktion der Verbindung überprüfen möchten, können Sie die Anzahl der Pakete durch die Option **-c** beschränken. Wenn Sie die Anzahl beispielsweise auf drei Pakete beschränken möchten, geben Sie **ping -c 3 example.com** ein.

#### BEISPIEL 20.11 AUSGABE DES PING-BEFEHLS

```
ping -c 3 example.com
PING example.com (192.168.3.100) 56(84) bytes of data.
64 bytes from example.com (192.168.3.100): icmp_seq=1 ttl=49 time=188 ms
64 bytes from example.com (192.168.3.100): icmp_seq=2 ttl=49 time=184 ms
64 bytes from example.com (192.168.3.100): icmp_seq=3 ttl=49 time=183 ms
--- example.com ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2007ms
rtt min/avg/max/mdev = 183.417/185.447/188.259/2.052 ms
```

Das Standardintervall zwischen zwei Paketen beträgt eine Sekunde. Zum Ändern des Intervalls bietet das ping-Kommando die Option **-i**. Wenn beispielsweise das Ping-Intervall auf zehn Sekunden erhöht werden soll, geben Sie **ping -i 10 example.com** ein.

In einem System mit mehreren Netzwerkgeräten ist es manchmal nützlich, wenn der ping-Befehl über eine spezifische Schnittstellenadresse gesendet wird. Verwenden Sie hierfür die Option **-I** mit dem Namen des ausgewählten Geräts. Beispiel: **ping -I wlan1 example.com**.

Weitere Optionen und Informationen zur Verwendung von ping erhalten Sie, indem Sie **ping -h** eingeben oder die man-Seite **ping (8)** aufrufen.



### Tipp: Ping-Ermittlung für IPv6-Adressen

Verwenden Sie für IPv6-Adressen das Kommando **ping6**. Hinweis: Zur Ping-Ermittlung für Link-Local-Adressen müssen Sie die Schnittstelle mit **-I** angeben. Das folgende Kommando funktioniert, wenn die Adresse über **eth1** erreichbar ist:

```
ping6 -I eth1 fe80::117:21ff:feda:a425
```

## 20.6.4 Unit-Dateien und Startskripte

Neben den beschriebenen Konfigurationsdateien gibt es noch systemd-Unit-Dateien und verschiedene Skripte, die beim Booten des Computers die Netzwerkdienste laden. Diese werden gestartet, sobald das System auf das Ziel `multi-user.target` umgestellt wird. Eine Beschreibung für einige Unit-Dateien und Skripte finden Sie unter *Einige Unit-Dateien und Startskripte für Netzwerkprogramme*. Weitere Informationen zu `systemd` finden Sie unter *Kapitel 11, Der Daemon systemd*; weitere Informationen zu den `systemd`-Zielen finden Sie auf der man-Seite zu `systemd.special` (**man systemd.special**).

### EINIGE UNIT-DATEIEN UND STARTSKRIPTE FÜR NETZWERKPROGRAMME

#### network.target

`network.target` ist das systemd-Ziel für das Netzwerk, es ist jedoch abhängig von den Einstellungen, die der Systemadministrator angegeben hat.

Weitere Informationen finden Sie unter <http://www.freedesktop.org/wiki/Software/systemd/NetworkTarget/> .

#### multi-user.target

`multi-user.target` ist das systemd-Ziel für ein Mehrbenutzersystem mit allen erforderlichen Netzwerkdiensten.

#### xinetd.service

Startet xinetd. Mit xinetd können Sie Serverdienste auf dem System verfügbar machen. Beispielsweise kann er vsftpd starten, sobald eine FTP-Verbindung initiiert wird.

#### rpcbind.service

Startet das rpcbind-Dienstprogramm, das RPC-Programmnummern in universelle Adressen konvertiert. Es ist für RPC-Dienste wie NFS-Server erforderlich.

#### ypserv.service

Startet den NIS-Server.

#### ypbind.service

Startet den NIS-Client.

#### /etc/init.d/nfsserver

Startet den NFS-Server.

#### /etc/init.d/postfix

Steuert den postfix-Prozess.

## 20.7 Einrichten von Bonding-Geräten

Für bestimmte Systeme sind Netzwerkverbindungen erforderlich, die die normalen Anforderungen an die Datensicherheit oder Verfügbarkeit von typischen Ethernet-Geräten übertreffen. In diesen Fällen lassen sich mehrere Ethernet-Geräte zu einem einzigen Bonding-Gerät zusammenschließen.

Die Konfiguration des Bonding-Geräts erfolgt dabei über die Bonding-Modulooptionen. Das Verhalten ergibt sich im wesentlichen aus dem Modus des Bonding-Geräts. Standardmäßig gilt mode=active-backup; wenn das aktive Slave-Gerät ausfällt, wird also ein anderes Slave-Gerät aktiviert.



### Tipp: Bonding und Xen

Der Einsatz von Bonding-Geräten empfiehlt sich nur für Computer, in denen mehrere physische Netzwerkkarten eingebaut sind. Bei den meisten Konstellationen sollten Sie die Bonding-Konfiguration daher lediglich in Dom0 verwenden. Die Bond-Einrichtung in einem VM-Gast-System ist dabei nur dann sinnvoll, wenn dem VM-Gast mehrere Netzwerkkarten zugewiesen sind.

Zum Konfigurieren eines Bonding-Geräts gehen Sie wie folgt vor:

1. Führen Sie *YaST* > *Netzwerkgeräte* > *Netzwerkeinstellungen* aus.
2. Wählen Sie *Hinzufügen* und ändern Sie die Einstellung unter *Gerätetyp* in *Bond*. Fahren Sie mit *Weiter* fort.



3. Geben Sie an, wie dem Bonding-Gerät eine IP-Adresse zugewiesen werden soll. Hierfür stehen drei Methoden zur Auswahl:

- No IP Address (Keine IP-Adresse)
- Dynamic Address (with DHCP or Zeroconf) (Dynamische Adresse (mit DHCP oder Zeroconf))
- Statisch zugewiesene IP-Adresse

Wählen Sie die passende Methode für Ihre Umgebung aus.

4. Wählen Sie auf dem Karteireiter *Bond-Slaves* die Ethernet-Geräte aus, die in den Bond aufgenommen werden sollen. Aktivieren Sie hierzu die entsprechenden Kontrollkästchen.

5. Bearbeiten Sie die Einstellungen unter *Bond-Treiberoptionen*. Für die Konfiguration stehen die folgenden Modi zur Auswahl:

- balance-rr
- active-backup
- balance-xor
- Rundsendung

- 802.3ad  
802.3ad ist der standardisierte LACP-Modus mit „dynamischer Link-Aggregation nach IEEE 802.3ad“.
- balance-tlb
- balance-alb

6. Der Parameter `miimon=100` muss unter *Bond-Treiberoptionen* angegeben werden. Ohne diesen Parameter wird die Datenintegrität nicht regelmäßig überprüft.
7. Klicken Sie auf *Weiter*, und beenden Sie YaST mit *OK*. Das Gerät wird erstellt.

Alle Modi und viele weitere Optionen werden ausführlich im Dokument *Linux Ethernet Bonding Driver HOWTO* erläutert, das nach der Installation des Pakets `kernel-source` unter `/usr/src/linux/Documentation/networking/bonding.txt` verfügbar ist.

## 20.7.1 Hot-Plugging von Bonding-Slaves

In bestimmten Netzwerkkumgebungen (z. B. High Availability) muss eine Bonding-Slave-Schnittstelle durch eine andere Schnittstelle ersetzt werden. Dieser Fall tritt beispielsweise ein, wenn ein Netzwerkgerät wiederholt ausfällt. Die Lösung ist hier das Hot-Plugging der Bonding-Slaves. Der Bond wird wie gewohnt konfiguriert (gemäß `man 5 ifcfg-bonding`), beispielsweise:

```
ifcfg-bond0
    STARTMODE='auto' # or 'onboot'
    BOOTPROTO='static'
    IPADDR='192.168.0.1/24'
    BONDING_MASTER='yes'
    BONDING_SLAVE_0='eth0'
    BONDING_SLAVE_1='eth1'
    BONDING_MODULE_OPTS='mode=active-backup miimon=100'
```

Die Slaves werden mit `STARTMODE=hotplug` und `BOOTPROTO=none` angegeben:

```
ifcfg-eth0
    STARTMODE='hotplug'
    BOOTPROTO='none'
```

```
ifcfg-eth1
    STARTMODE='hotplug'
    BOOTPROTO='none'
```

Bei BOOTPROTO=none werden die `ethtool`-Optionen herangezogen (sofern bereitgestellt), es wird jedoch kein Link zu **ifup eth0 eingerichtet**. Dies ist darin begründet, dass die Slave-Schnittstelle durch den Bond-Master gesteuert wird.

Bei STARTMODE=hotplug wird die Slave-Schnittstelle dem Bond automatisch zugefügt, sobald diese verfügbar ist.

Die `udev`-Regeln unter `/etc/udev/rules.d/70-persistent-net.rules` müssen so geändert werden, dass das Gerät über die Bus-ID (`udev`-Schlüsselwort `KERNELS` „SysFS BusID“ wie in **hwinfo --netcard**) statt über die MAC-Adresse angesteuert wird, damit fehlerhafte Hardware ausgetauscht werden kann (Netzwerkkarte im gleichen Steckplatz, jedoch mit anderer MAC) und Verwirrung vermieden wird, da der Bond die MAC-Adresse aller Slaves ändert.

Beispiel:

```
SUBSYSTEM=="net", ACTION=="add", DRIVERS=="?*",
KERNELS=="0000:00:19.0", ATTR{dev_id}=="0x0", ATTR{type}=="1",
KERNEL=="eth*", NAME="eth0"
```

Beim Booten wartet der `systemd`-Service `network.service` nicht darauf, dass die Hot-Plug-Slaves einsatzbereit sind, sondern es wird die Bereitschaft des gesamten Bonds abgewartet, wofür mindestens ein verfügbarer Slave erforderlich ist. Wenn eine Slave-Schnittstelle aus dem System entfernt wird (durch Aufheben der Bindung an den NIC-Treiber, durch **rmmod** des NIC-Treibers oder durch normales PCI-Hot-Plug-Entfernen), so entfernt der Kernel die betreffende Schnittstelle automatisch aus dem Bond. Wird eine neue Karte in das System eingebaut (Austausch der Hardware im Steckplatz), benennt `udev` diese Karte anhand der Regel für busgestützte permanente Namen in den Namen des Slaves um und ruft **ifup** für die Karte auf. Mit dem **ifup**-Aufruf tritt die Karte automatisch in den Bond ein.

## 21 Zeitsynchronisierung mit NTP

Der NTP-(Network Time Protocol-)Mechanismus ist ein Protokoll für die Synchronisierung der Systemzeit über das Netzwerk. Erstens kann ein Computer die Zeit von einem Server abrufen, der als zuverlässige Zeitquelle gilt. Zweitens kann ein Computer selbst für andere Computer im Netzwerk als Zeitquelle fungieren. Es gibt zwei Ziele – das Aufrechterhalten der absoluten Zeit und das Synchronisieren der Systemzeit aller Computer im Netzwerk.

Das Aufrechterhalten der genauen Systemzeit ist in vielen Situationen wichtig. Die integrierte Hardware-Uhr erfüllt häufig nicht die Anforderungen bestimmter Anwendungen, beispielsweise Datenbanken oder Cluster. Die manuelle Korrektur der Systemzeit würde schwerwiegende Probleme nach sich ziehen; das Zurückstellen kann beispielsweise zu Fehlfunktionen wichtiger Anwendungen führen. Die Systemzeiten der in einem Netzwerk zusammengeschlossenen Computer müssen in der Regel synchronisiert werden. Es empfiehlt sich aber nicht, die Zeiten manuell anzugleichen. Vielmehr sollten Sie dazu NTP verwenden. Der NTP-Dienst passt die Systemzeit ständig anhand zuverlässiger Zeitserver im Netzwerk an. Zudem ermöglicht er die Verwaltung lokaler Referenzuhren, beispielsweise funkgesteuerter Uhren.



### Anmerkung

Folgen Sie den Anweisungen unter [\[Link\]](#), um die Zeitsynchronisierung mithilfe von Active Directory zu aktivieren.

## 21.1 Konfigurieren eines NTP-Client mit YaST

Der NTP-Daemon (`ntpd`) im `ntp`-Paket ist so voreingestellt, dass die Uhr des lokalen Computers als Zeitreferenz verwendet wird. Das Verwenden der Hardware-Uhr ist jedoch nur eine Ausweichlösung, wenn keine genauere Zeitquelle verfügbar ist. YaST erleichtert die Konfiguration von NTP-Clients.

### 21.1.1 Grundlegende Konfiguration

Die NTP-Client-Konfiguration mit YaST (*Netzwerkdienste > NTP-Konfiguration*) benötigt zwei Dialogfelder. Legen Sie den Startmodus `ntpd` und den abzufragenden Server auf dem Karteireiter *Allgemein Einstellungen* fest.

### *Nur manuell*

Wählen Sie *Nur manuell*, wenn der ntpd-Daemon manuell gestartet werden soll.

### *Jetzt und beim Booten*

Wählen Sie *Jetzt und beim Booten*, um ntpd automatisch beim Booten des Systems zu starten. Diese Einstellung wird dringend empfohlen.

## 21.1.2 Ändern der Basiskonfiguration

Die Server und anderen Zeitquellen für die Abfrage durch den Client sind im unteren Bereich im Karteireiter *Allgemeine Einstellungen* aufgelistet. Bearbeiten Sie diese Liste nach Bedarf mithilfe der Optionen *Hinzufügen*, *Bearbeiten* und *Löschen*. Mit Protokoll anzeigen können die Protokolldateien Ihres Clients angezeigt werden.

Klicken Sie auf *Hinzufügen*, um eine neue Quelle für Zeitinformationen hinzuzufügen. Wählen Sie im nachfolgenden Dialogfeld den Quellentyp aus, mit dem die Zeitsynchronisierung vorgenommen werden soll. Mit den zur Verfügung stehenden Optionen können Sie

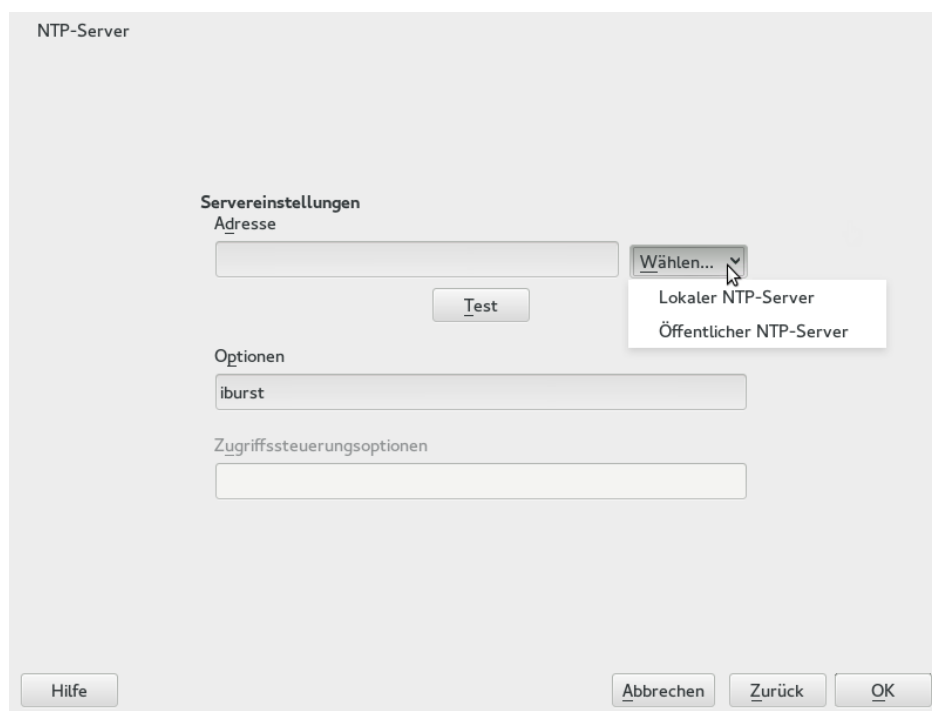


ABBILDUNG 21.1 YAST: NTP-SERVER

## Server

Geben Sie in der Pulldown-Liste unter *Auswählen* (siehe [Abbildung 21.1, „YaST: NTP-Server“](#)) an, ob die Zeitsynchronisierung anhand eines Zeitserver in Ihrem lokalen Netzwerk (*Lokaler NTP-Server*) oder eines Zeitserver im Internet erfolgen soll, der Ihre Zeitzone verwaltet (*Öffentlicher NTP-Server*). Bei einem lokalen Zeitserver klicken Sie auf *Lookup*, um eine SLP-Abfrage für verfügbare Zeitserver in Ihrem Netzwerk zu starten. Wählen Sie den am besten geeigneten Zeitserver in der Liste der Suchergebnisse aus und schließen Sie das Dialogfeld mit *OK*. Bei einem öffentlichen Zeitserver wählen Sie in der Liste unter *Öffentlicher NTP-Server* Ihr Land (Ihre Zeitzone) sowie einen geeigneten Server aus und schließen das Dialogfeld dann mit *OK*. Überprüfen Sie im Hauptdialogfeld die Verfügbarkeit des ausgewählten Servers mit *Test*. Unter *Optionen* können Sie weitere Optionen für *ntpd* einstellen. Mit den *Access Control Options* (Zugriffskontrolloptionen) können Sie die Aktionen einschränken, die der entfernte Computer mit dem Daemon Ihres Computers ausführen kann. Dieses Feld ist nur aktiviert, wenn die Option *Restrict NTP Service to Configured Servers Only* (NTP-Dienst auf konfigurierte Server beschränken) auf dem Karteireiter *Sicherheitseinstellungen* aktiviert ist (siehe [Abbildung 21.2, „Erweiterte NTP-Konfiguration: Sicherheitseinstellungen“](#)). Die Optionen entsprechen den *restrict*-Klauseln der Datei */etc/ntp.conf*. Die Klausel *nomodify notrap noquery* verhindert beispielsweise, dass der Server die NTP-Einstellungen Ihres Computers ändern und die Trap-Funktion (eine Fernprotokollierungsfunktion für Ereignisse) Ihres NTP-Daemons verwenden kann. Diese Einschränkungen werden besonders für Server außerhalb Ihrer Kontrolle empfohlen (z. B. im Internet). Ziehen Sie bezüglich detaillierter Informationen [/usr/share/doc/packages/ntp-doc zurate](#) (Bestandteil des *ntp-doc*-Pakets).

## Peer

Ein Peer ist ein Computer, mit dem eine symmetrische Beziehung eingerichtet wird: Er fungiert sowohl als Zeitserver als auch als Client. Wenn Sie einen Peer im selben Netzwerk anstelle eines Servers verwenden möchten, geben Sie die Adresse des Systems ein. Der Rest des Dialogfelds ist mit dem Dialogfeld *Server* identisch.

## Funkuhr

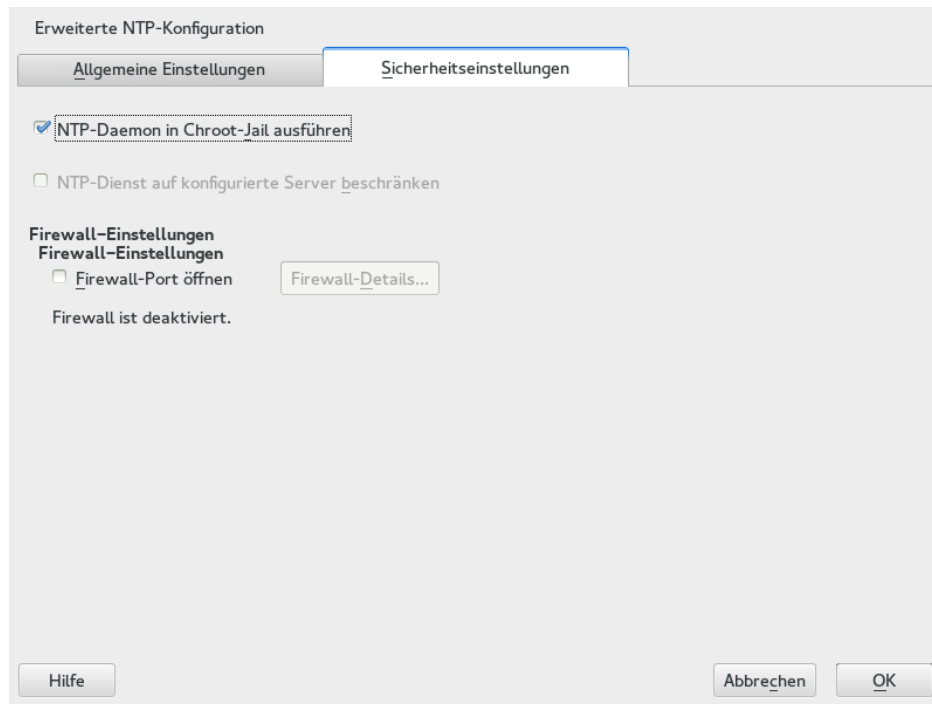
Wenn eine Funkuhr für die Zeitsynchronisierung in Ihrem System verwendet werden soll, geben Sie Uhrtyp, Gerätezahl, Geräte name und weitere Optionen in diesem Dialogfeld ein. Klicken Sie auf *Treiber-Kalibrierung*, um den Treiber genauer einzustellen. Detaillierte Informationen zum Betrieb einer lokalen Funkuhr finden Sie in [/usr/share/doc/packages/ntp-doc/refclock.html](#).

## Ausgangs-Broadcast

Zeitinformationen und Abfragen können im Netzwerk auch per Broadcast übermittelt werden. Geben Sie in diesem Dialogfeld die Adresse ein, an die Broadcasts gesendet werden sollen. Die Option für Broadcasts sollte nur aktiviert werden, wenn Ihnen eine zuverlässige Zeitquelle, etwa eine funkgesteuerte Uhr, zur Verfügung steht.

## Eingangs-Broadcast

Wenn Ihr Client die entsprechenden Informationen per Broadcast erhalten soll, geben Sie in diesen Feldern die Adresse ein, von der die jeweiligen Pakete akzeptiert werden sollen.



**ABBILDUNG 21.2 ERWEITERTE NTP-KONFIGURATION: SICHERHEITSEINSTELLUNGEN**

Legen Sie auf dem Karteireiter *Sicherheitseinstellungen* (siehe *Abbildung 21.2, „Erweiterte NTP-Konfiguration: Sicherheitseinstellungen“*) fest, ob `ntpd` in einem „Chroot Jail“ gestartet werden soll. Standardmäßig ist *DHCP-Daemon in Chroot-Jail starten* aktiviert. Hierdurch wird die Sicherheit im Falle eines Angriffs über `ntpd` erhöht, da der Angreifer daran gehindert wird, das gesamte System zu beeinträchtigen.

Die Option *NTP-Dienst auf konfigurierte Server beschränken* erhöht die Sicherheit Ihres Systems. Wenn gewählt, verhindert diese Option, dass entfernte Computer die NTP-Einstellungen Ihres Computers anzeigen und ändern und die Trap-Funktion für die Fernprotokollierung von Ereignissen verwenden können. Nach dem Aktivieren gelten diese Einschränkungen für alle entfern-

ten Computer, es sei denn, Sie überschreiben die Zugriffskontrolloptionen für einzelne Computer in der Liste der Zeitquellen auf dem Karteireiter *Allgemeine Einstellungen*. Allen anderen entfernten Computern wird nur die Abfrage der lokalen Zeit erlaubt.

Aktivieren Sie *Firewall-Port öffnen*, wenn SuSEFirewall2 aktiviert ist (Standardeinstellung). Wenn Sie den Port geschlossen lassen, können Sie keine Verbindung zum Zeitserver herstellen.

## 21.2 Manuelle Konfiguration von NTP im Netzwerk

Die einfachste Art der Verwendung eines Zeitservers im Netzwerk besteht darin, Serverparameter festzulegen. Wenn beispielsweise ein Zeitserver mit der Bezeichnung `ntp.example.com` vom Netzwerk aus erreichbar ist, ergänzen Sie die Datei `/etc/ntp.conf` um seinen Namen, indem Sie die folgende Zeile hinzufügen:

```
server ntp.example.com
```

Wenn Sie weitere Zeitserver hinzufügen möchten, fügen Sie zusätzliche Zeilen mit dem Schlüsselwort `server` ein. Nach der Initialisierung von `ntpd` mit dem Kommando **`systemctl start ntp.service`** dauert es etwa eine Stunde, bis die Zeit stabil ist und die Drift-Datei für das Korrigieren der lokalen Computeruhr erstellt wird. Mithilfe der Drift-Datei kann der systematische Fehler der Hardware-Uhr berechnet werden, sobald der Computer eingeschaltet wird. Die Korrektur kommt umgehend zum Einsatz und führt zu einer größeren Stabilität der Systemzeit.

Es gibt zwei Möglichkeiten, den NTP-Mechanismus als Client zu verwenden: Erstens kann der Client in regelmäßigen Abständen die Zeit von einem bekannten Server abfragen. Wenn viele Clients vorhanden sind, kann dies zu einer starken Auslastung des Servers führen. Zweitens kann der Client auf NTP-Broadcasts warten, die von Broadcast-Zeitservern im Netzwerk gesendet werden. Dieser Ansatz hat den Nachteil, dass die Qualität des Servers unbekannt ist und dass ein Server, der falsche Informationen sendet, zu schwerwiegenden Problemen führen kann.

Wenn die Zeit per Broadcast ermittelt wird, ist der Servername nicht erforderlich. Geben Sie in diesem Fall die Zeile `broadcastclient` in die Konfigurationsdatei `/etc/ntp.conf` ein. Wenn ein oder mehrere bekannte Zeitserver exklusiv verwendet werden sollen, geben Sie die Namen in der Zeile ein, die mit `servers` beginnt.



## 21.3 Dynamische Zeitsynchronisierung während der Laufzeit

Wenn das System ohne Netzwerkverbindung startet, fährt `ntpd` zwar hoch, kann jedoch nicht die DNS-Namen der in der Konfigurationsdatei festgelegten Zeitserver auflösen. Dies kann vorkommen, wenn Sie NetworkManager mit einem verschlüsselten WLAN verwenden.

Wenn `ntpd` die DNS-Namen während der Laufzeit auflösen soll, müssen Sie die Option `Dynamisch` festlegen. Wenn das Netzwerk dann einige Zeit nach dem Start aufgebaut wird, überprüft `ntpd` die Namen erneut und kann die Zeitserver zum Abrufen der Zeit erreichen.

Bearbeiten Sie `/etc/ntp.conf` manuell und fügen Sie `Dynamisch` zu einem oder mehreren `Server` einträgen hinzu:

```
server ntp.example.com dynamic
```

Oder verwenden Sie YaST, und gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Klicken Sie in YaST auf *Netzwerkdienste > NTP-Konfiguration*.
2. Wählen Sie den Server aus, der konfiguriert werden soll. Klicken Sie anschließend auf *Bearbeiten*.
3. Aktivieren Sie das Feld *Optionen* und fügen Sie `Dynamisch` hinzu. Verwenden Sie ein Leerzeichen zum Trennen, falls bereits andere Optionen eingetragen sind.
4. Klicken Sie auf *OK*, um das Dialogfeld für die Bearbeitung zu schließen. Wiederholen Sie den vorherigen Schritt, um alle Server wunschgemäß zu ändern.
5. Klicken Sie abschließend auf *OK*, um die Einstellungen zu speichern.

## 21.4 Einrichten einer lokalen Referenzuhr

Das Software-Paket `ntpd` enthält Treiber für das Verbinden lokaler Referenzuhren. Eine Liste unterstützter Uhren steht im Paket `ntp-doc` in der Datei `/usr/share/doc/packages/ntp-doc/refclock.html` zur Verfügung. Jeder Treiber ist mit einer Nummer verknüpft. In NTP wird die eigentliche Konfiguration mit Pseudo-IP-Adressen durchgeführt. Die Uhren werden so in die Datei `/etc/ntp.conf` eingegeben, als ob sie im Netzwerk vorhanden wären. Zu diesem

Zweck werden Ihnen spezielle IP-Adressen im Format 127.127.t.u zugewiesen. Hierbei steht t für den Uhrentyp und legt fest, welcher Treiber verwendet wird und u steht für die Einheit (unit), die die verwendete Schnittstelle bestimmt.

Im Regelfall verfügen die einzelnen Treiber über spezielle Parameter, die die Konfigurationsdetails beschreiben. Die Datei /usr/share/doc/packages/ntp-doc/drivers/driver*NN*.html (*NN* steht für die Anzahl der Treiber) bietet Informationen zum jeweiligen Uhrentyp. Für die Uhr vom „Typ 8“ (Funkuhr über serielle Schnittstelle) ist ein zusätzlicher Modus erforderlich, der die Uhr genauer angibt. Das Conrad DCF77-Empfängermodul weist beispielsweise Modus 5 auf. Wenn diese Uhr als bevorzugte Referenz verwendet werden soll, geben Sie das Schlüsselwort prefer an. Die vollständige server-Zeile für ein Conrad DCF77-Empfängermodul sieht folgendermaßen aus:

```
server 127.127.8.0 mode 5 prefer
```

Für andere Uhren gilt dasselbe Schema. Nach der Installation des Pakets ntp-doc steht die Dokumentation für ntp im Verzeichnis /usr/share/doc/packages/ntp-doc zur Verfügung. Die Datei /usr/share/doc/packages/ntp-doc/refclock.html enthält Links zu den Treiberseiten, auf denen die Treiberparameter beschrieben werden.

## 22 Verwendung von NetworkManager

NetworkManager ist die ideale Lösung für Notebooks und andere portable Computer. Es unterstützt die neuesten Verschlüsselungstypen und Standards für Netzwerkverbindungen, einschließlich Verbindungen zu Netzwerken, die nach 802.1X geschützt sind. 802.1X ist die „anschlussbasierte Netzwerkzugriffssteuerung des IEEE-Standards für lokale und innerstädtische Netzwerke“. Wenn Sie viel unterwegs sind und NetworkManager verwenden, brauchen Sie keine Gedanken mehr an die Konfiguration von Netzwerkschnittstellen und den Wechsel zwischen verkabelten und drahtlosen Netzwerken zu verschwenden. NetworkManager kann automatisch eine Verbindung zu bekannten drahtlosen Netzwerken aufbauen oder mehrere Netzwerkverbindungen parallel verwalten – die schnellste Verbindung wird in diesem Fall als Standard verwendet. Darüber hinaus können Sie zwischen verfügbaren Netzwerken manuell wechseln und Ihre Netzwerkverbindung über ein Miniprogramm im Systemabschnitt der Kontrollleiste verwalten. Anstelle nur einer Verbindung können mehrere Verbindungen gleichzeitig aktiv sein. Dies ermöglicht Ihnen, Ihr Notebook von einem Ethernet zu trennen und drahtlos verbunden zu bleiben.

### 22.1 Anwendungsbeispiele für den NetworkManager

NetworkManager enthält eine ausgereifte und intuitive Bedienoberfläche, über die Benutzer mühelos zwischen Netzwerkumgebungen wechseln können. In den folgenden Fällen ist der NetworkManager jedoch ungeeignet:

- Ihr Computer stellt Netzwerkdienste für andere Computer in Ihrem Netzwerk bereit (es handelt sich zum Beispiel um einen DHCP- oder DNS-Server)
- Ihr Computer ist ein Xen-Server oder Ihr System ein virtuelles System innerhalb von Xen.

## 22.2 Aktivieren oder Deaktivieren von Network-Manager

Auf Notebook-Computern ist NetworkManager standardmäßig aktiviert. Es lässt sich jedoch jederzeit im YaST-Modul „Netzwerkeinstellungen“ aktivieren oder deaktivieren.

1. Starten Sie YaST, und gehen Sie zu *Netzwerkgeräte > Netzwerkeinstellungen*.
2. Das Dialogfeld *Netzwerkeinstellungen* wird geöffnet. Klicken Sie auf den Karteireiter *Globale Optionen*.
3. Zum Konfigurieren und Verwalten der Netzwerkverbindungen mit NetworkManager gehen Sie wie folgt vor:
  - a. Wählen Sie im Feld *Netzwerkeinrichtungsmethode* die Option *Benutzergesteuert mithilfe von NetworkManager*.
  - b. Klicken Sie auf *OK*, und schließen Sie YaST.
  - c. Konfigurieren Sie die Netzwerkverbindungen mit NetworkManager gemäß den Anweisungen in *Abschnitt 22.3, „Konfigurieren von Netzwerkverbindungen“*.
4. Zum Deaktivieren von NetworkManager und Steuern des Netzwerks mit Ihrer eigenen Konfiguration gehen Sie wie folgt vor:
  - a. Wählen Sie im Feld *Netzwerkeinrichtungsmethode* die Option *Controlled by wicked* (Steuerung mit wicked).
  - b. Klicken Sie auf *OK*.
  - c. Richten Sie Ihre Netzwerkkarte mit YaST mithilfe der automatischen Konfiguration durch DHCP oder mithilfe einer statischen IP-Adresse ein.  
Eine ausführliche Beschreibung der Netzwerkkonfiguration mit YaST finden Sie in *Abschnitt 20.4, „Konfigurieren von Netzwerkverbindungen mit YaST“*.

## 22.3 Konfigurieren von Netzwerkverbindungen

Konfigurieren Sie nach der Aktivierung von NetworkManager in YaST Ihre Netzwerkverbindungen mit dem NetworkManager-Frontend, das in GNOME verfügbar ist. Hier sehen Sie Registerkarten für alle Arten von Netzwerkverbindungen, z. B. verkabelte, drahtlose, mobile Breitband-, DSL- und VPN-Verbindungen.

Zum Öffnen des Dialogfelds für die Netzwerkkonfiguration in GNOME öffnen Sie aus dem Statusmenü das Einstellungsmenü, und klicken Sie dort auf den Eintrag *Netzwerk*.



### Anmerkung: Verfügbarkeit von Optionen

Abhängig von Ihrer Systemeinrichtung dürfen Sie möglicherweise keine Verbindungen konfigurieren. In einer abgesicherten Umgebung sind eventuell einige Optionen gesperrt oder erfordern eine root-Berechtigung. Erfragen Sie Einzelheiten bei Ihrem Systemadministrator.

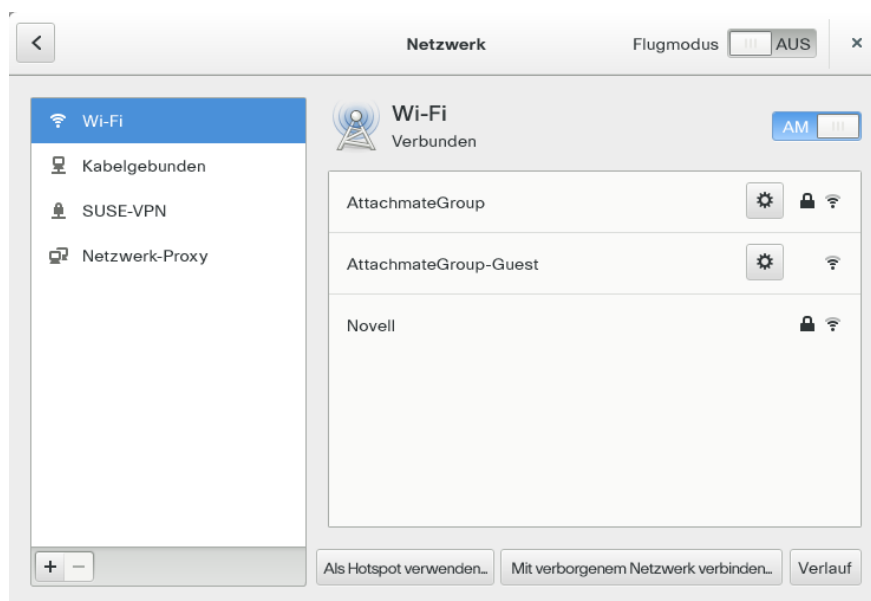


ABBILDUNG 22.1 DIALOGFELD „NETZWERKVERBINDUNGEN“ IN GNOME

### PROZEDUR 22.1 HINZUFÜGEN UND BEARBEITEN VON VERBINDUNGEN

1. Öffnen Sie das Dialogfeld „NetworkManager-Konfiguration“.
2. So fügen Sie eine Verbindung hinzu:

- a. Klicken Sie links unten auf das **+**-Symbol.
  - b. Wählen Sie den von Ihnen bevorzugten Verbindungstyp aus, und folgen Sie den Anweisungen.
  - c. Wenn Sie fertig sind, klicken Sie auf *Hinzufügen*.
  - d. Nachdem Sie Ihre Änderungen bestätigt haben, erscheint die neu konfigurierte Netzwerkverbindung im Statusmenü in der Liste der verfügbaren Netzwerke.
3. So bearbeiten Sie eine Verbindung:
- a. Wählen Sie den zu bearbeitenden Eintrag aus.
  - b. Klicken Sie auf das Zahnradsymbol, um das Dialogfeld *Verbindungseinstellungen* zu öffnen.
  - c. Nehmen Sie die gewünschten Änderungen vor und klicken Sie auf *Anwenden*, um diese zu speichern.
  - d. Wenn die Verbindung als Systemverbindung zur Verfügung stehen soll, gehen Sie zur Registerkarte *Identität*, und aktivieren Sie dort das Kontrollkästchen *Anderen Benutzern zur Verfügung stellen*. Nähere Informationen zu Benutzer- und Systemverbindungen finden Sie unter [Abschnitt 22.4.1, „Benutzer- und Systemverbindungen“](#).

## 22.3.1 Verwalten von kabelgebundenen Netzwerkverbindungen

Wenn Ihr Computer mit einem kabelgebundenen Netzwerk verbunden ist, verwenden Sie NetworkManager zur Verwaltung der Verbindung.

1. Öffnen Sie das Statusmenü und klicken Sie auf *Verkabelt*, um die Verbindungsdetails zu ändern oder die Verbindung zu deaktivieren.
2. Zum Ändern der Einstellungen klicken Sie auf *Einstellungen für kabelgebundenes Netzwerk* und danach auf das Zahnradsymbol.
3. Zum Deaktivieren aller Netzwerkverbindungen aktivieren Sie den *Flugzeugmodus*.

## 22.3.2 Verwalten von drahtlosen Netzwerkverbindungen

Die sichtbaren drahtlosen Netzwerke werden im Menü des GNOME NetworkManager-Miniprogramms unter *Drahtlose Netzwerke* aufgeführt. Die Signalstärke der einzelnen Netzwerke wird ebenfalls im Menü angezeigt. Verschlüsselte drahtlose Netzwerke sind mit einem blauen Schildsymbol gekennzeichnet.

### PROZEDUR 22.2 VERBINDEN MIT EINEM SICHTBAREN DRAHTLOSEN NETZWERK

1. Zum Verbinden mit einem sichtbaren drahtlosen Netzwerk öffnen Sie das Statusmenü, und klicken Sie auf *WLAN*.
2. Klicken Sie auf *Aktivieren*.
3. Klicken Sie auf *Netzwerk auswählen*, wählen Sie Ihr drahtloses Netzwerk aus, und klicken Sie auf *Verbinden*.
4. Wenn das Netzwerk verschlüsselt ist, öffnet sich ein Konfigurationsdialogfeld. Es gibt den Verschlüsselungstyp des Netzwerks an und enthält Textfelder für die Eingabe der Anmeldedaten.

### PROZEDUR 22.3 VERBINDEN MIT EINEM NICHT SICHTBAREN, DRAHTLOSEN NETZWERK

1. Zum Verbinden mit einem Netzwerk, das seine Dienstekennung (SSID oder ESSID) nicht aussendet und daher nicht automatisch erkannt werden kann, öffnen Sie das Statusmenü, und klicken Sie auf *WLAN*.
2. Klicken Sie auf *WLAN-Einstellungen*, um das detaillierte Einstellungsmenü zu öffnen.
3. Stellen Sie sicher, dass Ihr drahtloses Netzwerk aktiviert ist, und klicken Sie dann auf *Mit verborgenem Netzwerk verbinden*.
4. Geben Sie im daraufhin angezeigten Dialogfeld unter *Netzwerkname* die SSID oder ESSID ein und legen Sie gegebenenfalls die Verschlüsselungsparameter fest.

Die Verbindung zu einem drahtlosen Netzwerk, das explizit gewählt wurde, wird so lange wie möglich aufrecht erhalten. Wenn dabei ein Netzkabel angeschlossen ist, werden alle Verbindungen, für die *Stay connected when possible* (*Nach Möglichkeit verbunden bleiben*) festgelegt wurde, hergestellt, während die drahtlose Verbindung bestehen bleibt.

### 22.3.3 Konfigurieren der WLAN-/Bluetooth-Karte als Zugriffspunkt

Wenn Ihre WLAN-/Bluetooth-Karte den Zugriffspunktmodus unterstützt, können Sie NetworkManager zur Konfiguration verwenden.

1. Öffnen Sie das Statusmenü, und klicken Sie auf *WLAN*.
2. Klicken Sie auf *WLAN-Einstellungen*, um das detaillierte Einstellungsmenü zu öffnen.
3. Klicken Sie auf *Als Hotspot verwenden...* und folgen Sie den Anweisungen.
4. Verwenden Sie zur Verbindung mit dem Hotspot von einem Remote-Computer die im Dialogfeld angezeigten Anmeldedaten.

### 22.3.4 NetworkManager und VPN

NetworkManager unterstützt verschiedene Technologien für virtuelle private Netzwerke (VPN). Für jede Technologie bietet SUSE Linux Enterprise Desktop ein Basispaket mit generischer Unterstützung für NetworkManager. Zusätzlich müssen Sie auch das entsprechende Desktop-spezifische Paket für Ihr Miniprogramm installieren.

#### OpenVPN

Installieren Sie zur Verwendung dieser VPN-Technik

- NetworkManager-openvpn und
- NetworkManager-openvpn-gnome.

#### vpnc (Cisco)

Installieren Sie zur Verwendung dieser VPN-Technik

- NetworkManager-vpnc und
- NetworkManager-vpnc-gnome.

#### PPTP (Point-to-Point-Tunneling-Protokoll)

Installieren Sie zur Verwendung dieser VPN-Technik

- NetworkManager-pptp und
- NetworkManager-pptp-gnome.



Konfigurieren Sie Ihre VPN-Verbindung nach der Installation der Pakete, wie in *Prozedur 22.1, „Hinzufügen und Bearbeiten von Verbindungen“* beschrieben.

## 22.4 NetworkManager und Sicherheit

Der NetworkManager unterscheidet zwischen zwei Typen von drahtlosen Verbindungen: verbürgte und unverbürgte Verbindungen. Eine verbürgte Verbindung ist jedes Netzwerk, das Sie in der Vergangenheit explizit ausgewählt haben. Alle anderen sind unverbürgt. Verbürgte Verbindungen werden anhand des Namens und der MAC-Adresse des Zugriffspunkts identifiziert. Durch Verwendung der MAC-Adresse wird sichergestellt, dass Sie keinen anderen Zugriffspunkt mit dem Namen Ihrer verbürgten Verbindung verwenden können.

NetworkManager scannt in regelmäßigen Abständen nach verfügbaren drahtlosen Netzwerken. Wenn mehrere verbürgte Netzwerke gefunden werden, wird automatisch das zuletzt verwendete ausgewählt. Wenn keines der Netzwerke vertrauenswürdig ist, wartet NetworkManager auf Ihre Auswahl.

Wenn die Verschlüsselungseinstellung geändert wird, aber Name und MAC-Adresse gleich bleiben, versucht NetworkManager, eine Verbindung herzustellen. Zuvor werden Sie jedoch aufgefordert, die neuen Verschlüsselungseinstellungen zu bestätigen und Aktualisierungen, z. B. einen neuen Schlüssel, bereitzustellen.

Wenn Sie von der Verwendung einer drahtlosen Verbindung in den Offline-Modus wechseln, blendet NetworkManager die SSID oder ESSID aus. So wird sichergestellt, dass die Karte nicht mehr verwendet wird.

### 22.4.1 Benutzer- und Systemverbindungen

NetworkManager kennt zwei Verbindungsarten: Benutzer- und System-Verbindungen. Bei Benutzerverbindungen handelt es sich um Verbindungen, die für NetworkManager verfügbar werden, sobald sich der erste Benutzer anmeldet. Alle erforderlichen Legitimationsdaten werden vom Benutzer angefordert, und wenn er sich abmeldet, werden die Verbindungen getrennt und aus NetworkManager entfernt. Als Systemverbindung definierte Verbindungen können für alle Benutzer freigegeben werden und sind direkt nach dem Start von NetworkManager verfügbar, bevor sich Benutzer angemeldet haben. Für Systemverbindungen müssen alle Berechtigungsnachweise zum Zeitpunkt der Verbindungserstellung angegeben werden. Über Systemverbindungen können automatisch Verbindungen mit Netzwerken hergestellt werden, für die

eine Autorisierung erforderlich ist. Informationen zum Konfigurieren von Benutzer- oder Systemverbindungen mit NetworkManager finden Sie unter [Abschnitt 22.3, „Konfigurieren von Netzwerkverbindungen“](#).

## 22.4.2 Speichern von Passwörtern und Berechtigungsnachweisen

Wenn Sie Ihre Berechtigungsnachweise nicht bei jedem Verbindungsversuch mit einem verschlüsselten Netzwerk erneut eingeben wollen, können Sie den GNOME Keyring Manager verwenden, um Ihre Berechtigungsnachweise verschlüsselt und durch Master-Passwort geschützt auf der Festplatte zu speichern.

NetworkManager kann auch seine Zertifikate für sichere Verbindungen (z. B. verschlüsselte Kabel-, Funk- oder VPN-Verbindungen) vom Zertifikatspeicher abrufen. Weitere Informationen hierzu finden Sie in *Book “Security Guide” 12 “Certificate Store”*.

## 22.5 Häufig gestellte Fragen

Nachfolgend finden Sie einige häufig gestellte Fragen zum Konfigurieren spezieller Netzwerkoptionen mit NetworkManager.

### 22.5.1 Wie kann eine Verbindung an ein bestimmtes Gerät gebunden werden?

Standardmäßig sind Verbindungen in NetworkManager gerätetypspezifisch: Sie gelten für alle physischen Geräte desselben Typs. Wenn mehrere physische Geräte pro Verbindungsart verfügbar sind (z. B. wenn Ihr Gerät mit zwei Ethernet-Karten ausgestattet ist), können Sie eine Verbindung an ein bestimmtes Gerät binden.

Schlagen Sie dafür in GNOME zunächst die MAC-Adresse Ihres Geräts in der *Verbindungsinformation* nach, die über das Miniprogramm zur Verfügung steht, oder verwenden Sie die Ausgabe von Kommandozeilenwerkzeugen wie `nm-tool` oder `wicked show all`. Starten Sie dann das Dialogfeld zur Konfiguration von Netzwerkverbindungen und wählen Sie die Verbindung aus, die Sie ändern möchten. Geben Sie auf der Registerkarte *Verkabelt* oder *Drahtlos* die MAC-Adresse des Geräts ein und bestätigen Sie Ihre Änderungen.

### 22.5.2 Wie wird ein bestimmter Zugriffspunkt angegeben, wenn mehrere Zugriffspunkte mit derselben ESSID erkannt werden?

Wenn mehrere Zugriffspunkte mit unterschiedlichen Funkfrequenzbereichen (a/b/g/n) verfügbar sind, wird standardmäßig der Zugriffspunkt mit dem stärksten Signal automatisch gewählt. Um diesen Vorgang außer Kraft zu setzen, verwenden Sie das Feld *BSSID* beim Konfigurieren Ihrer drahtlosen Verbindungen.

Der Basic Service Set Identifier (BSSID) identifiziert jedes Basic Service Set eindeutig. In einem Basic Service Set der Infrastruktur entspricht die BSSID der MAC-Adresse des drahtlosen Zugriffspunkts. In einem unabhängigen (Ad-hoc) Basic Service Set entspricht die BSSID einer lokal verwalteten MAC-Adresse, die aus einer 46-Bit-Zufallszahl generiert wird.

Starten Sie den Dialog die die Konfiguration von Netzwerkverbindungen wie in [Abschnitt 22.3, „Konfigurieren von Netzwerkverbindungen“](#) beschrieben. Wählen Sie die drahtlose Verbindung, die Sie ändern möchten, und klicken Sie auf *Bearbeiten*. Geben Sie im Karteireiter *Drahtlos* die BSSID ein.

### 22.5.3 Wie werden Netzwerkverbindungen mit anderen Computern freigegeben?

Das primäre Gerät (das Gerät, das mit dem Internet verbunden ist) benötigt keine spezielle Konfiguration. Jedoch müssen Sie das Gerät, das mit dem lokalen Hub oder Computer verbunden ist, wie folgt konfigurieren:

1. Starten Sie den Dialog die die Konfiguration von Netzwerkverbindungen wie in [Abschnitt 22.3, „Konfigurieren von Netzwerkverbindungen“](#) beschrieben. Wählen Sie die Verbindung, die Sie ändern möchten, und klicken Sie auf *Bearbeiten*. Wechseln Sie zum Karteireiter *IPv4-Einstellungen*, und wählen Sie im Dropdown-Feld *Methode* die Option *Shared to other computers* (Für andere Computer freigegeben). Damit ist die Weiterleitung von IP-Netzwerkverkehr möglich und ein DHCP-Server wird auf dem Gerät ausgeführt. Bestätigen Sie Ihre Änderungen in NetworkManager.
2. Da der DHCP-Server den Port 67 verwendet, stellen Sie sicher, dass dieser nicht durch die Firewall blockiert ist: Starten Sie YaST auf dem Computer, der die Verbindungen nutzen möchte, und wählen Sie *Sicherheit und Benutzer* > *Firewall*. Wechseln Sie zur Kategorie *Erlaubte Dienste*. Wenn *DCHP-Server* nicht bereits als *Erlaubter Dienst* angezeigt ist, wählen Sie *DCHP-Server* aus *Services to Allow* (Erlaubte Dienste) und klicken Sie auf *Hinzufügen*. Bestätigen Sie Ihre Änderungen in YaST.

### 22.5.4 Wie kann statische DNS-Information mit automatischen (DHCP-, PPP-, VPN-) Adressen bereitgestellt werden?

Falls ein DHCP-Server ungültige DNS-Informationen (und/oder Routen) liefert, können Sie diese überschreiben. Starten Sie den Dialog für die Konfiguration von Netzwerkverbindungen wie in [Abschnitt 22.3, „Konfigurieren von Netzwerkverbindungen“](#) beschrieben. Wählen Sie die Verbindung, die Sie ändern möchten, und klicken Sie auf *Bearbeiten*. Öffnen Sie den Karteireiter *IPv4-Einstellungen*, und wählen Sie im Dropdown-Feld *Methode* die Option *Automatic (DHCP) addresses only* (Nur automatische (DHCP-) Adressen). Geben Sie die DNS-Information in die Felder *DNS-Server* und *Suchdomänen* ein. Sollen automatisch abgerufene Routen ignoriert werden, klicken Sie auf *Routes* (Routen) und aktivieren Sie das Kontrollkästchen *Ignore automatically obtained routes* (Automatisch abgerufene Routen ignorieren). Bestätigen Sie Ihre Änderungen.

**22.5.5** Wie kann NetworkManager dazu veranlasst werden, eine Verbindung zu passwortgeschützten Netzwerken aufzubauen, bevor sich ein Benutzer anmeldet?

Definieren Sie eine Systemverbindung, die für solche Zwecke verwendet werden kann. Weitere Informationen hierzu finden Sie in [Abschnitt 22.4.1, „Benutzer- und Systemverbindungen“](#).

## 22.6 Fehlersuche

Es können Verbindungsprobleme auftreten. Bei NetworkManager sind unter anderem die Probleme bekannt, dass das Miniprogramm nicht startet oder eine VPN-Option fehlt. Die Methoden zum Lösen und Verhindern dieser Probleme hängen vom verwendeten Werkzeug ab.

### NetworkManager-Desktop-Applet wird nicht gestartet

Das Miniprogramm wird automatisch gestartet, wenn das Netzwerk für die NetworkManager-Steuerung eingerichtet ist. Wenn das Miniprogramm/Widget nicht gestartet wird, überprüfen Sie, ob NetworkManager in YaST aktiviert ist (siehe [Abschnitt 22.2, „Aktivieren oder Deaktivieren von NetworkManager“](#)). Überprüfen Sie dann, ob das NetworkManager-gnome-Paket installiert ist.

Wenn das Desktop-Miniprogramm installiert ist, aber aus einem unbestimmten Grund nicht ausgeführt wird, starten Sie es manuell. Wenn das Desktop-Miniprogramm installiert ist, aber nicht ausgeführt wird, starten Sie es manuell über das Kommando **nm-applet**.

### Das NetworkManager-Applet beinhaltet keine VPN-Option

Die Unterstützung für NetworkManager-Miniprogramme sowie VPN für NetworkManager wird in Form separater Pakete verteilt. Wenn Ihr NetworkManager-Applet keine VPN-Option enthält, überprüfen Sie, ob die Pakete mit der NetworkManager-Unterstützung für Ihre VPN-Technologie installiert sind. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 22.3.4, „NetworkManager und VPN“](#).

### Keine Netzwerkverbindung verfügbar

Wenn Sie Ihre Netzwerkverbindung korrekt konfiguriert haben und alle anderen Komponenten für die Netzwerkverbindung (Router etc.) auch gestartet sind und ausgeführt werden, ist es manchmal hilfreich, die Netzwerkschnittstellen auf Ihrem Computer erneut zu starten. Melden Sie sich dazu bei einer Kommandozeile als root an, und führen Sie das Kommando **systemctl restart wicked.services** aus.

## 22.7 Weiterführende Informationen

Weitere Informationen zu NetworkManager finden Sie auf den folgenden Websites und in folgenden Verzeichnissen:

### Projektseite von NetworkManager

<http://projects.gnome.org/NetworkManager/> 

### Dokumentation zu den einzelnen Paketen

Sehen Sie sich auch die neuesten Informationen zu NetworkManager und dem GNOME-Miniprogramm in den folgenden Verzeichnissen an:

- [/usr/share/doc/packages/NetworkManager/](#),
- [/usr/share/doc/packages/NetworkManager-gnome/](#).

## 23 Samba

Mit Samba kann ein Unix-Computer als Datei- und Druckserver für Mac OS X-, Windows- und OS/2-Computer konfiguriert werden. Samba ist mittlerweile ein sehr umfassendes und komplexes Produkt. Konfigurieren Sie Samba mit YaST oder indem Sie die Konfigurationsdatei manuell bearbeiten.

### 23.1 Terminologie

Im Folgenden werden einige Begriffe erläutert, die in der Samba-Dokumentation und im YaST-Modul verwendet werden.

#### SMB-Protokoll

Samba verwendet das SMB-Protokoll (Server Message Block), das auf den NetBIOS-Diensten basiert. Microsoft veröffentlichte das Protokoll, damit auch andere Softwarehersteller Anbindungen an ein Microsoft-Domänennetzwerk einrichten konnten. Samba setzt das SMB- auf das TCP/IP-Protokoll auf. Entsprechend muss auf allen Clients das TCP/IP-Protokoll installiert sein.

#### CIFS-Protokoll

Das CIFS-Protokoll (Common Internet File System) ist ein weiteres von Samba unterstütztes Protokoll. CIFS definiert ein Standardprotokoll für den Fernzugriff auf Dateisysteme über das Netzwerk, das Benutzergruppen die netzwerkweite Zusammenarbeit und gemeinsame Dokumentbenutzung ermöglicht.

#### NetBIOS

NetBIOS ist eine Softwareschnittstelle (API) für die Kommunikation zwischen Computern, die einen Name Service bereitstellen. Mit diesem Dienst können die an das Netzwerk angeschlossenen Computer Namen für sich reservieren. Nach dieser Reservierung können die Computer anhand ihrer Namen adressiert werden. Für die Überprüfung der Namen gibt es keine zentrale Instanz. Jeder Computer im Netzwerk kann beliebig viele Namen reservieren, solange die Namen noch nicht Gebrauch sind. Die NetBIOS-Schnittstelle kann in unterschiedlichen Netzwerkarchitekturen implementiert werden. Eine Implementierung, die relativ eng mit der Netzwerkhardware arbeitet, ist NetBEUI (häufig auch als NetBIOS bezeichnet). Mit NetBIOS implementierte Netzwerkprotokolle sind IPX (NetBIOS über TCP/IP) von Novell und TCP/IP.

Die per TCP/IP übermittelten NetBIOS-Namen haben nichts mit den in der Datei `/etc/hosts` oder per DNS vergebenen Namen zu tun. NetBIOS ist ein eigener, vollständig unabhängiger Namensraum. Es empfiehlt sich jedoch, für eine einfachere Administration NetBIOS-Namen zu vergeben, die den jeweiligen DNS-Hostnamen entsprechen, oder DNS nativ zu verwenden. Für einen Samba-Server ist dies die Voreinstellung.

### Samba-Server

Samba-Server stellt SMB/CIFS-Dienste sowie NetBIOS over IP-Namensdienste für Clients zur Verfügung. Für Linux gibt es drei Dämonen für Samba-Server: `smbd` für SMB/CIFS-Dienste, `nmbd` für Naming Services und `winbind` für Authentifizierung.

### Samba-Client

Der Samba-Client ist ein System, das Samba-Dienste von einem Samba-Server über das SMB-Protokoll nutzt. Das Samba-Protokoll wird von allen gängigen Betriebssystemen wie Mac OS X, Windows und OS/2 unterstützt. Auf den Computern muss das TCP/IP-Protokoll installiert sein. Für die verschiedenen UNIX-Versionen stellt Samba einen Client zur Verfügung. Für Linux gibt es zudem ein Dateisystem-Kernel-Modul für SMB, das die Integration von SMB-Ressourcen auf Linux-Systemebene ermöglicht. Sie brauchen für den Samba-Client keinen Dämon auszuführen.

### Freigaben

SMB-Server stellen den Clients Ressourcen in Form von Freigaben (Shares) zur Verfügung. Freigaben sind Drucker und Verzeichnisse mit ihren Unterverzeichnissen auf dem Server. Eine Freigabe wird unter einem eigenen Namen exportiert und kann von Clients unter diesem Namen angesprochen werden. Der Freigabename kann frei vergeben werden. Er muss nicht dem Namen des exportierten Verzeichnisses entsprechen. Ebenso wird einem Drucker ein Name zugeordnet. Clients können mit diesem Namen auf den Drucker zugreifen.

### DC

Ein Domänencontroller (DC) ist ein Server, der Konten in der Domäne verwaltet. Zur Datenreplikation stehen zusätzliche Domain Controller in einer Domäne zur Verfügung.

## 23.2 Installieren eines Samba-Servers

Zur Installation eines Samba-Servers starten Sie YaST, und wählen Sie *Software > Software installieren oder löschen*. Wählen Sie *Anzeigen > Schemata* und dann *Dateiserver*. Bestätigen Sie die Installation der erforderlichen Pakete, um den Installationsvorgang abzuschließen.

## 23.3 Konfigurieren eines Samba-Servers

Informationen zum Konfigurieren eines Samba-Servers finden Sie in der Dokumentation für SUSE Linux Enterprise Server.

## 23.4 Konfigurieren der Clients

Clients können auf den Samba-Server nur über TCP/IP zugreifen. NetBEUI oder NetBIOS über IPX können mit Samba nicht verwendet werden.

### 23.4.1 Konfigurieren eines Samba-Clients mit YaST

Konfigurieren Sie einen Samba-Client, um auf Ressourcen (Dateien oder Drucker) auf dem Samba- oder Windows-Server zuzugreifen. Geben Sie im Dialogfeld *Netzwerkdienste > Windows-Domänenmitgliedschaft* die NT- oder Active Directory-Domäne oder -Arbeitsgruppe an. Wenn Sie *Zusätzlich SMB-Informationen für Linux-Authentifizierung verwenden* aktivieren, erfolgt die Benutzerauthentifizierung über den Samba-NT- oder Kerberos-Server.

Klicken Sie für erweiterte Konfigurationsoptionen auf *Einstellungen für Experten*. Sie können z. B. über die Tabelle *Serververzeichnis einhängen* das automatische Einhängen des Server-Basisverzeichnisses bei der Authentifizierung aktivieren. Auf diese Weise können Benutzer auf ihre Home-Verzeichnisse zugreifen, wenn diese in CIFS gehostet sind. Einzelheiten finden Sie auf der man-Seite zu pam\_mount.

Bestätigen Sie zum Abschluss alle Einstellungen, um die Konfiguration zu beenden.

## 23.5 Samba als Anmeldeserver

In Netzwerken, in denen sich überwiegend Windows-Clients befinden, ist es oft wünschenswert, dass sich Benutzer nur mit einem gültigen Konto und zugehörigem Passwort anmelden dürfen. In einem Windows-basierten Netzwerk wird diese Aufgabe von einem Primary Domain Controller (PDC) übernommen. Sie können einen Windows NT-Server verwenden, der als PDC konfiguriert ist; diese Aufgabe kann aber auch mithilfe eines Samba-Servers ausgeführt werden. Es müssen Einträge im Abschnitt [global] von smb.conf vorgenommen werden. Diese werden in *Beispiel 23.1, „Abschnitt „global“ in smb.conf“* beschrieben.



```
[global]
    workgroup = WORKGROUP
    domain logons = Yes
    domain master = Yes
```

Die Benutzerkonten und Passwörter müssen in ein Windows-konformes Verschlüsselungsformat umgewandelt werden. Dies erfolgt mit dem Befehl `smbpasswd -a name`. Da nach dem Windows-Domänenkonzept auch die Computer selbst ein Domänenkonto benötigen, wird dieses mit den folgenden Kommandos angelegt:

```
useradd hostname\$
smbpasswd -a -m hostname
```

Mit dem Befehl `useradd` wird ein Dollarzeichen hinzugefügt. Der Befehl `smbpasswd` fügt dieses bei der Verwendung des Parameters `-m` automatisch hinzu. In der kommentierten Beispielkonfiguration (`/usr/share/doc/packages/Samba/examples/smb.conf.SuSE`) sind Einstellungen enthalten, die diese Aufgabe automatisieren.

```
add machine script = /usr/sbin/useradd -g nogroup -c "NT Machine Account" \
-s /bin/false %m\$
```

Um sicherzustellen, dass Samba dieses Skript korrekt ausführen kann, wählen Sie einen Samba-Benutzer mit den erforderlichen Administratorberechtigungen und fügen Sie ihn zur Gruppe `ntadmin` hinzu. Anschließend können Sie allen Mitgliedern der Linux-Gruppe den Status `Domain Admin` zuweisen, indem Sie folgendes Kommando eingeben:

```
net groupmap add ntgroup="Domain Admins" unixgroup=ntadmin
```

## 23.6 Weitere Themen

In diesem Abschnitt lernen Sie fortgeschrittene Verfahren zur Verwaltung des Client- und des Serverteils der Samba-Suite kennen.

## 23.6.1 Transparente Dateikomprimierung mit Btrfs

Mit Samba können die Clients die Flags für die Datei- und Verzeichniskomprimierung für Freigaben, die sich im Btrfs-Dateisystem befinden, im Fernverfahren bearbeiten. Windows Explorer bietet im Dialogfeld *Datei > Eigenschaften > Erweitert* die Möglichkeit, die Dateien/Verzeichnisse zur transparenten Komprimierung zu kennzeichnen:

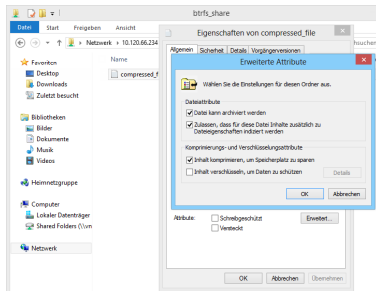


ABBILDUNG 23.1 DIALOGFELD ERWEITERTE ATTRIBUTE IN WINDOWS EXPLORER

Die zur Komprimierung gekennzeichneten Dateien werden beim Zugreifen oder Ändern transparent durch das zugrunde liegende Dateisystem komprimiert bzw. dekomprimiert. Damit sparen Sie Speicherplatz, doch beim Zugreifen auf die Datei wird die CPU stärker beansprucht. Neue Dateien und Verzeichnisse übernehmen das Komprimierungs-Flag vom übergeordneten Verzeichnis, sofern sie nicht mit der Option `FILE_NO_COMPRESSION` erstellt werden.

Komprimierte Dateien und Verzeichnisse werden in Windows Explorer anders dargestellt als nicht komprimierte Dateien und Verzeichnisse:

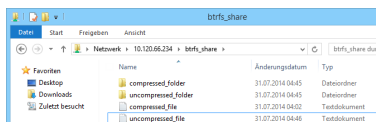


ABBILDUNG 23.2 WINDOWS EXPLORER-ANZEIGE MIT KOMPRIMIERTEN DATEIEN

Sie können die Komprimierung der Samba-Freigabe wahlweise manuell aktivieren (fügen Sie hierzu

```
vfs objects = btrfs
```

in die Freigabekonfiguration in `/etc/samba/smb.conf` ein) oder mit YaST. Wählen Sie hierzu *Netzwerkdienste > Samba-Server > Hinzufügen*, und aktivieren Sie die Option *Btrfs-Funktionen verwenden*.

## 23.6.2 Aufnahmen

Snapshots (auch als Schattenkopien bezeichnet) sind Kopien des Zustands eines Subvolumens in einem Dateisystem zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Verwaltung dieser Snapshots in Linux erfolgt mit Snapper. Die Snapshots werden auf dem Btrfs-Dateisystem sowie auf LVM-Volumen mit Thin-Provisioning unterstützt. Die Samba-Suite unterstützt die Verwaltung von Remote-Snapshots über das FSRVP-Protokoll sowohl auf Server- als auch auf Clientseite.

### 23.6.2.1 Frühere Versionen

Die Snapshots auf einem Samba-Server können für entfernte Windows-Clients als Datei- oder Verzeichnis-Vorgängerversionen gezeigt werden.

Zum Aktivieren von Snapshots auf einem Samba-Server müssen die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die SMB-Netzwerkfreigabe befindet sich auf einem Btrfs-Subvolume.
- Für den Pfad der SMB-Netzwerkfreigabe ist eine zugehörige Snapper-Konfigurationsdatei vorhanden. Sie können die Snapper-Datei wie folgt erstellen:

```
snapper -c <cfg_name> create-config /path/to/share
```

Weitere Informationen zu Snapper finden Sie in *Kapitel 4, Systemwiederherstellung und Snapshot-Verwaltung mit Snapper*.

- Der Snapshot-Verzeichnisbaum muss den Zugriff für relevante Benutzer ermöglichen. Weitere Informationen finden Sie auf der man-Seite zu `vfs_snapper` (**man 8 vfs\_snapper**) im Abschnitt zu den Berechtigungen.

Sollen Remote-Snapshots unterstützt werden, müssen Sie die Datei `/etc/samba/smb.conf` bearbeiten. Verwenden Sie hierzu wahlweise *YaST > Netzwerkdienste > Samba-Server*, oder bearbeiten Sie den relevanten Freigabeabschnitt manuell mit

```
vfs objects = snapper
```

Damit die manuellen Änderungen an `smb.conf` in Kraft treten, müssen Sie den Samba-Service wie folgt neu starten:

```
systemctl restart nmb.service smb.service
```

**Neue Freigabe**

**Identifikation**

Freigabename

Beschreibung der Freigabe

**Freigabetyp**

☐ Drucker

☒ Verzeichnis

Pfad für Freigabe

☐ Nur-Lesen

☒ ACLs vererben

☒ Snapshots zeigen

☐ Btrfs-Funktionen verwenden

ABBILDUNG 23.3 HINZUFÜGEN EINER NEUEN SAMBA-FREIGABE MIT AKTIVIERTER SNAPSHOT-AUFNAHME

Nach der Konfiguration können Sie auf die Snapshots, die Snapper für den Samba-Freigabepfad erstellt hat, in Windows Explorer über die Registerkarte *Vorgängerversionen* für eine Datei oder ein Verzeichnis zugreifen.

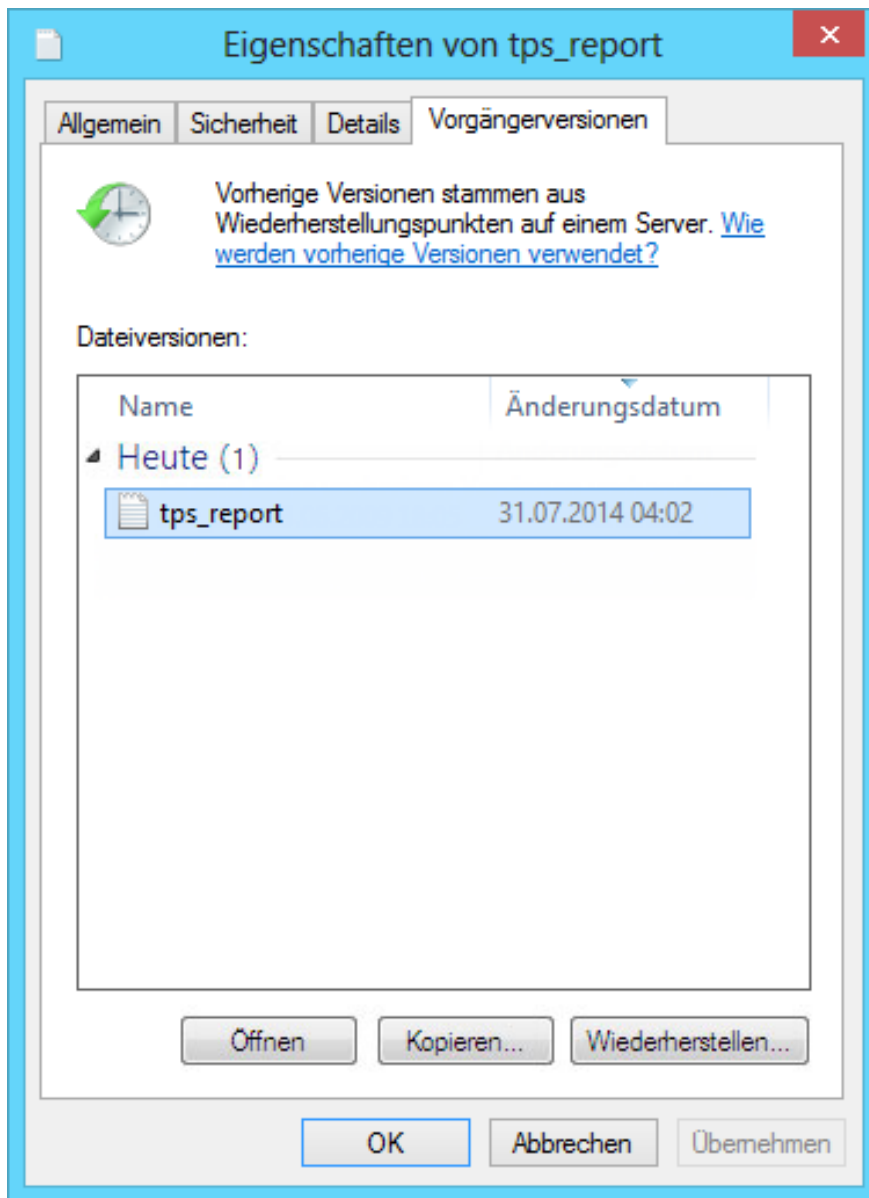


ABBILDUNG 23.4 DIE REGISTERKARTE VORGÄNGERVERSIONEN IN WINDOWS EXPLORER

### 23.6.2.2 Remote-Snapshots für Freigaben

Standardmäßig können Snapshots lediglich lokal auf dem Samba-Server erstellt und gelöscht werden (mit dem Kommandozeilenprogramm Snapper oder mit der Zeitleistenfunktion in Snapper).

Sie können Samba so konfigurieren, dass Anfragen zum Erstellen und Löschen von Snapshots für Freigaben verarbeitet werden, die von entfernten Hosts über das FSRVP (File Server Remote VSS-Protokoll) gesendet werden.

Neben den Konfigurationsschritten und Voraussetzungen in [Abschnitt 23.6.2.1, „Frühere Versionen“](#) ist die folgende globale Konfiguration in `/etc/samba/smb.conf` erforderlich:

```
[global]
rpc_daemon:fssd = fork
registry shares = yes
include = registry
```

FSRVP-Clients (auch **`rpcclient`** in Samba und **`DiskShadow.exe`** in Windows Server 2012) können dann Samba anweisen, einen Snapshot für eine bestimmte Freigabe zu erstellen und den Snapshot als neue Freigabe zu zeigen.

### 23.6.2.3 Fernverwaltung von Snapshots in Linux mit **`rpcclient`**

Das Paket `samba-client` umfasst einen FSRVP-Client, der im Fernverfahren eine Anfrage an einen Windows-/Samba-Server stellen kann, einen Snapshot für eine bestimmte Freigabe zu erstellen und zu zeigen. Anschließend können Sie die gezeigte Freigabe mit den vorhandenen Werkzeugen in SUSE Linux Enterprise Server einhängen und die Dateien in dieser Freigabe sichern. Die Anfragen werden über die Binärdatei **`rpcclient`** an den Server gesendet.

#### BEISPIEL 23.2 ANFORDERN EINES SNAPSHOTS FÜR EINE WINDOWS SERVER 2012-FREIGABE MIT **`rpcclient`**

Stellen Sie eine Verbindung zum Server `win-server.example.com` als Administrator in der Domäne `EXAMPLE` her:

```
# rpcclient -U 'EXAMPLE\Administrator' ncacn_np:win-
server.example.com[ndr64,sign]
Enter EXAMPLE/Administrator's password:
```

Überprüfen Sie, ob die SMB-Freigabe für **`rpcclient`** sichtbar ist:

```
rpcclient $> netshareenum
netname: windows_server_2012_share
remark:
path:    C:\Shares\windows_server_2012_share
password:      (null)
```

Überprüfen Sie, ob die SMB-Freigabe das Erstellen von Snapshots unterstützt:

```
rpcclient $> fss_is_path_sup windows_server_2012_share \  
UNC \\WIN-SERVER\windows_server_2012_share\ supports shadow copy requests
```

Fordern Sie die Erstellung eines Snapshots für eine Freigabe an:

```
rpcclient $> fss_create_expose backup ro windows_server_2012_share  
13fe880e-e232-493d-87e9-402f21019fb6: shadow-copy set created  
13fe880e-e232-493d-87e9-402f21019fb6(1c26544e-8251-445f-be89-d1e0a3938777): \  
\\WIN-SERVER\windows_server_2012_share\ shadow-copy added to set  
13fe880e-e232-493d-87e9-402f21019fb6: prepare completed in 0 secs  
13fe880e-e232-493d-87e9-402f21019fb6: commit completed in 1 secs  
13fe880e-e232-493d-87e9-402f21019fb6(1c26544e-8251-445f-be89-d1e0a3938777): \  
share windows_server_2012_share@{1C26544E-8251-445F-BE89-D1E0A3938777} \  
exposed as a snapshot of \\WIN-SERVER\windows_server_2012_share\  

```

Überprüfen Sie, ob der Snapshot der Freigabe durch den Server gezeigt wird:

```
rpcclient $> netshareenum  
netname: windows_server_2012_share  
remark:  
path: C:\Shares\windows_server_2012_share  
password: (null)  
  
netname: windows_server_2012_share@{1C26544E-8251-445F-BE89-D1E0A3938777}  
remark: (null)  
path: \\?\GLOBALROOT\Device\HarddiskVolumeShadowCopy{F6E6507E-F537-11E3-9404-  
B8AC6F927453}\Shares\windows_server_2012_share\  
password: (null)
```

Versuchen Sie, den Snapshot der Freigabe zu löschen:

```
rpcclient $> fss_delete windows_server_2012_share \  
13fe880e-e232-493d-87e9-402f21019fb6 1c26544e-8251-445f-be89-d1e0a3938777  
13fe880e-e232-493d-87e9-402f21019fb6(1c26544e-8251-445f-be89-d1e0a3938777): \  
\\WIN-SERVER\windows_server_2012_share\ shadow-copy deleted
```

Überprüfen Sie, ob der Snapshot der Freigabe durch den Server entfernt wurde:

```
rpcclient $> netshareenum
netname: windows_server_2012_share
remark:
path:    C:\Shares\windows_server_2012_share
password:      (null)
```

### 23.6.2.4 Fernverwaltung von Snapshots in Windows mit **DiskShadow.exe**

Sie können Snapshots von SMB-Freigaben auf dem Linux Samba-Server auch über die Windows-Umgebung, die als Client auftritt, verwalten. Mit dem Dienstprogramm **DiskShadow.exe** in Windows Server 2012 verwalten Sie Remote-Freigaben ähnlich wie mit **rpcclient** (siehe *Abschnitt 23.6.2.3, „Fernverwaltung von Snapshots in Linux mit **rpcclient**“*). Zunächst muss jedoch der Samba-Server ordnungsgemäß eingerichtet werden.

Im Folgenden wird erläutert, wie Sie einen Samba-Server so konfigurieren, dass der Windows Server-Client die Snapshots der Freigaben auf dem Samba-Server verwalten kann. EXAMPLE bezeichnet hierbei die Active Directory-Domäne in der Testumgebung, fsrvp-server.example.com ist der Hostname des Samba-Servers, und /srv/smb ist der Pfad zur SMB-Freigabe.

#### PROZEDUR 23.1 AUSFÜHRLICHE KONFIGURATION DES SAMBA-SERVERS

1. Treten Sie der Active Directory-Domäne mithilfe von YaST bei.
2. Prüfen Sie, ob der DNS-Eintrag der Active Directory-Domäne korrekt ist:

```
fsrvp-server:~ # net -U 'Administrator' ads dns register \
fsrvp-server.example.com <IP address>
Successfully registered hostname with DNS
```

3. Erstellen Sie ein Btrfs-Subvolume unter /srv/smb:

```
fsrvp-server:~ # btrfs subvolume create /srv/smb
```

4. Erstellen Sie eine Snapper-Konfigurationsdatei für den Pfad /srv/smb:



```
fsrvp-server:~ # snapper -c <snapper_config> create-config /srv/smb
```

- Erstellen Sie eine neue Freigabe mit dem Pfad `/srv/smb`, und aktivieren Sie in YaST das Kontrollkästchen *Snapshots zeigen*. Fügen Sie in jedem Fall die folgenden Snippets in den globalen Abschnitt der Datei `/etc/samba/smb.conf` ein (siehe [Abschnitt 23.6.2.2, „Remote-Snapshots für Freigaben“](#)):

```
[global]
rpc_daemon:fssd = fork
registry shares = yes
include = registry
```

- Starten Sie Samba mit `systemctl restart nmb.service smb.service` neu.
- Konfigurieren Sie die Snapper-Berechtigungen:

```
fsrvp-server:~ # snapper -c <snapper_config> set-config \
ALLOW_USERS="EXAMPLE\\\\Administrator EXAMPLE\\\\\\win-client$"
```

Überprüfen Sie, ob alle unter `ALLOW_USERS` aufgeführten Benutzer auch die Berechtigung für das Traversal des Unterverzeichnisses `.snapshots` besitzen.

```
fsrvp-server:~ # snapper -c <snapper_config> set-config SYNC_ACL=yes
```

### **Wichtig: Escape-Zeichen bei Pfaden**

Gehen Sie mit dem Escape-Zeichen „\\“ vorsichtig vor! Setzen Sie das Escape-Zeichen zweimal, damit der Wert in `/etc/snapper/configs/<snapper_config>` ordnungsgemäß auskommentiert wird.

„EXAMPLE\\win-client\$“ bezeichnet das Windows-Clientkonto. Die anfänglichen FSRVP-Anfragen von Windows werden mit diesem Konto ausgegeben.

- Erteilen Sie dem Windows-Clientkonto die erforderlichen Berechtigungen:

```
fsrvp-server:~ # net -U 'Administrator' rpc rights grant \
"EXAMPLE\\win-client$" SeBackupPrivilege
```

```
Successfully granted rights.
```

Für den Benutzer „EXAMPLE\Administrator“ muss das obige Kommando nicht ausgeführt werden, da diese Konto bereits die Berechtigungen besitzt.

#### PROZEDUR 23.2 EINRICHTEN DES WINDOWS-CLIENTS UND AUSFÜHREN VON `DiskShadow.exe`

1. Booten Sie Windows Server 2012 (Beispiel-Hostname: WIN-CLIENT).
2. Treten Sie derselben Active Directory-Domäne EXAMPLE bei wie mit dem SUSE Linux Enterprise-Server.
3. Booten Sie den Computer neu.
4. Öffnen Sie die Powershell.
5. Starten Sie **DiskShadow.exe**, und beginnen Sie den Sicherungsvorgang:

```
PS C:\Users\Administrator.EXAMPLE> diskshadow.exe
Microsoft DiskShadow version 1.0
Copyright (C) 2012 Microsoft Corporation
On computer: WIN-CLIENT, 6/17/2014 3:53:54 PM

DISKSHADOW> begin backup
```

6. Geben Sie an, dass die Schattenkopie auch beim Beenden des Programms, beim Zurücksetzen und beim Neubooten erhalten bleiben soll:

```
DISKSHADOW> set context PERSISTENT
```

7. Überprüfen Sie, ob die angegebene Freigabe Snapshots unterstützt, und erstellen Sie einen Snapshot:

```
DISKSHADOW> add volume \\fsrvp-server\sles_snapper

DISKSHADOW> create
Alias VSS_SHADOW_1 for shadow ID {de4ddca4-4978-4805-8776-cdf82d190a4a} set as
\
environment variable.
Alias VSS_SHADOW_SET for shadow set ID {c58e1452-c554-400e-a266-d11d5c837cb1} \
```

set as environment variable.

Querying all shadow copies with the shadow copy set ID \{c58e1452-c554-400e-a266-d11d5c837cb1}

```
* Shadow copy ID = {de4ddca4-4978-4805-8776-cdf82d190a4a}      %VSS_SHADOW_1%
  - Shadow copy set: {c58e1452-c554-400e-a266-d11d5c837cb1}    %VSS_SHADOW_SET%
  - Original count of shadow copies = 1
  - Original volume name: \\FSRVP-SERVER\SLES_SNAPPER\ \
    [volume not on this machine]
  - Creation time: 6/17/2014 3:54:43 PM
  - Shadow copy device name:
    \\FSRVP-SERVER\SLES_SNAPPER@{31afd84a-44a7-41be-b9b0-751898756faa}
  - Originating machine: FSRVP-SERVER
  - Service machine: win-client.example.com
  - Not exposed
  - Provider ID: {89300202-3cec-4981-9171-19f59559e0f2}
  - Attributes: No_Auto_Release Persistent FileShare
```

Number of shadow copies listed: 1

#### 8. Beenden Sie den Sicherungsvorgang:

```
DISKSHADOW> end backup
```

#### 9. Versuchen Sie, den erstellten Snapshot zu löschen, und überprüfen Sie, ob er tatsächlich gelöscht wurde:

```
DISKSHADOW> delete shadows volume \\FSRVP-SERVER\SLES_SNAPPER\
Deleting shadow copy {de4ddca4-4978-4805-8776-cdf82d190a4a} on volume \
\\FSRVP-SERVER\SLES_SNAPPER\ from provider \
{89300202-3cec-4981-9171-19f59559e0f2} [Attributes: 0x04000009]...
```

Number of shadow copies deleted: 1

```
DISKSHADOW> list shadows all
```

```
Querying all shadow copies on the computer ...  
No shadow copies found in system.
```

## 23.7 Weiterführende Informationen

Die Dokumentation zu Samba ist im Paket `samba-doc` enthalten, das standardmäßig nicht installiert wird. Installieren Sie das Paket mit `zypper install samba-doc`. Wenn Samba installiert ist, können Sie in die Kommandozeile `apropos samba` eingeben und einige man-Seiten aufrufen. Alternativ dazu finden Sie im Verzeichnis `/usr/share/doc/packages/samba` weitere Online-Dokumentationen und Beispiele. Eine kommentierte Beispielfigur ( `smb.conf.SuSE` ) finden Sie im Unterverzeichnis `examples`. Auch in der Datei `/usr/share/doc/packages/samba/README.SUSE` finden Sie zusätzliche Informationen zu Samba.

Das Samba-Team stellt in Samba HOWTO (siehe <https://wiki.samba.org>) einen Abschnitt zur Fehlerbehebung zur Verfügung. In Teil V ist außerdem eine ausführliche Anleitung zum Überprüfen der Konfiguration enthalten.

## 24 Verteilte Nutzung von Dateisystemen mit NFS

Das Verteilen und Freigeben von Dateisystemen über ein Netzwerk ist eine Standardaufgabe in Unternehmensumgebungen. Das bewährte Netzwerkdateisystem *NFS* arbeitet mit dem Verzeichnisdienst *NIS* zusammen. Wenn Sie ein sichereres Protokoll wünschen, das mit *LDAP* zusammenarbeitet und auch Kerberos nutzen kann, aktivieren Sie *NFSv4*. Zusammen mit *pNFS* können Sie so Engpässe bei der Leistung beseitigen.

*NFS* mit *NIS* macht ein Netzwerk für den Benutzer transparent. Mit *NFS* ist es möglich, arbiträre Dateisysteme über das Netzwerk zu verteilen. Bei entsprechendem Setup befinden sich Benutzer in derselben Umgebung, unabhängig vom gegenwärtig verwendeten Terminal.

### 24.1 Terminologie

Die folgenden Begriffe werden im YaST-Modul verwendet.

#### Exporte

Ein von einem NFS-Server *exportiertes* Verzeichnis, das von Clients in ihr System integriert werden kann.

#### NFS-Client

Der NFS-Client ist ein System, das NFS-Dienste eines NFS-Servers über das NFS-Protokoll verwendet. Das TCP/IP-Protokoll ist bereits in den Linux-Kernel integriert, weshalb keine zusätzliche Software installiert werden muss.

#### NFS-Server

Der NFS-Server stellt NFS-Dienste für Clients bereit. Die Ausführung eines Servers hängt von folgenden Daemons ab: *nfsd* (Worker), *idmapd* (Zuordnung von Benutzer- und Gruppennamen zu IDs und umgekehrt), *statd* (Dateisperrung) und *mountd* (Einhängen-Anforderungen).

#### NFSv3

*NFSv3* ist die Implementierungsversion 3, die „alte“ zustandslose NFS, die die Clientauthentifizierung unterstützt.

## NFSv4

NFSv4 ist die neue Implementationsversion 4, die die sichere Benutzerauthentifizierung über Kerberos unterstützt. Für NFSv4 ist nur ein einzelner Port erforderlich; diese Version eignet sich daher besser für Umgebungen hinter einer Firewall als NFSv3.

Das Protokoll wird als <http://tools.ietf.org/html/rfc3530> angegeben.

## pNFS

Parallel NFS, eine Protokollerweiterung für NFSv4. Alle pNFS-Clients können direkt auf die Daten auf einem NFS-Server zugreifen.

## 24.2 Installieren des NFS-Servers

Informationen zum Installieren und Konfigurieren eines NFS-Servers finden Sie in der Dokumentation für SUSE Linux Enterprise Server.

## 24.3 Konfigurieren der Clients

Wenn Sie Ihren Host als NFS-Client konfigurieren möchten, müssen Sie keine zusätzliche Software installieren. Alle erforderlichen Pakete werden standardmäßig installiert.

### 24.3.1 Importieren von Dateisystemen mit YaST

Autorisierte Benutzer können NFS-Verzeichnisse eines NFS-Servers über das YaST-NFS-Client-Modul in den lokalen Dateibaum einhängen. Führen Sie dazu die folgenden Schritte aus:

#### PROZEDUR 24.1 IMPORTIEREN VON NFS-VERZEICHNISSEN

1. Starten Sie das YaST-NFS-Client-Modul.
2. Klicken Sie auf dem Karteireiter *NFS-Freigaben* auf *Hinzufügen*. Geben Sie den Hostnamen des NFS-Servers, das zu importierende Verzeichnis und den Einhängpunkt an, an dem das Verzeichnis lokal eingehängt werden soll.
3. Wenn Sie NFSv4 verwenden, wählen Sie die Option *NFSv4 aktivieren* auf der Registerkarte *Einstellungen*. Der *NFSv4-Domainname* muss zudem denselben Wert aufweisen, der beim NFSv4-Server verwendet wird. Die Standarddomäne ist localdomain.

4. Wenn die Kerberos-Authentifizierung für NFS verwendet werden soll, muss die GSS-Sicherheit aktiviert werden. Wählen Sie *GSS-Sicherheit aktivieren*.
5. Wenn Sie eine Firewall nutzen und den Zugriff auf den Dienst von Ferncomputern aus zulassen möchten, aktivieren Sie auf dem Karteireiter *NFS-Einstellungen* die Option *Firewall-Port öffnen*. Der Status der Firewall wird neben dem Kontrollkästchen angezeigt.
6. Klicken Sie zum Speichern der Änderungen auf *OK*.

Die Konfiguration wird in `/etc/fstab` geschrieben und die angegebenen Dateisysteme werden eingehängt. Wenn Sie den YaST-Konfigurationsclient zu einem späteren Zeitpunkt starten, wird auch die vorhandene Konfiguration aus dieser Datei gelesen.

## 24.3.2 Manuelles Importieren von Dateisystemen

Voraussetzung für den manuellen Import eines Dateisystems von einem NFS-Server ist ein aktiver RPC-Port-Mapper. Der Start des Service `nfs.service` erfordert einige Vorsicht; starten Sie ihn daher mit **`systemctl start nfs.service`** als `root`. Danach können ferne Dateisysteme mit **`mount`** wie lokale Partitionen in das Dateisystem eingehängt werden:

```
mount host:remote-pathlocal-path
```

Geben Sie zum Beispiel zum Import von Benutzerverzeichnissen vom `nfs.example.com`-Rechner folgendes Kommando ein:

```
mount nfs.example.com:/home /home
```

### 24.3.2.1 Verwenden des Diensts zum automatischen Einhängen

Ferne Dateisysteme können mit dem `autofs`-Daemon automatisch eingehängt werden. Fügen Sie den folgenden Eintrag in der Datei `/etc/auto.master` hinzu:

```
/nfsmounts /etc/auto.nfs
```

Nun fungiert das Verzeichnis `/nfsmounts` als Root-Verzeichnis für alle NFS-Einhängungen auf dem Client, sofern die Datei `auto.nfs` entsprechend ausgefüllt wurde. Der Name `auto.nfs` wurde nur der Einfachheit halber ausgewählt – Sie können einen beliebigen Namen auswählen. Fügen Sie der Datei `auto.nfs` wie folgt Einträge für alle NFS-Einhängungen hinzu:

```
localdata -fstype=nfs server1:/data
nfs4mount -fstype=nfs4 server2:/
```

Aktivieren Sie die Einstellungen durch Ausführung von **`systemctl start autofs.service`** als `root`. In diesem Beispiel wird `/nfsmounts/localdata`, das Verzeichnis `/data` von `server1`, mit NFS eingehängt und `/nfsmounts/nfs4mount` von `server2` wird mit NFSv4 eingehängt. Wenn die Datei `/etc/auto.master` während der Ausführung des Diensts `autofs` bearbeitet wird, muss die automatische Einhängung mit **`systemctl restart autofs.service`** erneut gestartet werden, damit die Änderungen wirksam werden.

### 24.3.2.2 Manuelles Bearbeiten von `/etc/fstab`

Ein typischer NFSv3-Einhängeeintrag in `/etc/fstab` sieht folgendermaßen aus:

```
nfs.example.com:/data /local/path nfs rw,noauto 0 0
```

Bei NFSv4-Einhängepunkten geben Sie `nfs4` statt `nfs` in die dritte Spalte ein:

```
nfs.example.com:/data /local/pathv4 nfs4 rw,noauto 0 0
```

Mit der Option `noauto` wird verhindert, dass das Dateisystem beim Starten automatisch eingehängt wird. Wenn Sie das jeweilige Dateisystem manuell einhängen möchten, können Sie das Einhängekommando auch kürzen, indem Sie nur den Einhängepunkt angeben:

```
mount /local/path
```



#### Anmerkung

Wenn die Option `noauto` nicht angegeben ist, wird das Einhängen dieser Dateisysteme beim Start durch die init-Skripte des Systems geregelt.



### 24.3.3 pNFS (paralleles NFS)

NFS wurde in den 1980er-Jahren entwickelt und gehört damit zu den ältesten Protokollen. Zum Freigeben kleinerer Dateien ist NFS völlig ausreichend. Wenn Sie dagegen große Dateien übertragen möchten oder wenn zahlreiche Clients auf die Daten zugreifen sollen, wird ein NFS-Server rasch zu einer Engstelle, die die Systemleistungen erheblich beeinträchtigt. Dies liegt daran, dass die Dateien rasch größer werden, wobei die relative Ethernet-Geschwindigkeit nicht ganz mithalten kann.

Wenn Sie eine Datei von einem „normalen“ NFS-Server anfordern, werden die Metadaten der Datei nachgeschlagen, die Daten dieser Datei werden zusammengestellt und die Datei wird schließlich über das Netzwerk an den Client übertragen. Der Leistungsengpass wird jedoch in jedem Fall ersichtlich, unabhängig davon, wie groß oder klein die Dateien sind:

- Bei kleinen Dateien dauert das Sammeln der Metadaten am längsten..
- Bei großen Dateien dauert das Übertragen der Daten vom Server auf den Client am längsten.

pNFS (paralleles NFS) trennt die Metadaten des Dateisystems vom Speicherort der Daten und überwindet so diese Einschränkungen. Für pNFS sind dabei zwei Arten von Servern erforderlich:

- Ein *Metadaten-* oder *Steuerungsserver*, der den gesamten verbleibenden Verkehr (nicht den Datenverkehr) abwickelt
- Mindestens ein *Speicherserver*, auf dem sich die Daten befinden

Der Metadatenserver und die Speicherserver bilden gemeinsam einen einzigen logischen NFS-Server. Wenn ein Client einen Lese- oder Schreibvorgang startet, teilt der Metadatenserver dem NFSv4-Client mit, auf welchem Speicherserver der Client auf die Dateiblöcke zugreifen soll. Der Client kann direkt auf dem Server auf die Daten zugreifen.

SUSE Linux Enterprise unterstützt pNFS nur auf der Clientseite.

#### 24.3.3.1 Konfigurieren eines pNTP-Clients mit YaST

Befolgen Sie die Anweisungen unter *Prozedur 24.1, „Importieren von NFS-Verzeichnissen“*; aktivieren Sie jedoch das Kontrollkästchen *pNFS (v4.1)* und (optional) *NFSv4-Freigabe*. YaST führt alle erforderlichen Schritte aus und schreibt die erforderlichen Optionen in die Datei /etc/exports.

### 24.3.3.2 Manuelles Konfigurieren eines pNTP-Clients

Beginnen Sie gemäß *Abschnitt 24.3.2, „Manuelles Importieren von Dateisystemen“*. Der Großteil der Konfiguration wird durch den NFSv4-Server ausgeführt. Der einzige Unterschied für pNFS besteht darin, dass die Option `minorversion` und der Metadatenserver `MDS_SERVER` in das Kommando `mount` eingefügt werden:




```
mount -t nfs4 -o minorversion=1 MDS_SERVER MOUNTPOINT
```

Als Hilfe für die Fehlersuche ändern Sie den Wert im Dateisystem `/proc`:

```
echo 32767 > /proc/sys/sunrpc/nfsd_debug  
echo 32767 > /proc/sys/sunrpc/nfs_debug
```

## 24.4 Weiterführende Informationen

Außer auf den man-Seiten zu `exports`, `nfs` und `mount` stehen Informationen zum Konfigurieren eines NFS-Servers und -Clients unter `/usr/share/doc/packages/nfsidmap/README` zur Verfügung. Weitere Online-Dokumentation finden Sie auf folgenden Websites:

- Die detaillierte technische Dokumentation finden Sie online unter [SourceForge \(http://nfs.sourceforge.net/\)](http://nfs.sourceforge.net/) .
- Anweisungen zum Einrichten eines kerberisierten NFS finden Sie unter [NFS Version 4 Open Source Reference Implementation \(http://www.citi.umich.edu/projects/nfsv4/linux/krb5-setup.html\)](http://www.citi.umich.edu/projects/nfsv4/linux/krb5-setup.html) .
- Falls Sie Fragen zu NFSv4 haben, lesen Sie die [Linux NFSv4-FAQ \(http://www.citi.umich.edu/projects/nfsv4/linux/faq/\)](http://www.citi.umich.edu/projects/nfsv4/linux/faq/) .

## 25 Bedarfsweises Einhängen mit autofs

Das Programm autofs hängt automatisch festgelegte Verzeichnisse bedarfsweise ein. Das Programm beruht auf einem Kernel-Modul, das für hohe Effizienz sorgt, und kann sowohl lokale Verzeichnisse als auch Netzwerkfreigaben verwalten. Diese automatischen Einhängpunkte werden nur dann eingehängt, wenn auf sie zugegriffen wird; nach einem bestimmten Zeitraum ohne Aktivität werden sie wieder ausgehängt. Dieses bedarfsweise Verfahren spart Bandbreite und bewirkt höhere Leistungen als das statische Einhängen mit /etc/fstab. autofs ist das Steuerungsskript und automount das Kommando (der Daemon), mit dem das automatische Einhängen ausgeführt wird.

### 25.1 Installation

autofs ist nicht standardmäßig in SUSE Linux Enterprise Desktop installiert. Zum Nutzen der Funktionen für das automatische Einhängen installieren Sie das Programm zunächst mit

```
sudo zypper install autofs
```

### 25.2 Konfiguration

autofs muss manuell konfiguriert werden. Bearbeiten Sie hierzu die Konfigurationsdateien mit einem Texteditor, z. B. vim. Die Konfiguration von autofs umfasst zwei grundlegende Schritte: die *master*-Zuordnungsdatei und bestimmte Zuordnungsdateien.

#### 25.2.1 Die Master-Zuordnungsdatei

Die standardmäßige Master-Konfigurationsdatei für autofs ist /etc/auto.master. Soll der Speicherort dieser Datei geändert werden, bearbeiten Sie den Wert der Option DEFAULT\_MASTER\_MAP\_NAME in /etc/sysconfig/autofs. Hier sehen Sie den Inhalt der Standarddatei für SUSE Linux Enterprise Desktop:

```
#  
# Sample auto.master file
```

```
# This is an automounter map and it has the following format
# key [ -mount-options-separated-by-comma ] location
# For details of the format look at autofs(5). ❶
#
#/misc /etc/auto.misc ❷
#/net -hosts
#
# Include /etc/auto.master.d/*.autofs ❸
#
#+dir:/etc/auto.master.d
#
# Include central master map if it can be found using
# nsswitch sources.
#
# Note that if there are entries for /net or /misc (as
# above) in the included master map any keys that are the
# same will not be seen as the first read key seen takes
# precedence.
#
+auto.master ❹
```

- ❶ Auf der man-Seite zu autofs (**man 5 autofs**) finden Sie viele nützliche Informationen zum Format der Automounter-Zuordnungen.
- ❷ Diese einfache Syntax für die Automounter-Zuordnung ist standardmäßig auskommentiert (#), liefert jedoch ein gutes Beispiel.
- ❸ Falls die Master-Zuordnung in mehrere Dateien aufgeteilt werden muss, heben Sie die Auskommentierung der Zeile auf und platzieren Sie die Zuordnungen (mit dem Suffix .autofs) im Verzeichnis /etc/auto.master.d/.
- ❹ +auto.master stellt sicher, dass die Zuordnungen, die NIS verwenden, weiterhin ihre Master-Zuordnung finden.

Die Einträge in auto.master enthalten drei Felder mit der folgenden Syntax:

mount point	map name	options
-------------	----------	---------

### Einhängepunkt

Basisspeicherort, an dem das autofs -Dateisystem angehängt wird, z. B. /home.

## Zuordnungsname

Name einer Zuordnungsquelle für das Einhängen. Weitere Informationen zur Syntax der Zuordnungsdateien finden Sie in [Abschnitt 25.2.2, „Zuordnungsdateien“](#).

## Optionen

Diese Optionen (sofern angegeben) werden als Standardeinstellungen für alle Einträge in der Zuordnung angewendet.



### Tipp

Weitere Informationen zu den einzelnen Werten für die optionalen Angaben map-type (Zuordnungstyp), format (Format) und options (Optionen) finden Sie auf der man-Seite zu *auto.master* (**man 5 auto.master**).

Der folgende Eintrag in auto.master weist autofs an, in /etc/auto.smb nachzuschlagen und Einhängpunkte im Verzeichnis /smb zu erstellen.

```
/smb    /etc/auto.smb
```

### 25.2.1.1 Direktes Einhängen

Beim direkten Einhängen wird ein Einhängpunkt im Pfad erstellt, der in der entsprechenden Zuordnungsdatei angegeben ist. Geben Sie in auto.master nicht den Einhängpunkt an, sondern ersetzen Sie den Eintrag im Feld für den Einhängpunkt durch /-. Die folgende Zeile weist autofs beispielsweise an, einen Einhängpunkt im Pfad zu erstellen, der in auto.smb angegeben ist:

```
/-      /etc/auto.smb
```



### Tipp: Zuordnungen ohne vollständigen Pfad

Wenn die Zuordnungsdatei nicht mit dem vollständigen lokalen Pfad oder Netzwerkpfad angegeben ist, wird die Datei über die NSS-Konfiguration (Name Service Switch) ermittelt:

```
/-      auto.smb
```

## 25.2.2 Zuordnungsdateien

### ! Wichtig: Andere Zuordnungstypen

*Dateien* sind der häufigste Zuordnungstyp für das automatische Einhängen mit `autofs`, es gibt jedoch noch weitere Typen. Eine Zuordnungsspezifikation kann beispielsweise die Ausgabe eines Kommandos oder auch das Ergebnis einer LDAP- oder Datenbankabfrage sein. Weitere Informationen zu Zuordnungstypen finden Sie auf der man-Seite `man 5 auto.master`.

Zuordnungsdateien bestimmen den Speicherort der Quelle (lokal oder im Netzwerk) sowie den Einhängpunkt, an dem die Quelle lokal eingehängt werden soll. Für die Zuordnungen gilt ein ähnliches allgemeines Format wie für die Master-Zuordnung. Der Unterschied ist, dass die *Optionen* zwischen dem Einhängpunkt und dem Speicherort angegeben sind, also nicht am Ende des Eintrags:

mount point	options	location
-------------	---------	----------

#### Einhängepunkt

Gibt an, wo der Quellspeicherort eingehängt werden soll. Dies kann entweder der Name eines einzelnen Verzeichnisses sein (*indirektes* Einhängen), das dem in `auto.master` angegebenen Basiseinhängepunkt hinzugefügt werden soll, oder der vollständige Pfad des Einhängpunkts (*direktes* Einhängen, siehe [Abschnitt 25.2.1.1, „Direktes Einhängen“](#)).

#### Optionen

Zeigt eine optionale, durch Kommas getrennte Liste der Einhängeoptionen für die entsprechenden Einträge an. Wenn `auto.master` ebenfalls Optionen für diese Zuordnungsdatei enthält, werden diese Optionen an das Ende der Liste angehängt.

#### location

Gibt den Pfad an, von dem aus das Dateisystem eingehängt werden soll. Dies ist in der Regel ein NFS- oder SMB-Volume mit dem üblichen Format `Hostname:Pfadname`. Wenn das einzuhängende Dateisystem mit einem Schrägstrich (/) beginnt (z. B. lokale `/dev`-Einträge oder `smbfs`-Freigaben), muss ein Doppelpunkt (:) vorangestellt werden, z. B. `:/dev/sda1`.

## 25.3 Funktionsweise und Fehlersuche

In diesem Abschnitt wird erläutert, wie Sie die Funktionsweise des autofs-Dienstes steuern und weitere Fehlersuchinformationen durch zusätzliche Einstellungen für die Automounter-Funktionsweise abrufen.

### 25.3.1 Steuern des autofs-Dienstes

Die Funktionsweise des autofs-Dienstes wird mit dem Kommando systemd gesteuert. Die allgemeine Syntax für das Kommando **systemctl** für autofs lautet

```
sudo systemctl sub-command autofs.service
```

wobei sub-command einen der folgenden Werte annehmen kann:

#### **enable**

Startet den Automounter-Daemon beim Booten.

#### **start**

Startet den Automounter-Daemon.

#### **stop**

Stoppt den Automounter-Daemon. Automatische Einhängpunkte sind nicht verfügbar.

#### **status**

Gibt den aktuellen Status des autofs-Dienstes zusammen mit einem Teil einer zugehörigen Protokolldatei aus.

#### **restart**

Stoppt und startet den Automounter, wobei alle laufenden Daemons beendet und neue Daemons gestartet werden.

#### **reload**

Prüft die aktuelle auto.master-Zuordnung, startet die Daemons neu, deren Einträge geändert wurden, und startet neue Daemons für neue Einträge.

## 25.3.2 Fehlersuche bei Automounter-Problemen

Falls Probleme beim Einhängen von Verzeichnissen mit autofs auftreten, führen Sie den automount-Daemon manuell aus und beachten Sie die Ausgabemeldungen:

1. Stoppen Sie autofs.

```
sudo systemctl stop autofs.service
```

2. Führen Sie automount auf einem Terminal manuell im Vordergrund aus und aktivieren Sie die ausführliche Ausgabe.

```
sudo automount -f -v
```

3. Greifen Sie auf einem anderen Terminal auf die Einhängpunkte zu (z. B. cd oder ls) und versuchen Sie, die automatisch einzuhängenden Dateisysteme einhängen zu lassen.
4. Ermitteln Sie anhand der Ausgabe von automount auf dem ersten Terminal, warum das Einhängen fehlgeschlagen ist oder gar nicht erst versucht wurde.

## 25.4 Automatisches Einhängen als NFS-Freigabe

Das nachfolgende Verfahren zeigt, wie Sie autofs für das automatische Einhängen einer NFS-Freigabe konfigurieren, die sich im Netzwerk befindet. Hierbei werden die oben aufgeführten Informationen verwendet und es wird vorausgesetzt, dass Sie mit NFS-Exporten vertraut sind. Weitere Informationen zu NFS finden Sie in *Kapitel 24, Verteilte Nutzung von Dateisystemen mit NFS*.

1. Bearbeiten Sie die Master-Zuordnungsdatei /etc/auto.master:

```
sudo vim /etc/auto.master
```

Fügen Sie einen neuen Eintrag für den neuen NFS-Einhängpunkt am Ende von /etc/auto.master an:

```
/nfs      /etc/auto.nfs      --timeout=10
```



Hiermit erhält autofs die folgenden Informationen: Der Basiseinhängepunkt lautet /nfs, die NFS-Freigaben sind in der Zuordnung /etc/auto.nfs angegeben und alle Freigaben in dieser Zuordnung werden nach 10 Sekunden Inaktivität automatisch ausgehängt.

2. Erstellen Sie eine neue Zuordnungsdatei für NFS-Freigaben:

```
sudo vim /etc/auto.nfs
```

/etc/auto.nfs enthält in der Regel je eine separate Zeile pro NFS-Freigabe. Das Format wird in [Abschnitt 25.2.2, „Zuordnungsdateien“](#) beschrieben. Fügen Sie die Zeile ein, in der der Einhängpunkt und die Netzwerkadresse der NFS-Freigabe aufgeführt sind:

```
export      jupiter.com:/home/geeko/doc/export
```

Mit der obigen Zeile wird das Verzeichnis /home/geeko/doc/export auf dem Host jupiter.com bei Bedarf automatisch in das Verzeichnis /nfs/export auf dem lokalen Host eingehängt (/nfs wird aus der auto.master-Zuordnung entnommen). Das Verzeichnis /nfs/export wird automatisch durch autofs angelegt.

3. Falls Sie dieselbe NFS-Freigabe bereits statisch eingehängt haben, kommentieren Sie optional die zugehörige Zeile in /etc/fstab aus. Ein Beispiel für diese Zeile:

```
#jupiter.com:/home/geeko/doc/export /nfs/export nfs defaults 0 0
```

4. Laden Sie autofs neu und prüfen Sie die Funktionsweise:

```
sudo systemctl restart autofs.service
```

```
# ls -l /nfs/export
total 20
drwxr-xr-x  6 1001 users 4096 Oct 25 08:56 ./
drwxr-xr-x  3 root  root   0 Apr  1 09:47 ../
drwxr-xr-x  5 1001 users 4096 Jan 14 2013 .images/
drwxr-xr-x 10 1001 users 4096 Aug 16 2013 .profiled/
drwxr-xr-x  3 1001 users 4096 Aug 30 2013 .tmp/
drwxr-xr-x  4 1001 users 4096 Oct 25 08:56 SLE-12-manual/
```

Wenn die Liste der Dateien auf der entfernten Freigabe angezeigt wird, funktioniert autofs einwandfrei.

## 25.5 Weitere Themen

Dieser Abschnitt befasst sich mit Themen, die über die grundlegende Einführung in autofs hinausgehen: automatisches Einhängen von NFS-Freigaben, die sich im Netzwerk befinden, Verwenden von Platzhalterzeichen in Zuordnungsdateien sowie spezielle Informationen für das CIFS-Dateisystem.

### 25.5.1 /net-Einhängepunkt

Dieser Helper-Einhängepunkt ist nützlich, wenn zahlreiche NFS-Freigaben vorhanden sind. Mit /net werden bei Bedarf alle NFS-Freigaben im lokalen Netzwerk automatisch eingehängt. Dieser Eintrag ist in der auto.master-Datei bereits vorhanden. Kommentieren Sie diesen Eintrag aus und starten Sie autofs neu:

```
/net      -hosts
```

```
systemctl restart autofs.service
```

Wenn Sie beispielsweise einen Server mit dem Namen jupiter nutzen, auf dem sich eine NFS-Freigabe mit dem Namen /export befindet, hängen Sie es mit folgendem Kommando

```
# cd /net/jupiter/export
```

an der Befehlszeile ein.

### 25.5.2 Verwenden von Platzhalterzeichen beim automatischen Einhängen von Unterverzeichnissen

Wenn ein Verzeichnis mit Unterverzeichnissen vorliegt, die einzeln automatisch eingehängt werden sollen – beispielsweise das Verzeichnis /home mit den Benutzerverzeichnissen der verschiedenen Benutzer –, dann bietet autofs eine praktische Lösung.

Für Benutzerverzeichnisse fügen Sie die folgende Zeile in `auto.master` ein:

```
/home      /etc/auto.home
```

Ergänzen Sie nun die Datei `/etc/auto.home` mit der richtigen Zuordnung, so dass die Benutzerverzeichnisse der einzelnen Benutzer automatisch eingehängt werden. Erstellen Sie beispielsweise separate Einträge für die Verzeichnisse:

```
wilber      jupiter.com:/home/wilber
penguin     jupiter.com:/home/penguin
tux         jupiter.com:/home/tux
[...]
```

Dies ist äußerst umständlich, da Sie die Liste der Benutzer in `auto.home` verwalten müssen. Statt des Einhängepunkts können Sie ein Sternchen (\*) angeben und statt des einzuhängenden Verzeichnisses das Und-Zeichen (&):

```
*          jupiter:/home/&
```

### 25.5.3 Automatisches Einhängen des CIFS-Dateisystems

Soll eine SMB/CIFS-Freigabe automatisch eingehängt werden (weitere Informationen zum SMB/CIFS-Protokoll siehe [Kapitel 23, Samba](#)), müssen Sie die Syntax der Zuordnungsdatei bearbeiten. Fügen Sie `-fstype=cifs` in das Optionsfeld ein und stellen Sie dem Speicherort der Freigabe einen Doppelpunkt (:) voran.

```
mount point    -fstype=cifs      ://jupiter.com/export
```

## 26 Dateisynchronisierung

Viele Menschen benutzen heutzutage mehrere Computer: einen Computer zu Hause, einen oder mehrere Computer am Arbeitsplatz und eventuell ein Notebook, ein Tablet oder ein Smartphone unterwegs. Viele Dateien werden auf allen diesen Computern benötigt. Vermutlich wollen Sie Ihre Dateien auf allen Computern bearbeiten und benötigen die Daten daher auf allen Computern auf dem aktuellsten Stand.

### 26.1 Verfügbare Software zur Datensynchronisierung

Auf Computern, die ständig miteinander über ein schnelles Netzwerk in Verbindung stehen, ist die Datensynchronisierung kein Problem. In diesem Fall wählen Sie ein Netzwerkdateisystem, wie zum Beispiel NFS, und speichern die Dateien auf einem Server. Alle Rechner greifen dabei über das Netzwerk auf ein und dieselben Daten zu. Dieser Ansatz ist unmöglich, wenn die Netzverbindung schlecht oder teilweise gar nicht vorhanden ist. Wer mit einem Laptop unterwegs ist, ist darauf angewiesen, von allen benötigten Dateien Kopien auf der lokalen Festplatte zu haben. Wenn Dateien bearbeitet werden, stellt sich aber schnell das Problem der Synchronisierung. Wenn Sie eine Datei auf einem Computer ändern, stellen Sie sicher, dass die Kopie der Datei auf allen anderen Computern aktualisiert wird. Dies kann bei gelegentlichen Kopiervorgängen manuell mithilfe von `scp` oder `rsync` erledigt werden. Bei vielen Dateien wird das jedoch schnell aufwändig und erfordert hohe Aufmerksamkeit vom Benutzer, um Fehler, wie etwa das Überschreiben einer neuen mit einer alten Datei, zu vermeiden.



#### **Warnung: Risiko des Datenverlusts**

Bevor Sie Ihre Daten mit einem Synchronisierungssystem verwalten, sollten Sie mit dem verwendeten Programm vertraut sein und dessen Funktionalität testen. Für wichtige Dateien ist das Anlegen einer Sicherungskopie unerlässlich.

Zur Vermeidung der zeitraubenden und fehlerträchtigen manuellen Arbeit bei der Datensynchronisierung gibt es Programme, die diese Aufgabe mit verschiedenen Ansätzen automatisieren. Die folgenden Zusammenfassungen sollen dem Benutzer eine Vorstellung davon liefern, wie diese Programme funktionieren und genutzt werden können. Vor dem tatsächlichen Einsatz sollten Sie die Programmdokumentation sorgfältig lesen.

### 26.1.1 CVS

CVS, das meistens zur Versionsverwaltung von Quelltexten von Programmen benutzt wird, bietet die Möglichkeit, Kopien der Dateien auf mehreren Computern zu führen. Damit eignet es sich auch für die Datensynchronisierung. CVS führt ein zentrales Repository auf dem Server, das nicht nur die Dateien, sondern auch die Änderungen an ihnen speichert. Lokal erfolgte Änderungen werden an das Repository übermittelt und können von anderen Computern durch ein Update abgerufen werden. Beide Prozeduren müssen vom Benutzer initiiert werden.

Dabei ist CVS bei gleichzeitigen Änderungen einer Datei auf mehreren Computern sehr fehlertolerant. Die Änderungen werden zusammengeführt, und falls in gleichen Zeilen Änderungen vorgenommen wurden, wird ein Konflikt gemeldet. Die Datenbank bleibt im Konfliktfall in einem konsistenten Zustand. Der Konflikt ist nur am Client-Host sichtbar und muss dort gelöst werden.

### 26.1.2 rsync

Wenn Sie keine Versionskontrolle benötigen, aber große Dateistrukturen über langsame Netzwerkverbindungen synchronisieren möchten, bietet das Tool rsync ausgefeilte Mechanismen an, um ausschließlich Änderungen an Dateien zu übertragen. Dies betrifft nicht nur Textdateien sondern auch binäre Dateien. Um die Unterschiede zwischen Dateien zu erkennen, teilt rsync die Dateien in Blöcke auf und berechnet Prüfsummen zu diesen Blöcken.

Der Aufwand beim Erkennen der Änderungen hat seinen Preis. Für den Einsatz von rsync sollten die Computer, die synchronisiert werden sollen, großzügig dimensioniert sein. RAM ist besonders wichtig.

## 26.2 Kriterien für die Auswahl eines Programms

Bei der Entscheidung für ein Programm müssen einige wichtige Kriterien berücksichtigt werden.

## 26.2.1 Client/Server gegenüber Peer-to-Peer

Zur Verteilung von Daten sind zwei verschiedene Modelle verbreitet. Im ersten Modell gleichen alle Clients ihre Dateien mit einem zentralen Server ab. Der Server muss zumindest zeitweise von allen Clients erreichbar sein. Dieses Modell wird von CVS verwendet.

Die andere Möglichkeit ist, dass alle Hosts gleichberechtigt (als Peers) vernetzt sind und ihre Daten gegenseitig abgleichen. rsync arbeitet eigentlich im Client-Modus, kann jedoch auch als Server ausgeführt werden.

## 26.2.2 Portabilität

CVS und rsync sind auch für viele andere Betriebssysteme, wie verschiedene Unix- und Windows-Systeme, erhältlich.

## 26.2.3 Interaktiv oder automatisch

In CVS startet der Benutzer die Datensynchronisierung manuell. Dies erlaubt die genaue Kontrolle über die abzugleichenden Dateien und einen einfachen Umgang mit Konflikten. Andererseits können sich durch zu lange Synchronisierungsintervalle die Chancen für Konflikte erhöhen.

## 26.2.4 Konflikte: Symptome und Lösungen

Konflikte treten in CVS nur selten auf, selbst wenn mehrere Leute an einem umfangreichen Programmprojekt arbeiten. Das liegt daran, dass die Dokumente zeilenweise zusammengeführt werden. Wenn ein Konflikt auftritt, ist davon immer nur ein Client betroffen. In der Regel lassen sich Konflikte in CVS einfach lösen.

In rsync gibt es keine Konfliktbehandlung. Der Benutzer muss selbst darauf achten, dass er nicht versehentlich Dateien überschreibt, und alle etwaigen Konflikte manuell lösen. Zur Sicherheit kann zusätzlich ein Versionssteuerungssystem wie RCS eingesetzt werden.

## 26.2.5 Auswählen und Hinzufügen von Dateien

In CVS müssen neue Verzeichnisse und Dateien explizit mit dem Befehl `cv`s `add` hinzugefügt werden. Daraus resultiert eine genauere Kontrolle über die zu synchronisierenden Dateien. Andererseits werden neue Dateien häufig übersehen, vor allem, wenn aufgrund einer großen Anzahl von Dateien die Fragezeichen in der Ausgabe von `cv`s `update` ignoriert werden.

## 26.2.6 Verlauf

CVS stellt zusätzlich die Funktion der Rekonstruktion alter Dateiversionen zur Verfügung. Bei jeder Änderung kann ein kurzer Bearbeitungsvermerk hinzugefügt werden. Damit lässt sich später die Entwicklung der Dateien aufgrund des Inhalts und der Vermerke gut nachvollziehen. Für Diplomarbeiten und Programmtexte ist dies eine wertvolle Hilfe.

## 26.2.7 Datenmenge und Speicherbedarf

Auf jedem der beteiligten Computer ist für alle verteilten Daten genügend Speicherplatz auf der Festplatte erforderlich. CVS benötigt zusätzlichen Speicherplatz für die Repository-Datenbank auf dem Server. Da auf dem Server auch die Datei-History gespeichert wird, ist dort deutlich mehr Speicherplatz nötig. Bei Dateien im Textformat müssen nur geänderte Zeilen neu gespeichert werden. Bei binären Dateien wächst hingegen der Platzbedarf bei jeder Änderung um die Größe der Datei.

## 26.2.8 GUI

Erfahrene Benutzer führen CVS in der Regel über die Kommandozeile aus. Es sind jedoch grafische Bedienoberflächen für Linux (z. B. `cervisia`) und andere Betriebssysteme (z. B. `wincvs`) verfügbar. Viele Entwicklungswerkzeuge und Texteditoren (z. B. `emacs`) unterstützen CVS. Die Behebung von Konflikten wird mit diesen Frontends oft sehr vereinfacht.

## 26.2.9 Benutzerfreundlichkeit

`rsync` ist einfach zu verwenden und auch für Neueinsteiger geeignet. CVS ist etwas weniger bedienerfreundlich. Benutzer sollten zu deren Verwendung das Zusammenspiel zwischen Repository und lokalen Daten verstehen. Änderungen der Daten sollten zunächst immer lokal mit

dem Repository zusammengeführt werden. Hierzu wird der Befehl `cvs update` verwendet. Anschließend müssen die Daten über den Befehl `cvs commit` wieder in das Repository zurückgeschickt werden. Wenn dieser Vorgang verstanden wurde, können auch Einsteiger CVS mühelos verwenden.

## 26.2.10 Sicherheit vor Angriffen

Idealerweise sollten die Daten bei der Übertragung vor Abhören oder Änderungen geschützt sein. CVS und rsync lassen sich einfach über SSH (Secure Shell) benutzen und sind dann gut vor solchen Angriffen geschützt. Sie sollten CVS nicht über rsh (remote shell) ausführen. Zugriffe auf CVS mit dem Mechanismus *pserver* sind in ungeschützten Netzwerken ebenfalls nicht empfehlenswert.

## 26.2.11 Schutz vor Datenverlust

CVS wird schon sehr lange von vielen Entwicklern zur Verwaltung ihrer Programmprojekte benutzt und ist äußerst stabil. Durch das Speichern der Entwicklungsgeschichte bietet CVS sogar Schutz vor bestimmten Benutzerfehlern, wie irrtümliches Löschen einer Datei.

**TABELLE 26.1 FUNKTIONEN DER WERKZEUGE ZUR DATEISYNCHRONISIERUNG: -- = SEHR SCHLECHT, - = SCHLECHT ODER NICHT VERFÜGBAR, O = MITTEL, + = GUT, ++ = HERVORRAGEND, X = VERFÜGBAR**

	CVS	rsync
Client/Server	C-S	C-S
Portabilität	Lin,Un*x,Win	Lin,Un*x,Win
Interaktivität	x	x
Speed	o	+
Verursacht einen Konflikt	+ +	o
Dateiauswahl	Auswahl/file, dir.	Verz.
Verlauf	x	-
Speicherbedarf	--	o



	CVS	rsync
GUI	o	-
Schwierigkeit	o	+
Angriffe	+ (SSH)	+ (SSH)
Datenverlust	+ +	+

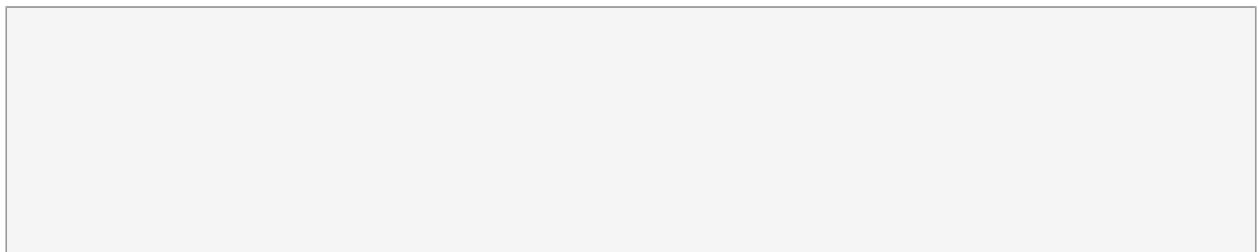
## 26.3 Einführung in CVS

CVS bietet sich zur Synchronisierung an, wenn einzelne Dateien häufig bearbeitet werden und in einem Dateiformat vorliegen, wie ASCII-Text oder Programmquelltext. Die Verwendung von CVS für die Synchronisierung von Daten in anderen Formaten (z. B. JPEG-Dateien) ist zwar möglich, führt aber schnell zu großen Datenmengen, da jede Variante einer Datei dauerhaft auf dem CVS-Server gespeichert wird. Zudem bleiben in solchen Fällen die meisten Möglichkeiten von CVS ungenutzt. Die Verwendung von CVS zur Dateisynchronisierung ist nur möglich, wenn alle Arbeitsstationen auf denselben Server zugreifen können.

### 26.3.1 Konfigurieren eines CVS-Servers

Der *Server* ist der Ort, an dem sich alle gültigen Dateien befinden, einschließlich der neuesten Version jeder Datei. Jede stationäre Arbeitsstation kann als Server benutzt werden. Wünschenswert ist, dass die Daten des CVS-Repository in regelmäßige Backups einbezogen werden.

Beim Konfigurieren eines CVS-Servers ist es sinnvoll, Benutzern über SSH Zugang zum Server zu gestatten. Ist auf diesem Server der Benutzer als tux bekannt und sowohl auf dem Server als auch auf dem Client die CVS-Software installiert, müssen auf der Client-Seite die folgenden Umgebungsvariablen gesetzt sein:



```
CVS_RSH=ssh CVSR00T=tux@server:/serverdir
```

Mit dem Befehl `cvs init` können Sie den CVS-Server von der Client-Seite aus initialisieren. Das ist nur einmal erforderlich.

Abschließend muss ein Name für die Synchronisierung festgelegt werden. Wählen oder erstellen Sie auf dem Client ein Verzeichnis für die Dateien, die von CVS verwaltet werden sollen (es darf auch leer sein). Der Name des Verzeichnisses ist auch der Name der Synchronisierung. In diesem Beispiel wird das Verzeichnis `synchome` genannt. Wechseln Sie in dieses Verzeichnis. Um den Synchronisationsnamen auf `synchome` zu setzen, geben Sie Folgendes ein:

```
cvs import synchome tux wilber
```

Viele Befehle von CVS erfordern einen Kommentar. Zu diesem Zweck startet CVS einen Editor (den in der Umgebungsvariable `$EDITOR` definierten, ansonsten `vi`). Den Aufruf des Editors können Sie umgehen, indem Sie den Kommentar bereits in der Kommandozeile eingeben, wie in folgendem Beispiel:

```
cvs import -m 'this is a test' synchome tux wilber
```

## 26.3.2 Verwenden von CSV

Das Synchronisierungsrepository kann jetzt mit `cvs co synchome` von allen Hosts aus gecheckt werden. Dadurch wird auf dem Client das neue Unterverzeichnis `synchome` angelegt. Um Ihre Änderungen an den Server zu übermitteln, wechseln Sie in das Verzeichnis `synchome` (oder eines seiner Unterverzeichnisse) und geben Sie `cvs commit` ein.

Standardmäßig werden alle Dateien (einschließlich Unterverzeichnisse) an den Server übermittelt. Um nur einzelne Dateien oder Verzeichnisse zu übermitteln, geben Sie diese folgendermaßen an: `cvs commit datei1 verzeichnis1`. Neue Dateien und Verzeichnisse müssen dem Repository mit einem Befehl wie `cvs add datei1 verzeichnis1` hinzugefügt werden, bevor sie an den Server übermittelt werden. Übermitteln Sie anschließend die neu hinzugefügten Dateien und Verzeichnisse mit `cvs commit datei1 verzeichnis1`.

Wenn Sie zu einer anderen Arbeitsstation wechseln, checken Sie das Synchronisierungsrepository aus, wenn nicht bereits in einer früheren Sitzung auf demselben Arbeitsplatzrechner geschehen.

Starten Sie die Synchronisierung mit dem Server über `cvsv update`. Aktualisieren Sie einzelne Dateien oder Verzeichnisse, wie in `cvsv update datei1 verzeichnis1`. Den Unterschied zwischen den aktuellen Dateien und den auf dem Server gespeicherten Versionen können Sie mit dem Befehl `cvsv diff` oder `cvsv diff datei1 verzeichnis1` anzeigen. Mit `cvsv -nq update` können Sie anzeigen, welche Dateien von einer Aktualisierung betroffen sind.

Hier sind einige der Statussymbole, die während einer Aktualisierung angezeigt werden:

**U**

Die lokale Version wurde aktualisiert. Dies betrifft alle Dateien, die vom Server bereitgestellt werden und auf dem lokalen System fehlen.

**M**

Die lokale Version wurde geändert. Falls Änderungen am Server erfolgt sind, war es möglich, die Unterschiede mit der lokalen Kopie zusammenzuführen.

**P**

Die lokale Version wurde durch einen Patch der Server-Version aktualisiert.

**C**

Die lokale Datei hat einen Konflikt mit der aktuellen Version im Repository.

**?**

Die Datei existiert nicht in CVS.

Der Status **M** kennzeichnet eine lokal geänderte Datei. Entweder übermitteln Sie die lokale Kopie an den Server oder Sie entfernen die lokale Datei und führen die Aktualisierung erneut durch. In diesem Fall wird die fehlende Datei vom Server abgerufen. Wenn von verschiedenen Benutzern die gleiche Datei in derselben Zeile editiert und dann übermittelt wurde, entsteht ein Konflikt, der mit **C** gekennzeichnet wird.

Beachten Sie in diesem Fall die Konfliktmarkierungen („>>“ und „<<“) in der Datei und entscheiden Sie sich für eine der beiden Versionen. Da diese Aufgabe unangenehm sein kann, können Sie Ihre Änderungen verwerfen, die lokale Datei löschen und mit der Eingabe cvs up die aktuelle Version vom Server abrufen.

## 26.4 Einführung in rsync

rsync bietet sich immer dann an, wenn große Datenmengen, die sich nicht wesentlich ändern, regelmäßig übertragen werden müssen. Dies ist z. B. bei der Erstellung von Sicherungskopien häufig der Fall. Ein weiteres Einsatzgebiet sind so genannte Staging-Server. Dabei handelt es sich um Server, auf denen komplette Verzeichnisstrukturen von Webservern gespeichert werden, die regelmäßig auf den eigentlichen Webserver in einer „DMZ“ gespiegelt werden.

### 26.4.1 Konfiguration und Betrieb

rsync lässt sich in zwei verschiedenen Modi benutzen. Zum einen kann rsync zum Archivieren oder Kopieren von Daten verwendet werden. Dazu ist auf dem Zielsystem nur eine Remote-Shell, z. B. SSH, erforderlich. Jedoch kann rsync auch als Daemon verwendet werden und Verzeichnisse im Netz zur Verfügung stellen.

Die grundlegende Verwendung von rsync erfordert keine besondere Konfiguration. Mit rsync ist es direkt möglich, komplette Verzeichnisse auf ein anderes System zu spiegeln. Beispielsweise kann mit folgendem Befehl ein Backup des Home-Verzeichnisses von "tux" auf einem Backupserver "sun" angelegt werden:

```
rsync -baz -e ssh /home/tux/ tux@sun:backup
```

Mit dem folgenden Befehl wird das Verzeichnis zurückgespielt:

```
rsync -az -e ssh tux@sun:backup /home/tux/
```

Bis hierher unterscheidet sich die Benutzung kaum von einem normalen Kopierprogramm, wie scp.

Damit rsync seine Funktionen voll ausnutzen kann, sollte das Programm im „rsync“-Modus betrieben werden. Dazu wird auf einem der Systeme der Daemon rsyncd gestartet. Konfigurieren Sie rsync in der Datei /etc/rsyncd.conf. Wenn beispielsweise das Verzeichnis /srv/ftp über rsync zugänglich sein soll, verwenden Sie die folgende Konfiguration:

```
gid = nobody
uid = nobody
read only = true
use chroot = no
transfer logging = true
log format = %h %o %f %l %b
log file = /var/log/rsyncd.log

[FTP]
    path = /srv/ftp
    comment = An Example
```

Starten Sie dann rsyncd mit **systemctl start rsyncd.service**. rsyncd kann auch automatisch beim Booten gestartet werden. Aktivieren Sie hierzu diesen Dienst in der *YaST-Dienste-Verwaltung*, oder geben Sie folgendes Kommando manuell ein:

```
root # systemctl enable rsyncd.service
```

syncd kann alternativ über xinetd gestartet werden. Dies empfiehlt sich aber nur bei Servern, auf denen rsyncd nicht allzu oft verwendet wird.

Im obigen Beispiel wird auch eine Protokolldatei über alle Verbindungen angelegt. Diese Datei wird unter /var/log/rsyncd.log abgelegt.

Dann kann die Übertragung von einem Clientsystem aus getestet werden. Das geschieht mit folgendem Befehl:

```
rsync -avz sun::FTP
```


Dieser Befehl listet alle Dateien auf, die auf dem Server im Verzeichnis /srv/ftp liegen. Diese Anfrage wird auch in der Protokolldatei unter /var/log/rsyncd.log aufgezeichnet. Um die Übertragung tatsächlich zu starten, geben Sie ein Zielverzeichnis an. Verwenden Sie . für das aktuelle Verzeichnis. Beispiel:

```
rsync -avz sun::FTP .
```


Standardmäßig werden bei der Synchronisierung mit rsync keine Dateien gelöscht. Wenn dies erzwungen werden soll, muss zusätzlich die Option --delete angegeben werden. Um sicherzustellen, dass keine neueren Dateien überschrieben werden, kann stattdessen die Option --update angegeben werden. Dadurch entstehende Konflikte müssen manuell aufgelöst werden.

## 26.5 Weiterführende Informationen

### CVS

Wichtige Informationen zu CVS befinden sich auch auf der Homepage <http://www.cvshome.org> .

### rsync

Wichtige Informationen zu rsync finden Sie in den man-Seiten man rsync und man rsyncd.conf. Eine technische Dokumentation zur Vorgehensweise von rsync finden Sie unter /usr/share/doc/packages/rsync/tech\_report.ps. Aktuelles zu rsync finden Sie auf der Projekt-Website unter <http://rsync.samba.org/> .

### Subversion

Subversion befindet sich im SUSE Linux Enterprise-SDK. Das SDK ist ein Add-on-Produkt für SUSE Linux Enterprise und ist unter <http://download.suse.com/>  als Download verfügbar. Suchen Sie nach SUSE Linux Enterprise Software Development Kit.

## IV Mobile Computer

27 Mobile Computernutzung mit Linux **381**

28 Energieverwaltung **394**

## 27 Mobile Computernutzung mit Linux

Die mobile Computernutzung wird meist mit Notebooks, PDAs, Mobiltelefonen (und dem Datenaustausch zwischen diesen Geräten) in Verbindung gebracht. An Notebooks oder Desktop-Systeme können aber auch mobile Hardware-Komponenten, wie externe Festplatten, Flash-Laufwerke und Digitalkameras, angeschlossen sein. Ebenso zählen zahlreiche Software-Komponenten zu den Bestandteilen mobiler Computerszenarien und einige Anwendungen sind sogar speziell für die mobile Verwendung vorgesehen.

### 27.1 Notebooks

Die Hardware von Notebooks unterscheidet sich von der eines normalen Desktopsystems. Dies liegt daran, dass Kriterien wie Austauschbarkeit, Platzanforderungen und Energieverbrauch berücksichtigt werden müssen. Die Hersteller von mobiler Hardware haben Standardschnittstellen wie PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association), Mini PCI und Mini PCIe entwickelt, die zur Erweiterung der Hardware von Laptops verwendet werden können. Dieser Standard bezieht sich auf Speicherkarten, Netzwerkschnittstellenkarten und externe Festplatten.

#### 27.1.1 Energieeinsparung

Durch die Integration von energieoptimierten Systemkomponenten bei der Herstellung von Notebooks erhöht sich die Eignung der Geräte für die Verwendung ohne Zugang zum Stromnetz. Ihr Beitrag zur Energieeinsparung ist mindestens so wichtig wie der des Betriebssystems. SUSE® Linux Enterprise Desktop unterstützt verschiedene Methoden, die den Energieverbrauch eines Notebooks beeinflussen und sich auf die Betriebsdauer bei Akkubetrieb auswirken. In der folgenden Liste werden die Möglichkeiten zur Energieeinsparung in absteigender Reihenfolge ihrer Wirksamkeit angegeben:

- Drosselung der CPU-Geschwindigkeit.
- Ausschalten der Anzeigebeleuchtung während Pausen.
- Manuelle Anpassung der Anzeigebeleuchtung.

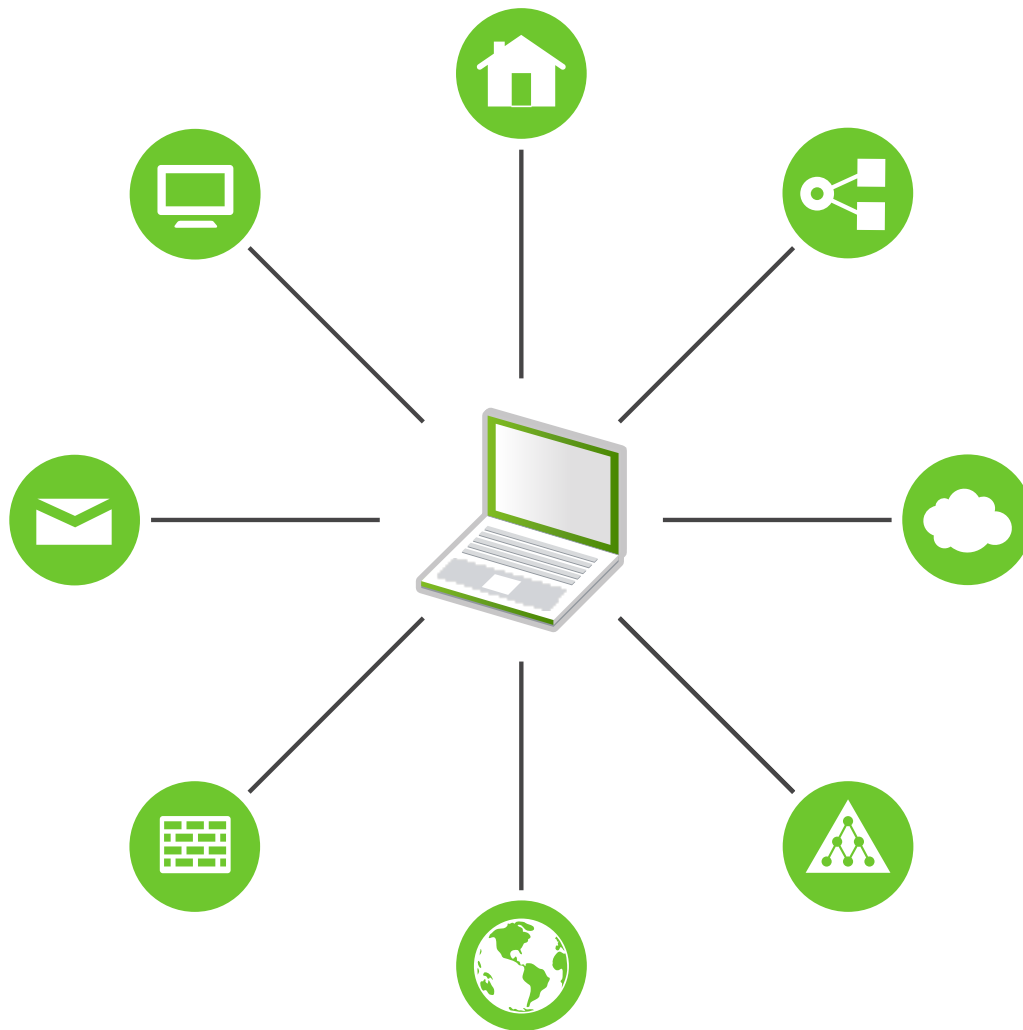


- Ausstecken nicht verwendeter, Hotplug-fähiger Zubehörteile (USB-CD-ROM, externe Maus, nicht verwendete PCMCIA-Karten usw.).
- Ausschalten der Festplatte im Ruhezustand.

Ausführliche Hintergrundinformationen zur Energieverwaltung in SUSE Linux Enterprise Desktop finden Sie in *Kapitel 28, Energieverwaltung*.

## 27.1.2 Integration in unterschiedlichen Betriebsumgebungen

Ihr System muss sich an unterschiedliche Betriebsumgebungen anpassen können, wenn es für mobile Computernutzung verwendet werden soll. Viele Dienste hängen von der Umgebung ab und die zugrunde liegenden Clients müssen neu konfiguriert werden. SUSE Linux Enterprise Desktop übernimmt diese Aufgabe für Sie.



**ABBILDUNG 27.1 INTEGRIEREN EINES MOBILEN COMPUTERS IN EINE BESTEHENDE UMGEBUNG**

Bei einem Notebook beispielsweise, das zwischen einem kleinen Heimnetzwerk zu Hause und einem Firmennetzwerk hin und her pendelt, sind folgende Dienste betroffen:

#### **Netzwerk**

Dazu gehören IP-Adresszuweisung, Namensauflösung, Internet-Konnektivität und Konnektivität mit anderen Netzwerken.

#### **Druckvorgang**

Die aktuelle Datenbank der verfügbaren Drucker und ein verfügbarer Druckserver (abhängig vom Netzwerk) müssen vorhanden sein.

## E-Mail und Proxys

Wie beim Drucken muss die Liste der entsprechenden Server immer aktuell sein.

## X (Grafische Umgebung)

Wenn Ihr Notebook zeitweise an einen Projektor oder einen externen Monitor angeschlossen ist, müssen verschiedene Anzeigekonfigurationen verfügbar sein.

SUSE Linux Enterprise Desktop bietet mehrere Möglichkeiten, Laptops in vorhandene Betriebsumgebungen zu integrieren:

### NetworkManager

Der NetworkManager wurde speziell für die mobile Verbindung von Notebooks mit Netzwerken entwickelt. bietet die Möglichkeit, einfach und automatisch zwischen Netzwerkumgebungen oder unterschiedlichen Netzwerktypen, wie mobiles Breitband (GPRS, EDGE oder 3G), WLAN und Ethernet zu wechseln. NetworkManager unterstützt die WEP- und WPA-PSK-Verschlüsselung in drahtlosen LANs. Auch DFÜ-Verbindungen werden unterstützt. Der GNOME-Desktop bietet ein Frontend für NetworkManager. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 22.3, „Konfigurieren von Netzwerkverbindungen“](#).

**TABELLE 27.1 ANWENDUNGSBEISPIELE FÜR DEN NETWORKMANAGER**

Computer	Verwendung des NetworkManagers
Der Computer ist ein Notebook.	Ja
Der Computer wird mit verschiedenen Netzwerken verbunden.	Ja
Der Computer stellt Netzwerkdienste bereit (z. B. DNS oder DHCP).	Nein
Der Computer hat eine statische IP-Adresse.	Nein

Verwenden Sie die Werkzeuge von YaST zur Konfiguration der Netzwerkverbindungen, wenn die Netzwerkkonfiguration nicht automatisch vom NetworkManager übernommen werden soll.



## Tip: DNS-Konfiguration und verschiedene Arten von Netzwerkverbindungen

Wenn Sie oft mit Ihrem Laptop reisen und zwischen verschiedenen Arten von Netzwerkverbindungen wechseln, funktioniert NetworkManager gut, wenn alle DNS-Adressen korrekt mit DHCP zugewiesen wurden. Wenn einige Ihrer Verbindungen statische DNS-Adressen verwenden, fügen Sie zur Option `NETCONFIG_DNS_STATIC_SERVERS` in `/etc/sysconfig/network/config` hinzu.

### SLP

Das Service Location Protocol (SLP) vereinfacht die Verbindung eines Notebooks mit einem bestehenden Netzwerk. Ohne SLP benötigt der Administrator eines Notebooks normalerweise detaillierte Kenntnisse über die im Netzwerk verfügbaren Dienste. SLP sendet die Verfügbarkeit eines bestimmten Diensttyps an alle Clients in einem lokalen Netzwerk. Anwendungen, die SLP unterstützen, können die von SLP weitergeleiteten Informationen verarbeiten und automatisch konfiguriert werden. SLP kann auch zur Installation eines Systems verwendet werden und minimiert dabei den Aufwand bei der Suche nach einer geeigneten Installationsquelle.

## 27.1.3 Software-Optionen

Bei der mobilen Nutzung gibt es verschiedene spezielle Aufgabenbereiche, die von dedizierter Software abgedeckt werden: Systemüberwachung (insbesondere der Ladezustand des Akkus), Datensynchronisierung sowie drahtlose Kommunikation mit angeschlossenen Geräten und dem Internet. In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Anwendungen behandelt, die SUSE Linux Enterprise Desktop für jede Aufgabe bietet.

### 27.1.3.1 Systemüberwachung

SUSE Linux Enterprise Desktop umfasst zwei Werkzeuge zur Systemüberwachung:

#### Energieverwaltung

*Power-Management* ist eine Anwendung für die Einstellung der mit der Energieeinsparung zusammenhängenden Verhaltensweisen des GNOME-Desktops. Diese Anwendung finden Sie in der Regel unter *Rechner > Kontrollzentrum > System > Power-Management*.

## Systemmonitor

Der *Systemmonitor* fasst messbare Systemparameter in einer Überwachungsumgebung zusammen. Die Informationen werden standardmäßig auf drei Karteireitern ausgegeben. *Processes* (Prozesse) enthält detaillierte Informationen zu den aktuell ausgeführten Prozessen, wie CPU-Last, Speicherauslastung oder Prozess-ID und Priorität. Die Präsentation und Filterung der erfassten Daten kann angepasst werden – um einen neuen Typ von Prozessinformationen hinzuzufügen, klicken Sie mit der linken Maustaste auf die Kopfzeile der Tabelle, und wählen Sie die Spalte aus, die Sie zur Ansicht hinzufügen oder daraus ausblenden möchten. Es ist auch möglich, verschiedene Systemparameter auf verschiedenen Datenseiten zu überwachen oder die Daten von mehreren Computern parallel über das Netzwerk zu sammeln. Auf dem Karteireiter *Ressourcen* wird die CPU-, Arbeitsspeicher- und Netzwerkauslastung grafisch dargestellt, und der Karteireiter *Dateisystem* enthält eine Liste aller Partitionen und ihrer Nutzung.

### 27.1.3.2 Datensynchronisierung

Beim ständigen Wechsel zwischen der Arbeit auf einem mobilen Computer, der vom Netzwerk getrennt ist, und der Arbeit an einer vernetzten Arbeitsstation in einem Büro müssen die verarbeiteten Daten stets auf allen Instanzen synchronisiert sein. Dazu gehören E-Mail-Ordner, Verzeichnisse und einzelne Dateien, die sowohl für die Arbeit unterwegs als auch im Büro vorliegen müssen. Die Lösung sieht für beide Fälle folgendermaßen aus:

#### Synchronisieren von E-Mail

Verwenden eines IMAP-Kontos zum Speichern der E-Mails im Firmennetzwerk. Greifen Sie dann auf die E-Mails vom Arbeitsplatzrechner aus über einen beliebigen, nicht verbundenen IMAP-fähigen E-Mail-Client wie Mozilla Thunderbird Mail oder Evolution zu, wie in *Buch „GNOME-Benutzerhandbuch“* beschrieben. Der E-Mail-Client muss so konfiguriert sein, dass für Gesendete Nachrichten immer derselbe Ordner aufgerufen wird. Dadurch wird gewährleistet, dass nach Abschluss der Synchronisierung alle Nachrichten mit den zugehörigen Statusinformationen verfügbar sind. Verwenden Sie zum Senden von Nachrichten einen im Mail-Client implementierten SMTP-Server anstatt des systemweiten MTA-Postfix oder Sendmail, um zuverlässige Rückmeldungen über nicht gesendete Mail zu erhalten.

## Synchronisieren von Dateien und Verzeichnissen

Es gibt mehrere Dienstprogramme, die sich für die Synchronisierung von Daten zwischen Notebook und Arbeitsstation eignen. Am meisten verwendet wird ein Kommandozeilen-Tool namens **rsync**. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf dessen man-Seite (**man 1 rsync**).

### 27.1.3.3 Drahtlose Kommunikation: WLAN

WLAN weist unter diesen drahtlosen Technologien die größte Reichweite auf und ist daher das einzige System, das für den Betrieb großer und zuweilen sogar räumlich getrennter Netzwerke geeignet ist. Einzelne Computer können untereinander eine Verbindung herstellen und so ein unabhängiges drahtloses Netzwerk bilden oder auf das Internet zugreifen. Als *Zugriffspunkte* bezeichnete Geräte können als Basisstationen für WLAN-fähige Geräte und als Zwischengeräte für den Zugriff auf das Internet fungieren. Ein mobiler Benutzer kann zwischen verschiedenen Zugriffspunkten umschalten, je nachdem, welcher Zugriffspunkt die beste Verbindung aufweist. Wie bei der Mobiltelefonie steht WLAN-Benutzern ein großes Netzwerk zur Verfügung, ohne dass sie für den Zugriff an einen bestimmten Standort gebunden sind.

WLAN-Karten kommunizieren über den 802.11-Standard, der von der IEEE-Organisation festgelegt wurde. Ursprünglich sah dieser Standard eine maximale Übertragungsrate von 2 MBit/s vor. Inzwischen wurden jedoch mehrere Ergänzungen hinzugefügt, um die Datenrate zu erhöhen. Diese Ergänzungen definieren Details wie Modulation, Übertragungsleistung und Übertragungsraten (siehe *Tabelle 27.2, „Überblick über verschiedene WLAN-Standards“*). Zusätzlich implementieren viele Firmen Hardware mit herstellerspezifischen Funktionen oder Funktionsentwürfen.

**TABELLE 27.2 ÜBERBLICK ÜBER VERSCHIEDENE WLAN-STANDARDS**

Name (802.11)	Frequenz (GHz)	Maximale Übertragungsrate (MBit/s)	Hinweis
a	5	54	Weniger anfällig für Interferenzen
b	2.4	11	Weniger üblich
g	2.4	54	Weit verbreitet, abwärtskompatibel mit 11b

Name (802.11)	Frequenz (GHz)	Maximale Übertragungsrate (MBit/s)	Hinweis
n	2.4 und/oder 5	300	Common
ac	5	bis zu etwa 865	Weite Verbreitung bis 2015 erwartet
ad	60	bis zu etwa 7000	2012 veröffentlicht, derzeit weniger gebräuchlich; in SUSE Linux Enterprise Server nicht unterstützt

802.11-Legacy-Karten werden in SUSE® Linux Enterprise Desktop nicht unterstützt. Die meisten Karten mit 802.11 a/b/g/n werden unterstützt. Neuere Karten entsprechen in der Regel dem Standard 802.11n, Karten, die 802.11g verwenden, sind jedoch noch immer erhältlich.

#### 27.1.3.3.1 Betriebsmodi

Bei der Arbeit mit drahtlosen Netzwerken werden verschiedene Verfahren und Konfigurationen verwendet, um schnelle, qualitativ hochwertige und sichere Verbindungen herzustellen. In den meisten Fällen wird die WLAN-Karte im *Modus „Verwaltet“* betrieben. Für die unterschiedlichen Betriebsarten sind allerdings unterschiedliche Einrichtungen erforderlich. Drahtlose Netzwerke lassen sich in vier Netzwerkmodi klassifizieren:

##### Modus „Verwaltet“ (Infrastrukturmodus) über Zugriffspunkt (Standardmodus)

Verwaltete Netzwerke verfügen über ein verwaltendes Element: den Zugriffspunkt. In diesem Modus (auch als Infrastrukturmodus oder Standardmodus bezeichnet) laufen alle Verbindungen der WLAN-Stationen im Netzwerk über den Zugriffspunkt, der auch als Verbindung zu einem Ethernet fungieren kann. Um sicherzustellen, dass nur autorisierte Stationen eine Verbindung herstellen können, werden verschiedene Authentifizierungsverfahren (WPA usw.) verwendet. Dies ist zudem der Hauptmodus, bei dem der niedrigste Energieverbrauch entsteht.

### Ad-hoc-Modus (Peer-To-Peer-Netzwerk)

Ad-hoc-Netzwerke weisen keinen Zugriffspunkt auf. Die Stationen kommunizieren direkt miteinander, daher ist ein Ad-hoc-Netzwerk in der Regel langsamer als ein verwaltetes Netzwerk. Übertragungsbereich und Anzahl der teilnehmenden Stationen sind jedoch in Ad-hoc-Netzwerken stark eingeschränkt. Sie unterstützen auch keine WPA-Authentifizierung. Wenn Sie WPA als Sicherheitsverfahren nutzen möchten, sollten Sie den Ad-hoc-Modus nicht verwenden. Nicht alle Karten können den Ad-hoc-Modus zuverlässig unterstützen.

### Master-Modus

Im Master-Modus fungiert die WLAN-Karte als Zugriffspunkt (sofern die Karte diesen Modus unterstützt). Details zu Ihrer WLAN-Karte finden Sie unter <http://linux-wless.passys.nl>.

### Mesh-Modus

WLAN-Mesh-Netzwerke sind in einer *Mesh-Topologie* angeordnet. Die Verbindung eines WLAN-Mesh-Netzwerks wird auf alle WLAN-Mesh-Knoten verteilt. Jeder Knoten, der zu diesem Netzwerk gehört, ist mit anderen Knoten verbunden, so dass die Verbindung gemeinsam von allen Knoten genutzt wird (und dies durchaus auch in einem großen Bereich).

#### 27.1.3.3.2 Authentifizierung

Da ein drahtloses Netzwerk wesentlich leichter abgehört und manipuliert werden kann als ein Kabelnetzwerk, beinhalten die verschiedenen Standards Authentifizierungs- und Verschlüsselungsmethoden.

Ältere WLAN-Karten unterstützen lediglich WEP (Wired Equivalent Privacy). Da sich WEP jedoch als unsicher herausgestellt hat, hat die WLAN-Branche die Erweiterung WPA definiert, bei dem die Schwächen von WEP ausgemerzt sein sollen. WPA (teilweise synonym mit WPA2) sollte als standardmäßige Authentifizierungsmethode genutzt werden.

In der Regel kann der Benutzer die Authentifizierungsmethode nicht selbst auswählen. Wird eine Karte beispielsweise im Modus „Verwaltet“ betrieben, so wird die Authentifizierung durch den Zugriffspunkt festgelegt. In NetworkManager wird die Authentifizierungsmethode angezeigt.



### 27.1.3.3 Verschlüsselung

Es gibt verschiedene Verschlüsselungsmethoden, mit denen sichergestellt werden soll, dass keine nicht autorisierten Personen die in einem drahtlosen Netzwerk ausgetauschten Datenpakete lesen oder Zugriff auf das Netzwerk erlangen können:

#### WEP (in IEEE 802.11 definiert)

Dieser Standard nutzt den Verschlüsselungsalgorithmus RC4, der ursprünglich eine Schlüssellänge von 40 Bit aufwies, später waren auch 104 Bit möglich. Die Länge wird häufig auch als 64 Bit bzw. 128 Bit angegeben, je nachdem, ob die 24 Bit des Initialisierungsvektors mitgezählt werden. Dieser Standard weist jedoch eigene Schwächen auf. Angriffe gegen von diesem System erstellte Schlüssel können erfolgreich sein. Nichtsdestotrotz ist es besser, WEP zu verwenden, als das Netzwerk überhaupt nicht zu verschlüsseln.

Einige Hersteller haben „Dynamic WEP“ implementiert, das nicht dem Standard entspricht. Es funktioniert exakt wie WEP und weist dieselben Schwächen auf, außer dass der Schlüssel regelmäßig von einem Schlüsselverwaltungsdienst geändert wird.

#### TKIP (in WPA/IEEE 802.11i definiert)

Dieses im WPA-Standard definierte Schlüsselverwaltungsprotokoll verwendet denselben Verschlüsselungsalgorithmus wie WEP, weist jedoch nicht dessen Schwächen auf. Da für jedes Datenpaket ein neuer Schlüssel erstellt wird, sind Angriffe gegen diese Schlüssel vergebens. TKIP wird in Verbindung mit WPA-PSK eingesetzt.

#### CCMP (in IEEE 802.11i definiert)

CCMP beschreibt die Schlüsselverwaltung. Normalerweise wird sie in Verbindung mit WPA-EAP verwendet, sie kann jedoch auch mit WPA-PSK eingesetzt werden. Die Verschlüsselung erfolgt gemäß AES und ist stärker als die RC4-Verschlüsselung des WEP-Standards.

### 27.1.3.4 Drahtlose Kommunikation: Bluetooth

Bluetooth weist das breiteste Anwendungsspektrum von allen drahtlosen Technologien auf. Es kann, ebenso wie IrDA, für die Kommunikation zwischen Computern (Notebooks) und PDAs oder Mobiltelefonen verwendet werden. Außerdem kann es zur Verbindung mehrerer Computer innerhalb des zulässigen Bereichs verwendet werden. Des Weiteren wird Bluetooth zum Anschluss drahtloser Systemkomponenten, beispielsweise Tastatur oder Maus, verwendet. Die

Reichweite dieser Technologie reicht jedoch nicht aus, um entfernte Systeme über ein Netzwerk zu verbinden. WLAN ist die optimale Technologie für die Kommunikation durch physische Hindernisse, wie Wände.

#### 27.1.3.5 Drahtlose Kommunikation: IrDA

IrDA ist die drahtlose Technologie mit der kürzesten Reichweite. Beide Kommunikationspartner müssen sich in Sichtweite voneinander befinden. Hindernisse, wie Wände, können nicht überwunden werden. Eine mögliche Anwendung von IrDA ist die Übertragung einer Datei von einem Notebook auf ein Mobiltelefon. Die kurze Entfernung zwischen Notebook und Mobiltelefon wird mit IrDA überbrückt. Die Langstreckenübertragung der Datei an den Empfänger erfolgt über das mobile Netzwerk. Ein weiterer Anwendungsbereich von IrDA ist die drahtlose Übertragung von Druckaufträgen im Büro.

### 27.1.4 Datensicherheit

Idealerweise schützen Sie die Daten auf Ihrem Notebook mehrfach gegen unbefugten Zugriff. Mögliche Sicherheitsmaßnahmen können in folgenden Bereichen ergriffen werden:

#### Schutz gegen Diebstahl

Schützen Sie Ihr System stets nach Möglichkeit gegen Diebstahl. Im Einzelhandel ist verschiedenes Sicherheitszubehör, wie beispielsweise Ketten, verfügbar.

#### Komplexe Authentifizierung

Verwenden Sie die biometrische Authentifizierung zusätzlich zur standardmäßigen Authentifizierung über Anmeldung und Passwort. SUSE Linux Enterprise Desktop unterstützt die Authentifizierung per Fingerabdruck.

#### Sichern der Daten auf dem System

Wichtige Daten sollten nicht nur während der Übertragung, sondern auch auf der Festplatte verschlüsselt sein. Dies gewährleistet die Sicherheit der Daten im Falle eines Diebstahls. Die Erstellung einer verschlüsselten Partition mit SUSE Linux Enterprise Desktop wird in *Book "Security Guide" 11 "Encrypting Partitions and Files"* beschrieben. Es ist außerdem möglich, verschlüsselte Home-Verzeichnisse beim Hinzufügen des Benutzers mit YaST zu erstellen.



## Wichtig: Datensicherheit und Suspend to Disk

Verschlüsselte Partitionen werden bei Suspend to Disk nicht ausgehängt. Daher sind alle Daten auf diesen Partitionen für jeden verfügbar, dem es gelingt, die Hardware zu stehlen und einen Resume-Vorgang für die Festplatte durchführt.

### Netzwerksicherheit

Jeder Datentransfer muss sicher erfolgen, unabhängig von der Übertragungsart. Allgemeine, Linux und Netzwerke betreffende Sicherheitsrisiken sind in *Book "Security Guide" 1 "Security and Confidentiality"* beschrieben.

## 27.2 Mobile Hardware

SUSE Linux Enterprise Desktop unterstützt die automatische Erkennung mobiler Speichergeräte über FireWire (IEEE 1394) oder USB. Der Ausdruck *mobiles Speichergerät* bezieht sich auf jegliche Arten von FireWire- oder USB-Festplatten, USB-Flash-Laufwerken oder Digitalkameras. Alle Geräte werden automatisch erkannt und konfiguriert, sobald sie mit dem System über die entsprechende Schnittstelle verbunden sind. Der Dateimanager in GNOME ermöglicht die flexible Handhabung von mobilen Hardware-Geräten. Zum sicheren Aushängen dieser Medien verwenden Sie die GNOME-Funktion *Unmount Volume* (Volumen aushängen) im Dateimanager. Weitere Einzelheiten finden Sie unter *Buch „GNOME-Benutzerhandbuch“*.

### Externe Festplatten (USB und FireWire)

Sobald eine externe Festplatte ordnungsgemäß vom System erkannt wird, wird das zugehörige Symbol in der Dateiverwaltung angezeigt. Durch Klicken auf das Symbol wird der Inhalt des Laufwerks angezeigt. Sie können hier Verzeichnisse und Dateien erstellen, bearbeiten und löschen. Um einer Festplatte einen anderen Namen zu geben als den vom System zugeteilten, wählen Sie das entsprechende Menüelement aus dem Menü aus, das beim Rechtsklicken auf das Symbol geöffnet wird. Die Namensänderung wird nur im Dateimanager angezeigt. Der Deskriptor, durch den das Gerät in /media eingehängt wurde, bleibt davon unbeeinflusst.

### USB-Flash-Laufwerke

Diese Geräte werden vom System genau wie externe Festplatten behandelt. Ebenso können Sie die Einträge im Dateimanager umbenennen.

## Digitalkameras (USB und FireWire)

Vom Gerät erkannte Digitalkameras werden ebenfalls im Dateimanager-Überblick als externe Laufwerke angezeigt. Die Bilder können anschließend mit F-spot verarbeitet werden. Für die erweiterte Fotoverarbeitung steht The GIMP zur Verfügung. Eine kurze Einführung in die Verwendung von The GIMP finden Sie in *Buch „GNOME-Benutzerhandbuch“* 18 „*GIMP: Manipulieren von Grafiken*“.

## 27.3 Mobiltelefone und PDAs

Ein Desktopsystem oder Notebook kann über Bluetooth oder IrDA mit einem Mobiltelefon kommunizieren. Einige Modelle unterstützen beide Protokolle, andere nur eines von beiden. Die Anwendungsbereiche für die beiden Protokolle und die entsprechende erweiterte Dokumentation wurde bereits in *Abschnitt 27.1.3.3, „Drahtlose Kommunikation: WLAN“* erwähnt. Die Konfiguration dieser Protokolle auf den Mobiltelefonen selbst wird in den entsprechenden Handbüchern beschrieben.

## 27.4 Weiterführende Informationen

Die zentrale Informationsquelle für alle Fragen in Bezug auf mobile Geräte und Linux ist <http://tuxmobil.org/>. Verschiedene Bereiche dieser Website befassen sich mit den Hardware- und Software-Aspekten von Notebooks, PDAs, Mobiltelefonen und anderer mobiler Hardware.

Einen ähnlichen Ansatz wie den unter <http://tuxmobil.org/>, finden Sie auch unter <http://www.linux-on-laptops.com/>. Hier finden Sie Informationen zu Notebooks und Handhelds.

SUSE unterhält eine deutschsprachige Mailingliste, die sich mit dem Thema Notebooks befasst. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter <http://lists.opensuse.org/opensuse-mobile-de/>. In dieser Liste diskutieren Benutzer alle Aspekte der mobilen Computernutzung mit SUSE Linux Enterprise Desktop. Einige Beiträge sind auf Englisch, doch der größte Teil der archivierten Informationen liegt in deutscher Sprache vor. <http://lists.opensuse.org/opensuse-mobile/> ist für Beiträge in englischer Sprache vorgesehen.

## 28 Energieverwaltung

Die Energieverwaltung ist insbesondere bei Notebook-Computern von großer Wichtigkeit, sie ist jedoch auch für andere Systeme sinnvoll. ACPI (Advanced Configuration & Power Interface) ist auf allen modernen Computern (Laptops, Desktops, Server) verfügbar. Für Energieverwaltungstechnologien sind geeignete Hardware- und BIOS-Routinen erforderlich. Die meisten Notebooks und modernen Desktops und Server erfüllen diese Anforderungen. Es ist außerdem möglich, die CPU-Frequenzskalierung zu steuern, um Energie zu sparen oder den Geräuschpegel zu senken.

### 28.1 Energiesparfunktionen

Energiesparfunktionen sind nicht nur für die mobile Verwendung von Notebooks von Bedeutung, sondern auch für Desktop-Systeme. Die Hauptfunktionen und ihre Verwendung im ACPI sind:

#### Standby

Nicht unterstützt.

#### Stromsparmodus (in Speicher)

In diesem Modus wird der gesamte Systemstatus in den RAM geschrieben. Anschließend wird das gesamte System mit Ausnahme des RAM in den Ruhezustand versetzt. In diesem Zustand verbraucht der Computer sehr wenig Energie. Der Vorteil dieses Zustands besteht darin, dass innerhalb weniger Sekunden die Arbeit nahtlos wieder aufgenommen werden kann, ohne dass ein Booten des Systems oder ein Neustart der Anwendungen erforderlich ist. Diese Funktion entspricht ACPI-Zustand S3.

#### Tiefschlaf (Suspend to Disk)

In diesem Betriebsmodus wird der gesamte Systemstatus auf die Festplatte geschrieben und das System wird von der Energieversorgung getrennt. Es muss eine Swap-Partition vorhanden sein, die mindestens die Größe des RAM hat, damit alle aktiven Daten geschrieben werden können. Die Reaktivierung von diesem Zustand dauert ungefähr 30 bis 90 Sekunden. Der Zustand vor dem Suspend-Vorgang wird wiederhergestellt. Einige Hersteller bieten Hybridvarianten dieses Modus an, beispielsweise RediSafe bei IBM Thinkpads. Der entsprechende ACPI-Zustand ist S4. In Linux wird „suspend to disk“ über Kernel-Routinen durchgeführt, die von ACPI unabhängig sind.

### Akku-Überwachung

ACPI überprüft den Akkuladestatus und stellt entsprechende Informationen bereit. Außerdem koordiniert es die Aktionen, die beim Erreichen eines kritischen Ladestatus durchzuführen sind.

### Automatisches Ausschalten

Nach dem Herunterfahren wird der Computer ausgeschaltet. Dies ist besonders wichtig, wenn der Computer automatisch heruntergefahren wird, kurz bevor der Akku leer ist.

### Steuerung der Prozessorgeschwindigkeit

In Verbindung mit der CPU gibt es drei Möglichkeiten, Energie zu sparen: Frequenz- und Spannungsskalierung (auch PowerNow! oder Speedstep), Drosselung und Versetzen des Prozessors in den Ruhezustand (C-Status). Je nach Betriebsmodus des Computers können diese Methoden auch kombiniert werden.

## 28.2 Advanced Configuration & Power Interface (ACPI)

Die ACPI (erweiterte Konfigurations- und Energieschnittstelle) wurde entwickelt, um dem Betriebssystem die Einrichtung und Steuerung der einzelnen Hardware-Komponenten zu ermöglichen. ACPI löst sowohl Power-Management Plug and Play (PnP) als auch Advanced Power Management (APM) ab. Diese Schnittstelle bietet Informationen zu Akku, Netzteil, Temperatur, Ventilator und Systemereignissen wie „Deckel schließen“ oder „Akku-Ladezustand niedrig“.

Das BIOS bietet Tabellen mit Informationen zu den einzelnen Komponenten und Hardware-Zugriffsmethoden. Das Betriebssystem verwendet diese Informationen für Aufgaben wie das Zuweisen von Interrupts oder das Aktivieren bzw. Deaktivieren von Komponenten. Da das Betriebssystem die in BIOS gespeicherten Befehle ausführt, hängt die Funktionalität von der BIOS-Implementierung ab. Die Tabellen, die ACPI erkennen und laden kann, werden in `journalctl` gemeldet. Weitere Informationen zum Abrufen der Protokollmeldungen im Journal finden Sie unter [Kapitel 12, `journalctl`: Abfragen des systemd-Journals](#). Weitere Informationen zur Fehlersuche bei ACPI-Problemen finden Sie in [Abschnitt 28.2.2, „Fehlersuche“](#).

## 28.2.1 Steuern der CPU-Leistung

Mit der CPU sind Energieeinsparungen auf drei verschiedene Weisen möglich:

- Frequenz- und Spannungsskalierung
- Drosseln der Taktfrequenz (T-Status)
- Versetzen des Prozessors in den Ruhezustand (C-Status)

Je nach Betriebsmodus des Computers können diese Methoden auch kombiniert werden. Energiesparen bedeutet auch, dass sich das System weniger erhitzt und die Ventilatoren seltener in Betrieb sind.

Frequenzskalierung und Drosselung sind nur relevant, wenn der Prozessor belegt ist, da der sparsamste C-Zustand ohnehin gilt, wenn sich der Prozessor im Wartezustand befindet. Wenn die CPU belegt ist, ist die Frequenzskalierung die empfohlene Energiesparmethode. Häufig arbeitet der Prozessor nur im Teillast-Betrieb. In diesem Fall kann er mit einer niedrigeren Frequenz betrieben werden. Im Allgemeinen empfiehlt sich die dynamische Frequenzskalierung mit Steuerung durch den On-Demand-Governor im Kernel.

Drosselung sollte nur als letzter Ausweg verwendet werden, um die Betriebsdauer des Akkus trotz hoher Systemlast zu verlängern. Einige Systeme arbeiten bei zu hoher Drosselung jedoch nicht reibungslos. Außerdem hat die CPU-Drosselung keinen Sinn, wenn die CPU kaum ausgelastet ist.

Detaillierte Informationen hierzu finden Sie in *Book* “System Analysis and Tuning Guide” 10 “Power Management”.

## 28.2.2 Fehlersuche

Es gibt zwei verschiedene Arten von Problemen. Einerseits kann der ACPI-Code des Kernel Fehler enthalten, die nicht rechtzeitig erkannt wurden. In diesem Fall wird eine Lösung zum Herunterladen bereitgestellt. Häufiger werden die Probleme vom BIOS verursacht. Manchmal werden Abweichungen von der ACPI-Spezifikation absichtlich in das BIOS integriert, um Fehler in der ACPI-Implementierung in anderen weit verbreiteten Betriebssystemen zu umgehen. Hardware-Komponenten, die ernsthafte Fehler in der ACPI-Implementierung aufweisen, sind in einer Blacklist festgehalten, die verhindert, dass der Linux-Kernel ACPI für die betreffenden Komponenten verwendet.

Der erste Schritt, der bei Problemen unternommen werden sollte, ist die Aktualisierung des BIOS. Wenn der Computer sich überhaupt nicht booten lässt, kann eventuell einer der folgenden Bootparameter Abhilfe schaffen:

**pci=noacpi**

ACPI nicht zum Konfigurieren der PCI-Geräte verwenden.

**acpi=ht**

Nur eine einfache Ressourcenkonfiguration durchführen. ACPI nicht für andere Zwecke verwenden.

**acpi=off**

ACPI deaktivieren.



### **Warnung: Probleme beim Booten ohne ACPI**

Einige neuere Computer (insbesondere SMP- und AMD64-Systeme) benötigen ACPI zur korrekten Konfiguration der Hardware. Bei diesen Computern kann die Deaktivierung von ACPI zu Problemen führen.

Manchmal ist der Computer durch Hardware gestört, die über USB oder FireWire angeschlossen ist. Wenn ein Computer nicht hochfährt, stecken Sie nicht benötigte Hardware aus und versuchen Sie es erneut.

Überwachen Sie nach dem Booten die Bootmeldungen des Systems mit dem Befehl `dmesg -T | grep -2i acpi` (oder überwachen Sie alle Meldungen, da das Problem möglicherweise nicht durch ACPI verursacht wurde). Wenn bei der Analyse einer ACPI-Tabelle ein Fehler auftritt, kann die wichtigste Tabelle – die DSDT (*Differentiated System Description Table*) – durch eine verbesserte Version ersetzt werden. In diesem Fall wird die fehlerhafte DSDT des BIOS ignoriert. Das Verfahren wird in [Abschnitt 28.4, „Fehlersuche“](#) erläutert.

In der Kernel-Konfiguration gibt es einen Schalter zur Aktivierung der ACPI-Fehlersuchmeldungen. Wenn ein Kernel mit ACPI-Fehlersuche kompiliert und installiert ist, werden detaillierte Informationen angezeigt.

Wenn Sie Probleme mit dem BIOS oder der Hardware feststellen, sollten Sie stets Kontakt mit den betreffenden Herstellern aufweisen. Insbesondere Hersteller, die nicht immer Hilfe für Linux anbieten, sollten mit den Problemen konfrontiert werden. Die Hersteller nehmen das Problem nur dann ernst, wenn sie feststellen, dass eine nennenswerte Zahl ihrer Kunden Linux verwendet.



### 28.2.2.1 Weiterführende Informationen

- <http://tldp.org/HOWTO/ACPI-HOWTO/> (detailliertes ACPI HOWTO, enthält DSDT-Patches)
- <http://www.acpi.info> (technische Daten zur Advanced Configuration & Power Interface)
- <http://acpi.sourceforge.net/dsdt/index.php> (DSDT-Patches von Bruno Ducrot)

## 28.3 Ruhezustand für Festplatte

In Linux kann die Festplatte vollständig ausgeschaltet werden, wenn sie nicht benötigt wird, oder sie kann in einem energiesparenderen oder ruhigeren Modus betrieben werden. Bei modernen Notebooks müssen die Festplatten nicht manuell ausgeschaltet werden, da sie automatisch in einen Sparbetriebsmodus geschaltet werden, wenn sie nicht benötigt werden. Um die Energieeinsparungen zu maximieren, sollten Sie jedoch einige der folgenden Verfahren mit dem Kommando **hdparm** ausprobieren.

Hiermit können verschiedene Festplatteneinstellungen bearbeitet werden. Die Option **-y** schaltet die Festplatte sofort in den Stand-by-Modus. **-Y** versetzt sie in den Ruhezustand. **hdparm -S x** führt dazu, dass die Festplatte nach einem bestimmten Inaktivitätszeitraum abgeschaltet wird. Ersetzen Sie **x** wie folgt: **0** deaktiviert diesen Mechanismus, sodass die Festplatte kontinuierlich ausgeführt wird. Werte von **1** bis **240** werden mit 5 Sekunden multipliziert. Werte von **241** bis **251** entsprechen 1- bis 11-mal 30 Minuten.

Die internen Energiesparoptionen der Festplatte lassen sich über die Option **-B** steuern. Wählen Sie einen Wert **0** (maximale Energieeinsparung) bis **255** (maximaler Durchsatz). Das Ergebnis hängt von der verwendeten Festplatte ab und ist schwer einzuschätzen. Die Geräuscentwicklung einer Festplatte können Sie mit der Option **-M** reduzieren. Wählen Sie einen Wert von **128** (ruhig) bis **254** (schnell).

Häufig ist es nicht so einfach, die Festplatte in den Ruhezustand zu versetzen. Bei Linux führen zahlreiche Prozesse Schreibvorgänge auf der Festplatte durch, wodurch diese wiederholt aus dem Ruhezustand reaktiviert wird. Daher sollten Sie unbedingt verstehen, wie Linux mit Daten umgeht, die auf die Festplatte geschrieben werden müssen. Zunächst werden alle Daten im RAM-Puffer gespeichert. Dieser Puffer wird vom **pdflush**-Daemon überwacht. Wenn die Daten ein bestimmtes Alter erreichen oder wenn der Puffer bis zu einem bestimmten Grad gefüllt ist, wird der Pufferinhalt auf die Festplatte übertragen. Die Puffergröße ist dynamisch und hängt von der Größe des Arbeitsspeichers und von der Systemlast ab. Standardmäßig werden für **pdflush**

kurze Intervalle festgelegt, um maximale Datenintegrität zu erreichen. Das Programm überprüft den Puffer alle fünf Sekunden und schreibt die Daten auf die Festplatte. Die folgenden Variablen sind interessant:

/proc/sys/vm/dirty\_writeback\_centisecs

Enthält die Verzögerung bis zur Reaktivierung eines `pdflush`-Threads (in Hundertstelsekunden).

/proc/sys/vm/dirty\_expire\_centisecs

Definiert, nach welchem Zeitabschnitt eine schlechte Seite spätestens ausgeschrieben werden sollte. Der Standardwert ist 3000, was 30 Sekunden bedeutet.

/proc/sys/vm/dirty\_background\_ratio

Maximaler Prozentsatz an schlechten Seiten, bis `pdflush` damit beginnt, sie zu schreiben. Die Standardeinstellung ist 5 %.

/proc/sys/vm/dirty\_ratio

Wenn die schlechten Seiten diesen Prozentsatz des gesamten Arbeitsspeichers überschreiten, werden Prozesse gezwungen, während ihres Zeitabschnitts Puffer mit schlechten Seiten anstelle von weiteren Daten zu schreiben.



## **Warnung: Beeinträchtigung der Datenintegrität**

Änderungen an den Einstellungen für den `pdflush`-Aktualisierungs-Daemon gefährden die Datenintegrität.

Abgesehen von diesen Prozessen schreiben protokollierende Journaling-Dateisysteme, wie `Btrfs`, `Ext3`, `Ext4` und andere ihre Metadaten unabhängig von `pdflush`, was ebenfalls das Abschalten der Festplatte verhindert. Um dies zu vermeiden, wurde eine spezielle Kernel-Erweiterung für mobile Geräte entwickelt. Installieren Sie das `laptop-mode-tools`-Paket, und beachten Sie die Angaben in der Datei `/usr/src/linux/Documentation/laptops/laptop-mode.txt`.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Art und Weise, wie sich die Programme verhalten. Gute Editoren beispielsweise schreiben regelmäßig verborgene Sicherungskopien der aktuell bearbeiteten Datei auf die Festplatte, wodurch die Festplatte wieder aktiviert wird. Derartige Funktionen können auf Kosten der Datenintegrität deaktiviert werden.

In dieser Verbindung verwendet der Mail-Daemon postfix die Variable `POSTFIX_LAPTOP`. Wenn diese Variable auf `ja` gesetzt wird, greift postfix wesentlich seltener auf die Festplatte zu.

In SUSE Linux Enterprise Desktop werden diese Technologien von Werkzeugen im Laptop-Modus gesteuert.

## 28.4 Fehlersuche

Alle Fehler- und Alarmmeldungen werden im Systemjournal gespeichert, das Sie mit dem Kommando **journalctl** abrufen können (weitere Informationen siehe *Kapitel 12, **journalctl**: Abfragen des systemd-Journals*). In den folgenden Abschnitten werden die häufigsten Probleme behandelt.

### 28.4.1 CPU-Frequenzsteuerung funktioniert nicht

Rufen Sie die Kernel-Quellen auf, um festzustellen, ob der verwendete Prozessor unterstützt wird. Möglicherweise ist ein spezielles Kernel-Modul bzw. eine Modulooption erforderlich, um die CPU-Frequenzsteuerung zu aktivieren. Wenn das kernel-source-Paket installiert ist, finden Sie diese Informationen unter /usr/src/linux/Documentation/cpu-freq/\*.

## 28.5 Weiterführende Informationen

- [http://en.opensuse.org/SDB:Suspend\\_to\\_RAM](http://en.opensuse.org/SDB:Suspend_to_RAM) – Anleitung zur Einstellung von „Suspend to RAM“
- <http://old-en.opensuse.org/Pm-utils> – Anleitung zur Änderung des allgemeinen Suspend-Frameworks

# V Fehlersuche

- 29 Hilfe und Dokumentation **402**
- 30 Häufige Probleme und deren Lösung **408**

## 29 Hilfe und Dokumentation

Im Lieferumfang von SUSE® Linux Enterprise Desktop sind verschiedene Informationen und Dokumentationen enthalten, viele davon bereits in Ihr installiertes System integriert.

### Dokumentation unter `/usr/share/doc`

Dieses traditionelle Hilfe-Verzeichnis enthält verschiedene Dokumentationsdateien sowie die Hinweise zur Version Ihres Systems. Außerdem enthält es Informationen über die im Unterverzeichnis `packages` installierten Pakete. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 29.1, „Dokumentationsverzeichnis“](#).

### man-Seiten und Infoseiten für Shell-Kommandos

Wenn Sie mit der Shell arbeiten, brauchen Sie die Optionen der Kommandos nicht auswendig zu kennen. Die Shell bietet normalerweise eine integrierte Hilfefunktion mit man-Seiten und Infoseiten. Weitere Informationen dazu finden Sie unter [Abschnitt 29.2, „man-Seiten“](#) und [Abschnitt 29.3, „Infoseiten“](#).

### Desktop-Hilfezentren

Das Hilfezentrum des GNOME-Desktops (Hilfe) bietet zentralen Zugriff auf die wichtigsten Dokumentationsressourcen auf Ihrem System in durchsuchbarer Form. Zu diesen Ressourcen zählen die Online-Hilfe für installierte Anwendungen, man-Seiten, Infoseiten sowie die mit Ihrem Produkt gelieferten SUSE-Handbücher.

### Separate Hilfepakete für einige Anwendungen

Beim Installieren von neuer Software mit YaST wird die Software-Dokumentation in den meisten Fällen automatisch installiert und gewöhnlich in der Hilfe auf Ihrem Desktop angezeigt. Jedoch können einige Anwendungen, beispielsweise GIMP, über andere Online-Hilfepakete verfügen, die separat mit YaST installiert werden können und nicht in die Hilfe integriert werden.

## 29.1 Dokumentationsverzeichnis

Das traditionelle Verzeichnis zum Suchen von Dokumentationen in Ihrem installierten Linux-System finden Sie unter `/usr/share/doc`. Das Verzeichnis enthält normalerweise Informationen zu den auf Ihrem System installierten Paketen sowie Versionshinweise, Handbücher usw.



## Anmerkung: Inhalte abhängig von installierten Paketen

In der Linux-Welt stehen Handbücher und andere Dokumentationen in Form von Paketen zur Verfügung, ähnlich wie Software. Wie viele und welche Informationen Sie unter /usr/share/docs finden, hängt auch von den installierten (Dokumentations-) Paketen ab. Wenn Sie die hier genannten Unterverzeichnisse nicht finden können, prüfen Sie, ob die entsprechenden Pakete auf Ihrem System installiert sind, und fügen Sie sie gegebenenfalls mithilfe von YaST hinzu.

### 29.1.1 SUSE-Handbücher

Wir bieten unsere Handbücher im HTML- und PDF-Format in verschiedenen Sprachen an. Im Unterverzeichnis Handbuch finden Sie HTML-Versionen der meisten für Ihr Produkt verfügbaren SUSE-Handbücher. Eine Übersicht über sämtliche für Ihr Produkt verfügbare Dokumentation finden Sie im Vorwort der Handbücher.

Wenn mehr als eine Sprache installiert ist, enthält /usr/share/doc/manual möglicherweise verschiedene Sprachversionen der Handbücher. Die HTML-Versionen der SUSE-Handbücher stehen auch in der Hilfe an beiden Desktops zur Verfügung. Informationen zum Speicherort der PDF- und HTML-Versionen des Handbuchs auf Ihrem Installationsmedium finden Sie in den Versionshinweisen zu SUSE Linux Enterprise Desktop. Sie stehen auf Ihrem installierten System unter /usr/share/doc/release-notes/ oder online auf Ihrer produktspezifischen Webseite unter <http://www.suse.com/doc/> zur Verfügung.

### 29.1.2 Dokumentation zu den einzelnen Paketen

Im Verzeichnis packages befindet sich die Dokumentation zu den auf Ihrem System installierten Software-Paketen. Für jedes Paket wird das entsprechende Unterverzeichnis /usr/share/doc/packages/Paketname erstellt. Es enthält README-Dateien für das Paket und manchmal Beispiele, Konfigurationsdateien und zusätzliche Skripten. In der folgenden Liste werden die typischen Dateien vorgestellt, die unter /usr/share/doc/packages zu finden sind. Diese Einträge sind nicht obligatorisch, und viele Pakete enthalten möglicherweise nur einige davon.

#### AUTOREN

Liste der wichtigsten Entwickler.

## BUGS

Bekannte Programmfehler oder Fehlfunktionen. Enthält möglicherweise auch einen Link zur Bugzilla-Webseite, auf der alle Programmfehler aufgeführt sind.

## CHANGES ,

### ChangeLog

Diese Datei enthält eine Übersicht der in den einzelnen Versionen vorgenommenen Änderungen. Die Datei dürfte nur für Entwickler interessant sein, da sie sehr detailliert ist.

## COPYING ,

### LICENSE

Lizenzinformationen.

## FAQ

Mailing-Listen und Newsgroups entnommene Fragen und Antworten.

## INSTALL

So installieren Sie dieses Paket auf Ihrem System. Da das Paket bereits installiert ist, wenn Sie diese Datei lesen können, können Sie den Inhalt dieser Datei bedenkenlos ignorieren.

## README , README.\*

Allgemeine Informationen zur Software, z. B. den Zweck und die Art ihrer Verwendung.

## TODO

Diese Datei beschreibt Funktionen, die in diesem Paket noch nicht implementiert, jedoch für spätere Versionen vorgesehen sind.

## MANIFEST

Diese Datei enthält eine Übersicht über die im Paket enthaltenen Dateien.

## NEWS

Beschreibung der Neuerungen in dieser Version.

## 29.2 man-Seiten

man-Seiten sind ein wichtiger Teil des Linux-Hilfesystems. Sie erklären die Verwendung der einzelnen Befehle und deren Optionen und Parameter. Sie greifen auf man-Seiten mit dem Befehl man gefolgt vom Namen des jeweiligen Befehls zu, z. B. man ls.

Die man-Seiten werden direkt in der Shell angezeigt. Blättern Sie mit den Tasten **Bild ↑** und **Bild ↓** nach oben bzw. unten. Mit **Pos 1** und **Ende** gelangen Sie an den Anfang bzw. das Ende eines Dokuments. und mit **Q** schließen Sie die man-Seiten. Weitere Informationen über den Befehl **man** erhalten Sie durch Eingabe von **man man**. man-Seiten sind in Kategorien unterteilt, wie in *Tabelle 29.1, „Manualpages – Kategorien und Beschreibungen“* gezeigt (diese Einteilung wurde direkt von der man-Seite für den Befehl „man“ übernommen).

**TABELLE 29.1 MANUALPAGES – KATEGORIEN UND BESCHREIBUNGEN**

Nummer	Beschreibung
1	Ausführbare Programme oder Shell-Befehle
2	Systemaufrufe (vom Kernel bereitgestellte Funktionen)
3	Bibliotheksaufrufe (Funktionen in Programmbibliotheken)
4	Spezielle Dateien (gewöhnlich in <u>/dev</u> )
5	Dateiformate und Konventionen ( <u>/etc/fstab</u> )
6	Spiele
7	Sonstiges (wie Makropakete und Konventionen), zum Beispiel <b>man(7)</b> oder <b>groff(7)</b>
8	Systemverwaltungsbefehle (in der Regel nur für <u>root</u> )
9	Nicht standardgemäße Kernel-Routinen

Jede man-Seite besteht aus den Abschnitten *NAME*, *SYNOPSIS*, *DESCRIPTION*, *SEE ALSO*, *LICENSING* und *AUTHOR*. Je nach Befehlstyp stehen möglicherweise auch weitere Abschnitte zur Verfügung.



## 29.3 Infoseiten

Eine weitere wichtige Informationsquelle sind Infoseiten. Diese sind im Allgemeinen ausführlicher als man-Seiten. Hier finden Sie nicht nur die Kommandozeilenoptionen, sondern manchmal sogar ganze Lernprogramme oder Referenzdokumentation. Die Infoseite für einen bestimmten Befehl zeigen Sie an, indem Sie **info** gefolgt vom Namen des Befehls eingeben, z. B. **info ls**. Infoseiten werden direkt in der Shell in einem Viewer angezeigt, in dem Sie zwischen den verschiedenen Abschnitten, so genannten „Knoten, navigieren können“. Mit **Leertaste** blättern Sie vorwärts und mit **<-** zurück. Innerhalb eines Knotens können Sie auch mit **Bild ↑** und **Bild ↓** navigieren, jedoch gelangen Sie nur mit **Leertaste** und **<-** zum vorherigen bzw. nächsten Knoten. Drücken Sie **q**, um den Anzeigemodus zu beenden. Nicht für jedes Kommando gibt es eine Infoseite und umgekehrt.

## 29.4 Online-Ressourcen

Zusätzlich zu den Online-Versionen der SUSE-Handbücher, die unter `/usr/share/doc` installiert sind, können Sie auch auf die produktspezifischen Handbücher und Dokumentationen im Internet zugreifen. Eine Übersicht über alle Dokumentationen für SUSE Linux Enterprise Desktop finden Sie auf der produktspezifischen Dokumentations-Website unter <http://www.suse.com/doc/>.

Wenn Sie zusätzliche produktbezogene Informationen suchen, können Sie auch die folgenden Websites besuchen:

### Technischer Support von SUSE

Falls Sie Fragen haben oder Hilfe bei technischen Problemen benötigen, steht der technische Support von SUSE unter <http://www.suse.com/support/> bereit.

### SUSE-Foren

Es gibt verschiedene Foren, in denen Sie sich an Diskussionen über SUSE-Produkte beteiligen können. Eine Liste finden Sie in <http://forums.suse.com/>.


### SUSE Conversations

Eine Online-Community, die Artikel, Tipps, Fragen und Antworten und kostenlose Tools zum Download bietet: <http://www.suse.com/communities/conversations/>

## GNOME-Dokumentation

Dokumentation für GNOME-Benutzer, -Administratoren und -Entwickler finden Sie unter <http://library.gnome.org/> .

## Das Linux-Dokumentationsprojekt

Das Linux-Dokumentationsprojekt (TLDP) ist eine auf freiwilliger Mitarbeit beruhende Gemeinschaftsinitiative zur Erarbeitung von Linux-Dokumentationen und Veröffentlichungen zu verwandten Themen (siehe <http://www.tldp.org> ). Dies ist die wahrscheinlich umfangreichste Dokumentationsressource für Linux. Sie finden dort durchaus Lernprogramme, die auch für Anfänger geeignet sind, doch hauptsächlich richten sich die Dokumente an erfahrene Benutzer, zum Beispiel an professionelle Systemadministratoren. Das Projekt veröffentlicht HOWTOs (Verfahrensbeschreibungen), FAQs (Antworten zu häufigen Fragen) sowie ausführliche Handbücher und stellt diese unter einer kostenlosen Lizenz zur Verfügung. Ein Teil der TLDP-Dokumentation ist auch unter SUSE Linux Enterprise Desktop verfügbar.

Sie können eventuell auch in den allgemeinen Suchmaschinen nachschlagen. Sie können beispielsweise die Suchbegriffe Linux CD-RW Hilfe oder OpenOffice Dateikonvertierung eingeben, wenn Sie Probleme mit dem Brennen von CDs bzw. mit der LibreOffice-Dateikonvertierung haben.

## 30 Häufige Probleme und deren Lösung

In diesem Kapitel werden mögliche Probleme und deren Lösungen beschrieben. Auch wenn Ihre Situation nicht genau auf die hier beschriebenen Probleme zutreffen mag, finden Sie vielleicht einen ähnlichen Fall, der Ihnen Hinweise zur Lösung Ihres Problems liefert.

### 30.1 Suchen und Sammeln von Informationen

Linux gibt äußerst detailliert Aufschluss über die Vorgänge in Ihrem System. Es gibt mehrere Quellen, die Sie bei einem Problem mit Ihrem System zurate ziehen können. Einige davon beziehen sich auf Linux-Systeme im Allgemeinen, einige sind speziell auf SUSE Linux Enterprise Desktop-Systeme ausgerichtet. Die meisten Protokolldateien können mit YaST angezeigt werden (*Verschiedenes > Startprotokoll anzeigen*).

Mit YaST können Sie alle vom Support-Team benötigten Systeminformationen sammeln. Wählen Sie *Andere > Support* und dann die Kategorie Ihres Problems aus. Wenn alle Informationen gesammelt wurden, können Sie diese an Ihre Support-Anfrage anhängen.

Nachfolgend finden Sie eine Liste der wichtigsten Protokolldateien mit einer Beschreibung ihrer typischen Einsatzbereiche. Eine Tilde (~) in einer Pfadangabe verweist auf das Home-Verzeichnis des aktuellen Benutzers.

TABELLE 30.1 PROTOKOLLDATEIEN

Protokolldatei	Beschreibung
<u>~/.xsession-errors</u>	Meldungen von den zurzeit ausgeführten Desktop-Anwendungen.
<u>/var/log/apparmor/</u>	Protokolldateien von AppArmor (Detailinformationen finden Sie unter <i>Book</i> “Security Guide” ).
<u>/var/log/audit/audit.log</u>	Protokolldatei von Audit, um Zugriffe auf Dateien, Verzeichnisse oder Ressourcen Ihres Systems sowie Systemaufrufe zu verfolgen. Ausführliche Informationen erhalten Sie unter <i>Book</i> “Security Guide” .

Protokolldatei	Beschreibung
<u>/var/log/mail.*</u>	Meldungen vom E-Mail-System.
<u>/var/log/NetworkManager</u>	NetworkManager-Protokolldatei zur Erfassung von Problemen hinsichtlich der Netzwerkkonnektivität
<u>/var/log/samba/</u>	Verzeichnis, das Protokollmeldungen vom Samba-Server und -Client enthält.
<u>/var/log/warn</u>	Alle Meldungen vom Kernel und dem Systemprotokoll-Daemon mit der Protokollstufe „Warnung“ oder höher.
<u>/var/log/wtmp</u>	Binärdatei mit Benutzeranmeldedatensätzen für die aktuelle Computersitzung. Die Anzeige erfolgt mit <u>last</u> .
<u>/var/log/Xorg.*.log</u>	Unterschiedliche Start- und Laufzeitprotokolldateien des X-Window-Systems. Hilfreich für die Fehlersuche bei Problemen beim Start von X.
<u>/var/log/YaST2/</u>	Verzeichnis, das die Aktionen von YAST und deren Ergebnissen enthält.
<u>/var/log/zypper.log</u>	Protokolldatei von Zypper.

Neben den Protokolldateien versorgt Ihr Computer Sie auch mit Informationen zum laufenden System. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter *Tabelle 30.2: Systeminformationen mit dem /proc-Dateisystem*

**TABELLE 30.2 SYSTEMINFORMATIONEN MIT DEM /proc-DATEISYSTEM**

Datei	Beschreibung
<u>/proc/cpuinfo</u>	Enthält Prozessorinformationen wie Typ, Fabrikat, Modell und Leistung.

Datei	Beschreibung
<u>/proc/dma</u>	Zeigt die aktuell verwendeten DMA-Kanäle an.
<u>/proc/interrupts</u>	Zeigt an, welche Interrupts verwendet werden und wie viele bisher verwendet wurden.
<u>/proc/iomem</u>	Zeigt den Status des E/A (Eingabe/Ausgabe)-Speichers an.
<u>/proc/ioports</u>	Zeigt an, welche E/A-Ports zurzeit verwendet werden.
<u>/proc/meminfo</u>	Zeigt den Speicherstatus an.
<u>/proc/modules</u>	Zeigt die einzelnen Module an.
<u>/proc/mounts</u>	Zeigt die zurzeit eingehängten Geräte an.
<u>/proc/partitions</u>	Zeigt die Partitionierung aller Festplatten an.
<u>/proc/version</u>	Zeigt die aktuelle Linux-Version an.

Abgesehen vom Dateisystem /proc exportiert der Linux-Kernel Informationen mit dem Modul sysfs, einem speicherinternen Dateisystem. Dieses Modul stellt Kernelobjekte, deren Attribute und Beziehungen dar. Weitere Informationen zu sysfs finden Sie im Kontext von udev im Abschnitt *Kapitel 17, Gerätemanagement über dynamischen Kernel mithilfe von udev*. *Tabelle 30.3* enthält einen Überblick über die am häufigsten verwendeten Verzeichnisse unter /sys.

**TABELLE 30.3 SYSTEMINFORMATIONEN MIT DEM /sys-DATEISYSTEM**

Datei	Beschreibung
<u>/sys/block</u>	Enthält Unterverzeichnisse für jedes im System ermittelte Blockgerät. Im Allgemeinen handelt es sich dabei meistens um Geräte vom Typ Datenträger.
<u>/sys/bus</u>	Enthält Unterverzeichnisse für jeden physischen Bustyp.

Datei	Beschreibung
<u>/sys/class</u>	Enthält Unterverzeichnisse, die nach den Funktionstypen der Geräte (wie Grafik, Netz, Drucker usw.) gruppiert sind.
<u>/sys/device</u>	Enthält die globale Gerätehierarchie.

Linux bietet eine Reihe von Werkzeugen für die Systemanalyse und -überwachung. Unter *Book “System Analysis and Tuning Guide” 2 “System Monitoring Utilities”* finden Sie eine Auswahl der wichtigsten, die zur Systemdiagnose eingesetzt werden.

Jedes der nachfolgenden Szenarien beginnt mit einem Header, in dem das Problem beschrieben wird, gefolgt von ein oder zwei Absätzen mit Lösungsvorschlägen, verfügbaren Referenzen für detailliertere Lösungen sowie Querverweisen auf andere Szenarien, die mit diesem Szenario in Zusammenhang stehen.

## 30.2 Probleme bei der Installation

Probleme bei der Installation sind Situationen, wenn die Installation eines Computers nicht möglich ist. Der Vorgang kann entweder nicht ausgeführt oder das grafische Installationsprogramm nicht aufgerufen werden. In diesem Abschnitt wird auf einige typische Probleme eingegangen, die möglicherweise auftreten; außerdem finden Sie hier mögliche Lösungsansätze bzw. Tipps zur Umgehung solcher Fälle.

### 30.2.1 Überprüfen von Medien

Wenn Probleme bei der Verwendung des SUSE Linux Enterprise Desktop-Installationsmediums auftreten, können Sie die Integrität des Installationsmediums überprüfen. Starten Sie von dem Medium aus und wählen Sie im Startmenü die Option *Installationsmedium prüfen* aus. Starten Sie in einem aktiven System YaST, und wählen Sie *Software > Medienprüfung*. Wenn Sie ein Installationsmedium von SUSE Linux Enterprise Desktop überprüfen möchten, legen Sie das Medium in das Laufwerk ein, und klicken Sie in YaST im Fenster *Medienprüfung* auf *Prüfvorgang starten*. Dieser Vorgang kann mehrere Minuten in Anspruch nehmen. Wenn Fehler gefunden werden,

sollten Sie dieses Medium nicht für die Installation verwenden. Bei selbst gebrannten Medien können Medienprobleme auftreten. Durch Brennen des Mediums bei niedriger Geschwindigkeit (4x) können Probleme vermieden werden.

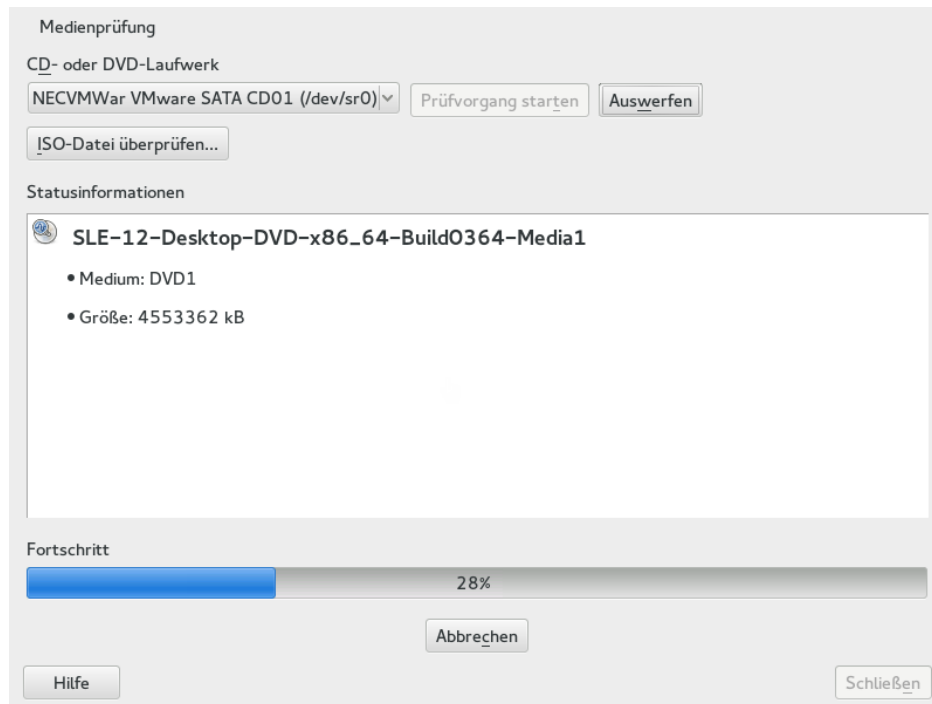


ABBILDUNG 30.1 ÜBERPRÜFEN VON MEDIEN

### 30.2.2 Kein bootfähiges DVD-Laufwerk verfügbar

Wenn Ihr Computer über kein bootfähiges DVD-ROM-Laufwerk verfügt bzw. das von Ihnen verwendete Laufwerk von Linux nicht unterstützt wird, gibt es mehrere Möglichkeiten zur Installation Ihres Computers ohne integriertem DVD-Laufwerk:

#### Verwenden eines externen Boot-Devices

Wenn der Startvorgang vom BIOS Ihres Computers und dem Installationskernel unterstützt wird, können Sie ihn von einem externen DVD-Laufwerk oder einem USB-Speichergerät aus ausführen. Weitere Anweisungen zum Erstellen eines bootfähigen Ziels finden Sie in .

#### Netzwerk-Boot über PXE

Wenn ein Rechner kein DVD-Laufwerk aufweist, jedoch eine funktionierende Ethernet-Verbindung verfügbar ist, führen Sie eine vollständig netzwerkbasierte Installation durch. Details finden Sie im *Buch „Bereitstellungshandbuch ” 11 „Installation mit entferntem*

*Zugriff”11.1.3 „Installation auf entfernten Systemen über VNC – PXE-Boot und Wake-on-LAN” und Buch „Bereitstellungshandbuch ” 11 „Installation mit entferntem Zugriff”11.1.6 „Installation auf entfernten Systemen über SSH – PXE-Boot und Wake-on-LAN”.*

### 30.2.2.1 Externe Boot-Devices

Linux unterstützt die meisten DVD-Laufwerke. Wenn das System kein DVD-Laufwerk aufweist, kann ein externes, über USB, FireWire oder SCSI angeschlossenes DVD-Laufwerk zum Booten des Systems verwendet werden. Dies ist hauptsächlich von der Interaktion zwischen dem BIOS und der verwendeten Hardware abhängig. In einigen Fällen kann bei Problemen eine BIOS-Aktualisierung hilfreich sein.

Wenn Sie die Installation von einer Live-CD aus ausführen, können Sie auch ein „Live-USB-Flash-Laufwerk“ erstellen, von dem aus der Startvorgang ausgeführt wird.

### 30.2.3 Vom Installationsmedium kann nicht gebootet werden

Wenn ein Computer nicht vom Installationsmedium booten kann, ist im BIOS vermutlich eine falsche Boot-Sequenz eingestellt. In der BIOS-Boot-Sequenz muss das DVD-Laufwerk als erster Eintrag zum Booten festgelegt sein. Andernfalls versucht der Computer, von einem anderen Medium zu booten, normalerweise von der Festplatte. Anweisungen zum Ändern der BIOS-Boot-Sequenz finden Sie in der Dokumentation zu Ihrer Hauptplatine bzw. in den nachfolgenden Abschnitten.

Als BIOS wird die Software bezeichnet, die die absolut grundlegenden Funktionen eines Computers ermöglicht. Motherboard-Hersteller stellen ein speziell für ihre Hardware konzipiertes BIOS bereit. Normalerweise kann nur zu einem bestimmten Zeitpunkt auf das BIOS-Setup zugegriffen werden – wenn der Computer gebootet wird. Während dieser Initialisierungsphase führt der Computer einige Diagnosetests der Hardware durch. Einer davon ist die Überprüfung des Arbeitsspeichers, auf die durch einen Arbeitsspeicherzähler hingewiesen wird. Wenn der Zähler eingeblendet wird, suchen Sie nach der Zeile, in der die Taste für den Zugriff auf das BIOS-Setup angegeben wird (diese Zeile befindet sich normalerweise unterhalb des Zählers oder am unteren Rand). In der Regel muss die Taste `[Entf]`, `[F1]` oder `[Esc]` gedrückt werden. Halten Sie diese Taste gedrückt, bis der Bildschirm mit dem BIOS-Setup angezeigt wird.

#### PROZEDUR 30.1 ÄNDERN DER BIOS-BOOTSEQUENZ



1. Drücken Sie die aus den Bootroutinen hervorgehende Taste, um ins BIOS zu gelangen, und warten Sie, bis der BIOS-Bildschirm angezeigt wird.
2. Wenn Sie die Bootsequenz in einem AWARD BIOS ändern möchten, suchen Sie nach dem Eintrag *BIOS FEATURES SETUP* (SETUP DER BIOS-FUNKTIONEN). Andere Hersteller verwenden hierfür eine andere Bezeichnung, beispielsweise *ADVANCED CMOS SETUP* (ERWEITERTES CMOS-SETUP). Wenn Sie den Eintrag gefunden haben, wählen Sie ihn aus, und bestätigen Sie ihn mit der Eingabetaste.
3. Suchen Sie im daraufhin angezeigten Bildschirm nach dem Untereintrag *BOOT SEQUENCE* (BOOTSEQUENZ) oder *BOOT ORDER* (BOOTREIHENFOLGE). Zum Ändern der Einstellungen drücken Sie BildAuf oder BildAb, bis das DVD-Laufwerk an erster Stelle aufgeführt wird.
4. Drücken Sie Esc, um den BIOS-Setup-Bildschirm zu schließen. Zum Speichern der Änderungen wählen Sie *SAVE & EXIT SETUP* (SPEICHERN & SETUP BEENDEN) oder drücken Sie F10. Um zu bestätigen, dass Ihre Einstellungen gespeichert werden sollen, drücken Sie Y.

#### PROZEDUR 30.2 ÄNDERN DER BOOTSEQUENZ IN EINEM SCSI-BIOS (ADAPTEC-HOSTADAPTER)

1. Öffnen Sie das Setup, indem Sie die Tastenkombination Strg-A drücken.
2. Wählen Sie *Disk Utilities* (Festplattendienstprogramme) aus. Nun werden die angeschlossenen Hardwarekomponenten angezeigt.  
Notieren Sie sich die SCSI-ID Ihres DVD-Laufwerks.
3. Verlassen Sie das Menü mit Esc.
4. Öffnen Sie *Configure Adapter Settings* (Adaptoreinstellungen konfigurieren). Wählen Sie unter *Additional Options* (Zusätzliche Optionen) den Eintrag *Boot Device Options* (Boot-Gerät-Optionen) aus, und drücken Sie Eingabetaste.
5. Geben Sie die ID des DVD-Laufwerks ein, und drücken Sie erneut Eingabetaste.
6. Drücken Sie zweimal Esc, um zum Startbildschirm des SCSI-BIOS zurückzukehren.
7. Schließen Sie diesen Bildschirm und bestätigen Sie mit *Yes* (Ja), um den Computer zu booten.

Unabhängig von Sprache und Tastaturbelegung Ihrer endgültigen Installation wird in den meisten BIOS-Konfigurationen die US-Tastaturbelegung verwendet (siehe Abbildung):



ABBILDUNG 30.2 US-TASTATURBELEGUNG

### 30.2.4 Computer kann nicht gebootet werden

Bei bestimmter Hardware, insbesondere bei sehr alter bzw. sehr neuer, kann bei der Installation ein Fehler auftreten. In vielen Fällen ist dies darauf zurückzuführen, dass dieser Hardware-Typ im Installationskernel noch nicht oder nicht mehr unterstützt wird; oft führen auch bestimmte Funktionen dieses Kernels, beispielsweise ACPI (Advanced Configuration and Power Interface), bei bestimmter Hardware zu Problemen.

Wenn Ihr System über den standardmäßigen Modus für die *Installation* (Installation) im ersten Installations-Bootbildschirm nicht installiert werden kann, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Belassen Sie die DVD im Laufwerk und booten Sie den Computer über die Tastenkombination **Strg**–**Alt**–**Entf** bzw. über den Reset-Knopf der Hardware neu.
2. Drücken Sie, sobald der Boot-Bildschirm angezeigt wird, auf **F5**, navigieren Sie mithilfe der Pfeiltasten der Tastatur zu *Kein ACPI* und drücken Sie die **Eingabetaste**, um den Boot- und Installationsvorgang zu starten. Mit dieser Option wird die Unterstützung für ACPI-Energieverwaltungstechniken deaktiviert.
3. Fahren Sie wie in *Buch „Bereitstellungshandbuch ” 3 „Installation mit YaST“* beschrieben mit der Installation fort.

Wenn es hierbei zu Problemen kommt, fahren Sie wie oben beschrieben fort, wählen Sie jedoch in diesem Fall *Sichere Einstellungen* aus. Mit dieser Option wird die Unterstützung für ACPI und DMA (Direct Memory Access) deaktiviert. Mit dieser Option kann die meiste Hardware gebootet werden.

Wenn bei diesen beiden Optionen Probleme auftauchen, versuchen Sie mithilfe der Bootoptionen-Eingabeaufforderung sämtliche zusätzlichen Parameter, die für die Unterstützung dieses Hardwaretyps erforderlich sind, an den Installationskernel zu übermitteln. Weitere Informationen zu den Parametern, die als Bootoptionen zur Verfügung stehen, finden Sie in der Kernel-Dokumentation unter </usr/src/linux/Documentation/kernel-parameters.txt>.



### **Tipp: Aufrufen der Kernel-Dokumentation**

Installieren Sie das Paket [kernel-source](#). Darin ist die Kernel-Dokumentation enthalten.

Es gibt noch einige andere mit ACPI in Zusammenhang stehende Kernel-Parameter, die vor dem Booten zu Installationszwecken an der Booteingabeaufforderung eingegeben werden können:

[acpi=off](#)

Mit diesem Parameter wird das vollständige ACPI-Subsystem auf Ihrem Computer deaktiviert. Dies kann hilfreich sein, wenn ACPI von Ihrem Computer nicht unterstützt wird bzw. Sie vermuten, dass ACPI auf Ihrem Computer zu Problemen führt.

[acpi=force](#)

Aktivieren Sie ACPI in jedem Fall, auch wenn das BIOS Ihres Computers von vor dem Jahre 2000 stammt. Mit diesem Parameter wird ACPI auch aktiviert, wenn die Festlegung zusätzlich zu [acpi=off](#) erfolgt.

[acpi=noirq](#)

ACPI nicht für IRQ-Routing verwenden.

[acpi=ht](#)

Nur genügend ACPI ausführen, um Hyper-Threading zu aktivieren.

[acpi=strict](#)

Geringere Toleranz von Plattformen, die nicht genau der ACPI-Spezifikation entsprechen.

[pci=noacpi](#)

Deaktiviert das PCI-IRQ-Routing des neuen ACPI-Systems.

#### pnpci=off

Diese Option ist für Probleme mit seriellen oder parallelen Ports vorgesehen, wenn Ihr BIOS-Setup falsche Interrupts oder Ports enthält.

#### notsc

Hiermit wird der Zeitstempelzähler deaktiviert. Diese Option dient der Umgehung von Timing-Problemen auf Ihren Systemen. Es handelt sich um eine recht neue Funktion, die insbesondere dann nützlich sein kann, wenn Sie auf Ihrem Rechner Rückwärtsentwicklungen bemerken, insbesondere zeitbezogene Rückwärtsentwicklungen. Gilt auch für Fälle, in denen keinerlei Reaktion mehr zu verzeichnen ist.

#### nohz=off

Hiermit wird die nohz-Funktion deaktiviert. Wenn der Rechner nicht mehr reagiert, ist diese Option vielleicht die Lösung. Andernfalls wird sie Ihnen kaum nützlich sein.

Nachdem Sie die richtige Parameterkombination ermittelt haben, schreibt YaST sie automatisch in die Bootloader-Konfiguration, um sicherzustellen, dass das System beim nächsten Mal vor-schriftsmäßig gebootet wird.

Wenn beim Laden des Kernel oder bei der Installation unerwartete Fehler auftreten, wählen Sie im Bootmenü die Option *Memory Test* (Speichertest), um den Arbeitsspeicher zu überprüfen. Wenn von *Memory Test* (Speichertest) ein Fehler zurückgegeben wird, liegt in der Regel ein Hardware-Fehler vor.

## 30.2.5 Grafisches Installationsprogramm lässt sich nicht starten

Nachdem Sie das Medium in das Laufwerk eingelegt und den Computer neu gebootet haben, wird der Installationsbildschirm angezeigt, nach der Auswahl von *Installation* wird jedoch das grafische Installationsprogramm nicht aufgerufen.

In diesem Fall haben Sie mehrere Möglichkeiten:

- Wählen Sie eine andere Bildschirmauflösung für die installationsbezogenen Dialogfelder.
- Wählen Sie den *Text Mode* (Expertenmodus) für die Installation aus.
- Führen Sie über VNC und unter Verwendung des grafischen Installationsprogramms eine entfernte Installation durch.

### PROZEDUR 30.3 ÄNDERN DER BILDSCHIRMAUFLÖSUNG FÜR DIE INSTALLATION

1. Booten Sie zu Installationszwecken.
2. Drücken Sie **F3**, um ein Menü zu öffnen, in dem Sie für Installationszwecke eine niedrigere Auflösung auswählen können.
3. Wählen Sie *Installation* aus und fahren Sie, wie in *Buch „Bereitstellungshandbuch ” 3 „Installation mit YaST”* beschrieben, mit der Installation fort.

#### PROZEDUR 30.4 INSTALLATION IM TEXTMODUS

1. Booten Sie zu Installationszwecken.
2. Drücken Sie **F3** und wählen Sie *Text Mode* (Expertenmodus) aus.
3. Wählen Sie *Installation* aus und fahren Sie, wie in *Buch „Bereitstellungshandbuch ” 3 „Installation mit YaST”* beschrieben, mit der Installation fort.

#### PROZEDUR 30.5 VNC-INSTALLATION

1. Booten Sie zu Installationszwecken.
2. Geben Sie an der Bootoptionen-Eingabeaufforderung folgenden Text ein:

```
vnc=1 vncpassword=some_password
```

Ersetzen Sie beliebiges\_passwort durch das für die VNC-Installation zu verwendende Passwort.

3. Wählen Sie *Installation* (Installation) aus und drücken Sie dann die **Eingabetaste**, um die Installation zu starten.

Anstatt direkt in die Routine für die grafische Installation einzusteigen, wird das System weiterhin im Textmodus ausgeführt und dann angehalten; in einer Meldung werden die IP-Adresse und die Portnummer angegeben, unter der über die Browserschnittstelle oder eine VNC-Viewer-Anwendung auf das Installationsprogramm zugegriffen werden kann.

4. Wenn Sie über einen Browser auf das Installationsprogramm zugreifen, starten Sie den Browser, geben Sie die Adressinformationen ein, die von den Installationsroutinen auf dem zukünftigen SUSE Linux Enterprise Desktop-Computer bereitgestellt werden, und drücken Sie die **Eingabetaste**:

```
http://ip_address_of_machine:5801
```

Im Browserfenster wird ein Dialogfeld geöffnet, in dem Sie zur Eingabe des VNC-Passworts aufgefordert werden. Geben Sie das Passwort ein und fahren Sie, wie in *Buch* „Bereitstellungshandbuch “ 3 „*Installation mit YaST*“ beschrieben, mit der Installation fort.

### ! Wichtig: Plattformübergreifende Unterstützung

Die Installation über VNC kann mit jedem Browser und unter jedem beliebigen Betriebssystem vorgenommen werden, vorausgesetzt, die Java-Unterstützung ist aktiviert.

Geben Sie auf Aufforderung die IP-Adresse und das Passwort für Ihren VNC-Viewer ein. Daraufhin wird ein Fenster mit den installationsbezogenen Dialogfeldern geöffnet. Fahren Sie wie gewohnt mit der Installation fort.

## 30.2.6 Nur ein minimalistischer Bootbildschirm wird eingeblendet

Sie haben das Medium in das Laufwerk eingelegt, die BIOS-Routinen sind abgeschlossen, das System zeigt jedoch den grafischen Bootbildschirm nicht an. Stattdessen wird eine sehr minimalistische textbasierte Oberfläche angezeigt. Dies kann auf Computern der Fall sein, die für die Darstellung eines grafischen Bootbildschirms nicht ausreichend Grafikspeicher aufweisen.

Obwohl der textbasierte Bootbildschirm minimalistisch wirkt, bietet er nahezu dieselbe Funktionalität wie der grafische:

### Bootoptionen

Im Gegensatz zur grafischen Oberfläche können die unterschiedlichen Bootoptionen nicht mithilfe der Cursortasten der Tastatur ausgewählt werden. Das Bootmenü des Expertenmodus-Bootbildschirms ermöglicht die Eingabe einiger Schlüsselwörter an der Booteingabeaufforderung. Diese Schlüsselwörter sind den Optionen in der grafischen Version zugeordnet. Treffen Sie Ihre Wahl und drücken Sie die Eingabetaste, um den Bootprozess zu starten.

## Benutzerdefinierte Bootoptionen

Geben Sie nach der Auswahl einer Bootoption das entsprechende Schlüsselwort an der Booteingabeaufforderung ein. Sie können auch einige benutzerdefinierte Bootoptionen eingeben (siehe [Abschnitt 30.2.4, „Computer kann nicht gebootet werden“](#)). Wenn Sie den Installationsvorgang starten möchten, drücken Sie die Eingabetaste.

## Bildschirmauflösungen

Die Bildschirmauflösung für die Installation lässt sich mithilfe der F-Tasten bestimmen. Wenn Sie im Expertenmodus, also im Textmodus, booten müssen, drücken Sie F3.

# 30.3 Probleme beim Booten

Probleme beim Booten sind Fälle, in denen Ihr System nicht vorschriftsmäßig gebootet wird, das Booten also nicht mit dem erwarteten Ziel und Anmeldebildschirm erfolgt.

## 30.3.1 Probleme beim Laden des GRUB 2-Bootloaders

Wenn die Hardware vorschriftsmäßig funktioniert, ist möglicherweise der Bootloader beschädigt und Linux kann auf dem Computer nicht gestartet werden. In diesem Fall muss der Bootloader repariert werden. Dazu müssen Sie das Rettungssystem starten wie in [Abschnitt 30.6.2, „Verwenden des Rettungssystems“](#) beschrieben und den Anweisungen in [Abschnitt 30.6.2.4, „Bearbeiten und erneutes Installieren des Bootloaders“](#) folgen.

Die Gründe dafür, dass der Computer nicht gebootet werden kann, stehen möglicherweise in Zusammenhang mit dem BIOS.

### BIOS-Einstellungen

Überprüfen Sie Ihr BIOS auf Verweise auf Ihre Festplatte hin. GRUB 2 wird möglicherweise einfach deshalb nicht gestartet, weil die Festplatte bei den aktuellen BIOS-Einstellungen nicht gefunden wird.

### BIOS-Bootreihenfolge

Überprüfen Sie, ob die Festplatte in der Bootreihenfolge Ihres Systems enthalten ist. Wenn die Festplatten-Option nicht aktiviert wurde, wird Ihr System möglicherweise vorschriftsmäßig installiert. Das Booten ist jedoch nicht möglich, wenn auf die Festplatte zugegriffen werden muss.

### 30.3.2 Es wird keine Anmeldemaske oder Eingabeaufforderung angezeigt

Dieses Verhalten tritt normalerweise nach einer nicht erfolgreichen Kernelaufrüstung auf und ist nach der Art von Fehler auf der Systemkonsole, der zuweilen im Endstadium des Vorgangs auftritt, als *Kernelpanik* bekannt. Wenn der Computer tatsächlich soeben nach einer Softwareaktualisierung neu gebootet wurde, sollte er zunächst mithilfe der alten, bewährten Version des Linux-Kernels und der zugehörigen Dateien erneut gebootet werden. Gehen Sie dazu während des Bootvorgangs am Bildschirm des GRUB-Bootloaders wie folgt vor:

1. Booten Sie den Computer mithilfe der Schaltfläche zum Zurücksetzen neu oder schalten Sie ihn aus und wieder an.
2. Wenn der GRUB 2-Bootbildschirm angezeigt wird, wählen Sie den Eintrag *Erweiterte Optionen* aus und wählen Sie den vorherigen Kernel aus dem Menü aus. Der Computer sollte nun mithilfe der früheren Version des Kernels und der zugehörigen Dateien gebootet werden.
3. Entfernen Sie nach Abschluss des Bootvorgangs den neu installierten Kernel und legen Sie, falls nötig, anhand des YaST *Boot Loader*-Moduls den Standard-Boot-Eintrag auf den alten Kernel fest. Weitere Informationen finden Sie unter [Abschnitt 13.3, „Konfigurieren des Bootloaders mit YaST“](#). Eine Aktualisierung dieser Datei ist jedoch wahrscheinlich nicht erforderlich, da sie normalerweise während des Rollback-Vorgangs von den automatischen Aktualisierungswerkzeugen bearbeitet wird.
4. Booten Sie den Computer neu.

Falls dadurch das Problem nicht behoben wird, booten Sie den Computer anhand der Installationsmedien. Fahren Sie nach dem Booten des Computers mit [Schritt 3](#) und fort.

### 30.3.3 Keine grafische Anmeldung

Wenn der Computer hochfährt, jedoch der grafische Anmelde-Manager nicht gebootet wird, müssen Sie entweder hinsichtlich der Auswahl des standardmäßigen systemd-Ziels oder der Konfiguration des X-Window-Systems mit Problemen rechnen. Zum Prüfen des aktuellen systemd-Standardziels führen Sie das Kommando **`sudo systemctl get-default`** aus. Wenn *nicht* der Wert `graphical.target` zurückgegeben wird, führen Sie das Kommando **`sudo systemctl isolate graphical.target`** aus. Wird der grafische Anmeldebildschirm geöffnet, melden Sie



sich an, starten Sie *YaST* > *System* > *Dienste-Verwaltung*, und legen Sie für *Default System Target* (Standard-Systemziel) den Wert *Graphical Interface* (Grafische Oberfläche) fest. Von nun an bootet das System in den grafischen Anmeldebildschirm.

Falls der grafische Anmeldebildschirm auch nicht nach dem Booten oder dem Wechsel zum grafischen Ziel gestartet wird, ist die Desktop- oder X Window-Software möglicherweise fehlerhaft konfiguriert oder beschädigt. Suchen Sie in den Protokolldateien von `/var/log/Xorg.*.log` nach detaillierten Meldungen vom X-Server beim versuchten Start. Wenn beim Starten des Desktops ein Fehler auftritt, werden möglicherweise Fehlermeldungen im Systemjournal protokolliert, die Sie mit dem Kommando `journalctl` abfragen können (weitere Informationen siehe [Kapitel 12, `journalctl`: Abfragen des systemd-Journals](#)). Wenn diese Fehlermeldungen auf ein Konfigurationsproblem mit dem X-Server hinweisen, versuchen Sie, diese Probleme zu beseitigen. Wenn das grafische System weiterhin nicht aktiviert wird, ziehen Sie die Neuinstallation des grafischen Desktop in Betracht.

### 30.3.4 Einhängen der Root-Btrfs-Partition nicht möglich

Wenn eine `btrfs`-Root-Partition beschädigt wird, haben Sie folgende Möglichkeiten:

- Hängen Sie die Partition mit der Option `-o recovery` ein.
- Falls dies nicht funktioniert, führen Sie `btrfs-zero-log` auf der Root-Partition aus.

## 30.4 Probleme bei der Anmeldung

Probleme bei der Anmeldung sind Fälle, in denen Ihr Computer in den erwarteten Begrüßungsbildschirm bzw. die erwartete Anmelde-Eingabeaufforderung bootet, den Benutzernamen und das Passwort jedoch entweder nicht akzeptiert oder zunächst akzeptiert, sich dann aber nicht erwartungsgemäß verhält (der grafische Desktop wird nicht gestartet, es treten Fehler auf, es wird wieder eine Kommandozeile angezeigt usw.).

## 30.4.1 Fehler trotz gültiger Kombination aus Benutzername und Passwort

Dieser Fall tritt normalerweise ein, wenn das System zur Verwendung von Netzwerkauthentifizierung oder Verzeichnisdiensten konfiguriert wurde und aus unbekannten Gründen keine Ergebnisse von den zugehörigen konfigurierten Servern abrufen kann. Der `root`-Benutzer ist der einzige lokale Benutzer, der sich noch bei diesen Computern anmelden kann. Nachfolgend sind einige häufige Ursachen dafür aufgeführt, weshalb Anmeldungen nicht ordnungsgemäß verarbeitet werden können, obwohl der Computer funktionstüchtig zu sein scheint:

- Es liegt ein Problem mit der Netzwerkfunktion vor. Weitere Anweisungen hierzu finden Sie in [Abschnitt 30.5, „Probleme mit dem Netzwerk“](#).
- DNS ist zurzeit nicht funktionsfähig (dadurch ist GNOME nicht funktionsfähig, und das System kann keine an sichere Server gerichteten bestätigten Anforderungen durchführen). Ein Hinweis, dass dies zutrifft, ist, dass der Computer auf sämtliche Aktionen ausgesprochen langsam reagiert. Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie in [Abschnitt 30.5, „Probleme mit dem Netzwerk“](#).
- Wenn das System für die Verwendung von Kerberos konfiguriert ist, hat die lokale Systemzeit möglicherweise die zulässige Abweichung zur Kerberos-Serverzeit (üblicherweise 300 Sekunden) überschritten. Wenn NTP (Network Time Protocol) nicht ordnungsgemäß funktioniert bzw. lokale NTP-Server nicht funktionieren, kann auch die Kerberos-Authentifizierung nicht mehr verwendet werden, da sie von der allgemeinen netzwerkübergreifenden Uhrensynchronisierung abhängt.
- Die Authentifizierungskonfiguration des Systems ist fehlerhaft. Prüfen Sie die betroffenen PAM-Konfigurationsdateien auf Tippfehler oder falsche Anordnung von Direktiven hin. Zusätzliche Hintergrundinformationen zu PAM (Password Authentication Module) und der Syntax der betroffenen Konfigurationsdateien finden Sie in *Book “Security Guide” 2 “Authentication with PAM”*.
- Die Home-Partition ist verschlüsselt. Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie in [Abschnitt 30.4.3, „Anmeldung bei verschlüsselter Home-Partition fehlgeschlagen“](#).

In allen Fällen, in denen keine externen Netzwerkprobleme vorliegen, besteht die Lösung darin, das System erneut im Einzelbenutzermodus zu booten und die Konfigurationsfehler zu beseitigen, bevor Sie erneut in den Betriebsmodus booten und erneut versuchen, sich anzumelden. So booten Sie in den Einzelbenutzerbetrieb:

1. Booten Sie das System neu. Daraufhin wird der Bootbildschirm mit einer Eingabeaufforderung eingeblendet.
2. Drücken Sie `[Esc]`. Der Eröffnungsbildschirm wird geschlossen, und Sie gelangen zum textgestützten GRUB 2-Menü.
3. Drücken Sie `[B]`. Der GRUB 2-Editor wird geöffnet.
4. Fügen Sie den folgenden Parameter an die Zeile mit den Kernel-Parametern an:

`systemd.unit=rescue.target`
5. Drücken Sie `[F10]`.
6. Geben Sie Benutzername und Passwort für `root` ein.
7. Nehmen Sie alle erforderlichen Änderungen vor.
8. Booten Sie in den vollen Mehrbenutzer- und Netzwerkbetrieb, indem Sie `systemctl isolate graphical.target` an der Kommandozeile eingeben.

## 30.4.2 Keine Annahme einer gültigen Kombination aus Benutzername und Passwort

Dies ist das mit Abstand häufigste Problem, auf das Benutzer stoßen, da es hierfür zahlreiche Ursachen gibt. Je nachdem, ob Sie lokale Benutzerverwaltung und Authentifizierung oder Netzwerkauthentifizierung verwenden, treten Anmeldefehler aus verschiedenen Gründen auf.

Fehler bei der lokalen Benutzerverwaltung können aus folgenden Gründen auftreten:

- Der Benutzer hat möglicherweise das falsche Passwort eingegeben.
- Das Home-Verzeichnis des Benutzers, das die Desktopkonfigurationsdateien enthält, ist beschädigt oder schreibgeschützt.
- Möglicherweise bestehen hinsichtlich der Authentifizierung dieses speziellen Benutzers durch das X Windows System Probleme, insbesondere, wenn das Home-Verzeichnis des Benutzers vor der Installation der aktuellen Distribution für andere Linux-Distributionen verwendet wurde.

Gehen Sie wie folgt vor, um den Grund für einen Fehler bei der lokalen Anmeldung ausfindig zu machen:

1. Überprüfen Sie, ob der Benutzer sein Passwort richtig in Erinnerung hat, bevor Sie mit der Fehlersuche im gesamten Authentifizierungsmechanismus beginnen. Sollte sich der Benutzer nicht mehr an sein Passwort erinnern, können Sie es mithilfe des YaST-Moduls für die Benutzerverwaltung ändern. Achten Sie auf die `Feststelltaste` und deaktivieren Sie sie gegebenenfalls.
2. Melden Sie sich als `root` an, und prüfen Sie das Systemjournal mit `journalctl -e` auf Fehlermeldungen aus dem Anmeldevorgang und von PAM.
3. Versuchen Sie, sich von der Konsole aus anzumelden (mit `Strg-Alt-F1`). Wenn dies gelingt, liegt der Fehler nicht bei PAM, da die Authentifizierung dieses Benutzers auf diesem Computer möglich ist. Versuchen Sie, mögliche Probleme mit dem X-Window-System oder dem GNOME-Desktop ausfindig zu machen. Weitere Informationen hierzu finden Sie in *Abschnitt 30.4.4, „Anmeldung erfolgreich, jedoch Problem mit GNOME-Desktop“*.
4. Wenn das Home-Verzeichnis des Benutzers für eine andere Linux-Distribution verwendet wurde, entfernten Sie die Datei `Xauthority` aus dem Heimverzeichnis des Benutzers. Melden Sie sich von der Konsole aus mit `Strg-Alt-F1` an und führen Sie `rm .Xauthority` als diesen Benutzer aus. Auf diese Weise sollten die X-Authentifizierungsprobleme dieses Benutzers beseitigt werden. Versuchen Sie erneut, sich beim grafischen Desktop anzumelden.
5. Wenn der Desktop aufgrund beschädigter Konfigurationsdateien nicht aufgerufen werden konnte, fahren Sie mit *Abschnitt 30.4.4, „Anmeldung erfolgreich, jedoch Problem mit GNOME-Desktop“* fort.

Nachfolgend sind einige häufige Ursachen dafür aufgeführt, weshalb es bei der Netzwerkauthentifizierung eines bestimmten Benutzers auf einem bestimmten Computer zu Problemen kommen kann:

- Der Benutzer hat möglicherweise das falsche Passwort eingegeben.
- Der Benutzername ist in den lokalen Authentifizierungsdateien des Computers vorhanden und wird zudem von einem Netzwerkauthentifizierungssystem bereitgestellt, was zu Konflikten führt.
- Das Home-Verzeichnis ist zwar vorhanden, ist jedoch beschädigt oder nicht verfügbar. Es ist möglicherweise schreibgeschützt oder befindet sich auf einem Server, auf den momentan nicht zugegriffen werden kann.

- Der Benutzer ist nicht berechtigt, sich bei diesem Host im Authentifizierungssystem anzumelden.
- Der Hostname des Computers hat sich geändert, und der Benutzer ist nicht zur Anmeldung bei diesem Host berechtigt.
- Der Computer kann keine Verbindung mit dem Authentifizierungs- oder Verzeichnisserver herstellen, auf dem die Informationen dieses Benutzers gespeichert sind.
- Möglicherweise bestehen hinsichtlich der Authentifizierung dieses speziellen Benutzers durch das X Window System Probleme, insbesondere, wenn das Home-Verzeichnis des Benutzers vor der Installation der aktuellen Distribution für andere Linux-Distributionen verwendet wurde.

Gehen Sie wie folgt vor, um die Ursache der Anmeldefehler bei der Netzwerkauthentifizierung zu ermitteln:

1. Überprüfen Sie, ob der Benutzer sein Passwort richtig in Erinnerung hat, bevor Sie mit der Fehlersuche im gesamten Authentifizierungsmechanismus beginnen.
2. Ermitteln Sie den Verzeichnisserver, den der Computer für die Authentifizierung verwendet, und vergewissern Sie sich, dass dieser ausgeführt wird und ordnungsgemäß mit den anderen Computern kommuniziert.
3. Überprüfen Sie, ob der Benutzername und das Passwort des Benutzers auf anderen Computern funktionieren, um sicherzustellen, dass seine Authentifizierungsdaten vorhanden sind und ordnungsgemäß verteilt wurden.
4. Finden Sie heraus, ob sich ein anderer Benutzer bei dem problembehafteten Computer anmelden kann. Wenn sich ein anderer Benutzer oder der `root`-Benutzer anmelden kann, melden Sie sich mit dessen Anmeldedaten an, und überprüfen Sie das Systemjournal mit `journalctl -e > Datei`. Suchen Sie nach dem Zeitstempel, der sich auf die Anmeldeversuche bezieht, und finden Sie heraus, ob von PAM Fehlermeldungen generiert wurden.
5. Versuchen Sie, sich von der Konsole aus anzumelden (mit `Strg-Alt-F1`). Wenn dies gelingt, liegt der Fehler nicht bei PAM oder dem Verzeichnisserver mit dem Home-Verzeichnis des Benutzers, da die Authentifizierung dieses Benutzers auf diesem Computer möglich ist. Versuchen Sie, mögliche Probleme mit dem X-Window-System oder dem GNOME-Desktop ausfindig zu machen. Weitere Informationen hierzu finden Sie in *Abschnitt 30.4.4, „Anmeldung erfolgreich, jedoch Problem mit GNOME-Desktop“*.

6. Wenn das Home-Verzeichnis des Benutzers für eine andere Linux-Distribution verwendet wurde, entfernten Sie die Datei `Xauthority` aus dem Heimverzeichnis des Benutzers. Melden Sie sich von der Konsole aus mit `Strg-Alt-F1` an und führen Sie `rm .Xauthority` als diesen Benutzer aus. Auf diese Weise sollten die X-Authentifizierungsprobleme dieses Benutzers beseitigt werden. Versuchen Sie erneut, sich beim grafischen Desktop anzumelden.
7. Wenn der Desktop aufgrund beschädigter Konfigurationsdateien nicht aufgerufen werden konnte, fahren Sie mit *Abschnitt 30.4.4, „Anmeldung erfolgreich, jedoch Problem mit GNOME-Desktop“* fort.

### 30.4.3 Anmeldung bei verschlüsselter Home-Partition fehlgeschlagen

Bei Laptops ist es empfehlenswert, die Home-Partition zu verschlüsseln. Wenn Sie sich bei Ihrem Laptop nicht anmelden können, gibt es dafür normalerweise einen einfachen Grund: Ihre Partition konnte nicht entsperrt werden.

Beim Booten müssen Sie den Passwortsatz eingeben, damit Ihre verschlüsselte Partition entsperrt wird. Wenn Sie den Passwortsatz nicht eingeben, wird der Boot-Vorgang fortgesetzt und die Partition bleibt gesperrt.

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die verschlüsselte Partition zu entsperren:

1. Schalten Sie zur Textkonsole um, indem Sie auf `Strg-Alt-F1` drücken.
2. Melden Sie sich als `root` an.
3. Starten Sie den Entsperrvorgang erneut mit:

```
systemctl restart home.mount
```

4. Geben Sie Ihren Passwortsatz ein, um die verschlüsselte Partition zu entsperren.
5. Beenden Sie die Textkonsole und wechseln Sie mit `Alt-F7` zum Anmeldebildschirm.
6. Melden Sie sich wie gewöhnlich an.

### 30.4.4 Anmeldung erfolgreich, jedoch Problem mit GNOME-Desktop

Wenn dies der Fall ist, sind Ihre GNOME-Konfigurationsdateien vermutlich beschädigt. Mögliche Symptome: Die Tastatur funktioniert nicht, die Geometrie des Bildschirms ist verzerrt oder es ist nur noch ein leeres graues Feld zu sehen. Die wichtige Unterscheidung ist hierbei, dass der Computer normal funktioniert, wenn sich ein anderer Benutzer anmeldet. Das Problem kann in diesem Fall höchstwahrscheinlich verhältnismäßig schnell behoben werden, indem das GNOME-Konfigurationsverzeichnis des Benutzers an einen neuen Speicherort verschoben wird, da GNOME daraufhin ein neues initialisiert. Obwohl der Benutzer GNOME neu konfigurieren muss, gehen keine Daten verloren.

1. Schalten Sie durch Drücken von **Strg-Alt-F1** auf eine Textkonsole um.
2. Melden Sie sich mit Ihrem Benutzernamen an.
3. Verschieben Sie die GNOME-Konfigurationsverzeichnisse des Benutzers an einen temporären Speicherort:

```
mv .gconf .gconf-ORIG-RECOVER
mv .gnome2 .gnome2-ORIG-RECOVER
```

4. Melden Sie sich ab.
5. Melden Sie sich erneut an, führen Sie jedoch keine Anwendungen aus.
6. Stellen Sie Ihre individuellen Anwendungskonfigurationsdaten wieder her (einschließlich der Daten des Evolution-E-Mail-Client), indem Sie das Verzeichnis ~/ .gconf-ORIG-RECOVER/apps/ wie folgt in das neue Verzeichnis ~/ .gconf zurückkopieren:

```
cp -a .gconf-ORIG-RECOVER/apps .gconf/
```

Wenn dies die Ursache für die Anmeldeprobleme ist, versuchen Sie, nur die kritischen Anwendungsdaten wiederherzustellen, und konfigurieren Sie die restlichen Anwendungen neu.

## 30.5 Probleme mit dem Netzwerk

Zahlreiche Probleme Ihres Systems stehen möglicherweise mit dem Netzwerk in Verbindung, obwohl zunächst ein anderer Eindruck entsteht. So kann beispielsweise ein Netzwerkproblem die Ursache sein, wenn sich Benutzer bei einem System nicht anmelden können. In diesem Abschnitt finden Sie eine einfache Checkliste, anhand derer Sie die Ursache jeglicher Netzwerkprobleme ermitteln können.

### PROZEDUR 30.6 ERKENNEN VON NETZWERKPROBLEMEN

Gehen Sie zur Überprüfung der Netzwerkverbindung Ihres Computers folgendermaßen vor:

1. Wenn Sie eine Ethernet-Verbindung nutzen, überprüfen Sie zunächst die Hardware. Vergewissern Sie sich, dass das Netzkabel ordnungsgemäß am Computer und Router (oder Hub etc.) angeschlossen ist. Die Kontrolllampchen neben dem Ethernet-Anschluss sollten beide leuchten.

Wenn keine Verbindung hergestellt werden kann, testen Sie, ob Ihr Netzkabel funktionstüchtig ist, wenn es mit einem anderen Computer verbunden wird. Wenn dies der Fall ist, ist das Problem auf Ihre Netzkarte zurückzuführen. Wenn Ihre Netzwerkeinrichtung Hubs oder Switches enthält, sind diese möglicherweise auch fehlerhaft.

2. Bei einer drahtlosen Verbindung testen Sie, ob die drahtlose Verbindung von anderen Computern hergestellt werden kann. Ist dies nicht der Fall, sollten Sie das Problem an den Administrator des drahtlosen Netzwerks weiterleiten.
3. Nachdem Sie die grundlegende Netzwerkkonnektivität sichergestellt haben, versuchen Sie zu ermitteln, welcher Dienst nicht reagiert. Tragen Sie die Adressinformationen aller Netzwerkservers zusammen, die Bestandteil Ihrer Einrichtung sind. Suchen Sie sie entweder im entsprechenden YaST-Modul oder wenden Sie sich an Ihren Systemadministrator. In der nachfolgenden Liste sind einige der typischen Netzwerkservers aufgeführt, die Bestandteil einer Einrichtung sind; außerdem finden Sie hier die Symptome eines Ausfalls.

#### DNS (Namendienst)

Ein Namensdienst, der ausgefallen ist oder Fehlfunktionen aufweist, kann die Funktionalität des Netzwerks auf vielfältige Weise beeinträchtigen. Wenn die Authentifizierung für einen lokalen Rechner über einen oder mehrere Netzwerkservers erfolgt und diese Server aufgrund von Problemen bei der Namensauflösung nicht auffindbar



sind, können sich die Benutzer noch nicht einmal anmelden. Die Rechner in einem Netzwerk, das von einem ausgefallenen Nameserver verwaltet wird, können einander nicht „sehen“ und nicht miteinander kommunizieren.

#### **NTP (Zeitdienst)**

Ein NTP-Dienst, der ausgefallen ist oder Fehlfunktionen aufweist, kann die Kerberos-Authentifizierung und die X-Server-Funktionalität beeinträchtigen.

#### **NFS (Dateidienst)**

Wenn eine Anwendung Daten benötigt, die in einem NFS-eingehängten Verzeichnis gespeichert sind, kann sie nicht aufgerufen werden bzw. weist Fehlfunktionen auf, wenn dieser Dienst ausgefallen oder falsch konfiguriert ist. Im schlimmsten Fall wird die persönliche Desktop-Konfiguration eines Benutzers nicht angezeigt, wenn sein Home-Verzeichnis mit dem `.gconf`-Unterverzeichnis nicht gefunden wird, weil der NFS-Server ausgefallen ist.

#### **Samba (Dateidienst)**

Wenn eine Anwendung Daten benötigt, die in einem Verzeichnis auf einem fehlerhaften Samba-Server gespeichert sind, kann sie nicht aufgerufen werden oder weist Fehlfunktionen auf.

#### **NIS (Benutzerverwaltung)**

Wenn Ihr SUSE Linux Enterprise Desktop-System hinsichtlich der Bereitstellung der Benutzerdaten von einem fehlerhaften NIS-Server abhängig ist, können sich Benutzer nicht bei diesem Computer anmelden.

#### **LDAP (Benutzerverwaltung)**

Wenn Ihr SUSE Linux Enterprise Desktop-System hinsichtlich der Bereitstellung der Benutzerdaten von einem fehlerhaften LDAP-Server abhängig ist, können sich Benutzer nicht bei diesem Computer anmelden.

#### **Kerberos (Authentifizierung)**

Die Authentifizierung funktioniert nicht und die Anmeldung bei den Computern schlägt fehl.

#### **CUPS (Netzwerkdruck)**

Die Benutzer können nicht drucken.

4. Überprüfen Sie, ob die Netzwerkserver aktiv sind und ob Ihre Netzwerkeinrichtung das Herstellen einer Verbindung ermöglicht:

## ! Wichtig: Einschränkungen

Das unten beschriebene Fehlersuchverfahren gilt nur für ein einfaches Setup aus Netzwerkserver/-Client, das kein internes Routing beinhaltet. Es wird davon ausgegangen, dass sowohl Server als auch Client Mitglieder desselben Subnetzes sind, ohne dass die Notwendigkeit für weiteres Routing besteht.

- a. Mit **ping** IP-Adresse **oder** Hostname (ersetzen Sie Hostname durch den Hostnamen des Servers) können Sie überprüfen, ob die einzelnen Server verfügbar sind und ob vom Netzwerk aus auf sie zugegriffen werden kann. Wenn dieses Kommando erfolgreich ist, besagt dies, dass der von Ihnen gesuchte Host aktiv ist und dass der Namensdienst für Ihr Netzwerk vorschriftsmäßig konfiguriert ist.

Wenn beim Ping-Versuch die Meldung destination host unreachable zurückgegeben wird, also nicht auf den Ziel-Host zugegriffen werden kann, ist entweder Ihr System oder der gewünschte Server nicht vorschriftsmäßig konfiguriert oder ausgefallen. Überprüfen Sie, ob Ihr System erreichbar ist, indem Sie **ping** IP-Adresse **oder** Ihr\_Hostname von einem anderen Rechner aus ausführen. Wenn Sie von einem anderen Computer aus auf Ihren Computer zugreifen können, ist der Server nicht aktiv oder nicht vorschriftsmäßig konfiguriert.

Wenn beim Ping-Versuch die Meldung unknown host zurückgegeben wird, der Host also nicht bekannt ist, ist der Namensdienst nicht vorschriftsmäßig konfiguriert, oder der verwendete Hostname ist falsch. Weitere Prüfungen dieser Art finden Sie unter [Schritt 4.b](#). Wenn der Ping-Versuch weiterhin erfolglos ist, ist entweder Ihre Netzwerkkarte nicht vorschriftsmäßig konfiguriert bzw. Ihre Netzwerk-Hardware ist fehlerhaft.

- b. Mit **host** Hostname können Sie überprüfen, ob der Hostname des Servers, mit dem Sie eine Verbindung herstellen möchten, vorschriftsmäßig in eine IP-Adresse übersetzt wird (und umgekehrt). Wenn bei diesem Kommando die IP-Adresse dieses Host zurückgegeben wird, ist der Namensdienst aktiv. Wenn es bei diesem **host**-Kommando zu einem Problem kommt, überprüfen Sie alle Netzwerkkonfigurationsdateien, die für die Namen- und Adressauflösung auf Ihrem Host relevant sind:

#### /etc/resolv.conf

Mithilfe dieser Datei wissen Sie stets, welchen Namensserver und welche Domäne Sie zurzeit verwenden. Diese Datei kann manuell bearbeitet oder unter Verwendung von YaST oder DHCP automatisch angepasst werden. Die automatische Anpassung ist empfehlenswert. Stellen Sie jedoch sicher, dass diese Datei die nachfolgend angegebene Struktur aufweist und dass alle Netzwerkadressen und Domännennamen richtig sind:

```
search fully_qualified_domain_name
nameserver ipaddress_of_nameserver
```

Diese Datei kann die Adresse eines oder mehrerer Namensserver enthalten, mindestens einer davon muss aber richtig sein, um die Namensauflösung für Ihren Host bereitzustellen. Wenn nötig, können Sie diese Datei auf der Registerkarte „Hostname/DNS“ des YaST-Moduls „Netzwerkeinstellungen“ anpassen.

Wenn Ihre Netzwerkverbindung über DHCP erfolgt, aktivieren Sie DHCP, um die Informationen zum Hostnamen und Namensdienst zu ändern, indem Sie im YaST-Modul für den DNS- und Hostnamen die Optionen *Hostnamen über DHCP ändern* und *Namensserver und Suchliste über DHCP aktualisieren* auswählen.

#### /etc/nsswitch.conf

Aus dieser Datei geht hervor, wo Linux nach Namensdienstinformationen suchen soll. Sie sollte folgendes Format aufweisen:

```
...
hosts: files dns
networks: files dns
...
```

Der Eintrag dns ist von großer Bedeutung. Hiermit wird Linux angewiesen, einen externen Namensserver zu verwenden. Normalerweise werden diese Einträge automatisch von YaST verwaltet, es empfiehlt sich jedoch, dies zu überprüfen.

Wenn alle relevanten Einträge auf dem Host richtig sind, lassen Sie Ihren Systemadministrator die DNS-Serverkonfiguration auf die richtigen Zoneninformationen hin prüfen. Wenn Sie sichergestellt haben, dass die DNS-Konfiguration auf Ihrem Host und dem DNS-Server richtig ist, überprüfen Sie als Nächstes die Konfiguration Ihres Netzwerks und Netzwerkgeräts.

- c. Wenn von Ihrem System keine Verbindung mit dem Netzwerk hergestellt werden kann und Sie Probleme mit dem Namensdienst mit Sicherheit als Ursache ausschließen können, überprüfen Sie die Konfiguration Ihrer Netzwerkkarte.

Prüfen Sie mit dem Kommando `ip addr show Netzwerkgerät`, ob dieses Gerät ordnungsgemäß konfiguriert wurde. Prüfen Sie, ob die `inet address` mit der Netzmaske (`/mask`) ordnungsgemäß konfiguriert ist. Wenn die IP-Adresse einen Fehler enthält oder die Netzwerkmaske unvollständig ist, kann Ihre Netzwerkkonfiguration nicht verwendet werden. Führen Sie diese Überprüfung im Bedarfsfall auch auf dem Server durch.

- d. Wenn der Namensdienst und die Netzwerk-Hardware ordnungsgemäß konfiguriert und aktiv/verfügbar sind, bei einigen externen Netzwerkverbindungen jedoch nach wie vor lange Zeitüberschreitungen auftreten bzw. der Verbindungsaufbau überhaupt nicht möglich ist, können Sie mit `traceroute vollständiger_domänenname` (Ausführung als `root`) die Netzwerkroute dieser Anforderungen überwachen. Mit diesem Kommando werden sämtliche Gateways (Sprünge) aufgelistet, die eine Anforderung von Ihrem Computer auf ihrem Weg zu ihrem Ziel passiert. Mit ihm wird die Antwortzeit der einzelnen Sprünge (Hops) aufgelistet und es wird ersichtlich, ob dieser Sprung überhaupt erreichbar ist. Verwenden Sie eine Kombination von „traceroute“ und „ping“, um die Ursache des Problems ausfindig zu machen, und informieren Sie die Administratoren.

Nachdem Sie die Ursache Ihres Netzwerkproblems ermittelt haben, können Sie es selbst beheben (wenn es auf Ihrem Computer vorliegt) oder die Administratoren Ihres Netzwerks entsprechend informieren, damit sie die Dienste neu konfigurieren bzw. die betroffenen Systeme reparieren können.

## 30.5.1 Probleme mit NetworkManager

Grenzen Sie Probleme mit der Netzwerkkonnektivität wie unter *Prozedur 30.6, „Erkennen von Netzwerkproblemen“* beschrieben ein. Wenn die Ursache bei NetworkManager zu liegen scheint, gehen Sie wie folgt vor, um Protokolle abzurufen, die Hinweise für den Grund der NetworkManager-Probleme enthalten:

1. Öffnen Sie eine Shell und melden Sie sich als root an.
2. Starten Sie NetworkManager neu.

```
systemctl restart NetworkManager.service
```

3. Öffnen Sie eine Website, beispielsweise <http://www.opensuse.org> ↗, als normaler Benutzer, um zu überprüfen, ob Sie eine Verbindung herstellen können.
4. Erfassen Sie sämtliche Informationen zum Status von NetworkManager in /var/log/NetworkManager.

Weitere Informationen zu NetworkManager finden Sie unter *Kapitel 22, Verwendung von NetworkManager*.

## 30.6 Probleme mit Daten

Probleme mit Daten treten auf, wenn der Computer entweder ordnungsgemäß gebootet werden kann oder nicht, in jedem Fall jedoch offensichtlich ist, dass Daten auf dem System beschädigt wurden und das System wiederhergestellt werden muss. In dieser Situation muss eine Sicherung Ihrer kritischen Daten durchgeführt werden, damit Sie wieder zu dem Zustand zurückkehren können, in dem sich Ihr System befand, als das Problem auftrat. SUSE Linux Enterprise Desktop bietet spezielle YaST-Module für Systemsicherung und -wiederherstellung sowie ein Rettungssystem, das die externe Wiederherstellung eines beschädigten Systems ermöglicht.

## 30.6.1 Verwalten von Partitions-Images

In manchen Fällen müssen Sie eine Sicherung einer ganzen Partition oder sogar der gesamten Festplatte erstellen. Im Lieferumfang von Linux ist das Werkzeug **dd** enthalten, das eine exakte Kopie Ihrer Festplatte erstellen kann. In Kombination mit **gzip** wird dabei Speicherplatz gespart.

### PROZEDUR 30.7 SICHERN UND WIEDERHERSTELLEN VON FESTPLATTEN

1. Starten Sie eine Shell als root-Benutzer.
2. Wählen Sie das Quellgerät aus. Typischerweise lautet es wie /dev/sda (bezeichnet als SOURCE).
3. Entscheiden Sie, wo das Image gespeichert werden soll (bezeichnet als BACKUP\_PATH). Der Speicherort darf sich nicht auf dem Quellgerät befinden. Mit anderen Worten: Wenn Sie eine Sicherung von /dev/sda erstellen, muss das Image nicht unter /dev/sda gespeichert werden.

4. Führen Sie die Kommandos zur Erstellung einer komprimierten Image-Datei aus:

```
dd if=/dev/SOURCE | gzip > /BACKUP_PATH/image.gz
```

5. Stellen Sie die Festplatte mithilfe der folgenden Kommandos wieder her:

```
gzip -dc /BACKUP_PATH/image.gz | dd of=/dev/SOURCE
```

Wenn Sie nur eine Partition sichern müssen, ersetzen Sie den Platzhalter SOURCE durch die entsprechende Partition. In diesem Fall kann sich Ihre Image-Datei auf derselben Festplatte befinden, allerdings in einer anderen Partition.

## 30.6.2 Verwenden des Rettungssystems

Ein System kann aus mehreren Gründen nicht aktiviert und ordnungsgemäß betrieben werden. Zu den häufigsten Gründen zählen ein beschädigtes Dateisystem nach einem Systemabsturz, beschädigte Konfigurationsdateien oder eine beschädigte Bootloader-Konfiguration.

Zum Beheben dieser Situationen bietet SUSE Linux Enterprise Desktop ein Rettungssystem, das Sie booten können. Das Rettungssystem ist ein kleines Linux-System, das auf einen RAM-Datenträger geladen und als Root-Dateisystem eingehängt werden kann. Es ermöglicht Ihnen so den externen Zugriff auf Ihre Linux-Partitionen. Mithilfe des Rettungssystems kann jeder wichtige Aspekt Ihres Systems wiederhergestellt oder geändert werden.

- Jede Art von Konfigurationsdatei kann bearbeitet werden.
- Das Dateisystem kann auf Fehler hin überprüft und automatische Reparaturvorgänge können gestartet werden.
- Der Zugriff auf das installierte System kann in einer „change-root“-Umgebung erfolgen.
- Die Bootloader-Konfiguration kann überprüft, geändert und neu installiert werden.
- Eine Wiederherstellung ab einem fehlerhaft installierten Gerätetreiber oder einem nicht verwendbaren Kernel kann durchgeführt werden.
- Die Größe von Partitionen kann mithilfe des parted-Kommandos verändert werden. Weitere Informationen zu diesem Werkzeug finden Sie auf der Website von GNU Parted (<http://www.gnu.org/software/parted/parted.html>).

Das Rettungssystem kann aus verschiedenen Quellen und von verschiedenen Speicherorten geladen werden. Am einfachsten lässt sich das Rettungssystem vom Original-Installationsmedium booten.

1. Legen Sie das Installationsmedium in Ihr DVD-Laufwerk ein.
2. Booten Sie das System neu.
3. Drücken Sie im Boot-Fenster **F4** und wählen Sie *DVD-ROM*. Wählen Sie dann im Hauptmenü die Option *Rettungssystem*.
4. Geben Sie an der Eingabeaufforderung Rescue: root ein. Ein Passwort ist nicht erforderlich.

Wenn Ihnen kein DVD-Laufwerk zur Verfügung steht, können Sie das Rettungssystem von einer Netzwerkquelle booten. Das nachfolgende Beispiel bezieht sich auf das entfernte Booten – wenn Sie ein anderes Boot-Medium verwenden, beispielsweise eine DVD, ändern Sie die Datei info entsprechend, und führen Sie den Boot-Vorgang wie bei einer normalen Installation aus.

1. Geben Sie die Konfiguration Ihres PXE-Boot-Setups ein und fügen Sie die Zeilen `install=protocol://instsource` und `rescue=1` hinzu. Wenn das Reparatursystem gestartet werden soll, verwenden Sie stattdessen `repair=1`. Wie bei einer normalen Installation steht `protokoll` für eines der unterstützten Netzwerkprotokolle (NFS, HTTP, FTP usw.) und `instquelle` für den Pfad zur Netzwerkinstallationsquelle.
2. Booten Sie das System mit „Wake on LAN“, wie im Buch „Bereitstellungshandbuch “ 11 „Installation mit entferntem Zugriff“ 11.3.7 „Wake-on-LAN“ erläutert.
3. Geben Sie an der Eingabeaufforderung `Rescue: root` ein. Ein Passwort ist nicht erforderlich.

Sobald Sie sich im Rettungssystem befinden, können Sie die virtuellen Konsolen verwenden, die über die Tasten `Alt-F1` bis `Alt-F6` aufgerufen werden.

Eine Shell und viele andere hilfreiche Dienstprogramme, beispielsweise das `mount`-Programm, stehen im Verzeichnis `/bin` zur Verfügung. Das Verzeichnis `/sbin` enthält wichtige Datei- und Netzwerkdienstprogramme, mit denen das Dateisystem überprüft und repariert werden kann. In diesem Verzeichnis finden Sie auch die wichtigsten Binärdateien für die Systemwartung, beispielsweise `fdisk`, `mkfs`, `mkswap`, `mount` und `shutdown`, sowie `ip` und `ss` für die Netzwerkwartung. Das Verzeichnis `/usr/bin` enthält den vi-Editor, `find`, `less` sowie SSH.

Die Systemmeldungen können über das Kommando `dmesg` angezeigt werden; mit `journalctl` rufen Sie das Systemprotokoll ab.

### 30.6.2.1 Überprüfen und Bearbeiten von Konfigurationsdateien

Als Beispiel für eine Konfiguration, die mithilfe des Rettungssystems repariert werden kann, soll eine beschädigte Konfigurationsdatei dienen, die das ordnungsgemäße Booten des Systems verhindert. Dieses Problem kann mit dem Rettungssystem behoben werden.

Gehen Sie zum Bearbeiten einer Konfigurationsdatei folgendermaßen vor:

1. Starten Sie das Rettungssystem mithilfe einer der oben erläuterten Methoden.
2. Verwenden Sie zum Einhängen eines Root-Dateisystems unter `/dev/sda6` in das Rettungssystem folgendes Kommando:

```
mount /dev/sda6 /mnt
```

Sämtliche Verzeichnisse des Systems befinden sich nun unter `/mnt`



3. Wechseln Sie in das eingehängte Root -Dateisystem:

```
cd /mnt
```

4. Öffnen Sie die fehlerhafte Konfigurationsdatei im vi-Editor. Passen Sie die Konfiguration an und speichern Sie sie.

5. Hängen Sie das Root-Dateisystem aus dem Rettungssystem aus:

```
umount /mnt
```

6. Booten Sie den Computer neu.

### 30.6.2.2 Reparieren und Überprüfen von Dateisystemen

Generell ist das Reparieren von Dateisystemen auf einem zurzeit aktiven System nicht möglich. Bei ernsthaften Problemen ist möglicherweise nicht einmal das Einhängen Ihres Root-Dateisystems möglich und das Booten des Systems endet unter Umständen mit einer so genannten „Kernel-Panic“. In diesem Fall ist nur die externe Reparatur des Systems möglich. Das System enthält die Dienstprogramme für die Überprüfung und Reparatur der Dateisysteme btrfs, ext2, ext3, ext4, reiserfs, xfs, dosfs und vfat. Nutzen Sie das Kommando **fsck.FILESYSTEM**; wenn Sie beispielsweise eine Dateisystemprüfung für btrfs ausführen möchten, verwenden Sie **fsck.btrfs**.

### 30.6.2.3 Zugriff auf das installierte System

Wenn Sie vom Rettungssystem aus auf das installierte System zugreifen müssen, ist dazu eine *change-root*-Umgebung erforderlich. Beispiele: Bearbeiten der Bootloader-Konfiguration oder Ausführen eines Dienstprogramms zur Hardwarekonfiguration.

Gehen Sie zur Einrichtung einer *change-root*-Umgebung, die auf dem installierten System basiert, folgendermaßen vor:

1. Hängen Sie zunächst die Root-Partition des installierten Systems und des Gerätedateisystems ein (ändern Sie den Gerätenamen entsprechend Ihren aktuellen Einstellungen):

```
mount /dev/sda6 /mnt
```

```
mount --bind /dev /mnt/dev
```

2. Nun können Sie per „change-root“ in die neue Umgebung wechseln:

```
chroot /mnt
```

3. Hängen Sie dann /proc und /sys ein:

```
mount /proc  
mount /sys
```

4. Abschließend hängen Sie die restlichen Partitionen vom installierten System ein:

```
mount -a
```

5. Nun können Sie auf das installierte System zugreifen. Hängen Sie vor dem Reboot des Systems die Partitionen mit umount -a aus und verlassen Sie die „change-root“-Umgebung mit exit.



## Warnung: Einschränkungen

Obwohl Sie über uneingeschränkten Zugriff auf die Dateien und Anwendungen des installierten Systems verfügen, gibt es einige Beschränkungen. Der Kernel, der ausgeführt wird, ist der Kernel, der mit dem Rettungssystem gebootet wurde, nicht mit der change-root-Umgebung. Er unterstützt nur essenzielle Hardware, und das Hinzufügen von Kernel-Modulen über das installierte System ist nur möglich, wenn die Kernel-Versionen genau übereinstimmen. Überprüfen Sie immer die Version des aktuell ausgeführten (Rettungssystem-) Kernels mit uname -r und stellen Sie fest, ob im Verzeichnis /lib/modules in der change-root-Umgebung passende Unterverzeichnisse vorhanden sind. Wenn dies der Fall ist, können Sie die installierten Module verwenden. Andernfalls müssen Sie diese in der richtigen Version von einem anderen Medium, z. B. einem Flash-Laufwerk, bereitstellen. In den meisten Fällen weicht die Kernel-Version des Rettungssystems von der des installierten ab – dann können Sie z. B. nicht einfach auf eine Soundkarte zugreifen. Der Aufruf einer grafischen Bedienoberfläche ist ebenfalls nicht möglich.

Beachten Sie außerdem, dass Sie die „change-root“-Umgebung verlassen, wenn Sie die Konsole mit **Alt-F1** bis **Alt-F6** umschalten.

### 30.6.2.4 Bearbeiten und erneutes Installieren des Bootloaders

In einigen Fällen kann ein System aufgrund einer beschädigten Bootloader-Konfiguration nicht gebootet werden. Die Start-Routinen sind beispielsweise nicht in der Lage, physische Geräte in die tatsächlichen Speicherorte im Linux-Dateisystem zu übersetzen, wenn der Bootloader nicht ordnungsgemäß funktioniert.

Gehen Sie wie folgt vor, um die Bootloader-Konfiguration zu überprüfen und den Bootloader neu zu installieren:

1. Führen Sie die unter *Abschnitt 30.6.2.3, „Zugriff auf das installierte System“* erläuterten erforderlichen Schritte für den Zugriff auf das installierte System aus.
2. Prüfen Sie, ob die nachfolgend angegebenen Dateien gemäß den in *Kapitel 13, Der Bootloader GRUB 2* erläuterten GRUB-Konfigurationsgrundlagen ordnungsgemäß konfiguriert sind, und wenden Sie gegebenenfalls die Fehlerbehebungen an.

- /etc/default/grub
- /boot/grub2/device.map (optionale Datei; nur vorhanden, wenn sie manuell erstellt wurde)
- /boot/grub2/grub.cfg (diese Datei wird automatisch generiert; nicht bearbeiten)
- /etc/sysconfig/bootloader

3. Installieren Sie den Bootloader mit folgender Befehlssequenz neu:

```
grub2-mkconfig -o /boot/grub2/grub.cfg
```

4. Hängen Sie die Partitionen aus, melden Sie sich von der „change-root“-Umgebung ab und führen Sie den Reboot des Systems durch:

```
umount -a  
exit  
reboot
```

### 30.6.2.5 Korrektur der Kernel-Installation

Ein Kernel-Update kann einen neuen Fehler verursachen, der sich auf Ihr System auswirken kann. Es kann z. B. ein Treiber für eine Hardwarekomponente in Ihrem System falsch sein, weshalb Sie nicht auf die Komponente zugreifen und diese nicht verwenden können. Kehren Sie in diesem Fall zum letzten funktionierenden Kernel zurück (sofern er im System verfügbar ist) oder installieren Sie den Original-Kernel vom Installationsmedium.



#### **Tipp: So erhalten Sie die aktuellsten Kernels nach dem Update**

Um Fehler beim Booten durch eine fehlerhaften Kernel-Aktualisierung zu vermeiden, können Sie die Multiversionenfunktion für Kernel nutzen und `libzypp` mitteilen, welche Kernel Sie nach der Aktualisierung erhalten möchten.

Damit z. B. immer die beiden letzten Kernels und der aktuell ausgeführte erhalten bleiben, fügen Sie

```
multiversion.kernels = latest,latest-1,running
```

zur Datei `/etc/zypp/zypp.conf` hinzu. Weitere Informationen finden Sie in *Buch „Bereitstellungshandbuch“ 8 „Installieren von mehreren Kernel-Versionen“*.

Ähnlich verhält es sich, wenn Sie einen defekten Treiber für ein nicht durch SUSE Linux Enterprise Desktop unterstütztes Gerät neu installieren oder aktualisieren müssen. Wenn z. B. ein Hardwarehersteller ein bestimmtes Gerät verwendet, wie einen Hardware-RAID-Controller, für den es erforderlich ist, dass ein Binärtreiber durch das Betriebssystem erkannt wird. Der Hersteller veröffentlicht in der Regel ein Treiberupdate (DUD) mit der korrigierten oder aktualisierten Version des benötigten Treibers.

In beiden Fällen müssen Sie im Rettungsmodus auf das installierte System zugreifen und das mit dem Kernel zusammenhängende Problem beheben, da das System andernfalls nicht korrekt booten wird:

1. Booten Sie von den SUSE Linux Enterprise Desktop-Installationsmedien.

2. Überspringen Sie diesen Schritt, wenn Sie eine Wiederherstellung nach einer fehlerhaften Kernel-Aktualisierung durchführen. Wenn Sie eine Driver Update Disk (DUD) verwenden, drücken Sie **F6**, um die Treiberaktualisierung nach der Anzeige des Bootmenüs zu laden, wählen Sie den Pfad oder die URL für die Treiberaktualisierung aus und bestätigen Sie die Auswahl mit *Ja*.
3. Wählen Sie im Bootmenü den Eintrag *Rettungssystem*, und drücken Sie **Eingabetaste**. Wenn Sie eine DUD verwenden, werden Sie aufgefordert, den Speicherplatz der Treiberaktualisierung anzugeben.
4. Geben Sie an der Eingabeaufforderung Rescue: root ein. Ein Passwort ist nicht erforderlich.
5. Hängen Sie das Zielsystem manuell ein und führen Sie „change root“ in die neue Umgebung durch. Weitere Informationen finden Sie unter *Abschnitt 30.6.2.3, „Zugriff auf das installierte System“*.
6. Wenn Sie eine DUD verwenden, installieren oder aktualisieren Sie das fehlerhafte Treiberpaket. Stellen Sie stets sicher, dass die installierte Kernel-Version exakt mit der Version des Treibers übereinstimmt, den Sie installieren möchten.  
Wenn Sie eine fehlerhafte Installation einer Treiberaktualisierung korrigieren, können Sie nach dem folgenden Verfahren den Originaltreiber vom Installationsmedium installieren.
  - a. Identifizieren Sie Ihr DVD-Laufwerk mit hwinfo --cdrom und hängen Sie es mit mount /dev/sr0 /mnt ein.
  - b. Navigieren Sie zum Verzeichnis, in dem Ihre Kernel-Dateien auf der DVD gespeichert sind, z. B. cd /mnt/suse/x86\_64/.
  - c. Installieren Sie die benötigten kernel-\*-, kernel-\*-base- und kernel-\*-extra-Pakete mit dem Kommando rpm -i.
7. Aktualisieren Sie Konfigurationsdateien und initialisieren Sie den Bootloader gegebenenfalls neu. Weitere Informationen finden Sie in *Abschnitt 30.6.2.4, „Bearbeiten und erneutes Installieren des Bootloaders“*.
8. Entfernen Sie alle bootbaren Medien aus dem Systemlaufwerk und booten Sie neu.

# A Aktualisierungen der Dokumentation

In diesem Kapitel finden Sie die Änderungen, die am Inhalt dieses Dokuments seit der Freigabe von SUSE® Linux Enterprise Desktop 11 SP3 vorgenommen wurden.



Dieses Handbuch wurde an den folgenden Daten aktualisiert:

- *Abschnitt A.1, „Oktober 2014 (ursprüngliche Freigabe von SUSE Linux Enterprise Desktop 12)“*

## A.1 Oktober 2014 (ursprüngliche Freigabe von SUSE Linux Enterprise Desktop 12)

### Allgemein

- Gesamte KDE-Dokumentation und sämtliche Verweise auf KDE entfernt, da KDE nicht mehr angeboten wird.
- Alle Verweise auf SuSEconfig entfernt, da SuSEconfig nicht mehr unterstützt wird (Fate-Nr. 100011).
- System V-init durch systemd ersetzt (Fate-Nr. 310421). Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.
- YaST-Runlevel-Editor durch Services-Manager ersetzt (Fate-Nr. 312568). Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.
- Alle Verweise auf ISDN-Unterstützung entfernt, da keine ISDN-Unterstützung mehr erfolgt (Fate-Nr. 314594).
- Alle Verweise auf das YaST-DSL-Modul entfernt, da dieses nicht mehr angeboten wird (Fate-Nr. 316264).
- Alle Verweise auf das YaST-Modemmodul entfernt, da dieses nicht mehr angeboten wird (Fate-Nr. 316264).
- Btrfs ist nunmehr das Standard-Dateisystem für die Root-Partition (Fate-Nr. 315901). Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.

- dmesg bietet nunmehr Zeitstempel in Klartext in einem ähnlichen Format wie ctime() (Fate-Nr. 316056). Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.
- syslog und syslog-ng wurden durch rsyslog ersetzt (Fate-Nr. 316175). Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.
- MariaDB wird nunmehr als relationale Datenbank anstelle von MySQL angeboten (Fate-Nr. 313595). Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.
- SUSE-Produkte sind nicht mehr unter <http://download.novell.com>  erhältlich, sondern unter <http://download.suse.com> . Links entsprechend angepasst.
- Das Novell Customer Center wurde durch das SUSE Customer Center ersetzt. Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.
- /var/run wird als tmpfs eingehängt (Fate-Nr. 303793). Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.
- Die folgenden Architekturen werden nicht mehr unterstützt: Itanium und x86. Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.
- Das herkömmliche Verfahren zum Einrichten des Netzwerks mit ifconfig wurde durch wicked ersetzt. Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.
- Zahlreiche Netzwerkkommandos sind überholt und wurden durch neuere Kommandos ersetzt (in den meisten Fällen ip). Betroffene Teile der Dokumentation aktualisiert.

arp: ip neighbor

ifconfig: ip addr, ip link

iptunnel: ip tunnel

iwconfig: iw

nameif: ip link, ifrename

netstat: ss, ip route, ip -s link, ip maddr

route: ip route

- Verschiedene kleinere Korrekturen und Hinzufügungen zur Dokumentation auf Grundlage des technischen Feedbacks.

### *Kapitel 1, YaST-Online-Aktualisierung*

- YaST bietet eine Option zum Aktivieren und Deaktivieren der Verwendung von Delta-RPMs (Fate-Nr. 314867).
- Vor dem Installieren von Patches, für die ein Neustart erforderlich ist, werden Sie durch YaST benachrichtigt, und Sie können über die weitere Vorgehensweise entscheiden.

### *Kapitel 3, YaST im Textmodus*

- Informationen zum Filtern und Auswählen von Paketen im Software-Installationsmodul hinzugefügt.

### *Kapitel 4, Systemwiederherstellung und Snapshot-Verwaltung mit Snapper*

- Kapitel aktualisiert und neue Funktionen eingefügt (Fate-Nr. 312751, Fate-Nr. 316238, Fate-Nr. 316233, Fate-Nr. 316232, Fate-Nr. 316222, Fate-Nr. 316203, Fate-Nr. 316222).
- Abschnitt hinzugefügt: *Abschnitt 4.3, „System-Rollback durch Booten aus Snapshots“* (Fate-Nr. 316231, Fate-Nr. 316221, Fate-Nr. 316541, Fate-Nr. 316522).

### *Kapitel 5, Fernzugriff mit VNC*

- Der VNC-Standardviewer ist nunmehr tigervnc.
- Korrekturen zum Starten des Fenstermanagers in persistenten VNC-Sitzungen hinzugefügt.

### *Kapitel 7, Verwalten von Software mit Kommandozeilen-Tools*


- Dokumentation zum rug-Kompatibilitätsmodus von Zypper entfernt (Fate-Nr. 317708).
- *Abschnitt 7.1.5, „Abfragen von Repositorys und Paketen mit Zypper“* umgeschrieben.



### *Kapitel 10, Booten eines Linux-Systems*

- Kapitel erheblich verkürzt, da System V-Init durch systemd ersetzt wurde. systemd wird nunmehr in einem separaten Kapitel beschrieben: *Kapitel 11, Der Daemon systemd*.

### *Kapitel 11, Der Daemon systemd*

- Neues Kapitel zu systemd und zur YaST-Dienste-Verwaltung hinzugefügt (Fate-Nr. 316631, Fate-Nr. 312568).
- Neuer Abschnitt zum Laden der Kernelmodule ([http://bugzilla.novell.com/show\\_bug.cgi?id=892349](http://bugzilla.novell.com/show_bug.cgi?id=892349) )


### *Kapitel 12, journalctl: Abfragen des systemd-Journals*

Neues Kapitel hinzugefügt ([http://bugzilla.novell.com/show\\_bug.cgi?id=878352](http://bugzilla.novell.com/show_bug.cgi?id=878352) )

### *Kapitel 13, Der Bootloader GRUB 2*

- GRUB-Legacy-Dokumentation durch ein neues Kapitel zu GRUB 2 ersetzt.
- Unterstützung für LILO wurde eingestellt.
- Neuer Abschnitt hinzugefügt: *Abschnitt 13.4, „Unterschiede bei der Terminalnutzung in System z“*.

### *Kapitel 14, UEFI (Unified Extensible Firmware Interface)*

- Kapitel aktualisiert und neue Funktionen hinzugefügt (Fate-Nr. 314510, Fate-Nr. 316365).
- Fest definierte <http://doccomments.provo.novell.com/comments/25080> .

### *Kapitel 16, Druckerbetrieb*

Kapitel und Abschnitt gemäß der neuen CUPS-Version und gemäß dem Aspekt, dass PDF nunmehr häufig als Druckdatenformat verwendet wird, aktualisiert (Fate-Nr. 314630).

### *Kapitel 18, Das X Window-System*

- Kapitel aktualisiert, so dass die dynamische Konfiguration bei jedem Starten berücksichtigt wird.
- wurde geändert. *Abschnitt 18.1, „Installation und Konfiguration von Schriften“*

## Kapitel 20, Grundlegendes zu Netzwerken

- NetworkManager ist nun Teil der Arbeitsplatzrechnererweiterung: *Abschnitt 20.4.1.1, „Konfigurieren globaler Netzwerkooptionen“* (Fate-Nr. 316888).
- Abschnitt zu neuem **wicked**-Framework für die Netzwerkkonfiguration hinzugefügt: *Abschnitt 20.6, „Manuelle Netzwerkkonfiguration“* (Fate-Nr. 316649).
- Zusätzliche Optionen für `/etc/resolv.conf` beschrieben: *Abschnitt 20.6.2, „Konfigurationsdateien“* (Fate-Nr. 316048).

## Kapitel 23, Samba

- Abschnitt hinzugefügt: *Abschnitt 23.6, „Weitere Themen“*.
- Abschnitt hinzugefügt: *Abschnitt 23.6.1, „Transparente Dateikomprimierung mit Btrfs“*.
- Abschnitt hinzugefügt: *Abschnitt 23.6.2, „Aufnahmen“*.

## Kapitel 24, Verteilte Nutzung von Dateisystemen mit NFS

- Die Konfiguration von NFSv4-Freigaben ist nunmehr größtenteils identisch mit NFSv3; insbesondere die bislang erforderliche Einstellung für das Einhängen mit Einbindung entfällt (Fate-Nr. 315589).
- Der Abschnitt über die NFS-Serverkonfiguration wurde entfernt.

## Kapitel 25, Bedarfsweises Einhängen mit autofs

- Kapitel zu `autofs` hinzugefügt (Fate-Nr. 316185).

## Kapitel 28, Energieverwaltung

- Entfernen Sie veraltete Verweise auf das Paket `pm-utils`.

## Kapitel 30, Häufige Probleme und deren Lösung

- Neuer Abschnitt hinzugefügt: *Abschnitt 30.3.4, „Einhängen der Root-Btrfs-Partition nicht möglich“* (Fate-Nr. 308679, Fate-Nr. 315126).
- Abschnitt zu überholtem YaST-Reparaturmodul entfernt (Fate-Nr. 308679).



## WLAN-Konfiguration

- Kapitel über WLAN-Konfiguration mit YaST entfernt, da das WLAN über NetworkManager konfiguriert werden kann: *Kapitel 22, Verwendung von NetworkManager*.

## Tablet PCs

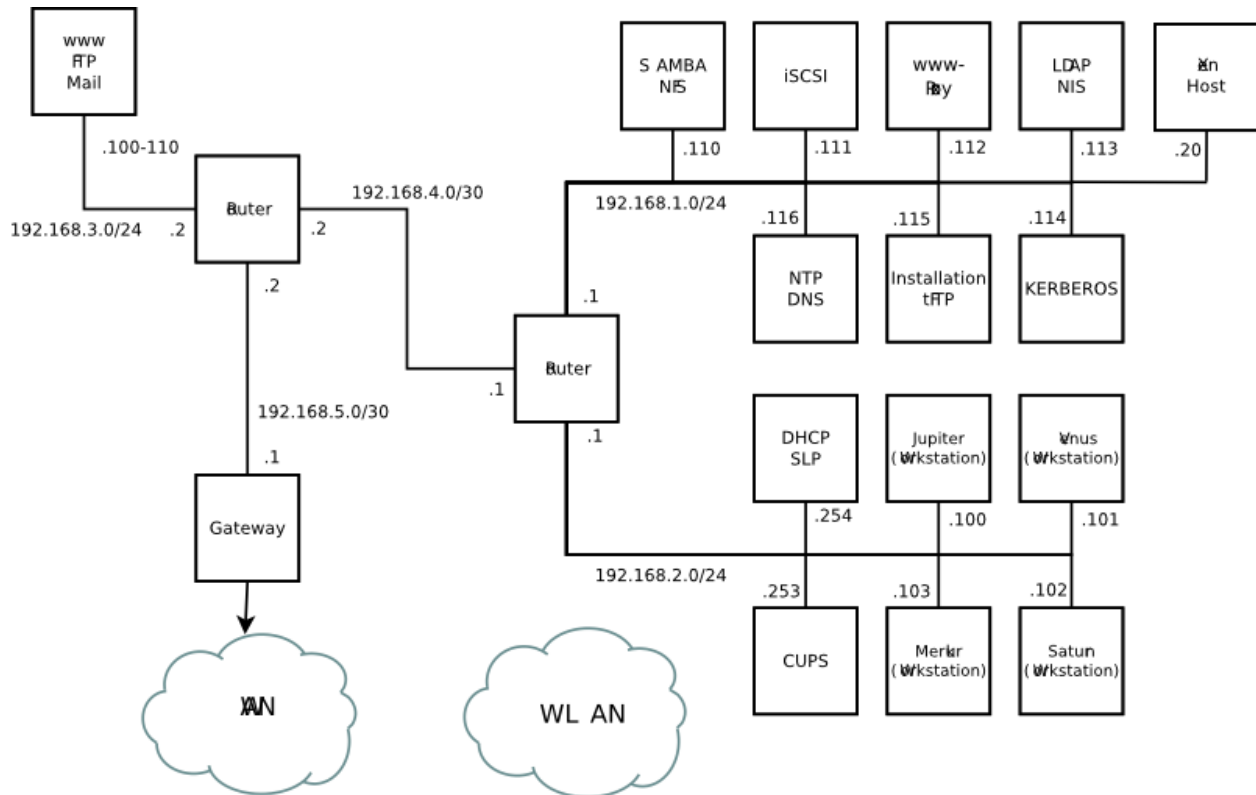
- Überholtes Kapitel zu Tablet-PCs entfernt.

## Fehlerbehebungen

- Abschnitt hinzugefügt *Abschnitt 2.5, „Unterstützung für Kernelmodule“* ([http://bugzilla.novell.com/show\\_bug.cgi?id=869159](http://bugzilla.novell.com/show_bug.cgi?id=869159) )
- Neues Kapitel hinzugefügt (*Kapitel 12, **journalctl**: Abfragen des systemd-journal* [http://bugzilla.novell.com/show\\_bug.cgi?id=878352](http://bugzilla.novell.com/show_bug.cgi?id=878352) )

## B Ein Beispielnetzwerk

Dieses Beispielnetzwerk wird in allen Kapiteln über das Netzwerk in der Dokumentation zu SUSE® Linux Enterprise Desktop herangezogen.



## This appendix contains the GNU Free Documentation License version 1.2.

### GNU Free Documentation License

Copyright (C) 2000, 2001, 2002 Free Software Foundation, Inc. 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA. Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

#### 0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

#### 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing

editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

#### 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

#### 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from

which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

#### 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.

- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

#### 5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

#### 6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

#### 7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

## 8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

## 9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

## 10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

## ADDENDUM: How to use this License for your documents

Copyright (c) YEAR YOUR NAME.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with...Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.