

Linux-Training Teil 1: Konzepte

Johannes Franken
<jfranken@jfranken.de>

Caution:

Please note: This document is available in german only. An english translation for this document is in progress

Contents

1. [Grundlagen](#)
 - a) [Hardware-Architekturen](#)
 - b) [x86-Hardware](#)
 - c) [Betriebssysteme](#)
 - d) [Der Kernel](#)
2. [Filesysteme](#)
 - a) [Das "Virtual Filesystem" \(VFS\)](#)
 - b) [Block-Devices](#)
 - c) [Filesystem-Typen](#)
 - d) [Mouneten](#)
 - e) [Filesystem-Elemente](#)
 - f) [Meta-Informationen](#)
 - g) [Der Filesystem Hierarchy Standard \(FHS\)](#)
3. [Der Bootvorgang](#)
 - a) [Grober Ablauf](#)
 - b) [Runlevel](#)
 - c) [init](#)
 - d) [init.d-Scripts](#)
4. [Zugriffsrechte](#)
 - a) [User](#)
 - b) [Gruppen](#)
 - c) [Filesystem-Permissions](#)
 - i) [Konzept](#)
 - ii) [Filesystem-Permissions anzeigen \(`ls`\)](#)
 - iii) [Numerische Darstellung](#)
 - iv) [Permissions ändern \(`chmod`\)](#)
 - v) [Eigentümer und Gruppe ändern \(`chown, chgrp`\)](#)
5. [Konsolen](#)
6. [Shells](#)
 - a) [Funktion](#)
 - b) [verschiedene Shells](#)
7. [Logfiles](#)
 - a) [syslogd](#)
 - b) [syslog-Kategorien](#)
 - c) [Kernel-Meldungen](#)
 - d) [Eingeloggte User](#)
8. [Dokumentation](#)

Grundlagen

Hardware-Architekturen

Es gibt verschiedene Hardware-Architekturen, z.B.

- x86 (Standard-PCs)
- x86_64 (PCs mit "Intel-64"-kompatiblen Prozessoren)
- ia64 (Server Systeme mit Intel Itanium-Prozessor)
- alpha (von HP, Entwicklung inzwischen eingestellt)
- sparc (Sun Microsystems)
- PPC (Macintosh- und Amiga-Modelle mit "PowerPC"-Prozessoren)
- p5 (IBM Serie-P, das sind ziemlich grosse Server)
- s390 (IBM Serie Z, das sind echte Großrechner)

Für jede dieser Hardware-Architekturen gibt es mindestens eine Linux-Distribution.

x86-Hardware

- Prozessor
- RAM
- BIOS
- PCI-Bus:
 - Netz-Schnittstelle (Ethernet/ISDN)
 - PCI-Grafikkarte
 - SCSI/IDE/SATA-Controller:
 - Festplatten
 - CD/DVD-Laufwerke
 - Bandlaufwerke
 - USB-Bus:
 - Memorysticks
 - Festplatten
 - Drucker
 - Kartenleser
 - Eingabegeräte
 - Maus
 - Tastatur
 - Joystick
 - ...
 - PCMCIA-Bus (Laptops):
 - Modems
 - Netz-Schnittstelle (Wireless/Ethernet/ISDN)
 - ...
- AGP-Bus: AGP-Grafikkarte
- PS/2-Ports: Maus, Tastatur, ...
- Serieller Port: Modem, ...
- Paralleler Port: Drucker, ...
- ...

Betriebssysteme

Ein Betriebssystem besteht aus

- einem Kernel (auf die Hardware zugeschnitten)
- Systemprogrammen

Im Lieferumfang enthalten sind meist zusätzlich:

- Anwendungsprogramme
- Installationsroutine
- Dokumentation

Verbreitete Betriebssysteme:

- "Unix"-artige:
 - verschiedene Linux-"Distributionen":
 - Debian GNU/Linux
 - RedHat (Fedora und Enterprise-Linux)
 - Novell OpenSuSE und SuSE-Linux-Enterprise-Server
 - verschiedene BSD-Distributionen
 - Sun Solaris
 - IBM AIX
 - Hewlett Packard: UX, Tru64
- Microsoft Windows
- Mac OS
- IBM OS/390 und zOS, HP OpenVMS, ...

Der Kernel

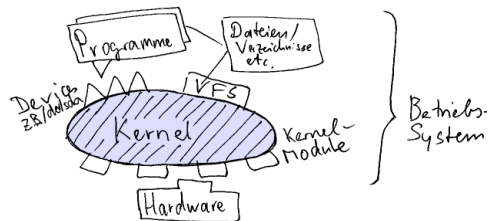


Figure: Kernel

Der **Kernel** dient als Abstraktionsschicht für die Hardware. Er besteht aus einer Programm-Datei (meist `vmLinux`) und einer Menge von *Moduln*, welche bei Bedarf hinzugeladen werden können.

Die **Programme** können z.B. über *Devices* auf Funktionen des Kernels zugreifen. Zum Beispiel ist das Device `/dev/sda` der ersten SCSI-Festplatte zugeordnet.

Filesysteme

Das "Virtual Filesystem" (VFS)

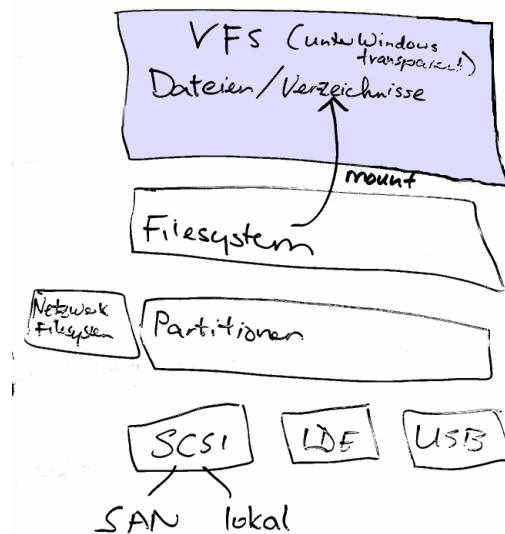


Figure: Virtual Filesystem (VFS)

Das VFS ist hierarchisch angeordnet, d.h. es gibt genau ein **Root-Verzeichnis (/)**. Im Gegensatz zu Windows kommen *keine Laufwerksbuchstaben* zum Einsatz, sondern die verschiedenen Filesysteme werden an verschiedenen Stellen in das VFS "hinein-gemounted".

Die einzelnen **Filesysteme** können auf verschiedenen Festplatten-Partitionen, Wechselmedien oder auf Fileservern im Netz liegen.

Block-Devices

Festplatten sind Block-Devices. Sie werden über Controller angesprochen.

Man unterscheidet folgende Controller:

- IDE (auch AT-Bus, ATA, ATAPI oder PATA genannt)
- SATA
- SCSI:
 - über Hostadapter: lokale Festplatten
 - über Hostbus (FibreChannel)-Adapter: SAN
 - über USB: Memorysticks/Wechselplatten

Filesystem-Typen

Filesysteme auf Blockdevices:

- ext3 (Linux native)
- fat32/vfat (Windows95 native)
- msdos (MS DOS native)
- iso9660 (CD)

Netzwerkfilesystems (von Fileservern):

- ntfs (Windows native)
- smbfs (Windows-Fileserver)
- ncfs (Novell Netware)
- ...

Besondere Filesysteme:

- swapfs
- proc filesystem

Mounten

Befehle:

- **mount** *Block-Device Mountpoint -o Optionen*
- **umount** *Block-Device oder Mountpoint oder beides*
- **mkfs -t** *Filesystem-Typ Optionen Blockdevice*
- **chkfs** *Block-Device*

In Datei **/etc/fstab** steht, welche Block-Devices beim Bootvorgang gemounted werden sollen:

```
# <file system> <mount point> <type> <options> <dump> <pass>
/dev/hda1      /          ext3    noatime,errors=remount-ro 0    1
/dev/hda3      /tmp       ext3    noatime,nosuid             0    2
/dev/hda5      /var       ext3    noatime                     0    2
/dev/hda6      /export    ext3    noatime,nosuid,nodev      0    0

# technical devices:
/dev/hda2      none       swap    sw,pri=2                   0    0
proc           /proc     proc    defaults                    0    0

# removable media:
/dev/cdrom     /mnt/cdrom auto    noauto,user,nodev,nosuid  0    0
/dev/fd0       /mnt/floppy auto    noauto,user,nodev,nosuid  0    0
```

Listing: /etc/fstab

Filesystem-Elemente

Folgende Elemente können in einem Verzeichnis enthalten sein:

- Dateien
- Verzeichnisse
- Hardlinks*: weiterer Dateiname für einen Dateiinhalt (nicht über Filesystemgrenzen hinweg möglich). Kommt ausserdem bei den Verzeichnissen "." und ".." zum Einsatz.
- Symlinks*: Verweis auf andere Datei (auch Filesystem-übergreifend)
- Block-devices*: z.B. Festplatten-Partition: `/dev/sda1`
- Character-devices*: z.B. `/dev/mouse`
- Fifos*: zur Kommunikation zwischen Programmen über stdin/stdout
- Sockets*: zur Kommunikation zwischen Programmen über Socket-Library

*: nicht bei allen Filesystemtypen

Meta-Informationen

Zu jedem Element werden folgende Meta-Informationen gespeichert:

- Name des Elements
- Größe
- Inoden-Nummer (Adresse innerhalb des Filesystems)
- Link-Count (Zahl der Hardlinks auf diesen Dateiinhalt)
- Datum der letzten Änderung
- Zugriffsrechte (Benutzer, Gruppe, Permissions)*
- Datum der Erstellung*
- Datum des letzten Lesezugriffs*
- erweiterte Zugriffsrechte (ACL)*
- Kommentar*

*: nicht bei allen Filesystemtypen

Der Filesystem Hierarchy Standard (FHS)

Der FHS beschreibt die Organisation innerhalb des VFS:

Unterhalb des Rootverzeichnisses liegen folgende Unterverzeichnisse:

- **/dev**: Devices
- **/etc**: Konfigurationsdateien
- **/home**: Homeverzeichnisse der Benutzer ("Eigene Dateien")
- **/var**: dynamische Dateien für diesen Computer (z.B. Logfiles, Druckjobs)
- **/usr**: Unix System Resources (Programme). Darunter: **/usr/bin**, **/usr/sbin**
- **/sbin**: Wichtige Programme für den Bootvorgang (nur für Admins interessant)
- **/bin**: Wichtige Programme für den Bootvorgang (auch für User interessant)

Kriterien zur Einteilung in die Verzeichnisse:

- *static* (selten ändernd) und *dynamic* (laufend ändernd)
- *shareable* (auf mehreren Computer identisch) und *unshareable* (Computer-spezifisch)

Beispiele:

	shareable	unshareable
static	/usr	/etc
dynamic	/home	/var

Runlevel

`init` bringt das System in einen der folgenden Runlevel:

	Debian	SuSE	RedHat	Solaris
Runlevel 0	Herunterfahren			
Runlevel 1	Wartung (ohne Hintergrundprozesse)			
Runlevel 2	Normalzustand	Textmodus (ohne X)		ohne Serverdienste
Runlevel 3	-		Normalzustand	
Runlevel 4	-			
Runlevel 5	-	Normalzustand	Hardwareerkennung	Herunterfahren +Ausschalten
Runlevel 6	Herunterfahren +Neu starten			

Beispiele:

- Bei Aufruf von `init 6` rebootet das System. Dieser Befehl kann auch durch Drücken von `strg+Alt+Entf` ausgelöst werden.
- Mit `init 1` versetzt man das System in den Wartungsmodus

init

Konfigurationsdatei: `/etc/inittab`

```
# The default runlevel.
id:2:initdefault:

# Boot-time system configuration/initialization script.
# This is run first except when booting in emergency (-b) mode.
si::sysinit:/etc/init.d/rcS

# What to do in single-user mode.
~~:S:wait:/sbin/sulogin

# /etc/init.d executes the S and K scripts upon change of runlevel
l0:0:wait:/etc/init.d/rc 0
l1:1:wait:/etc/init.d/rc 1
l2:2:wait:/etc/init.d/rc 2
l3:3:wait:/etc/init.d/rc 3
l4:4:wait:/etc/init.d/rc 4
l5:5:wait:/etc/init.d/rc 5
l6:6:wait:/etc/init.d/rc 6

# What to do when CTRL-ALT-DEL is pressed.
ca:12345:ctrlaltdel:/sbin/shutdown -t1 -a -r now

# /sbin/getty invocations for the runlevels.
1:2345:respawn:/sbin/getty 38400 tty1
2:23:respawn:/sbin/getty 38400 tty2
3:23:respawn:/sbin/getty 38400 tty3
4:23:respawn:/sbin/getty 38400 tty4
5:23:respawn:/sbin/getty 38400 tty5
6:23:respawn:/sbin/getty 38400 tty6

# Fax/Dialin/Anrufbeantworter (Modem und ISDN)
I0:2345:respawn:/usr/sbin/vboxgetty -d /dev/ttyI0
I1:2345:respawn:/sbin/mgetty ttyI0
I2:2345:respawn:/sbin/mgetty ttyS0
```

Listing: /etc/inittab

Der "Default"-Runlevel, welcher beim Hochfahren automatisch angesteuert wird, ist in `/etc/inittab` in der Zeile `id:2:initdefault:` angegeben.

init.d-Scripts

- `/etc/init.d/*`: Aufruf mit Parameter `start` oder `stop`
- `/etc/rc[0-6].d/[KS][0-9][0-9]*`: Symlinks auf `/etc/init.d/...`
- `/etc/rc.boot/*`

(Abweichende Pfade bei einigen Distributionen)

Beispiel: `/etc/init.d/apache2 restart`

Zugriffsrechte

User

Verschiedene User

- Persönliche User
- Technische User (Systemuser)
- root

können sich gleichzeitig am System anmelden und haben eigene

- Prozesse
- Dateirechte

Userliste: `/etc/passwd` . Pflege mit `useradd`, `userdel`, `usermod`

```
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
daemon:x:1:1:daemon:/usr/sbin:/bin/sh
bin:x:2:2:bin:/bin:/bin/sh
sys:x:3:3:sys:/dev:/bin/sh
sync:x:4:65534:sync:/bin:/bin/sync
games:x:5:60:games:/usr/games:/bin/sh
man:x:6:12:man:/var/cache/man:/bin/sh
lp:x:7:7:lp:/var/spool/lpd:/bin/sh
mail:x:8:8:mail:/var/mail:/bin/sh
[...]
jfranken:x:1000:100:Johannes Franken,,,:/export/home/jfranken:/bin/bash
bfranken:x:1001:100:Beate Franken,1,-12,:/export/home/bfranken:/bin/bash
[...]
nobody:x:65534:65534:nobody:/nonexistent:/bin/sh
```

Listing: /etc/passwd

Passwörter werden nicht aus Sicherheitsgründen nicht gespeichert. Allerdings werden die Hashwerte (z.B. md5-Checksumme) der Passwörter in `/etc/shadow` hinterlegt:

```
root:$1$4zU1GhCL$8yk51.RNza60JWJm4GA0U.:13363:0:99999:7:::
daemon:*:10810:0:99999:7:::
bin:*:10810:0:99999:7:::
[...]
jfranken:t73jv3leib7Bw:11331:0:99999:7:::
[...]
```

Listing: /etc/shadow

Linux überprüft das beim Login eingegebene Passwort, indem es dessen Hashwert mit dem hinterlegten Hashwert vergleicht. Eine "Entschlüsselung" der Hashwerte ist derzeit nur über Brute-Force-Methoden möglich, z.B. mit den Tools `qcrack` oder `john`.

Die hinterlegten Hashwerte können mit dem `passwd`-Kommando geändert werden.

Gruppen

Jeder User gehört einer oder mehreren Gruppen an.

Gruppenliste: `/etc/group`

```
root:x:0:
[...]
fax:x:21:jfranken,bfranken
cvs:x:103:wml,jfranken,bfranken
[...]
nogroup:x:65534:
```

Listing: /etc/group

Gruppen hinzufügen, umbenennen und löschen mit `groupadd`, `groupdel`, `groupmod`

Primären Gruppe eines Users zuordnen:

- `usermod -g Gruppenname Username` oder
- `vi /etc/passwd` (oder besser: `vipw`)

Weitere Gruppen eines Users zuordnen:

- `usermod -G Gruppe1,Gruppe2,... Username` oder
- `vi /etc/group` (oder besser: `vigr`)

Caution:

`usermod -G` ersetzt *alle* vorhandenen weiteren Gruppenzuordnungen. Daher unbedingt die *vollständige* Gruppenliste angeben.

Änderungen an der Gruppenzuordnung wirken erst beim nächsten Login.

Filesystem-Permissions

Konzept

Unix unterscheidet folgende Berechtigungen:

- Bzgl. Dateien/Devices/Fifos/Sockets:
 - **read**: Lesen des Inhaltes
 - **write**: Ändern des Inhaltes
 - **execute**: Ausführen
- Bzgl. Verzeichnissen:
 - **read**: Auflisten eines Verzeichnisses
 - **execute**: Betreten eines Verzeichnisses
 - **write**: Anlegen/Löschen/Umnennen eines Elements in dem Verzeichnis

(Symlinks erben die Berechtigungen ihres Zieles.)

Für jedes Filesystem-Element ist festgelegt, welche dieser Berechtigungen

- **user**: der Eigentümer
- **group**: eine genau benannte Gruppe
- **others**: alle Übrigen

auf ihm haben.

Zusätzlich gibt es noch die "Sonderrechte" (special bits), die aber nur selten erforderlich sind:

- **setuid** (u+s, bei ausführbaren Dateien): Das Binary läuft unter der Kennung des Eigentümers (nicht des Aufrufers).
- **setgid** (g+s, bei ausführbaren Dateien): Das Binary läuft unter der Gruppe des Eigentümers (nicht des Aufrufers).
- **setgid** (g+s, bei Verzeichnissen): Alle neu angelegten Elemente übernehmen die Gruppe des Verzeichnisses (nicht des anlegenden Users)
- **sticky** (o+t, bei Verzeichnissen): Nur die Eigentümer dürfen die Elemente in diesem Verzeichnis löschen oder umnennen (nicht alle auf das Verzeichnis schreibberechtigten User)

Filesystem-Permissions anzeigen (ls)

Beispiel:

```
$ ls -l /etc/passwd
-rw-r--r-- 1 root staff 3020 2006-12-15 17:06 /etc/passwd
```

Bedeutung der Spalten:

1. **Typ** (hier: -):
 - -: Datei (auch Hardlink)
 - d: Verzeichnis
 - l: Symlink
 - c: Character-device
 - b: Block-device
 - s: Socket
 - p: Fifo
2. **Rechte:**

User			Group			Others ("world")		
read(r)	write(w)	execute(x)/ setuid(s)	read(r)	write(w)	execute(x)/ setgid(s)	read(r)	write(w)	execute(x)/ sticky(t)
r	w	-	r	-	-	r	-	-

3. **Link-Count** (hier: 1): wieviele Verzeichniseinträge auf diesen Dateinbalt zeigen.
4. **User** (hier: root), dem die Datei gehört (Eigentümer)
5. **Group** (hier: staff), auf die sich die o.g. Gruppenrechte beziehen
6. **Dateigröße** (hier: 3020)
7. **Modification-Time** (hier: 2006-12-15 17:06)
8. **Dateiname** (hier: /etc/passwd)

Ergebnis: Jeder kann die Datei /etc/passwd lesen, aber nur der Eigentümer (User=root) kann sie ändern.

Numerische Darstellung

Man kann die Dateirechte numerisch darstellen:

Special bits			User			Group			Others ("world")		
setuid (u+s)	setgid (g+s)	sticky (o+t)	read(r)	write(w)	execute(x)	read(r)	write(w)	execute(x)	read(r)	write(w)	execute(x)
4	2	1	4	2	1	4	2	1	4	2	1
addieren (0 kann entfallen)			addieren			addieren			addieren		

Beispiel:

```
$ ls -l /etc/passwd
-rw-r--r-- 1 root staff 3020 2006-12-15 17:06 /etc/passwd
```

Permissions ändern (chmod)

chmod ändert die Dateirechte.

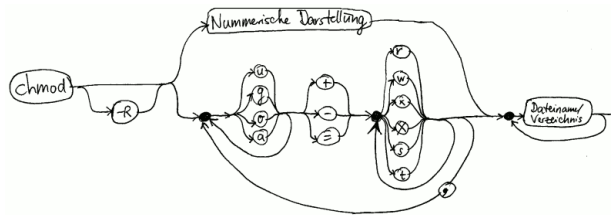


Figure: chmod-Aufruf

Beispiele:

- `chmod g+w /home/jfranken/incoming/`
- `chmod -R 750 /home/jfranken/`

Eigentümer und Gruppe ändern (chown, chgrp)

chown und chgrp ändern Eigentümer und Gruppe.

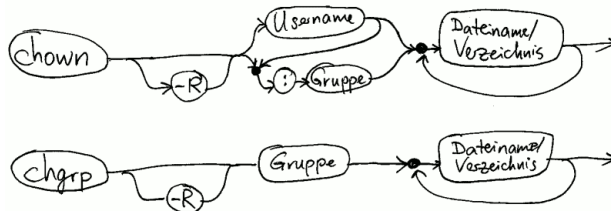


Figure: chown und chgrp-Aufruf

Beispiele:

- `chown jfranken:www-data /var/www/index.html`
- `chown -R jfranken /export/home/jfranken`

Konsolen

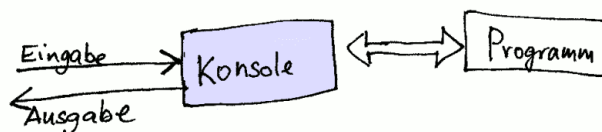


Figure: Konsole

- Textkonsole
- Serieller Port
- Pseudo-Terminals:
 - X-Clients:
 - xterm (Shift-PgUp/Dn, Ctrl-Maustaste)
 - konsole (Menüleiste)
 - ...
 - sshd
 - ...

Shells

Funktion

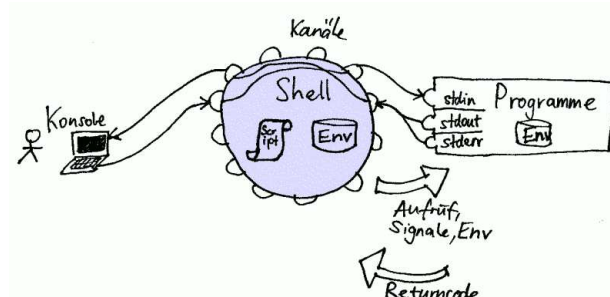


Figure: Aufgaben der Shell

- Ein/Ausgabe-Kanäle "miteinander verdrahten"
- Programme aufrufen
- Shellscripsts abarbeiten
- Environment bereitstellen
- Signale an Programme senden
- Returncodes abfangen

verschiedene Shells

Standard-Shell unter Linux:

- **bash**: Erweiterte sh (komfortablere Nutzerschnittstelle)

Darüber hinaus gibt es noch einige weitere Shells, z.B.

- **sh**: auf allen Unixsystemen verfügbar (insb. AIX/Solaris)
- **ksh**: Erweiterte sh (für Shellscrip-Programmierung), Standard unter AIX/Solaris.
- **zsh**: Erweiterte sh (Komfort + Programmierung)

sowie

- **csh**: Komplette andere Syntax (nicht sh-kompatibel). Angeblich für C-Programmierer geeignet.
- **tcsch**: Erweiterte csh (Komfort)

Caution:

Shells sind nicht zwangsläufig kompatibel zwischen verschiedenen Releases und Betriebssystemen. Daher kann beim Umzug auf einen anderen Rechner eine Anpassung Ihrer Shellscripsts erforderlich sein.

Logfiles

syslogd

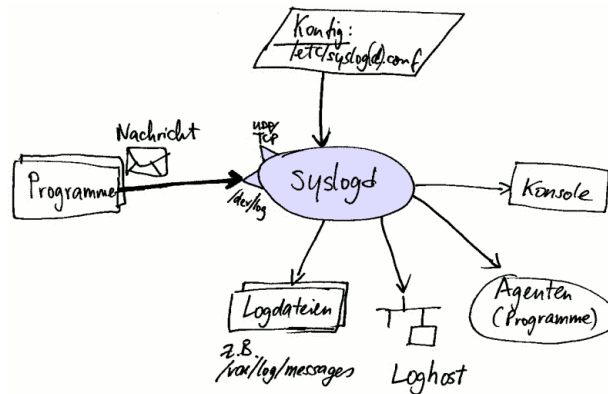


Figure: syslogd

```
# First some standard logfiles.  Log by facility.
auth,authpriv.*          -/var/log/auth.log
*.*;auth,authpriv.none  -/var/log/syslog
cron.*                   -/var/log/cron.log
daemon.*                 -/var/log/daemon.log
kern.*                   -/var/log/kern.log
lpr.*                    -/var/log/lpr.log
local2.*                 -/var/log/ppp.log

# Logging for the mail system.
mail.info                -/var/log/mail.info
mail.warn                -/var/log/mail.warn
mail.err                 /var/log/mail.err

# Emergencies are sent to everybody logged in.
*.emerg                  *

# Ausgewaehlte Nachrichten auf Konsole 8 ausgeben (Alt-F8)
daemon,mail.*;*.=debug;*.=info;*.=notice;*.=warn  /dev/tty8
```

Listing: /etc/syslog.conf

Mit dem **logger**-Programm kann Nachrichten an den syslogd senden (z.B. in Shellscripts)

syslog-Kategorien

Facility:

- auth (=security)
- authpriv
- cron
- daemon
- ftp
- kern
- lpr
- mail
- mark
- news
- syslog
- user
- uucp
- local[0-7]

Priority: (aufsteigende Wichtigkeit)

1. debug
2. info
3. notice
4. warning (früher: warn)
5. err (früher: error)
6. crit
7. alert
8. emerg (früher: panic)

Kernel-Meldungen

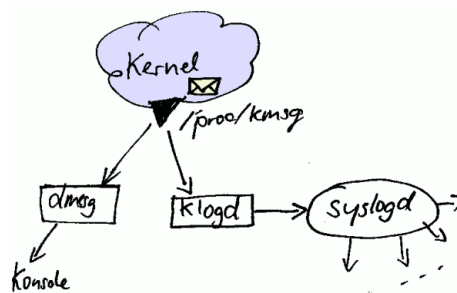


Figure: Kernel-Meldungen

Der Kernel speichert Kernelmeldungen in einem Ringpuffer, den man

- mit **dmesg** auslesen oder
- mit dem **klogd** in den **syslogd** einspeisen kann.

```
$ dmesg
usb-storage 1-1:1.0: usb_probe_interface - got id
scsi5 : SCSI emulation for USB Mass Storage devices
  Vendor: Maxtor    Model: OneTouch III    Rev: 0344
  Type:   Direct-Access    ANSI SCSI revision: 02
SCSI device sda: 1465149168 512-byte hdwr sectors (750156 MB)
sda: assuming drive cache: write through
sda: sdal
Attached scsi disk sda at scsi5, channel 0, id 0, lun 0
atkbd.c: Keyboard on isa0060/serio0 reports too many keys pressed.
IN=ppp0 OUT= MAC= SRC=192.168.100.253 DST=84.178.163.142 LEN=61 TOS=0x00 PREC=0x00 TTL=120 ID=49363 PROTO=ICMP TYPE=8 CODE=0 ID=512 SEQ=11833
Adding 1959920k swap on /dev/hda2.  Priority:2 extents:1
eth2: link down
eth2: link up, 10Mbps, half-duplex, lpa 0x0000
e100: eth0: e100_watchdog: link up, 100Mbps, full-duplex
```

Listing: dmesg

Eingeloggte User

werden in `/var/log/wtmp` (Binärdatei) protokolliert.
Auslesen mit **last**:

```
$ last
jfranken pts/11   gericom.jfranken Sat Mar 10 12:52   still logged in
bfranken pts/2    motte.jfranken.d Sat Mar 10 10:22   gone - no logout
jfranken ttyS0    mgetty - /dev/tt Fri Mar 9 10:54 - 13:39 (02:45)
bfranken pts/11   motte.jfranken.d Thu Mar 8 22:04 - 07:26 (09:21)
hrother pts/2     p54b07827.dip.t- Thu Mar 8 21:54 - 06:44 (08:49)
fax_inc ttyS0     +49 641 9750230 Thu Mar 8 07:54 - 07:54 (00:00)
bfranken pts/1    hummel.jfranken. Tue Mar 6 20:34 - 21:17 (00:42)
fax_inc ttyS0     +49 6654 8354 Tue Mar 6 11:26 - 11:27 (00:00)
bfranken pts/2    hummel.jfranken. Tue Mar 6 07:21 - 21:15 (13:54)
jfranken pts/11   gericom.jfranken Mon Mar 5 20:39 - 10:34 (1+13:54)
[...]
```

Listing: last

Dokumentation

- Man-Pages (zu jedem Programm und zu jeder Konfigurationsdatei)
 - `man ls` (Ausgabe im `less`. `q`=Beenden, `/`=suchen, `n`=weiterrufen)
 - `xman` (Grafischer Manpage-Browser unter X)
 - `man -t ps ls | lpr` (Ausgabe auf Drucker)
- `/usr/share/doc` (Handbücher)
- Bücher (z.B. im O'Reilly- oder MITP-Verlag)
- Internet (z.B. <http://www.linuxwiki.org/>, <http://www.tldp.org/>)