

Betriebssysteme Praxis

WS 2011/12

Hans-Georg Eßer
Dipl.-Math., Dipl.-Inform.

Foliensatz E (01.12.2011)
Topic 104: Dateisysteme
104.1 – 104.3, 104.6



Topic 104: Devices, Linux Filesystems, Filesystem Hierarchy Standard

104.1 Create partitions and filesystems

Description: Candidates should be able to configure disk partitions and then create filesystems on media such as hard disks. This includes the handling of swap partitions.

Key Knowledge Areas:

- Use various mkfs commands to set up partitions and create various filesystems such as: ext2, ext3, xfs, reiserfs v3, vfat

The following is a partial list of the used files, terms and utilities:
fdisk, mkfs, mkswap

Quelle: http://www.lpi.org/eng/certification/the_lpic_program/lpic_1/exam_101_detailed_objectives

Topic 104: Devices, Linux Filesystems, Filesystem Hierarchy Standard

104.2 Maintain the integrity of filesystems

Description: Candidates should be able to maintain a standard filesystem, as well as the extra data associated with a journaling filesystem.

Key Knowledge Areas:

- Verify the integrity of filesystems.
- Monitor free space and inodes.
- Repair simple filesystem problems.

The following is a partial list of the used files, terms and utilities:
du, df, fsck, e2fsck, mke2fs, debugfs, dumpe2fs, tune2fs,
xfs tools (such as xfs_metadump and xfs_info)

Quelle: http://www.lpi.org/eng/certification/the_lpic_program/lpic_1/exam_101_detailed_objectives

Topic 104: Devices, Linux Filesystems, Filesystem Hierarchy Standard

104.3 Control mounting and unmounting of filesystems

Description: Candidates should be able to configure the mounting of a filesystem.

Key Knowledge Areas:

- Manually mount and unmount filesystems.
- Configure filesystem mounting on bootup.
- Configure user mountable removeable filesystems.

The following is a partial list of the used files, terms and utilities:
/etc/fstab, /media, mount, umount

Quelle: http://www.lpi.org/eng/certification/the_lpic_program/lpic_1/exam_101_detailed_objectives

Topic 104: Devices, Linux Filesystems, Filesystem Hierarchy Standard

104.6 Create and change hard and symbolic links

Description: Candidates should be able to create and manage hard and symbolic links to a file.

Key Knowledge Areas:

- Create links.
- Identify hard and/or softlinks.
- Copying versus linking files.
- Use links to support system administration tasks.

The following is a partial list of the used files, terms and utilities:

In

Quelle: http://www.lpi.org/eng/certification/the_lpic_program/lpic_1/exam_101_detailed_objectives

- Linux (und andere BS) unterteilen Festplatten in Partitionen
 - traditionell: vier Partitionen
 - Anfang, Ende, Größe: in Partitionstabelle im MBR (Master Boot Record)
 - Bezeichnung: **primäre Partitionen**
 - falls mehr nötig: eine der vier Partitionen zur **erweiterten** Partition machen
 - darin: **logische Partitionen**

104.1: Partitionen (2)

- Windows vergibt für jede (Windows)-Partition einen Laufwerksbuchstaben (C:, D: etc.)
 - unabhängig von Status primär/logisch
 - Reihenfolge kann wechseln
- Linux verwendet Bezeichnungen, die sich aus
 - Typ der Platte (IDE, SCSI)
 - Gerätenummer
 - Partitionsnummerzusammensetzen (sda1 = SCSI disk a, part. 1)

104.1: Partitionen (3)

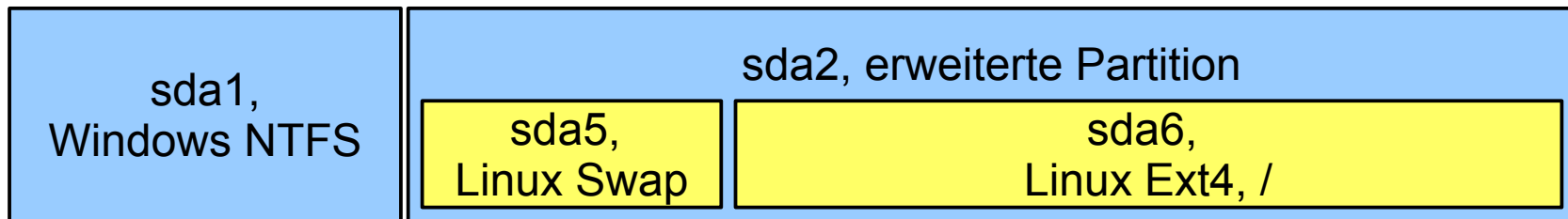
- Festplatten
 - sda, sdb, sdc, ...: SCSI und moderne SATA
 - hda, hdb, hdc, ...: klassische IDE
- Partitionen
 - 1, 2, 3, 4: primäre Partitionen
 - 5, 6, 7, ...: logische Partitionen (dann muss mind. eine der primären Part. eine erweiterte sein)
- Zugriff über Gerätedateien:
 - sda3 → /dev/sda3

- Gerätedateien erzeugen moderne Linux-Versionen dynamisch:

```
esser@dissdevel:~$ ls -l /dev/sd*  
brw-rw---- 1 root disk 8, 0  2. Jun 17:15 /dev/sda  
brw-rw---- 1 root disk 8, 1  2. Jun 17:15 /dev/sda1  
brw-rw---- 1 root disk 8, 2  2. Jun 17:15 /dev/sda2  
brw-rw---- 1 root disk 8, 5  2. Jun 17:15 /dev/sda5
```

- in alten Linux-Versionen: große Mengen an passenden Gerätedateien statisch erzeugt

- Typische Partitionierung



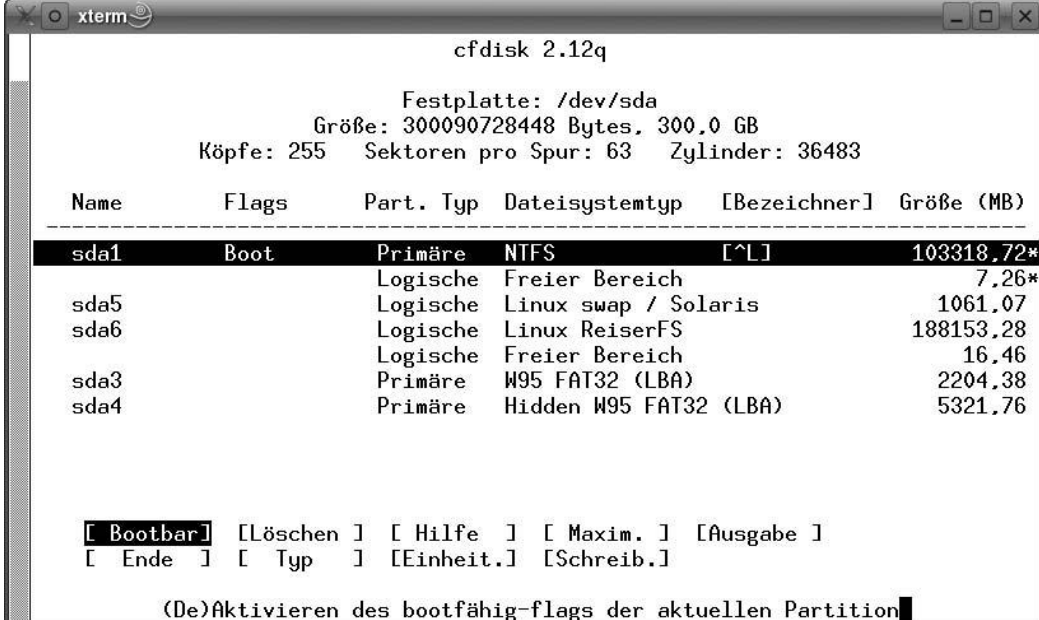
- sda1: 1. primäre Partition: Windows, NTFS („Laufwerk C:“)
- sda2: erweiterte Partition, enthält logische
- sda5: 1. logische Partition: Linux, Swap
- sda6: 2. logische Partition: Linux, Ext4

- Arbeiten mit Gerätedateien
 - `head /dev/sda1`
gibt Anfang der Partition `sda1` aus
 - `dd if=/dev/sda1 of=/tmp/image.dat`
erzeugt 1:1-Kopie der Partition `sda1` in Datei,
if=input file, of=output file
 - `fdisk /dev/sda`
bearbeitet Partitionstabelle der Festplatte `sda`
 - `mkfs.ext3 /dev/sda7`
formatiert Partition `sda7` mit Ext3-Dateisystem

- Partitionieren unter Linux

- `fdisk`: Standard-Tool

- `cdisk`:
„grafisches“ Tool



```
xterm
cfdisk 2.12q
Festplatte: /dev/sda
Größe: 300090728448 Bytes, 300,0 GB
Köpfe: 255  Sektoren pro Spur: 63  Zylinder: 36483

Name      Flags      Part. Typ  Dateisystemtyp  [Bezeichner]  Größe (MB)
-----
sda1      Boot       Primäre   NTFS             [^L]          103318,72*
          Logische   Freier Bereich
sda5      Logische   Linux swap / Solaris
sda6      Logische   Linux ReiserFS
          Logische   Freier Bereich
sda3      Primäre   W95 FAT32 (LBA)
sda4      Primäre   Hidden W95 FAT32 (LBA)

[ Bootbar ] [ Löschen ] [ Hilfe ] [ Maxim. ] [ Ausgabe ]
[ Ende ]   [ Typ ]   [ Einheit. ] [ Schreib. ]

(De)Aktivieren des bootfähig-flags der aktuellen Partition
```

- `sfdisk`: für Skript-gesteuertes Partitionieren

Partitionsliste anzeigen

```
server:~# fdisk -l
```

```
Disk /dev/sda: 10.7 GB, 10694426624 bytes
255 heads, 63 sectors/track, 1300 cylinders
Units = cylinders of 16065 * 512 = 8225280 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disk identifier: 0x000ce798
```

Device	Boot	Start	End	Blocks	Id	System
/dev/sda1	*	1	1241	9965568	83	Linux
/dev/sda2		1241	1301	475137	5	Extended
/dev/sda5		1241	1301	475136	82	Linux swap / Solaris

Platte partitionieren

```
server:~# fdisk /dev/sda
```

```
Command (m for help): _
```

fdisk (2): Kommandoübersicht

- `p` – zeigt die Partitionstabelle (wie in `fdisk -l /dev/sda`).
- `n` – legt eine neue Partition an; fragt Partitionstyp, Nummer der Partition und Größe ab.
- `t` – Ändert den Typ einer Partition. Nach dem Aufruf des Kommandos erhalten Sie mit dem Kommando `l` eine Übersicht über die `fdisk` bekannten Partitionstypen.
- `d` – Löscht eine Partition.
- `w` – schreibt die von Ihnen überarbeitete Partitionstabelle. Danach beendet sich `fdisk`.
- `q` – Programm beendet sich, ohne die Partitionstabelle zu ändern.
- `m` – Menü, in dem alle Befehle aufgeführt sind, nur in Englisch und noch ein paar mehr.

Neue primäre Partition erzeugen

```
Command (m for help): n
```

```
Command action
```

```
  e   extended
```

```
  p   primary partition (1-4)
```

```
p
```

```
Partition number (1-4): 2
```

```
First cylinder (1241-1300, default 1241):
```

```
Using default value 1241
```

```
Last cylinder, +cylinders or +size{K,M,G} (1241-1300, default 1300):
```

```
Using default value 1300
```

```
Command (m for help): p
```

```
Disk /dev/sda: 10.7 GB, 10694426624 bytes
```

```
255 heads, 63 sectors/track, 1300 cylinders
```

```
Units = cylinders of 16065 * 512 = 8225280 bytes
```

```
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
```

```
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
```

```
Disk identifier: 0x000ce798
```

Device	Boot	Start	End	Blocks	Id	System
/dev/sda1	*	1	1241	9965568	83	Linux
/dev/sda2		1241	1300	475658	83	Linux

Neue erweiterte Partition erzeugen

```
Command (m for help): n
Command action
  e   extended
  p   primary partition (1-4)
e
Partition number (1-4): 2
First cylinder (1241-1300, default 1241):
Using default value 1241
Last cylinder, +cylinders or +size{K,M,G} (1241-1300, default 1300):
Using default value 1300
```

```
Command (m for help): p
```

```
Disk /dev/sda: 10.7 GB, 10694426624 bytes
255 heads, 63 sectors/track, 1300 cylinders
Units = cylinders of 16065 * 512 = 8225280 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disk identifier: 0x000ce798
```

Device	Boot	Start	End	Blocks	Id	System
/dev/sda1	*	1	1241	9965568	83	Linux
/dev/sda2		1241	1300	475658	5	Extended

Neue logische Partition erzeugen

```
Command (m for help): n
Command action
  l   logical (5 or over)
  p   primary partition (1-4)
l
First cylinder (1241-1300, default 1241):
Using default value 1241
Last cylinder, +cylinders or +size{K,M,G} (1241-1300, default 1300): 1260

Command (m for help): p

Disk /dev/sda: 10.7 GB, 10694426624 bytes
255 heads, 63 sectors/track, 1300 cylinders
Units = cylinders of 16065 * 512 = 8225280 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disk identifier: 0x000ce798
```

Device	Boot	Start	End	Blocks	Id	System
/dev/sda1	*	1	1241	9965568	83	Linux
/dev/sda2		1241	1300	475658	5	Extended
/dev/sda5		1241	1260	154326+	83	Linux

Auswahl geändert, weil es
jetzt eine erweiterte
Partition gibt!

!

```
Command (m for help): t
Partition number (1-5): 1
Hex code (type L to list codes): L
```

Partitionstypen

0	Empty	24	NEC DOS	81	Minix / old Lin	bf	Solaris
1	FAT12	39	Plan 9	82	Linux swap / So	c1	DRDOS/sec (FAT-
2	XENIX root	3c	PartitionMagic	83	Linux	c4	DRDOS/sec (FAT-
3	XENIX usr	40	Venix 80286	84	OS/2 hidden C:	c6	DRDOS/sec (FAT-
4	FAT16 <32M	41	PPC PReP Boot	85	Linux extended	c7	Syrinx
5	Extended	42	SFS	86	NTFS volume set	da	Non-FS data
6	FAT16	4d	QNX4.x	87	NTFS volume set	db	CP/M / CTOS / .
7	HPFS/NTFS	4e	QNX4.x 2nd part	88	Linux plaintext	de	Dell Utility
8	AIX	4f	QNX4.x 3rd part	8e	Linux LVM	df	BootIt
9	AIX bootable	50	OnTrack DM	93	Amoeba	e1	DOS access
a	OS/2 Boot Manag	51	OnTrack DM6 Aux	94	Amoeba BBT	e3	DOS R/O
b	W95 FAT32	52	CP/M	9f	BSD/OS	e4	SpeedStor
c	W95 FAT32 (LBA)	53	OnTrack DM6 Aux	a0	IBM Thinkpad hi	eb	BeOS fs
e	W95 FAT16 (LBA)	54	OnTrackDM6	a5	FreeBSD	ee	GPT
f	W95 Ext'd (LBA)	55	EZ-Drive	a6	OpenBSD	ef	EFI (FAT-12/16/
10	OPUS	56	Golden Bow	a7	NeXTSTEP	f0	Linux/PA-RISC b
11	Hidden FAT12	5c	Priam Edisk	a8	Darwin UFS	f1	SpeedStor
12	Compaq diagnost	61	SpeedStor	a9	NetBSD	f4	SpeedStor
14	Hidden FAT16 <3	63	GNU HURD or Sys	ab	Darwin boot	f2	DOS secondary
16	Hidden FAT16	64	Novell Netware	af	HFS / HFS+	fb	VMware VMFS
17	Hidden HPFS/NTF	65	Novell Netware	b7	BSDI fs	fc	VMware VMKCORE
18	AST SmartSleep	70	DiskSecure Mult	b8	BSDI swap	fd	Linux raid auto
1b	Hidden W95 FAT3	75	PC/IX	bb	Boot Wizard hid	fe	LANstep
1c	Hidden W95 FAT3	80	Old Minix	be	Solaris boot	ff	BBT
1e	Hidden W95 FAT1						

104.1: Formatieren (1)

- Einfaches Anlegen einer neuen Partition macht diese noch nicht benutzbar
- Partition muss man vor erster Nutzung **formatieren** (= mit einem **Dateisystem** versehen)
- Kommando allgemein: `mkfs` (make filesystem)
 - `mkfs -t TYP /dev/GERÄT`
 - ruft spezialisiertes Tool `mkfs.TYP` (z. B. `mkfs.ext3`) auf

```
root@dissdevel:/# ls /sbin/mkfs*
/sbin/mkfs           /sbin/mkfs.ext2      /sbin/mkfs.ext4dev  /sbin/mkfs.ntfs
/sbin/mkfs.bfs       /sbin/mkfs.ext3      /sbin/mkfs.minix    /sbin/mkfs.vfat
/sbin/mkfs.cramfs    /sbin/mkfs.ext4      /sbin/mkfs.msdos
```

104.1: Formatieren (2)

```
root@dissdevel:/# mkfs -t ext3 /dev/sda8
mke2fs 1.41.12 (17-May-2010)
Dateisystem-Label=
OS-Typ: Linux
Blockgröße=1024 (log=0)
Fragmentgröße=1024 (log=0)
Stride=0 Blöcke, Stripebreite=0 Blöcke
2560 Inodes, 10240 Blöcke
512 Blöcke (5.00%) reserviert für den Superuser
Erster Datenblock=1
Maximale Dateisystem-Blöcke=10485760
2 Blockgruppen
8192 Blöcke pro Gruppe, 8192 Fragmente pro Gruppe
1280 Inodes pro Gruppe
Superblock-Sicherungskopien gespeichert in den Blöcken:
    8193
```

```
Schreibe Inode-Tabellen: erledigt
Erstelle Journal (1024 Blöcke): erledigt
Schreibe Superblöcke und Dateisystem-Accountinginformationen: erledigt
```

Das Dateisystem wird automatisch nach jeweils 30 Einhäng-Vorgängen bzw. alle 180 Tage überprüft, je nachdem, was zuerst eintritt. Dies kann durch `tune2fs -c` oder `-i` geändert werden.

104.1: Formatieren (3)

- Auch **Swap-Partition** (Bereich, der für das Auslagern von Speicherseiten verwendet wird; → **Paging**) muss formatiert werden
- Tool heißt `mkswap`:

```
root@dissdevel:/# mkswap /dev/sda5  
Setting up swapspace version 1, size = 475132 KiB  
no label, UUID=5c43f2b7-8801-4fde-94a2-f154ffbabbb42
```
- **Swap-Bereich** darf auch Datei sein
→ hilfreich, wenn keine Swap-Partition angelegt werden kann

104.3: Mounten (1)

- Linux bindet beim Systemstart nicht automatisch alle Dateisysteme (meist: Partitionen) ein, sondern tut dies nur für eine Auswahl, die durch Einträge in einer Konfigurationsdatei festgelegt wird. Ausnahme: Root-Dateisystem /, ohne das kein Systemstart möglich ist.
- Den Einbindevorgang nennt Linux (wie alle Unix-Systeme) **mounten**, die umgekehrte Operation, bei der das System nicht länger auf einen Datenträger zugreift, heißt **unmounten**.
- Die dafür zuständigen Kommandos heißen `mount` und `umount` (nicht `unmount`!)
- Automatisches Mounten über Einträge in `/etc/fstab`

104.3: Mounten (2)

- Das Mounten stellt eine Verknüpfung zwischen einem Datenträger und einem Verzeichnis her, unter dem dann die Inhalte des Datenträgers erreichbar sind
- Diese Verzeichnisse (**Mount-Points**) sind das Gegenstück zu Windows-Laufwerksbuchstaben
- Linux- (Unix-) Ansatz ist flexibler

Datenträger unter Windows und Linux

Linux-Partition:
nicht sichtbar

[Root-Dateisystem /dev/sda6 auf /]
/home
/usr
/etc
/var
...

C: [Win]

[/dev/sda1 auf /mnt/win1]

C:\Windows

/mnt/win1/Windows

C:\Windows\System

/mnt/win1/Windows/System

C:\Users

/mnt/win1/Users

C:\Users\Esser

/mnt/win1/Users/Esser

C:\Users\Esser\Documents

/mnt/win1/Users/Esser/Documents

D: [Restore]

[/dev/sda2 auf /mnt/win2]

D:\Restore.Tmp

/mnt/win2/Restore.Tmp

E: [OfficeDVD]

[Office-DVD auf /media/OfficeDVD]

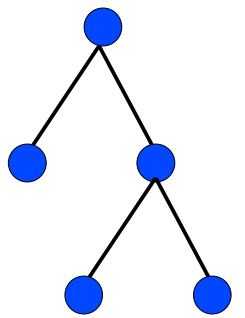
E:\Files

/media/OfficeDVD/Files

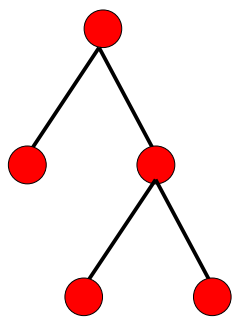
104.3: Mounten (4)

Windows

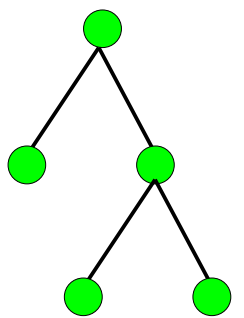
C:



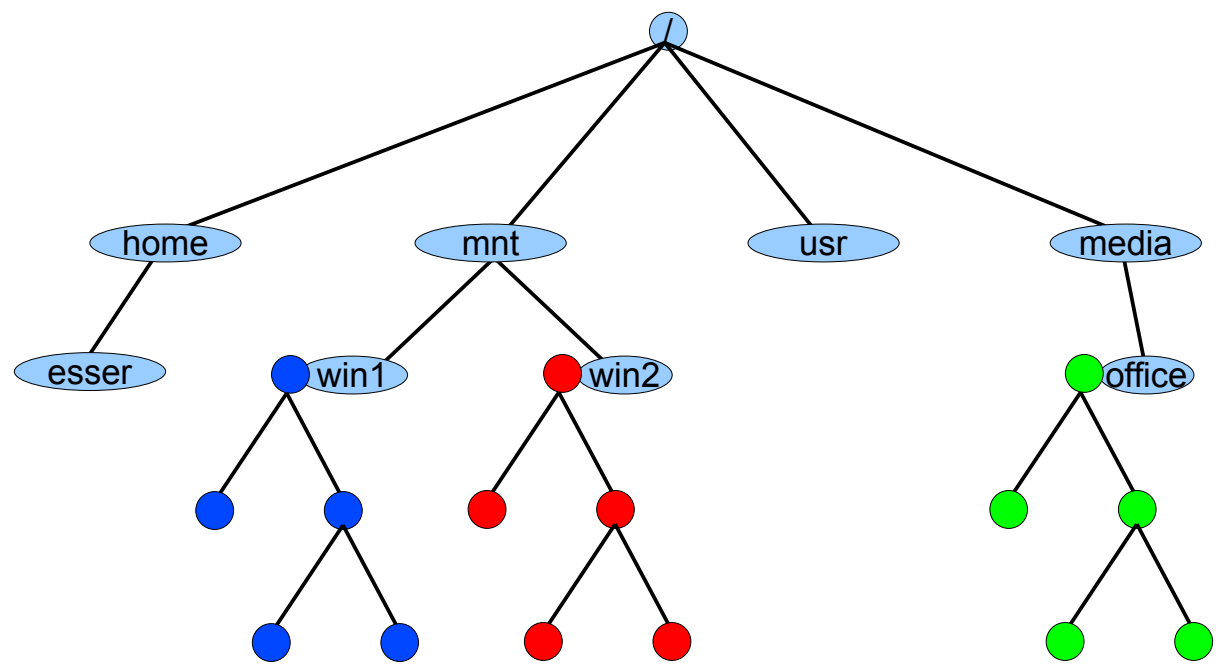
D:



E:



Linux



- Was braucht man fürs Mounten?
 - Gerätedatei des Datenträgers (Partition o. ä.)
 - Mount-Point (Verzeichnis, muss schon existieren)
 - evtl. Typ des Dateisystems
 - evtl. Optionen fürs Mounten

```
mount
```

```
  -t TYP                -o OPTIONS  
  /dev/PARTITION      /MOUNTPOINT
```

```
mount -t ext3 -o ro /dev/sda7 /mnt
```

- Dateisystemtyp (`-t TYP`)
 - `ext4`: 4th extended filesystem (Linux, aktuell)
 - `ext3`: 3rd extended filesystem (Linux, älter)
 - `ext2`: 2nd extended filesystem (Linux, veraltet)
 - `reiserfs`: Reiser-Dateisystem (Linux, älter)
 - `ntfs`: New Technology Filesystem (Windows)
 - `vfat`: Virtual File Allocation Table (DOS, Windows)
 - `iso9660`: CD-/DVD-Dateisystem
 - `udf`: DVD-Dateisystem (z. B. Video-DVD)

- Dateisystemtyp (`-t TYP`)
 - Liste tatsächlich noch länger; Auszug aus Manpage:

```
-t, --types vfstype
```

```
The argument following the -t is used to indicate the filesystem type. The filesystem types which are currently supported include: adfs, affs, autofs, cifs, coda, coherent, cramfs, debugfs, devpts, efs, ext, ext2, ext3, ext4, hfs, hfsplus, hpfs, iso9660, jfs, minix, msdos, ncpfs, nfs, nfs4, ntfs, proc, qnx4, ramfs, reiserfs, romfs, squashfs, smbfs, sysv, tmpfs, ubifs, udf, ufs, umsdos, usbfs, vfat, xenix, xfs, xiafs.
```

- Welche Dateisysteme unterstützt der Kernel (im Moment)?

```
root@dissdevel:~# grep -v nodev /proc/filesystems
ext3
fuseblk
udf
iso9660
ntfs
vfat
```

- Mount-Optionen (`-o` *OPTIONEN*); Auswahl:
 - `ro`: read-only (nur lesen)
 - `rw`: read-write (lesen und schreiben; Standard)
 - `async`, `sync`: alle Zugriffe asynchron bzw. synchron (sofort schreiben, kein Puffer) ausführen
 - `noatime`: Zugriffe auf Dateien nicht in Metadaten speichern (u. a. für Flash-Datenträger sinnvoll)
 - `nodiratime`: wie `noatime`, für Verzeichnisse
 - `noexec`: Programme sind nicht ausführbar
 - `remount`: bereits gemountetes FS nochmal mounten
 - `loop`: Dateisystem-Image mounten

- Swap-Partitionen werden nicht gemountet, sondern aktiviert (`swapon`) oder deaktiviert (`swapoff`)

```
root@dissdevel:/# swapon -v /dev/sda5
swapon on /dev/sda5
swapon: /dev/sda5: found swap signature: version 1, page-size 4,
      same byte order
swapon: /dev/sda5: pagesize=4096, swapsize=486539264,
      devsize=486539264
```

```
root@dissdevel:/# swapoff -v /dev/sda5
swapoff on /dev/sda5
```

- (ohne Option `-v` keine Ausgabe)
- Swap darf auch eine Datei sein

- Übersicht über aktive Swap-Bereiche

```
root@dissdevel:/# cat /proc/swaps
```

Filename	Type	Size	Used	Priority
/dev/sda5	partition	475128	0	-1
/tmp/swapfile	file	10232	0	-2

104.3: Unmounten (1)

- Dateisystem wieder aushängen (unmounten)
 - Kommando `umount`
 - Argument: Wahlweise Name der Gerätedatei (`/dev/ . . .`) oder Mount-Point
 - Beispiele:
`umount /dev/sda6` (Gerätedatei)
`umount /mnt/win1` (Mount-Point)

104.3: Unmounten (2)

- Kommando `umount` schlägt manchmal fehl:

```
root@dissdevel:/mnt/tmp# pwd
```

```
/mnt/tmp
```

```
root@dissdevel:/mnt/tmp# umount /mnt
```

```
umount: /mnt: device is busy.
```

```
(In some cases useful info about processes that use  
the device is found by lsof(8) or fuser(1))
```

```
root@dissdevel:/mnt/tmp# cd /
```

```
root@dissdevel:/# umount /mnt/
```

```
root@dissdevel:/# _
```

- Es darf keine Datei im FS geöffnet sein
- Es darf keine Shell (oder ein anderes Programm) das aktuelle Arbeitsverzeichnis in diesem FS haben

104.3: Mounten mit /etc/fstab (1)

- Konfigurationsdatei `/etc/fstab` (**filesystem table**) legt fest, welche FS beim Systemstart eingebunden werden

- Aufbau einer Zeile der Datei:

```
# <fs>          <mount point>    <type>          <options>          <dump>    <pass>
```

- Beispiel:

```
proc          /proc          proc          defaults          0          0
/dev/sda1     /              ext3          errors=remount-ro 0          1
/dev/sda5     none           swap          sw                0          0
/dev/scd0     /media/cdrom0  udf,iso9660  user,noauto       0          0
```

104.3: Mounten mit /etc/fstab (2)

- Einige Einträge haben im Optionenfeld die Option `noauto`
- Solche Einträge werden nicht automatisch gemountet, können aber einfacher von Hand gemountet werden

```
root@server:~# grep scd0 /etc/fstab
/dev/scd0    /media/cdrom    udf,iso9660    user,noauto    0    0
```

```
root@server:~# mount /media/cdrom
```

- Zusatzoption `user` bedeutet: Mounten auch ohne Root-Rechte möglich

104.3: Mounten mit /etc/fstab (3)

- Neben /etc/fstab gibt es noch eine Datei /etc/mtab (**mount table**)
- Diese enthält Informationen über gemountete Dateisysteme und wird automatisch (vom System) erstellt und aktualisiert

```
root@dissdevel:/# cat /etc/mtab
/dev/sda1 / ext3 rw,errors=remount-ro 0 0
tmpfs /lib/init/rw tmpfs rw,nosuid,mode=0755 0 0
proc /proc proc rw,noexec,nosuid,nodev 0 0
sysfs /sys sysfs rw,noexec,nosuid,nodev 0 0
udev /dev tmpfs rw,mode=0755 0 0
tmpfs /dev/shm tmpfs rw,nosuid,nodev 0 0
devpts /dev/pts devpts rw,noexec,nosuid,gid=5,mode=620 0 0
fusectl /sys/fs/fuse/connections fusectl rw 0 0
Daten /media/sf_Daten vboxsf gid=1001,rw 0 0
```

104.2: Filesystem Check (1)

- Dateisysteme werden i. d. R. beim Systemstart auf Konsistenz überprüft (filesystem check)
- Auf Wunsch auch manuelle Überprüfung möglich
- Dateisystem darf dabei nicht gemountet sein
- Generisches Tool: `fsck` (**file**system **check**)

```
root@dissdevel:/# fsck /dev/sda1  
fsck from util-linux-ng 2.17.2  
e2fsck 1.41.12 (17-May-2010)  
/dev/sda1 ist eingehängt.
```

WARNUNG!!! Die Benutzung von e2fsck auf einem eingehängten Dateisystem führt zu SCHWERWIEGENDEN SCHÄDEN im Dateisystem.

```
Wirklich fortfahren (j/n)?
```

104.2: Filesystem Check (2)

- Automatische Überprüfung beim Systemstart:

```
Activating swap...done.  
Checking root file system...fsck from util-linux-ng 2.17.2  
/dev/sda1 contains a file system with errors, check forced.  
/dev/sda1: 187822/623392 files (0.8% non-contiguous), 1128272/2491392 blocks  
done.  
Loading kernel modules...done.  
Cleaning up ifupdown....  
Setting up networking....  
Activating lvm and md swap...done.  
Checking file systems...fsck from util-linux-ng 2.17.2  
done.  
Mounting local filesystems...done.
```

- Welche Dateisysteme überprüft werden, legt letzte Spalte in `/etc/fstab` fest: 1 = prüfen

proc	/proc	proc	defaults	0	0
/dev/sda1	/	ext3	errors=remount-ro	0	1
/dev/sda5	none	swap	sw	0	0
/dev/scd0	/media/cdrom0	udf,iso9660	user,noauto	0	0

104.2: Filesystem Check (3)

- Statt `fsck` besser direkt das für das Dateisystem passende Tool (`fsck.TYP`) aufrufen
→ dann sind auch individuelle Optionen möglich
- Beispiel `fsck.ext3`, Optionen:
 - `-f` : force, auch als „clean“ erkanntes FS prüfen
 - `-p` : versuche, Fehler automatisch zu beheben
 - `-y` : alle Fragen, die `fsck.ext3` stellt, automatisch mit „y“ (yes) beantworten
 - `-c` : Programm `badblocks` aufrufen (findet defekte Blöcke und trägt diese in Bad Blocks List ein)

104.2: Filesystem Check (4)

- Beispiel `fsck` auf Ext3-Dateisystem

```
root@dissdevel:/# fsck /dev/sda8
fsck from util-linux-ng 2.17.2
e2fsck 1.41.12 (17-May-2010)
/dev/sda8: sauber, 11/65536 Dateien, 12644/262144 Blöcke
```

(jetzt mit `-f` erzwingen)

```
root@dissdevel:/# fsck -f /dev/sda8
fsck from util-linux-ng 2.17.2
e2fsck 1.41.12 (17-May-2010)
Durchgang 1: Prüfe Inodes, Blocks, und Größen
Durchgang 2: Prüfe Verzeichnis Struktur
Durchgang 3: Prüfe Verzeichnis Verknüpfungen
Durchgang 4: Überprüfe die Referenzzähler
Durchgang 5: Überprüfe Gruppe Zusammenfassung
/dev/sda8: 11/65536 Dateien (0.0% nicht zusammenhängend), 12644/262144
Blöcke
```


104.2: Filesystem Check (5)

- Beispiel `fsck.ext3` – mit Fehlern

```
root@dissdevel:/home/esser# fsck.ext3 -f /dev/sda8
e2fsck 1.41.12 (17-May-2010)
Durchgang 1: Prüfe Inodes, Blocks, und Größen
Durchgang 2: Prüfe Verzeichnis Struktur
Eintrag »..« in ??? (41972) hat gelöscht/unbenutzt Inode 19152.  Bereinige<j>? ja
Eintrag »..« in ??? (42004) hat gelöscht/unbenutzt Inode 19167.  Bereinige<j>? ja
Eintrag »..« in ??? (42006) hat gelöscht/unbenutzt Inode 19167.  Bereinige<j>? ja
Durchgang 3: Prüfe Verzeichnis Verknüpfungen
Durchgang 4: Überprüfe die Referenzzähler
Durchgang 5: Überprüfe Gruppe Zusammenfassung

Die Anzahl freier Inodes ist falsch (59759, gezählt=58271).
Repariere<j>? ja

/dev/sda8: ***** DATEISYSTEM WURDE VERÄNDERT *****
/dev/sda8: 7265/65536 Dateien (0.0% nicht zusammenhängend), 44392/262144 Blöcke
```

Alternativnamen mkfs, fsck

- Die FS-spezifischen `mkfs`- und `fsck`-Tools sind meist noch unter anderen (kürzeren) Namen erreichbar:
 - `mkfs.ext3` = `mke2fs` `fsck.ext3` = `e2fsck`
 - `mkfs.ext4` = `mke2fs` `fsck.ext4` = `e2fsck`
 - `mkfs.vfat` = `mkdosfs` `fsck.vfat` = `dosfsck`
 - `mkfs.msdos` = `mkdosfs` `fsck.msdos` = `dosfsck`
- Aber: dann bei `mk*fs` aufpassen, welches das Standard-FS ist (`mke2fs`: Ext2, also nicht sinnvoll...)
- `mkfs` ohne `-t`: auch Ext2
- `vfat` und `msdos` sind identische FS

- Speicherplatz-Verbrauch
 - `df` (**d**isk **f**ree) zeigt freien Platz auf einem Datenträger (oder auf allen) an
 - `du` (**d**isk **u**sage) zeigt verwendeten Platz in einem Verzeichnis an
 - für beide Tools: mit Optionen die Ausgabe anpassen

104.2: FS-Informationen, du/df (2)

- df

```
root@dissdevel:/tmp# df
Dateisystem      1K Blöcke    Benutzt Verfügbar Ben% Eingehängt auf
/dev/sda5         9809032    6446020   2864736   70% /
/dev/sda1        118022124  87966344  30055780   75% /mnt/win
tmpfs              517240         0    517240    0% /lib/init/rw
udev              512884        176    512708    1% /dev
tmpfs              517240         0    517240    0% /dev/shm
```

-h = „human-readable“

```
root@dissdevel:/tmp# df -h
Dateisystem      Size  Used Avail Use% Eingehängt auf
/dev/sda5         9,4G  6,2G  2,8G  70% /
/dev/sda1        113G   84G   29G  75% /mnt/win
tmpfs              506M     0  506M   0% /lib/init/rw
udev              501M  176K  501M   1% /dev
tmpfs              506M     0  506M   0% /dev/shm
```

```
root@dissdevel:/tmp# df -h /
Dateisystem      Size  Used Avail Use% Eingehängt auf
/dev/sda1         9,4G  6,2G  2,8G  70% /
```

104.2: FS-Informationen, du/df (3)

- du

```
esser@dissdevel:~/Daten/FOM$ du
80  ./Briefe
7300  ./BS-Alt
60324  ./BS-Praxis
20184  ./BS-Theorie/Klausur
20  ./BS-Theorie/Uebung02-Loesungen/aufgabe-b
20  ./BS-Theorie/Uebung02-Loesungen/aufgabe-c
20  ./BS-Theorie/Uebung02-Loesungen/aufgabe-d
88  ./BS-Theorie/Uebung02-Loesungen
45492  ./BS-Theorie
440  ./IT-Infrastruktur
4780  ./Material und Downloads/FOM_IT-Infrastruktur_(REP)_510-r.15_sw
31920  ./Material und Downloads
2648  ./Seminar/bearbeitet
4196  ./Seminar
149812  .
```

```
esser@dissdevel:~/Daten/FOM$ du -s ← -s = summary,
149812  .
```

```
esser@dissdevel:~/Daten/FOM$ du -sm ← -m = megabytes
147  .
```

104.2: FS-Informationen, du/df (4)

- `du -s * | sort -n`

```
esser@dissdevel:~/Daten$ ls -d *
Anstel Buecher Erlangen FOM FU-Hagen Heise HM LNM privat
Promotion
```

```
esser@dissdevel:~/Daten$ du -sm * | sort -n
```

```
1  privat
3  Heise
6  Anstel
6  Buecher
9  Erlangen
15 HM
60 FU-Hagen
61 LNM
147 FOM
1715 Promotion
```

`sort -n = numerisch sortieren`

104.2: debugfs, dumpe2fs, tune2fs (1)

- Arbeiten am Dateisystem (für Fortgeschrittene)
- Tools für die Familie der Ext-Dateisysteme (Ext2, Ext3, Ext4)
 - `debugfs`: Eingriffe in die „Interna“ des Dateisystems
 - `dumpe2fs`: Ausgabe aller wichtigen Metadaten des Dateisystems
 - `tune2fs`: „Tuning“ für Ext-Dateisysteme, Einstellen von Optionen

104.2: debugfs, dumpe2fs, tune2fs (2)

```
root@dissdevel:/tmp# dumpe2fs /dev/sda1
dumpe2fs 1.41.12 (17-May-2010)
Filesystem volume name:    <none>
Last mounted on:          <not available>
Filesystem UUID:          27a7303b-9479-47ea-8ae8-67f9b6206920
Filesystem magic number:  0xEF53
Filesystem revision #:    1 (dynamic)
Filesystem features:      has_journal ext_attr resize_inode dir_index filetype needs_recovery
                           sparse_super large_file
Filesystem flags:         signed_directory_hash
Default mount options:    (none)
Filesystem state:         clean
Errors behavior:          Continue
Filesystem OS type:       Linux
Inode count:              623392
Block count:              2491392
Reserved block count:    124569
Free blocks:              1363120
Free inodes:              435570
First block:              0
Block size:               4096
Fragment size:           4096
Reserved GDT blocks:     608
Blocks per group:        32768
Fragments per group:    32768
Inodes per group:        8096
Inode blocks per group:  506
Filesystem created:      Tue May  3 11:55:19 2011
Last mount time:         Thu Jun  2 17:15:51 2011
Last write time:         Thu Jun  2 17:15:41 2011
Mount count:             1
Maximum mount count:     20
Last checked:            Thu Jun  2 17:15:41 2011
Check interval:          15552000 (6 months)
Next check after:        Tue Nov 29 16:15:41 2011
...
```


104.2: debugfs, dumpe2fs, tune2fs (3)

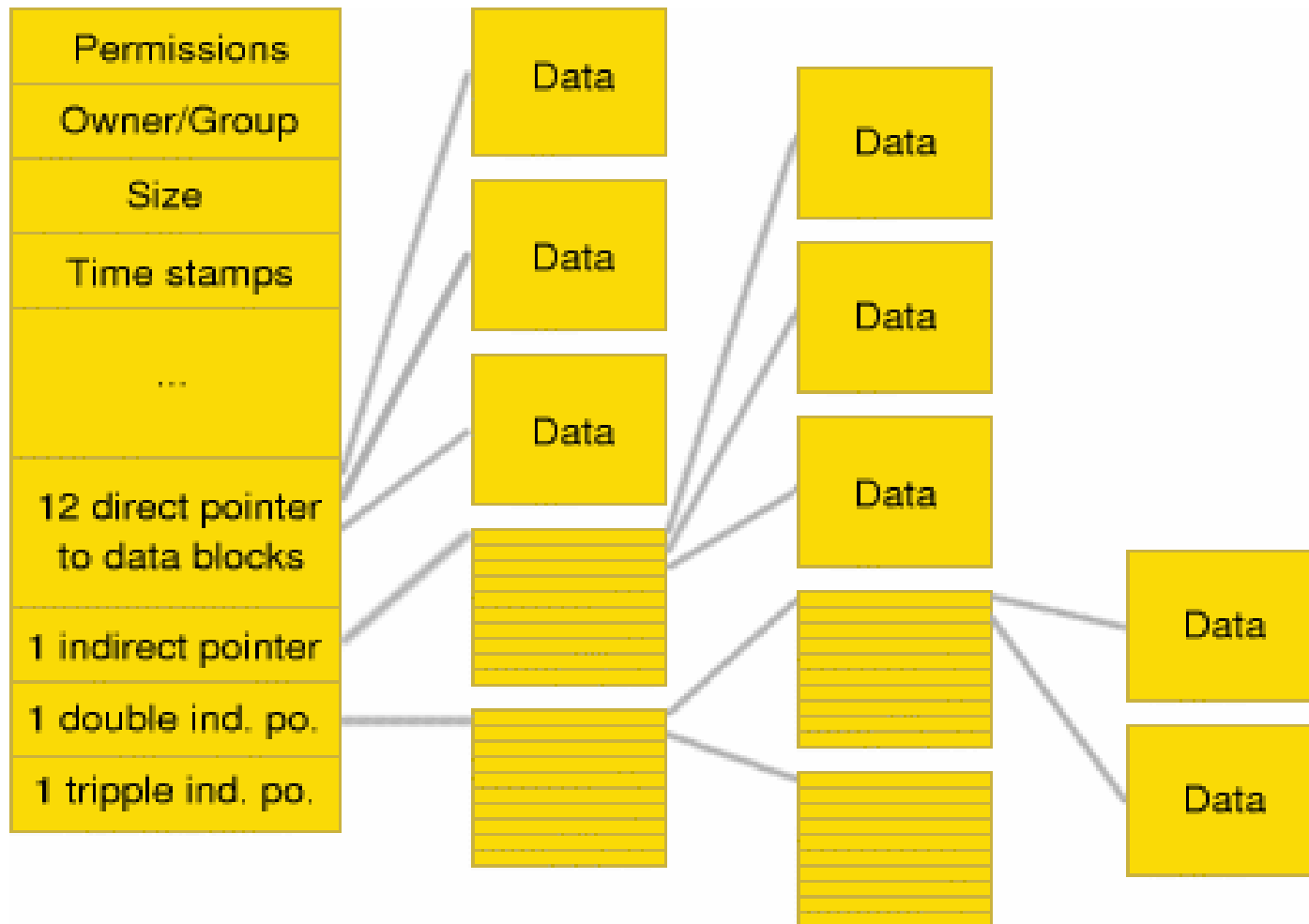
- `tune2fs`
 - Einstellen, was bei FS-Fehler passiert (continue, panic, remount-ro)
 - Intervall zwischen FS-Checks ändern
 - **Journal** ergänzen oder entfernen (→ Journaling, nächste Folie)
 - **Volume-Label** ändern
 - Größe des **reservierten Bereichs** ändern
 - dieser Teil des FS kann nur von root verwendet werden
 - für normale Nutzer erscheint das FS ggf. als voll

- Moderne Dateisysteme (z. B. ext3, ext4, ReiserFS) verwenden **Journaling**
 - Vor jeder Änderung an den **Metadaten** einer Datei wird in einen Protokollbereich (das **Journal**) die geplante Änderung geschrieben
 - Ist Änderung erfolgreich abgeschlossen, wird Eintrag aus Journal wieder gelöscht
- Beschleunigt (nach Absturz) den FS-Check:
 - nur prüfen, welche Einträge im Journal stehen – diese wurden evtl. nicht erfolgreich durchgeführt
- Variante: nicht nur Metadaten, sondern auch Daten

- Wichtige Konzepte in Linux-Dateisystemen:
 - I-Nodes
 - Dateien und Verzeichnisse
 - Datenblöcke

- I-Nodes:
 - Wenn eine neue Datei angelegt wird, sucht Linux zunächst einen freien **I-Node** (Index Node) – das ist ein Verwaltungseintrag auf der Partition
 - I-Node enthält Metadaten:
 - Dateigröße, Liste der verwendeten Blöcke
 - Besitzer und Standard-Gruppe
 - Zugriffsrechte, Timestamps ()
 - **nicht im I-Node: Dateiname und/oder Pfad (!)**
 - Danach zu I-Node Eintrag in Verzeichnis anlegen

- I-Node – grafisch:



Quelle: http://de.linwiki.org/wiki/Linuxfibel_-_System-Administration_-_Dateisysteme

- Dateien
 - Eine Datei besteht „klassisch“ aus
 - den eigentlichen Nutzdaten, die in Datenblöcken gespeichert sind,
 - einem Dateinamen (mit Pfadangabe)
 - Metadaten (Besitzer, Zugriffsrechte, Größe etc.)
 - Aus Linux-Sicht ist eine Datei zunächst die Sammlung der Datenblöcke + der I-Node (mit Metadaten und Blockliste)
 - Durch Eintragen in ein Verzeichnis (also Zuordnung: Dateiname → I-Node) wird die Datei im Dateisystem sichtbar

- Verzeichnisse

- ... sind in Linux-Dateisystemen spezielle Dateien, welche nur Zuordnungen Name → I-Node enthalten
- entspricht der Unix-Philosophie „alles ist eine Datei“
- Da Verzeichnis nur eine Datei ist, ist auch ein schnelles Verschieben eines kompletten Ordners mit Unterordnern schnell erledigt:

```
mv /home/esser/Videos /tmp/Videos
```

benötigt keine messbare Zeit (falls Verschieben innerhalb einer Partition!)

- Datenblöcke
 - Dateisystem verwaltet eine Liste freier / belegter Datenblöcke
 - Beim Löschen einer Datei werden alle verwendeten Datenblöcke als „frei“ gekennzeichnet (und bald wiederverwendet)

104.6: Soft Links / Hard Links (1)

- Grundidee hinter Links: Datei unter mehreren Namen (und ggf. an verschiedenen Orten) ansprechen
 - **symbolische Links (soft links)**: spezielle Dateien, die den Pfad (absolut oder relativ) zu einer anderen Datei speichern
 - können „broken“ sein, also auf etwas zeigen, das es nicht gibt (wie im Web: broken link)
 - **Hard Links**: Eintrag in einem Verzeichnis, der auf denselben I-Node zeigt

- Symbolische Links / Soft Links
 - erstellen mit `ln -s` (s = soft)
 - funktionieren auch Dateisystem-übergreifend (wenn anderes FS auch eingebunden ist)

```
esser@dissdevel:~$ ls -l /mnt/windows/config.sys
-rwxr-xr-x 1 root root 36  2. Jun 20:08 /mnt/windows/config.sys
esser@dissdevel:~$ ln -s /mnt/windows/config.sys config.sys
esser@dissdevel:~$ ls -l config.sys
lrwxrwxrwx 1 esser esser 31  2. Jun 20:08 config.sys -> /mnt/windows/config.sys
esser@dissdevel:~$ ln -s /mnt/windows/BROKEN broken.txt
esser@dissdevel:~$ ls -l broken.txt
lrwxrwxrwx 1 esser esser 27  2. Jun 20:09 broken.txt -> /mnt/windows/BROKEN
esser@dissdevel:~$ cat broken.txt
cat: broken.txt: Datei oder Verzeichnis nicht gefunden
esser@dissdevel:~$ file broken.txt
broken.txt: broken symbolic link to `/mnt/windows/Windows/BROKEN'
```

104.6: Soft Links / Hard Links (3)

• Hard Links

- erstellen mit `ln` (ohne Option)
- Quelle und Ziel zeigen auf gleichen I-Node
→ darum nur innerhalb eines Dateisystems möglich

```
esser@dissdevel:~$ touch testdatei.txt
esser@dissdevel:~$ cp datei.txt kopie.txt
esser@dissdevel:~$ ln datei.txt link.txt
```

```
esser@dissdevel:~$ ls -il *.txt
```

```
12589 -rw-r--r-- 2 esser esser 0 2. Jun 20:16 datei.txt
12590 -rw-r--r-- 1 esser esser 0 2. Jun 20:16 kopie.txt
12589 -rw-r--r-- 2 esser esser 0 2. Jun 20:16 link.txt
```

← `-i` : I-Nodes anzeigen

rot: link
count

```
esser@dissdevel:~$ ln /mnt/windows/config.sys config.sys
```

```
ln: Erzeuge harte Verknüpfung „config.sys“      „/mnt/windows/config.sys“:
Ungültiger Link über Gerätegrenzen hinweg
```

104.6: Soft Links / Hard Links (4)

- Hard Links / Links / Löschen
 - Jeder Eintrag in einem Verzeichnis ist ein Link
 - Das Anlegen eines Hard Links bedeutet also nur:
Für die Datei (für den I-Node!) existieren jetzt zwei Einträge in einem (oder mehreren) Verzeichnissen
 - Linux kennt intern keine „Löschen“-Operation, sondern nur eine „Unlink“-Operation
 - sie entfernt den ausgewählten Link, also die Zuordnung Dateiname → I-Node
 - und zählt den Link Count um 1 runter
 - Wenn Link Count 0 erreicht wird, wird I-Node freigegeben