

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



01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-1

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-3

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-2

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 removable 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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-4

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

- 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)

- 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**

- 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

104.1: Partitionen (4)

- 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
```

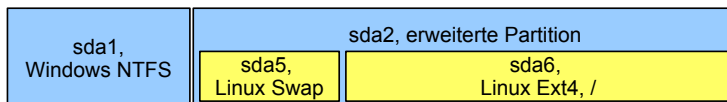
- in alten Linux-Versionen: große Mengen an passenden Gerätedateien statisch erzeugt

104.1: Partitionen (6)

- 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

104.1: Partitionen (5)

- Typische Partitionierung

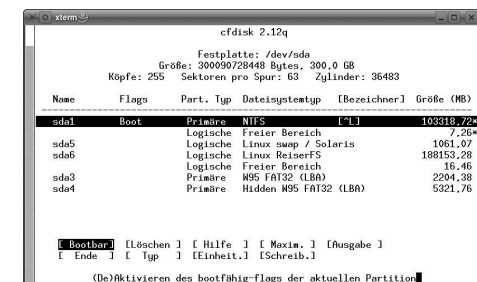


- sda1: 1. primäre Partition: Windows, NTFS („Laufwerk C.“)
- sda2: erweiterte Partition, enthält logische
- sda5: 1. logische Partition: Linux, Swap
- sda6: 2. logische Partition: Linux, Ext4

104.1: Partitionen (7)

- Partitionieren unter Linux

- `fdisk`: Standard-Tool
- `cdisk`: „grafisches“ Tool



- `sfdisk`: für Skript-gesteuertes Partitionieren

104.1: fdisk (1)

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): _
```

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-13

104.1: fdisk (3)

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-15

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.

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-14

104.1: fdisk (4)

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-16

104.1: fdisk (5)

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! **!**

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: fdisk (6)

```
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 (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-f154ffbabb42
```
- Swap-Bereich darf auch Datei sein
→ hilfreich, wenn keine Swap-Partition angelegt werden kann

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-21

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-23

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`

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-22

104.3: Mounten (3)

Datenträger unter Windows und Linux

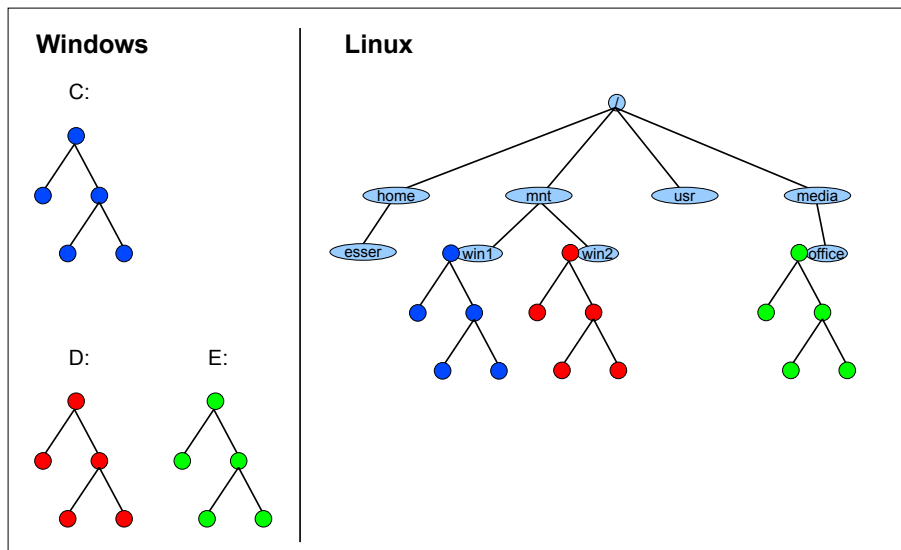
Linux-Partition: nicht sichtbar	[Root-Dateisystem /dev/sda6 auf /] /home /usr /etc /var ...
C: [Win] C:\Windows C:\Windows\System C:\Users C:\Users\Esser C:\Users\Esser\Documents	[/dev/sda1 auf /mnt/win1] /mnt/win1/Windows /mnt/win1/Windows/System /mnt/win1/Users /mnt/win1/Users/Esser /mnt/win1/Users/Esser/Documents
D: [Restore] D:\Restore.Tmp	[/dev/sda2 auf /mnt/win2] /mnt/win2/Restore.Tmp
E: [OfficeDVD] E:\Files	[Office-DVD auf /media/OfficeDVD] /media/OfficeDVD/Files

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-24

104.3: Mounten (4)



01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-25

104.3: Mounten (6)

- 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)

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-27

104.3: Mounten (5)

- 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
```

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-26

104.3: Mounten (7)

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-28

104.3: Mounten (8)

- 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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-29

104.3: Mounten (10)

- 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
```

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-31

104.3: Mounten (9)

- 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, swappsize=486539264,
devsize=486539264

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

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-30

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)

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-32

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 (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 (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 (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` (filesystem 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 (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 (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

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

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
```

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-41

104.2: FS-Informationen, du/df (1)

- 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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-43

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-42

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% /
```

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-44

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
149812 .

esser@dissdevel:~/Daten/FOM$ du -sm
147 .
```

← -s = summary,
← -m = megabytes

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-45

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-47

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

- du -s * | sort -n

```
esser@dissdevel:~/Daten$ ls -ld *
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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-46

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
signed_directory_hash
Filesystem flags:
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
...
```

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-48

- `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

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

- 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

- 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

Etwas Theorie (3)

- I-Node – grafisch:



01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-53

Etwas Theorie (5)

- 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!)

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-55

Etwas Theorie (4)

- 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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-54

Etwas Theorie (6)

- Datenblöcke

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-56

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-57

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 ← -i : I-Nodes anzeigen
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
                                                    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
    
```

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-59

104.6: Soft Links / Hard Links (2)

- 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'
    
```

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-58

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

01.12.2011

Betriebssysteme-Praxis, WS 2011/12, Hans-Georg Eßer

Folie E-60