

Modul
Systemadministration
(sysad)



Feedback aus der Hausaufgabe

- Was sind Ihre Erkenntnisse über Dateien mit dem setuid-Bit auf Ihrem System?
- `find / -type f \(\ -perm -4000 -o -perm -2000 \) -exec ls -ldu '{}' \;`
- Ubuntu 10.04: 74 Hits
- Ubuntu 14.04: 41 Hits

Lektion 6: Dateisystem



- Anforderungen an ein Dateisystem und schematischer Aufbau eines Dateisystems am Beispiel Unix UFS
- Benutzungs- und Administrationssicht auf ein Dateisystem am Beispiel Unix UFS
- Design-Kriterien für ein Dateisystem

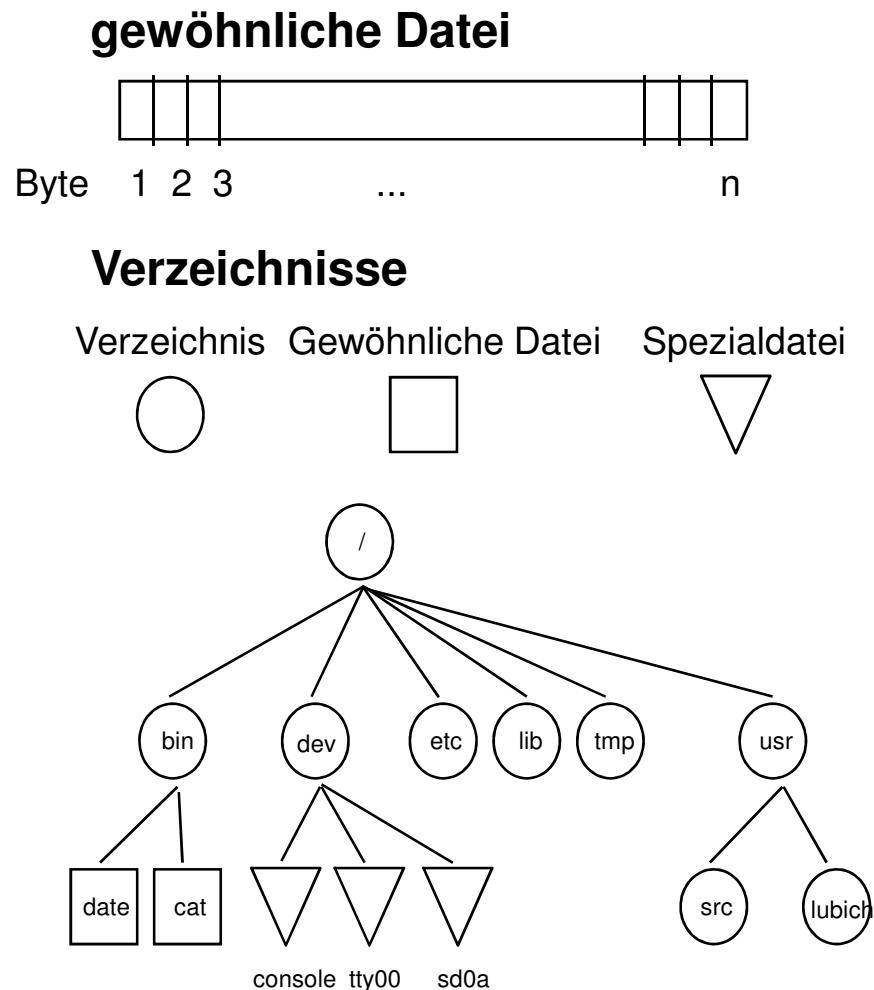
Motivation



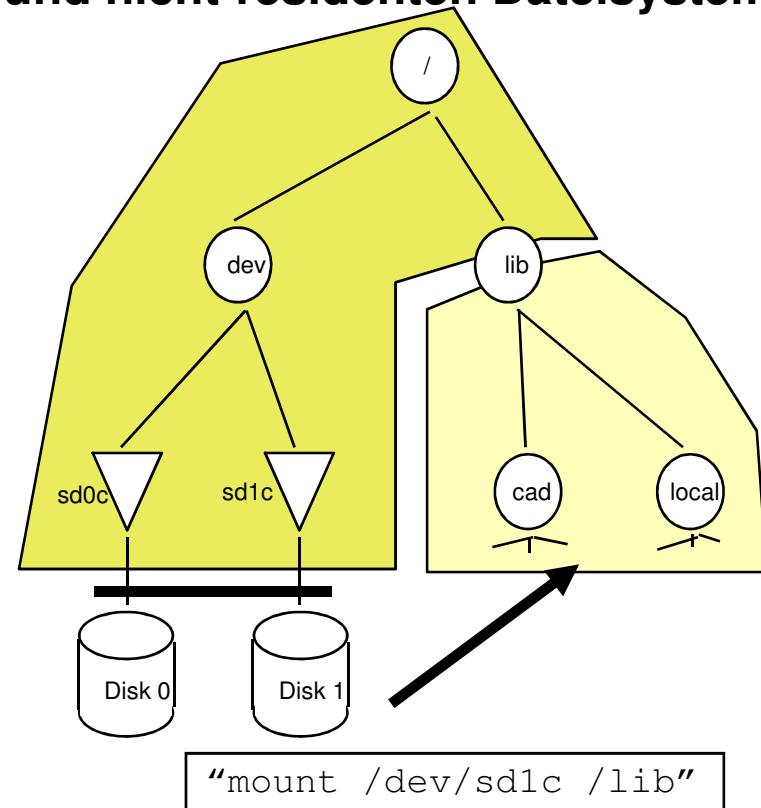
Anforderungen an ein Dateisystem

- Konsistente, permanente Ablage von Dateien
- Strukturierung der Ablage (Hierarchie, Extensions, ...)
- Zugriffssicherheit (Rechte/Rollen, Attribute)
- Basisoperationen (Benutzer-Navigation, Datei-Manipulationen)
- Programmierbarer Zugriff
- Mehrbenutzer/-prozessfähigkeit
- Performance
- Standardisierung
- Weitere?

Schematischer Aufbau eines Dateisystems am Beispiel Unix UFS



Virtuelles Dateisystem mit Wurzel- und nicht-residenten Dateisystemen



Nach: R. Adamov, VL: UNIX-Betriebssystem und Werkzeuge, Univ. Zürich

Dateitypen in Unix/Linux

```
File Edit View Terminal Help  
# Magic data for file(1) command.  
# Format is described in magic(5).  
# Don't edit this file, edit /etc/magic or send your suggested inclusions to  
# this file as a wishlist bug against file (using the reportbug utility).  
  
-----  
# Localstuff: file(1) magic for locally observed files  
#  
# $File: Localstuff,v 1.4 2003/03/23 04:17:27 christos Exp $  
# Add any locally observed files here. Remember:  
# text if readable, executable if runnable binary, data if unreadable.  
-----  
# acorn: file(1) magic for files found on Acorn systems  
  
# RISC OS Chunk File Format  
# From RISC OS Programmer's Reference Manual, Appendix D  
# We guess the file type from the type of the first chunk.  
0 lelong 0xc3cbc6c5 RISC OS Chunk data  
>12 string OBJ_ \b, AOF object  
>12 string LIB_ \b, ALF library  
  
# RISC OS AIF, contains "SWI OS_Exit" at offset 16.  
16 lelong 0xef000011 RISC OS AIF executable  
  
# RISC OS Draw files  
# From RISC OS Programmer's Reference Manual, Appendix E  
0 string Draw RISC OS Draw file data  
  
# RISC OS new format font files  
# From RISC OS Programmer's Reference Manual, Appendix E  
0 string FONT\0 RISC OS outline font data,  
>5 byte x version %d  
0 string FONT\1 RISC OS 1bpp font data,  
>5 byte x version %d  
0 string FONT\4 RISC OS 4bpp font data  
>5 byte x version %d  
  
# RISC OS Music files  
# From RISC OS Programmer's Reference Manual, Appendix E  
0 string Maestro\r RISC OS music file  
>8 byte x version %d  
  
>8 byte x type %d  
  
# Digital Symphony data files  
# From: Bernard Jungen (bern8817@euphonynet.be)  
0 string \x02\x01\x13\x13\x13\x01\x0d\x10 Digital Symphony  
sound sample (RISC OS),  
--Mehr-- (0%)
```

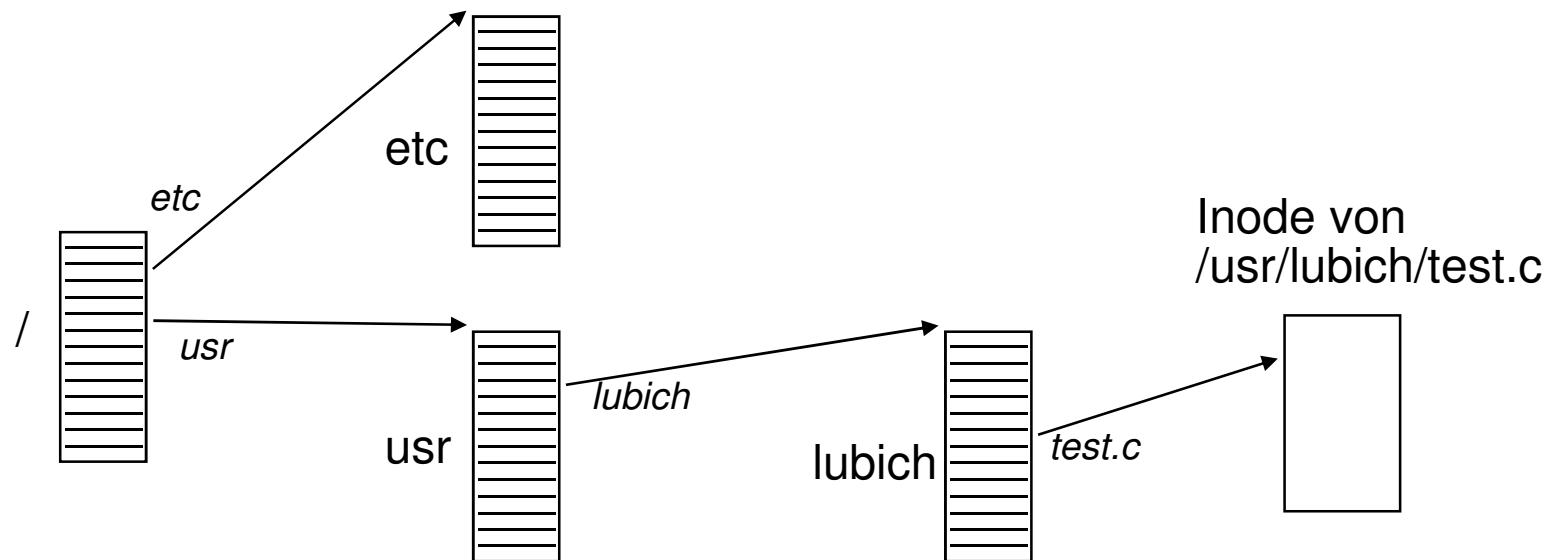
```
File Edit View Terminal Help  
lubich@ubuntu:/var$ cd  
lubich@ubuntu:~$ file *  
8-ManageEngine_AssetExplorer.bin: ELF 32-bit LSB executable, Intel 80386, version 1 (SYSV), statically linked, for GNU/Linux 2.2.5, stripped  
AdventNet: directory  
Bilder: directory  
bin: directory  
Desktop: directory  
Dokumente: directory  
Examples: symbolic link to '/usr/share/example-content'  
google-earth: directory  
ies4linux-2.99.0.1: directory  
Musik: directory  
Öffentlich: directory  
opt: directory  
runtime-New_configuration: directory  
syspr: directory  
Verknüpfung mit My Documents: symbolic link to '/host/My Documents'  
Videos: directory  
Vorlagen: directory  
vpd.properties: ASCII text, with very long lines  
workspace: directory  
workspace-C: directory  
lubich@ubuntu:~$
```

Beispiel eines Directory-Layout (/etc)

Byte-Offset in Directory	Inode Number (2 bytes)	File Names
0	83	.
16	2	..
32	1798	init
48	1276	fsck
64	85	clri
80	1268	motd
96	1799	mount
112	88	mknod
128	2114	passwd
144	1717	unmount
160	1851	checklist
176	2004	msg -> motd
192	84	config
208	1432	getty
224	0	crash

Nach M.J. Bach, The Design of the UNIX Operating System, Figure 4.10

Aufbau eines Dateibaums aus Directories



Aufbau eines Disk-inode

owner mjb

group os

type regular file

perms rwxr-xr-x

file accessed Oct 23 1984 1:45 P.M.

content modified Oct 22 1984 10:30 A.M.

inode modified Oct 23 1984 1:30 P.M.

number of links

size 6030 bytes

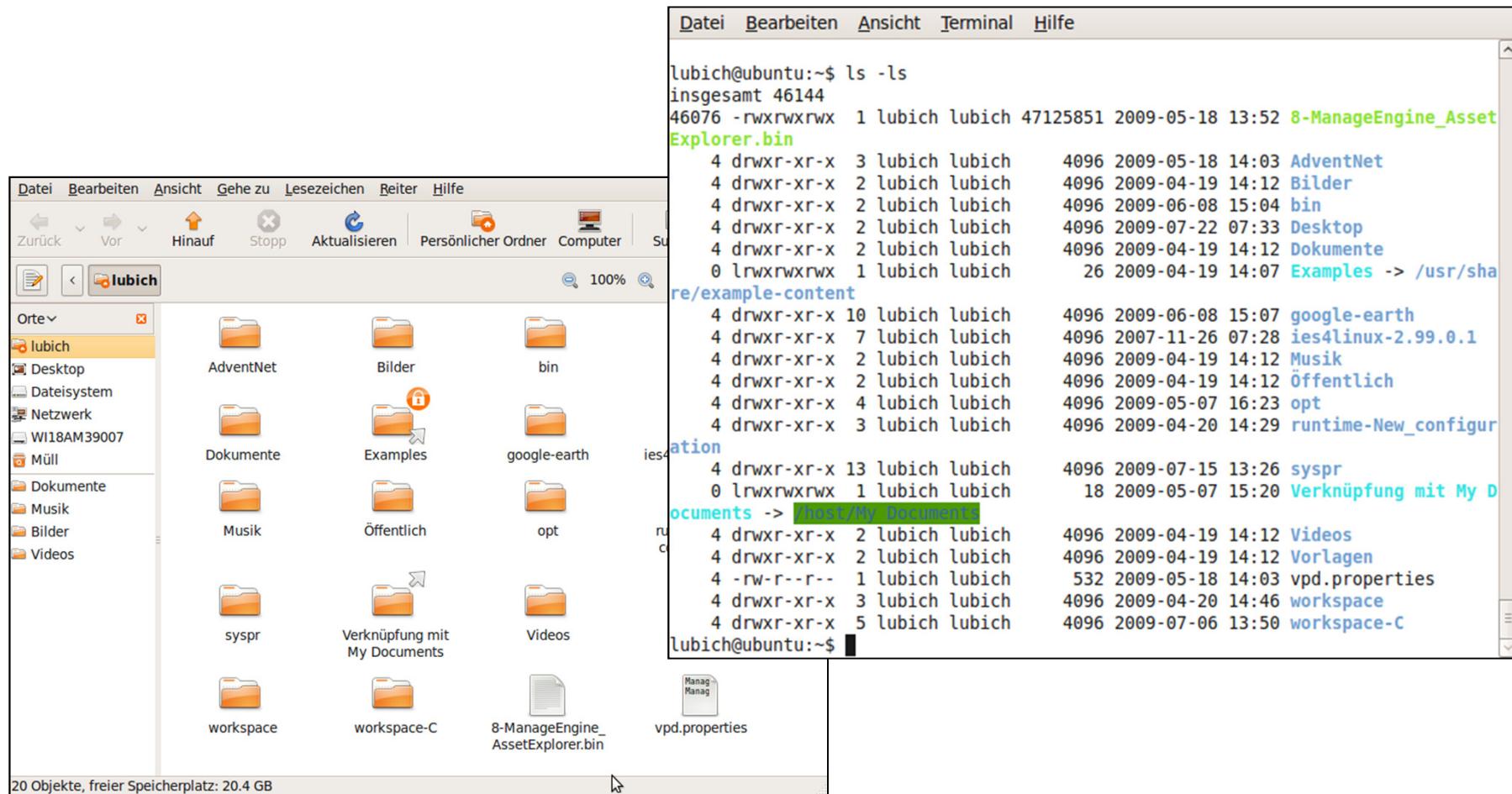
disk addresses

Nach M.J. Bach, The Design of the UNIX Operating System, Figure 4.2

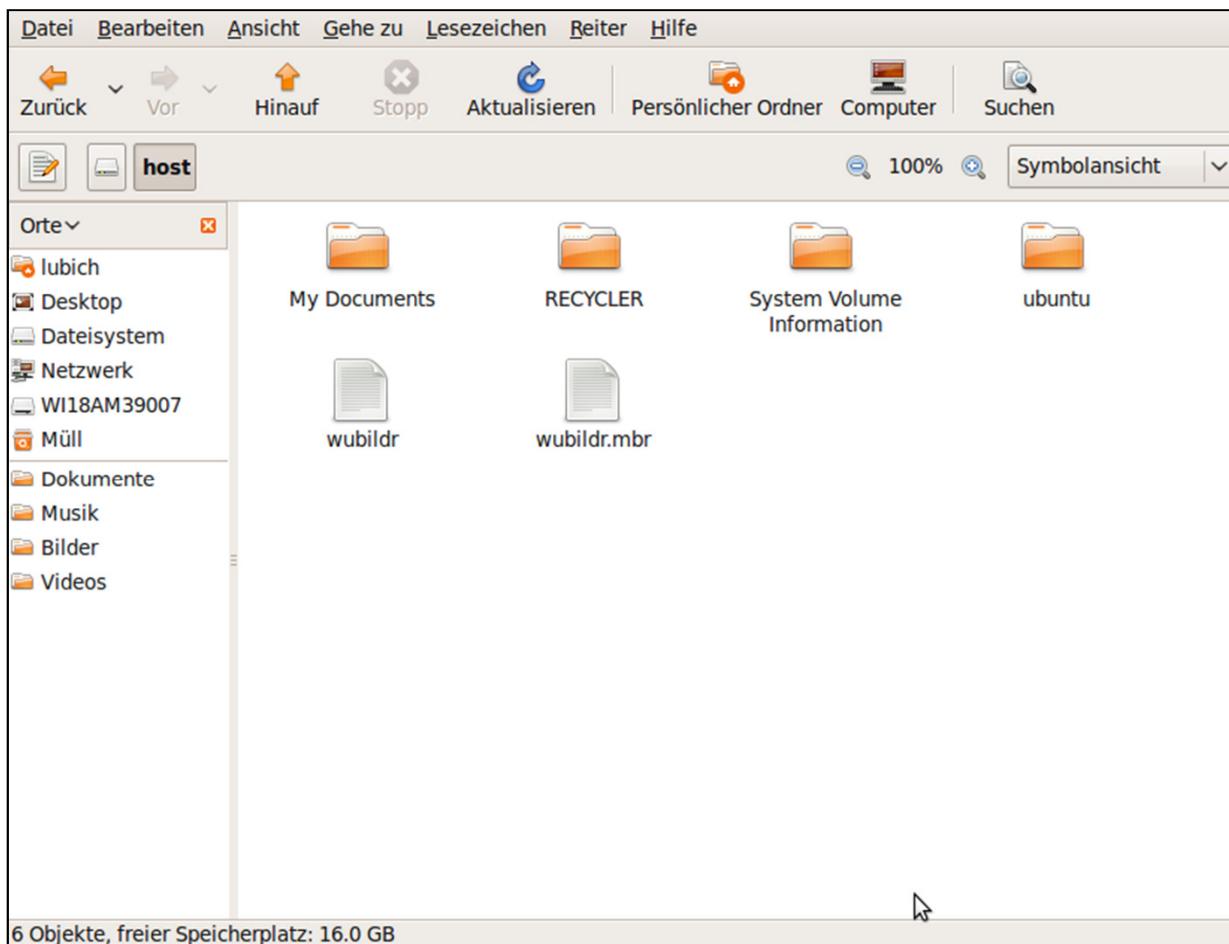
Benutzungs- & Administrationssicht auf ein Dateisystem am Beispiel Unix UFS

- Mounting
 - Zusammensetzen eines logischen Dateibaums aus mehreren Dateisystemen auf verschiedenen Disks / Partitionen.
 - Mount Point = Directory (muss nicht leer sein, jedoch sind bei Verwendung als Mount Point andere Einträge im Directory nicht mehr sichtbar).
 - Logische Wurzel bei Navigation im Baum erreicht, wenn „..“ = „...“ Eintrag.
 - mount, umount, /etc/mounttab, /etc/fstab

Sichten auf Dateien in Ubuntu



Sicht auf das Windows- Dateisystem aus Ubuntu



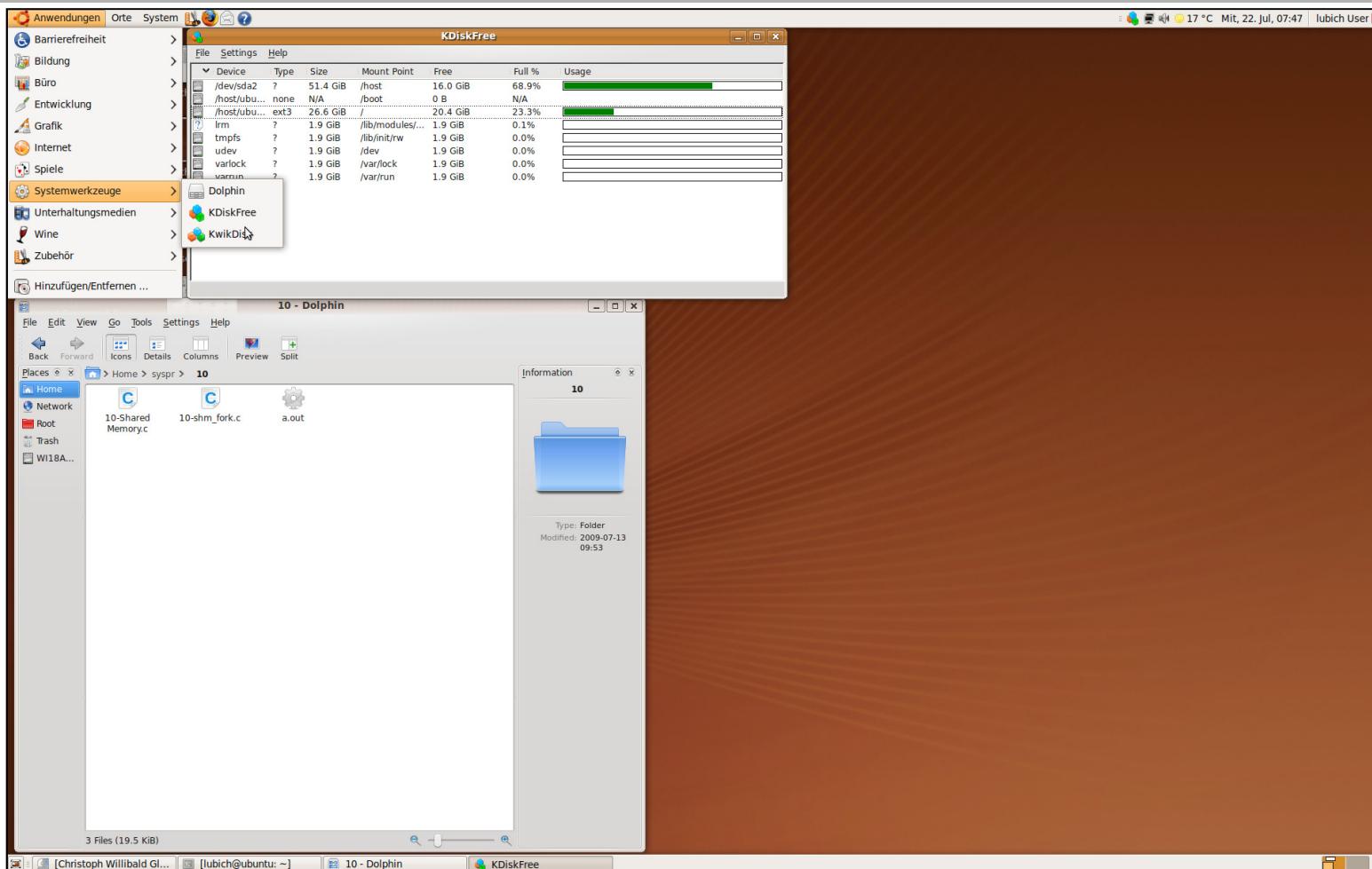
Gemountete Dateisysteme I

```
Datei Bearbeiten Ansicht Terminal Hilfe
lubich@ubuntu:~$ mount -l
/host/ubuntu/disks/root.disk on / type ext3 (rw,relatime,errors=remount-ro) []
tmpfs on /lib/init/rw type tmpfs (rw,nosuid,mode=0755)
proc on /proc type proc (rw,noexec,nosuid,nodev)
sysfs on /sys type sysfs (rw,noexec,nosuid,nodev)
varrun on /var/run type tmpfs (rw,nosuid,mode=0755)
varlock on /var/lock type tmpfs (rw,noexec,nosuid,nodev,mode=1777)
udev on /dev type tmpfs (rw,mode=0755)
tmpfs on /dev/shm type tmpfs (rw,nosuid,nodev)
devpts on /dev/pts type devpts (rw,noexec,nosuid,gid=5,mode=620)
/dev/sda2 on /host type fuseblk (rw,nosuid,nodev,user_id=0,group_id=0,allow_other,blksize=4096) [Data1]
fusectl on /sys/fs/fuse/connections type fusectl (rw)
lrm on /lib/modules/2.6.28-13-generic/volatile type tmpfs (rw,mode=755)
/host/ubuntu/disks/boot on /boot type none (rw,bind)
securityfs on /sys/kernel/security type securityfs (rw)
binfmt_misc on /proc/sys/fs/binfmt_misc type binfmt_misc (rw,noexec,nosuid,nodev)
gvfs-fuse-daemon on /home/lubich/.gvfs type fuse.gvfs-fuse-daemon (rw,nosuid,nodev,user=lubich)
lubich@ubuntu:~$ █
```

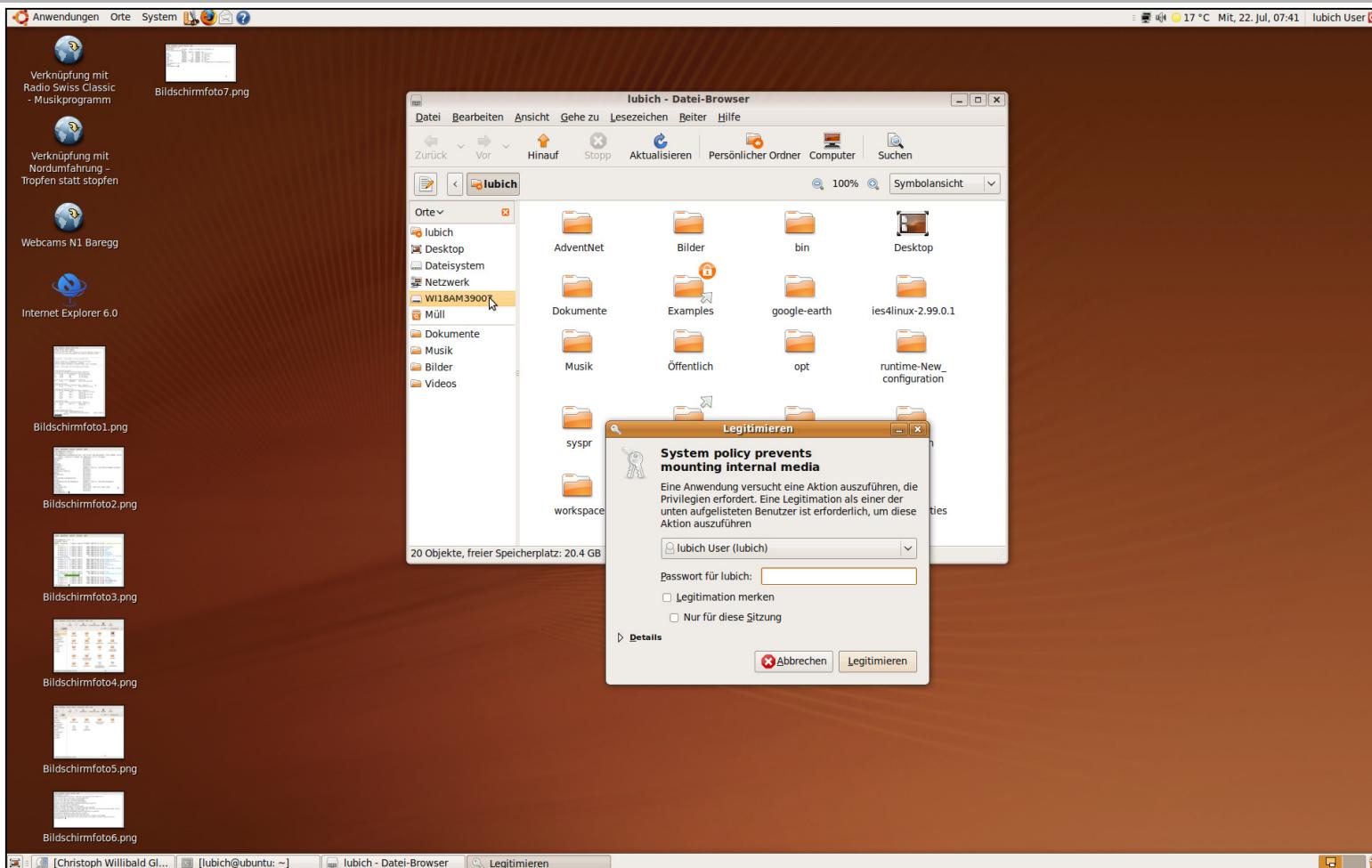
Gemountete Dateisysteme II

```
Datei  Bearbeiten  Ansicht  Terminal  Hilfe
lubich@ubuntu:~$ df
Dateisystem      1K-Blöcke  Benutzt  Verfügbar  Ben%  Eingehängt auf
/host/ubuntu/disks/root.disk
                      27875764  5088764  21370988  20%  /
tmpfs              1959576       0  1959576   0%  /lib/init/rw
varrun              1959576     216  1959360   1%  /var/run
varlock              1959576       0  1959576   0%  /var/lock
udev                1959576     176  1959400   1%  /dev
tmpfs              1959576     188  1959388   1%  /dev/shm
/dev/sda2            53882008 37097992 16784016  69%  /host
lrm                 1959576    2560  1957016   1%  /lib/modules/2.6.28-13-generic/volatile
lubich@ubuntu:~$ du -s .
661600 .
lubich@ubuntu:~$ █
```

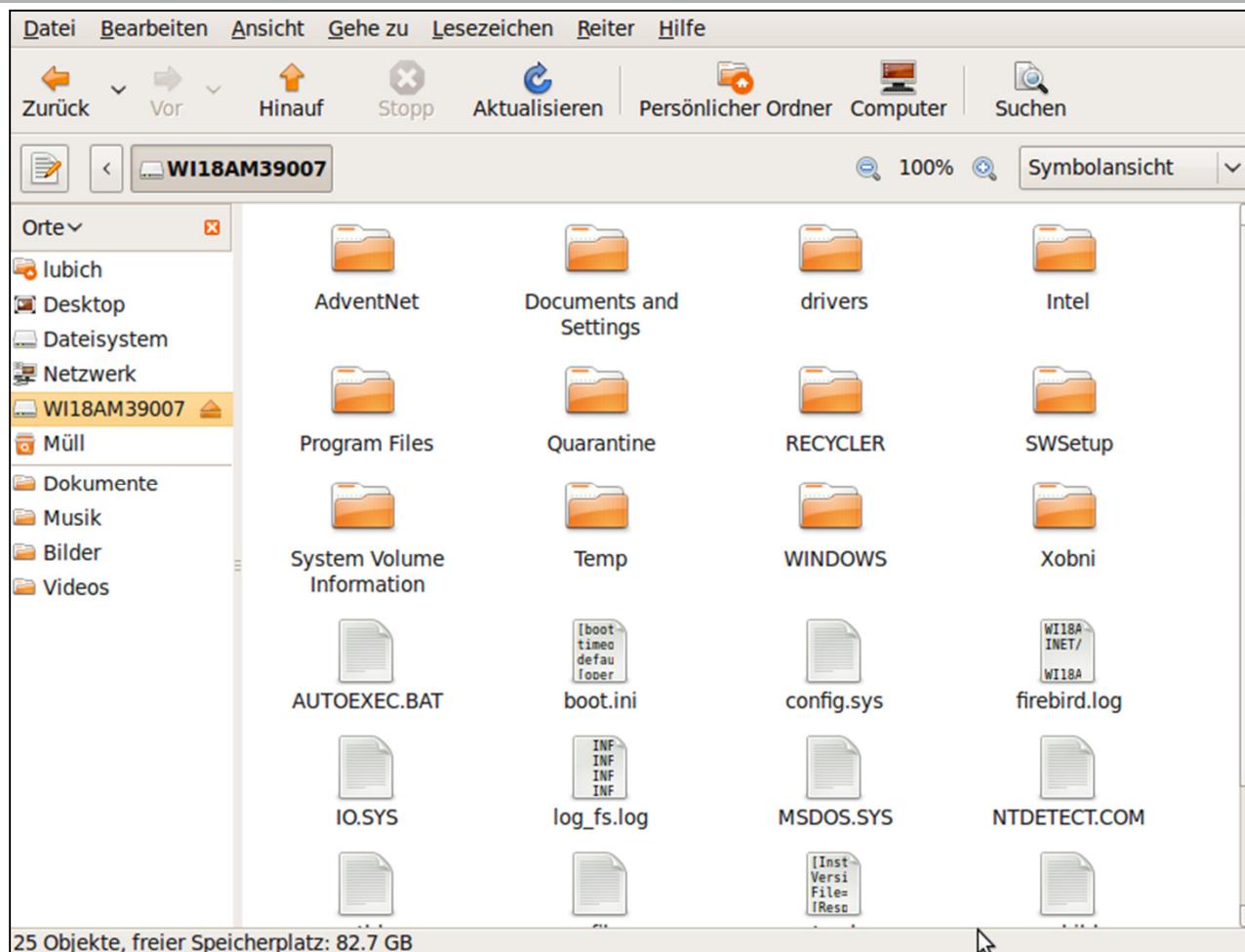
Alternative: KDisk und Dolphin



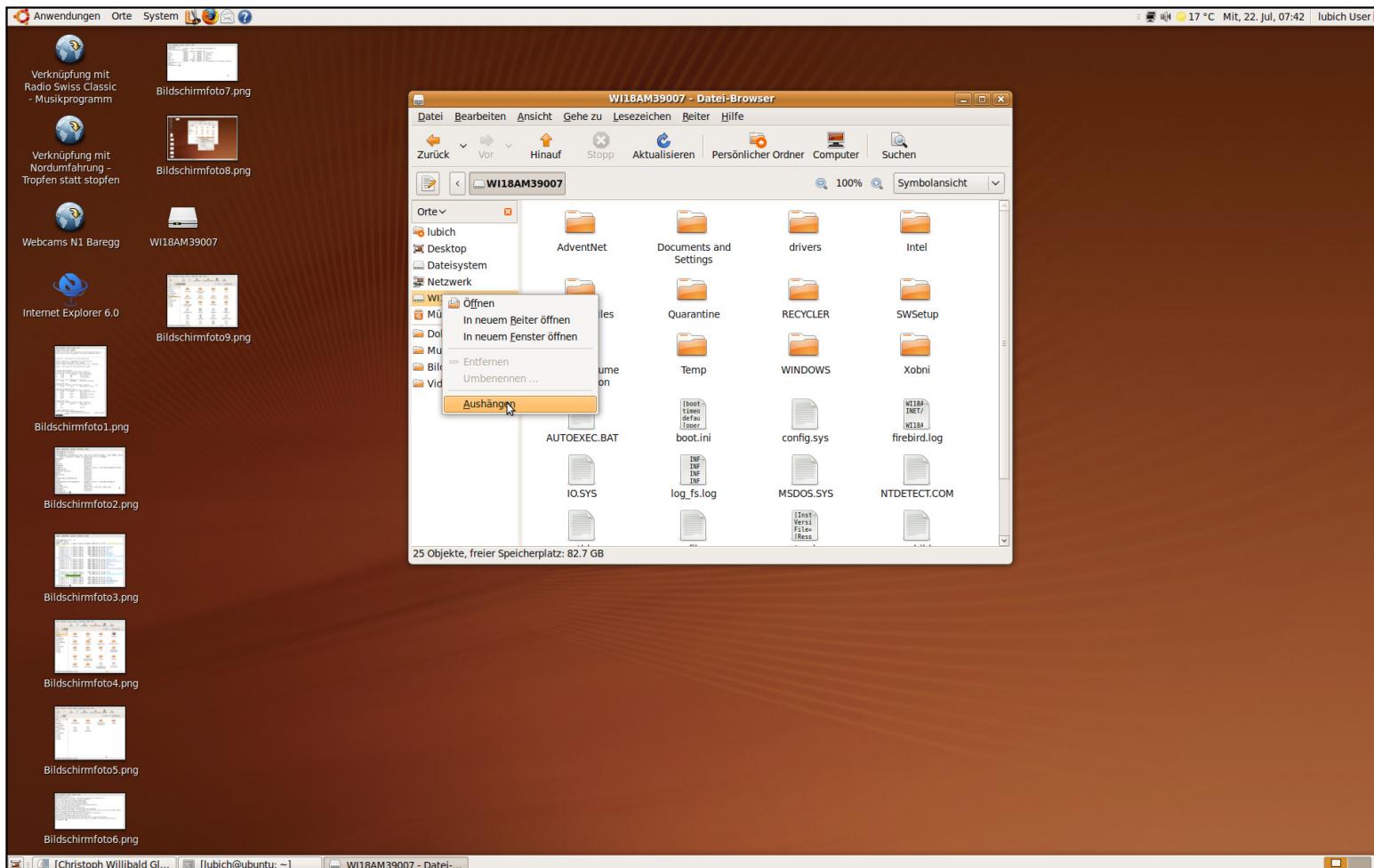
Mounten des Windows C-Drives I



Mounten des Windows C-Drives II



Un-Mounten des Windows C-Drives



Pause



- Aufgabenstellung: gemäss separatem Aufgabenblatt
- Dauer: 45 Minuten
- Lösungsansatz: Einzelarbeit oder Gruppen von max. 2 Personen
- Hilfsmittel: beliebig
- Besprechung möglicher Lösungen direkt nach dem Ende der Übung
- Bei Interesse Detailkorrektur ihrer Lösung bis ca. nächste Woche (Abgabe bis Heute Abend per e-mail)

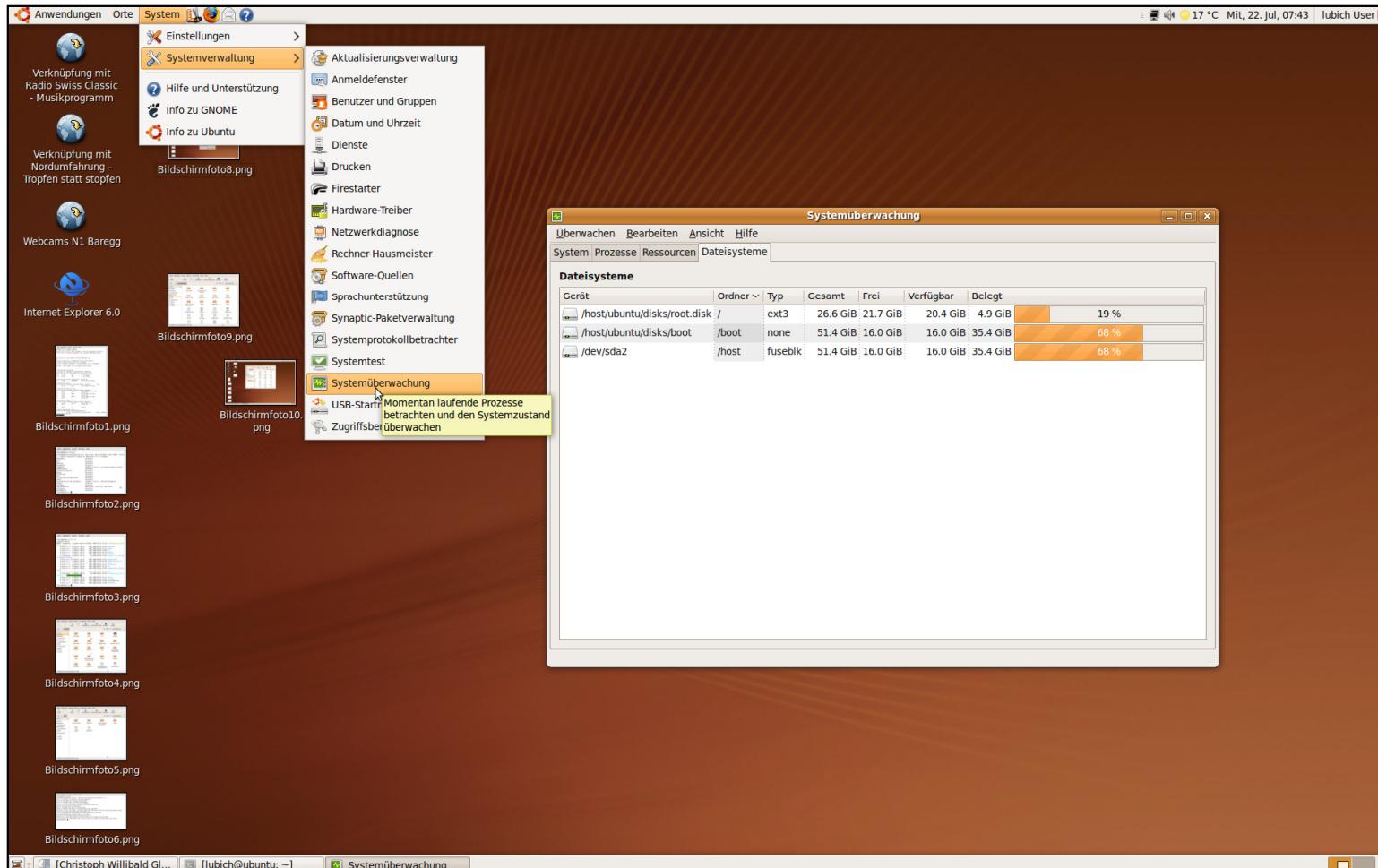
Pause



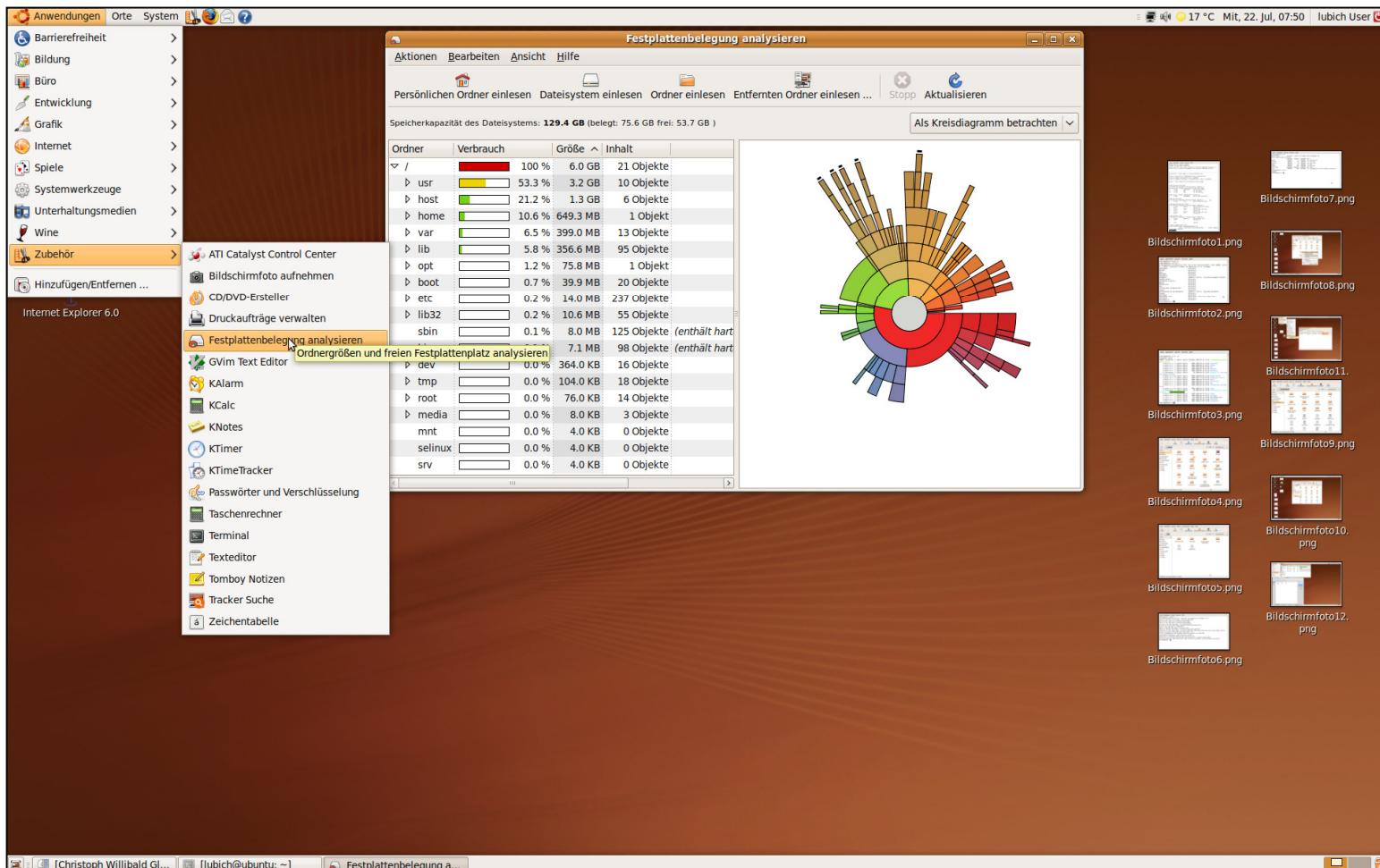
Übungsbesprechung (15 min)

- Stellen Sie Ihre jeweilige Lösung der Klasse vor.
- Zeigen Sie auf, warum ihre Lösung korrekt, vollständig und effizient ist.
- Diskutieren Sie ggf. Design-Entscheide, Alternativen oder abweichende Lösungsansätze.
- Gibt es Unklarheiten? Stellen Sie Fragen.

Administrationssicht I



Administrationssicht II



Konsistenzprüfung / Reparatur

- File System Check: fsck (ruft Dateisystem-spezifisches fsck, z.B. fsck.ext2 auf), grafische Front-Ends, z.B. PySDM
- „lost & found“ Directory zur Ablage gefundener Dateien ohne Directory-Eintrag (Dateiname = inode Nummer)
- Manuell oder beim Systemstart für alle nicht sauber terminierten Dateisysteme.

File System Check (fsck)

```
Datei Bearbeiten Ansicht Terminal Hilfe

lubich@ubuntu:/sbin$ ls -l *fsck*
-rwxr-xr-x 1 root root 51512 2008-11-24 11:10 dosfsck
-rwxr-xr-x 5 root root 185904 2009-02-12 16:44 e2fsck
-rwxr-xr-x 1 root root 27352 2009-02-12 16:44 fsck
-rwxr-xr-x 1 root root 10440 2009-02-18 22:42 fsck.cramfs
-rwxr-xr-x 5 root root 185904 2009-02-12 16:44 fsck.ext2
-rwxr-xr-x 5 root root 185904 2009-02-12 16:44 fsck.ext3
-rwxr-xr-x 5 root root 185904 2009-02-12 16:44 fsck.ext4
-rwxr-xr-x 5 root root 185904 2009-02-12 16:44 fsck.ext4dev
-rwxr-xr-x 1 root root 26952 2009-02-18 22:42 fsck.minix
lrwxrwxrwx 1 root root 7 2009-04-29 07:16 fsck.msdos -> dosfsck
-rwxr-xr-x 1 root root 333 2009-03-31 11:11 fsck.nfs
-rwxr-xr-x 1 root root 112 2007-07-26 13:02 fsck.reiserfs
lrwxrwxrwx 1 root root 7 2009-04-29 07:16 fsck.vfat -> dosfsck
-rwxr-xr-x 1 root root 295728 2007-07-26 13:02 reiserfsck
lubich@ubuntu:/sbin$ fsck -A
fsck 1.41.4 (27-Jan-2009)
e2fsck 1.41.4 (27-Jan-2009)
/host/ubuntu/disks/root.disk ist eingehängt.

WARNUNG!!! Die Benutzung von e2fsck auf einem eingehängten Dateisystem kann das Dateisystem STARK BESCHÄDIGEN. →
Wirklich fortfahren (j/n)? nein
Prüfung abgebrochen.
lubich@ubuntu:/sbin$
```

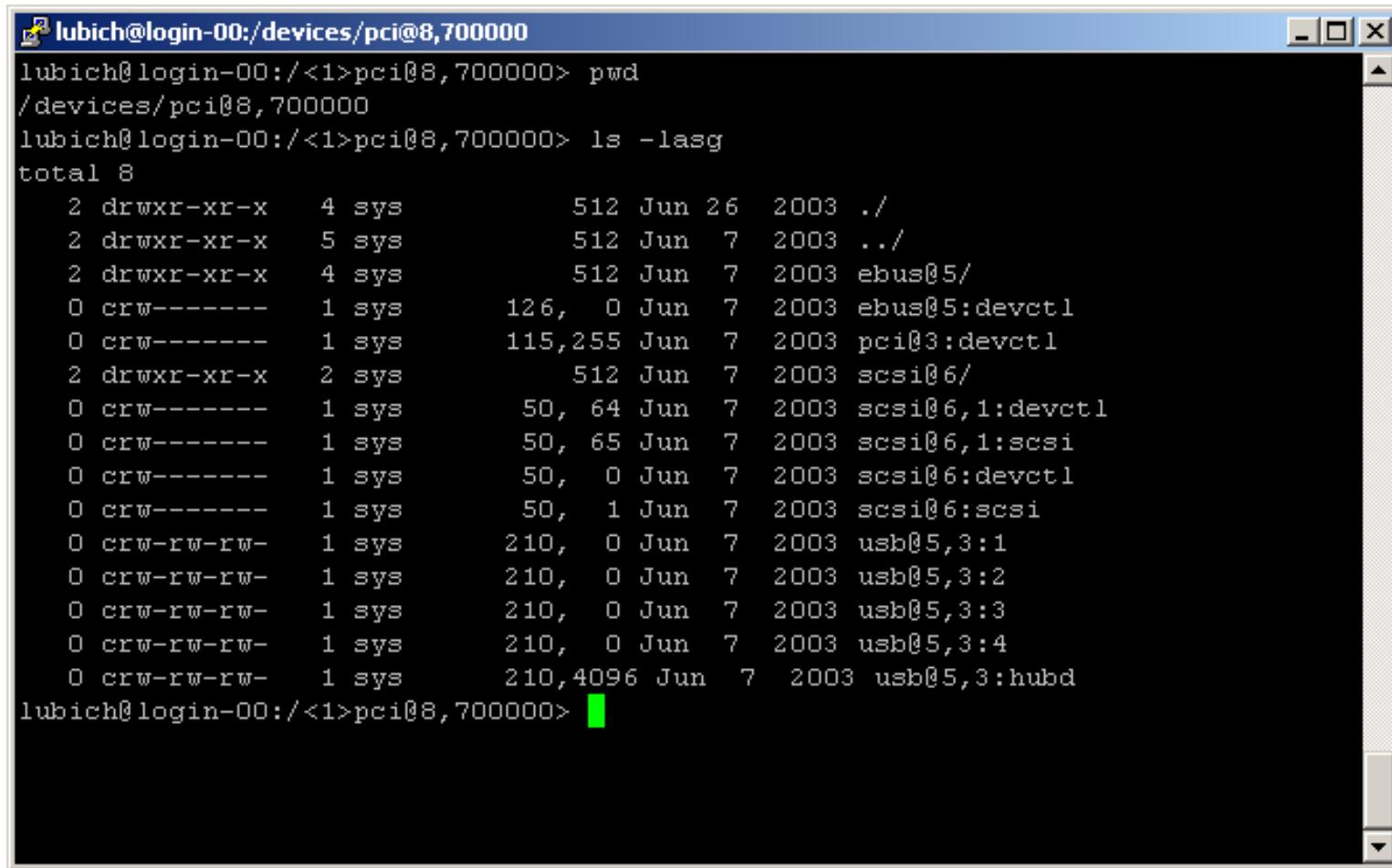
Einbindung und Verwaltung von Peripherie-Geräten in das Betriebssystem

- Zentrales Element: Gerätespezialdateien im /dev bzw. /devices Dateisystem als einheitliche Schnittstelle
- Major / Minor Device Number zur Identifikation
- Zugriffsrechte auf die Gerätespezialdateien sind relevant
- Geräte in verschiedenen Betriebs-Modi: block- oder zeichen-weiser Zugriff
- Echte Geräte und „Pseudo-Geräte“ (z.B. virtuelle Terminals, Netzwerkprotokolle oder /dev/null)

/dev Beispiel

```
lubich@login-00:/dev> ls
allkmem@      md/          ptyqb@        stdin@       ttyq50
arp@          mem@        ptyqc@        stdio@       ttyq60
bd.off@      mouse@      ptyqd@        sunray@     ttyq70
ce@          msglog@    ptyqe@        swap/        ttyq80
cfg/          nca@        ptyqf@        syscon@     ttyq90
conslog@    null@        ptyr0@        sysmsg@     ttyqa@0
console@    openprom@   ptyr1@        systty@     ttyqb@0
cua/          pm@         ptyr2@        tcp6@        ttyqc@0
dsk/          poll@      ptyr3@        tcp@         ttyqd@0
dtlocal@    power_button@ ptyr4@        term/        ttyqe@0
dtremote@   printers/    ptyr5@        tictts@     ttyqf@0
dump@        ptmajor@    ptyr6@        ticots@     ttyr0@0
ecpp0@       ptmx@      ptyr7@        ticotsord@  ttyr1@0
eri@          pts/        ptyr8@        tnfctl@     ttyr2@0
fc/           ptyp0@      ptyr9@        tnfmap@     ttyr3@0
fcip@        ptyp1@      ptyra@        tod@        ttyr4@0
fcode@       ptyp2@      ptyrb@        trapstat@  ttyr5@0
fd/           ptyp3@      ptyrc@        tty@        ttyr6@0
fssnap/       ptyp4@      ptyrd@        ttya@        ttyr7@0
fssnapct1@   ptyp5@      ptyre@        ttyb@        ttyr8@0
gpio0@       ptyp6@      ptyrf@        tttyp0@     ttyr9@0
hme@          ptyp7@      ramdiskctl@  tttyp1@     ttyra@0
icmp6@       ptyp8@      random@      tttyp2@     ttyrb@0
icmp@        ptyp9@      rawip6@      tttyp3@     ttyrc@0
ip6@          ptypa@      rawip@       tttyp4@     ttyrd@0
ip@           ptypb@      rdsk/        tttyp5@     ttyre@0
ipsecah@    ptypc@      rfssnap/    tttyp6@     ttyrf@0
ipsec esp@   ptypd@      rmt/        tttyp7@     ttyrsc-console@0
kbd@          ptype@      rsc-control@ tttyp8@     udp@60
keysock@    ptypf@      rsm@        tttyp9@     udp@0
kmem@        ptyq0@      rsr0@        tttypa@     urandom@0
kstat@       ptyq1@      rts@        tttypb@     usb/
ksyms@       ptyq2@      sad/        tttypc@     utadem@0
le@          ptyq3@      se_hd1c0@    tttypd@     utparallel@0
llc1@       ptyq4@      se_hd1c1@    tttype@     utserial@0
llc2@       ptyq5@      se_hd1c@     tttypf@     volct@0
lockstat@   ptyq6@      spdsock@    tttyq0@     winlock@0
lofict1@    ptyq7@      sppp@       tttyq1@     wrsmd@0
log@         ptyq8@      sppptun@    tttyq2@     wscons@0
logindmux@  ptyq9@      sr0@        tttyq3@     zero@0
mc@          ptyqa@      stderr@    tttyq4@
```

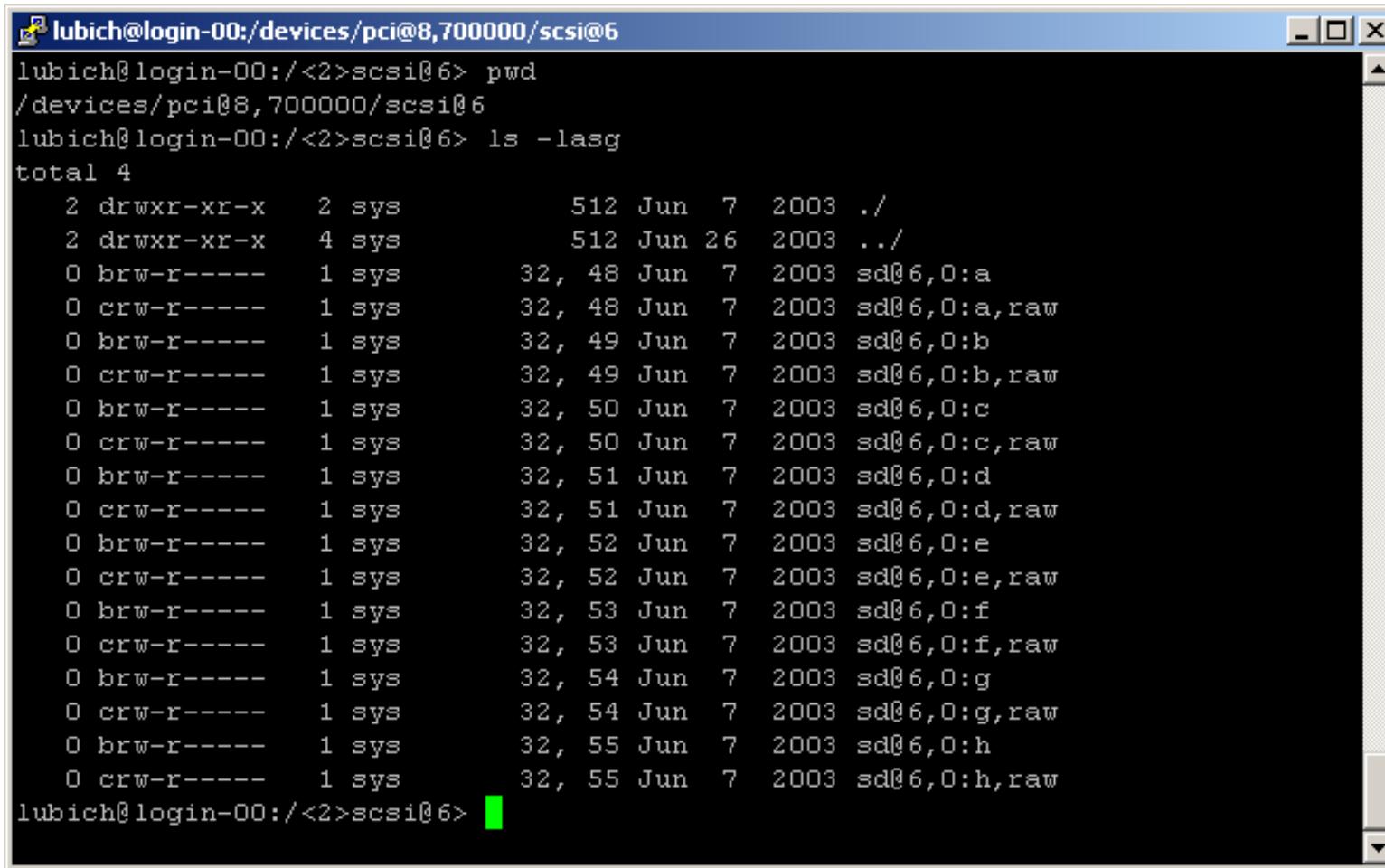
/devices Beispiel I



The screenshot shows a terminal window with the following content:

```
lubich@login-00:/devices/pci@8,700000
lubich@login-00:/<1>pci@8,700000> pwd
/devices/pci@8,700000
lubich@login-00:/<1>pci@8,700000> ls -lasg
total 8
  2 drwxr-xr-x  4 sys          512 Jun 26  2003 .
  2 drwxr-xr-x  5 sys          512 Jun  7  2003 ..
  2 drwxr-xr-x  4 sys          512 Jun  7  2003 ebus@5/
  0 crw-----  1 sys         126,   0 Jun  7  2003 ebus@5:devctl
  0 crw-----  1 sys        115,255 Jun  7  2003 pci@3:devctl
  2 drwxr-xr-x  2 sys          512 Jun  7  2003 scsi@6/
  0 crw-----  1 sys          50,  64 Jun  7  2003 scsi@6,1:devctl
  0 crw-----  1 sys          50,  65 Jun  7  2003 scsi@6,1:scsi
  0 crw-----  1 sys          50,   0 Jun  7  2003 scsi@6:devctl
  0 crw-----  1 sys          50,   1 Jun  7  2003 scsi@6:scsi
  0 crw-rw-rw-  1 sys         210,   0 Jun  7  2003 usb@5,3:1
  0 crw-rw-rw-  1 sys         210,   0 Jun  7  2003 usb@5,3:2
  0 crw-rw-rw-  1 sys         210,   0 Jun  7  2003 usb@5,3:3
  0 crw-rw-rw-  1 sys         210,   0 Jun  7  2003 usb@5,3:4
  0 crw-rw-rw-  1 sys        210,4096 Jun  7  2003 usb@5,3:hubd
```

/devices Beispiel II



```
lubich@login-00:/<2>scsi@6
```

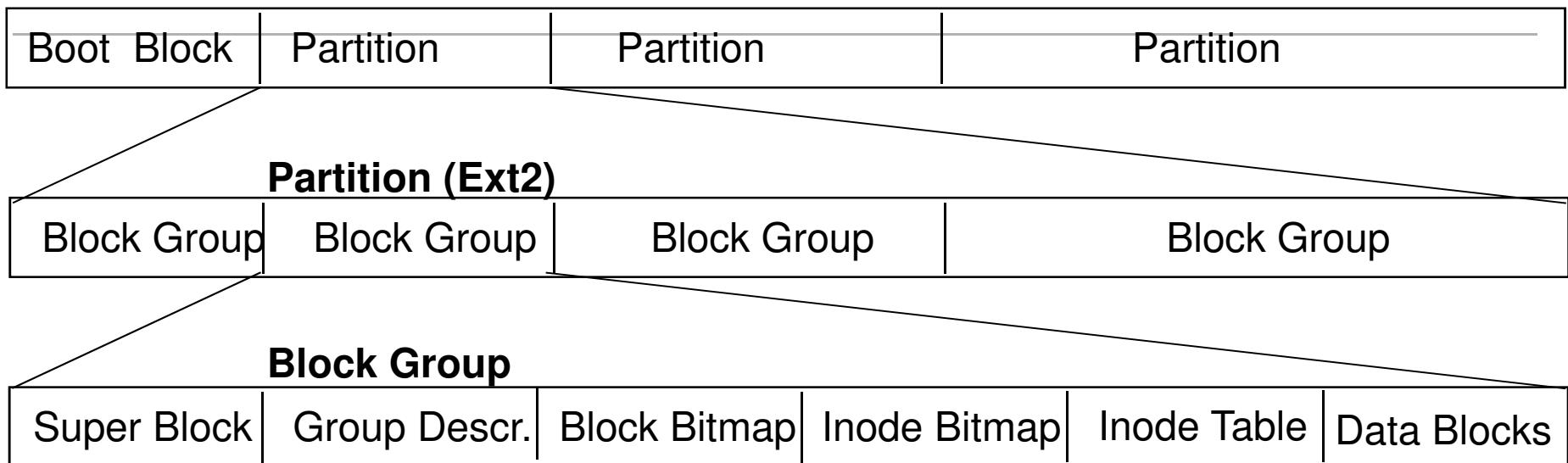
```
lubich@login-00:/<2>scsi@6> pwd
/devices/pci@8,700000/scsi@6
lubich@login-00:/<2>scsi@6> ls -lasg
total 4
 2 drwxr-xr-x  2 sys          512 Jun  7 2003 .
 2 drwxr-xr-x  4 sys          512 Jun 26 2003 ..
 0 brw-r----- 1 sys          32, 48 Jun  7 2003 sd@6,0:a
 0 crw-r----- 1 sys          32, 48 Jun  7 2003 sd@6,0:a,raw
 0 brw-r----- 1 sys          32, 49 Jun  7 2003 sd@6,0:b
 0 crw-r----- 1 sys          32, 49 Jun  7 2003 sd@6,0:b,raw
 0 brw-r----- 1 sys          32, 50 Jun  7 2003 sd@6,0:c
 0 crw-r----- 1 sys          32, 50 Jun  7 2003 sd@6,0:c,raw
 0 brw-r----- 1 sys          32, 51 Jun  7 2003 sd@6,0:d
 0 crw-r----- 1 sys          32, 51 Jun  7 2003 sd@6,0:d,raw
 0 brw-r----- 1 sys          32, 52 Jun  7 2003 sd@6,0:e
 0 crw-r----- 1 sys          32, 52 Jun  7 2003 sd@6,0:e,raw
 0 brw-r----- 1 sys          32, 53 Jun  7 2003 sd@6,0:f
 0 crw-r----- 1 sys          32, 53 Jun  7 2003 sd@6,0:f,raw
 0 brw-r----- 1 sys          32, 54 Jun  7 2003 sd@6,0:g
 0 crw-r----- 1 sys          32, 54 Jun  7 2003 sd@6,0:g,raw
 0 brw-r----- 1 sys          32, 55 Jun  7 2003 sd@6,0:h
 0 crw-r----- 1 sys          32, 55 Jun  7 2003 sd@6,0:h,raw
```

```
lubich@login-00:/<2>scsi@6>
```

Design-Kriterien für ein Dateisystem

- Anzahl Disks & Disk Controller
- Verteilung auf Partitionen
- Blockgrösse pro Partition
 - Grosse Blöcke: schneller Zugriff auf Dateien (Datei-Durchschnittsgrösse < 4 kB)
 - Kleine Blöcke: weniger interne Fragmentierung
- Anzahl Dateien / Inodes pro Partition
 - Wenige Inodes: mehr Platz für Dateiblöcke
 - Viele Inodes: mehr Dateien pro Partition mgl.

Ein Dateisystem / Partition auf der Disk



Block-Allokationsmethoden:

- Contiguous (ganze Dateien)
- Verlinkte Blöcke
- File Map (Landkarte)
- Index-Allokation (z.B. in Linux)

Super Block Inhalt:

- Anzahl inodes & Datenblöcke
- Adresse des 1. Datenblocks
- Anzahl freie Blöcke & inodes
- Grösse eines Datenblocks
- Blöcke / inodes pro Gruppe
- Anzahl Bytes pro inode

Zusammenfassung der Lektion 6 und Hausaufgabe

- Anforderungen an ein Dateisystem und schematischer Aufbau eines Dateisystems.
- Benutzungs- und Administrationssicht auf ein Dateisystem.
- Design-Kriterien für ein Dateisystem.
- **Hausaufgabe:**
 - Repetieren Sie den Stoff dieser Lektion.