



Dateisysteme

Uwe Berger
Michael Kürschner



„ ... Sag mir wo die Daten stehen, wo sind sie geblieben? ...“



Inhalt

- Allgemeines, Begriffe
- Lokale Linux-Dateisysteme
- Andere lokale Dateisysteme (Exoten)
- Dateisysteme im Netzwerk
- Dateisysteme anderer Betriebssysteme
- LVM
- Daten sicher löschen



- Allgemeines, Begriffe
- Lokale Linux-Dateisysteme
- Andere lokale Dateisysteme (Exoten)
- Dateisysteme im Netzwerk
- Dateisysteme anderer Betriebssysteme
- LVM
- Daten sicher löschen



Was ist ein Dateisystem?

- *Dateisystem*: Ordnungs- und Zugriffssystem für Daten in Form von Dateien auf einem Datenträger
- *Ordnungssystem*: Dateinamen, Verzeichnisse, Attribute etc. (Meta-Daten)
- *Zugriffssystem*: wie sind die Daten auf dem Datenträger abgelegt/organisiert
- *Datenträger*: Speichermedium für Daten, also:
 - Lochstreifen, Datenband, Festplatte, CD, Flash-Speicher etc.
 - aber auch Schallplatte, Buch etc.



Computerdatenträger

- sind in Blöcken organisiert, es können immer nur ganze Blöcke (meist 512 Byte) gelesen/geschrieben werden
- Blöcke können in Clustern zusammengefasst sein
- ein Block, ein Cluster kann nur zu genau einer Datei gehören (auch wenn diese kleiner ist!)
- Zuordnung Blöcke/Cluster zu Dateien:
 - sequenziell
 - verkettete Liste
 - Indextabelle
 - Inodes: blockweises Zusammenfassung von Ordnungs- und Zugriffsinformationen



Dateisystemarten

- Linear Dateisysteme
 - Lochband/-karte, Magnetband
- Hierarchische Dateisysteme
 - Verzeichnisbaum...
- Netzwerkdateisysteme
- virtuelle Dateisysteme
 - proc, sysfs, devfs... („*alles ist eine Datei*“)
- Assoziative Dateiverwaltung
 - (dynamische) Zusammenfassung/Verwaltung nach Art der Daten



Grundlegende Dateisystemoperationen

- transparente allgemeine Betriebssystemaufrufe zum:
 - Erzeugen, Prüfen, Reparieren etc. eines Dateisystemes
 - mkfs, fsck, ...
 - Erzeugen, Öffnen, Lesen, Wechseln, Löschen etc. von Verzeichnissen
 - mkdir, chdir, rmdir, ...
 - Erzeugen, Öffnen, Lesen, Schreiben, Löschen etc. von Dateien
 - open, close, read, write, seek, ...
- Dateisystemtreiber (Kernel-Module) „übersetzen“ in die jeweiligen Spezifika des Dateisystems



Vergleichskriterien für Dateisysteme

- Namensraum für Dateien und Verzeichnisse
- max. Anzahl von Dateien und Verzeichnissen
- Dateigrößen, Partitionsgrößen
- Meta-Daten (Rechte, Timestamps, ACLs, Alternate Data Stream, Checksummen etc.)
- weitere Eigenschaften/Besonderheiten: Hard-/Softlinks, Journaling, „Case-Sensitiv“, Verschlüsselung etc.
- Organisation der Daten auf Speichermedium
- http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_file_systems



Szenarien

- der Normal-User
- viele kleine Dateien (z.B. Newserver); effektive Ausnutzung des physisch vorhandenen Speicherplatzes
- viele große Dateien (z.B. Video-Bearbeitung); sequentielle Lage von Datenblöcken einer Datei auf dem Speichermedium
- dynamische Erweiterbarkeit von Partitionsgrößen
- Ausfallsicherheit
- Datensicherheit im Sinne von Schutz vor unberechtigten Zugriffen



- Allgemeines, Begriffe
- Lokale Linux-Dateisysteme
- Andere lokale Dateisysteme (Exoten)
- Dateisysteme im Netzwerk
- Dateisysteme anderer Betriebssysteme
- LVM
- Daten sicher löschen



- Allgemeines, Begriffe
- Lokale Linux-Dateisysteme
- **Andere lokale Dateisysteme (Exoten)**
- Dateisysteme im Netzwerk
- Dateisysteme anderer Betriebssysteme
- LVM
- Daten sicher löschen



ISO 9660

- beschreibt ein Dateisystem auf einem CD-ROM-Medium
- ursprünglich Dateinamen 8.3, 8 Verzeichnisebenen, max. Dateigröße 2 Gbyte
- Erweiterungen:
 - ISO 9660-Level-2: längere Dateinamen
 - ISO 9660-Level-3: fragmentierte Dateien
 - Joliet: Microsoft-Erweiterung; Unicode-Dateinamen
 - Rock Ridge: Erweiterung um UNIX-Spezifika
 - El Torito: bootfähige CDs

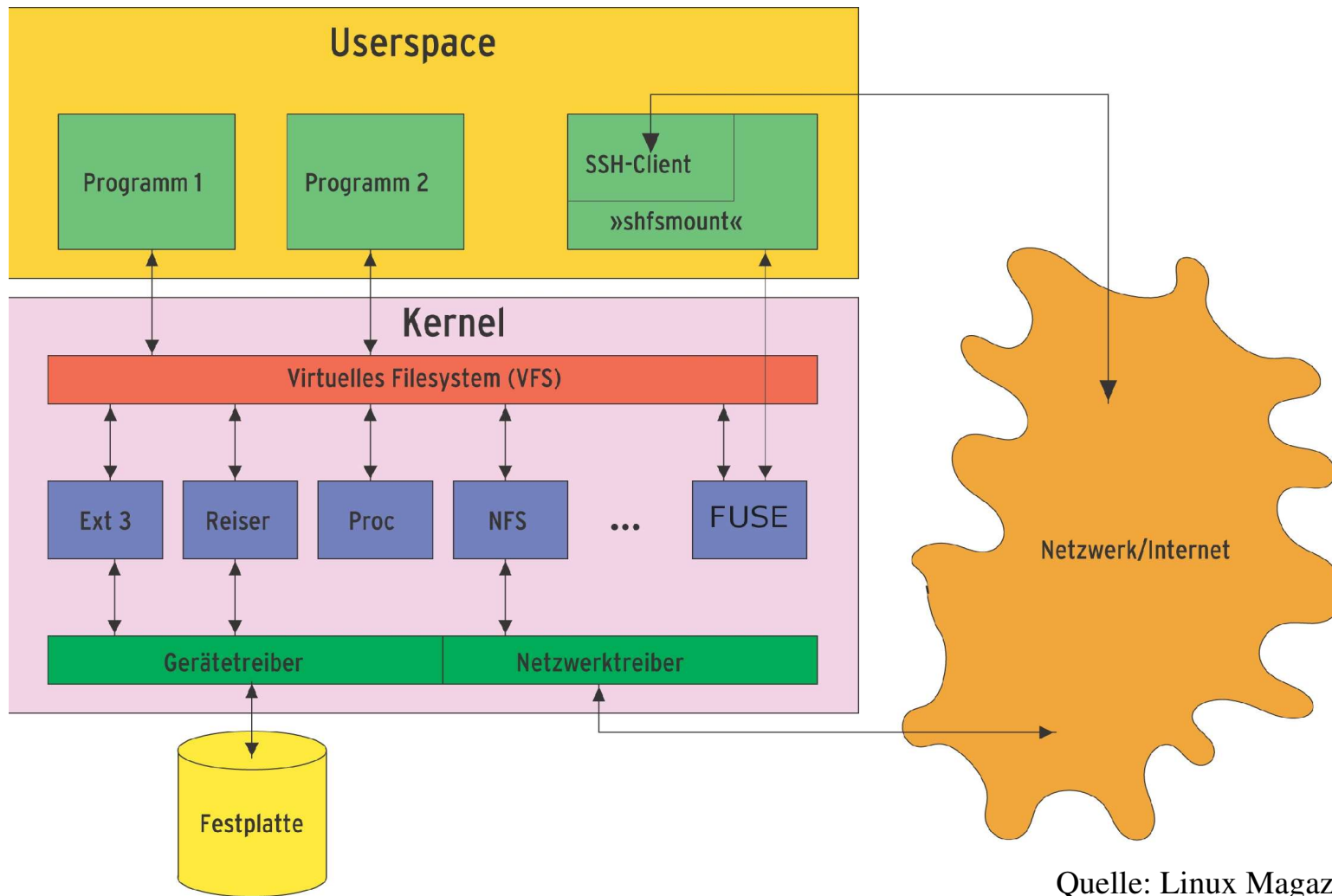


FUSE

- Filesystem in Userspace: Kernel-Modul, welches die Verlagerung von Dateisystemtreibern in den User-Mode erlaubt
- Linux, FreeBSD, OpenSolaris, Mac OS
- APIs für diverse Sprachen (C, TCL, Perl, Python, Java...)
- Vielzahl von (mehr oder weniger sinnvollen) Implementierungen von Dateisystemen:
 - sshfs, ftpfs, NTFS-3g, Captive NTFS, CvsFS, gitfs, CryptoFS, CopyFS, FUSEPod, mysqlfs, GmailFS, BloggerFS, WikiFS...
- <http://fuse.sourceforge.net/>



FUSE



Quelle: Linux Magazin 01/2005



UnionFS

- Ursprung im Betriebssystem „Plan 9“ (alles ist eine Datei, auch der Bildschirm...:-))
- Vereinigung verschiedener Dateisysteme zu EINEM logischen Dateisystem
- Einsatzgebiete: Live-CDs, Internet-Cafe, Testsysteme etc.
- <http://www.fsl.cs.sunysb.edu/project-unionfs.html>
- http://www.linux-magazin.de/heft_abo/ausgaben/2005/10/gluecklich_vereint



UnionFS

Vorher: zwei Verzeichnisse

/media/cdrom/Fedora/RPMS/

a2ps-4.13b-46.i386.rpm
acl-2.2.23-8.i386.rpm
...

read-only

/mnt/repomount/



read-write

Nachher: ein Union-FS-Mount

/media/fedora-base/



Quelle: Linux Magazin 10/2005



UMSDOS

- Aufsatz auf ein FAT-Dateisystem, um ein UNIX-Dateisystem zu simulieren
- spezielle Datei pro Verzeichnis: `--linux-.---` (enthält u.a. Informationen zu Verzeichnis-/Dateinamen und Zugriffsrechten)
- mehrere "Partitionen" in einer FAT-Partition möglich
- Wirts-Dateisystem vererbt Grenzen/Vor-/Nachteile
- Linux starten: `loadlinux.exe`
- seit Kernel 2.6.11 nicht mehr unterstützt
- <http://www.tldp.org/HOWTO/UMSDOS-HOWTO.html>



- Allgemeines, Begriffe
- Lokale Linux-Dateisysteme
- Andere lokale Dateisysteme (Exoten)
- **Dateisysteme im Netzwerk**
- Dateisysteme anderer Betriebssysteme
- LVM
- Daten sicher löschen



- Allgemeines, Begriffe
- Lokale Linux-Dateisysteme
- Andere lokale Dateisysteme (Exoten)
- Dateisysteme im Netzwerk
- **Dateisysteme anderer Betriebssysteme**
- LVM
- Daten sicher löschen



FAT

- File Allocation Table (Dateizuordnungstabelle)
- QDOS (Seattle Computer Products); 1980
- wird von sehr vielen Betriebssystemen unterstützt (somit ideal zum Datenaustausch)
- FAT 12
 - 1980
 - heute immer noch für DOS/Windows-Disketten
 - Dateinamen 8.3
 - max. Partitionsgröße 32 Mbyte, max. Dateigröße 32 MByte
 - kein Rechte-System auf Dateien/Verzeichnisse



FAT

- FAT 16
 - 1983
 - max. Partitionsgröße 4 Gbyte, max. Dateigröße 2 GByte
- FAT 32
 - 1997; Win95 OSR2
 - max. Partitionsgröße 8 TByte, max. Dateigröße 4 GByte
 - wird u.a. auch Enhanced Dr-DOS, FreeDOS verwendet
- VFAT
 - seit Win95: Erweiterung des FAT-Formats, um lange Dateinamen abbilden zu können



NTFS

- Microsoft; seit Windows NT
- ein oder mehrere Master File Table (MFT) fester Größe (welche Blöcke gehören zu welcher Datei); dadurch Fragmentierungsgefahr
- für Meta-Daten existiert ein Journal (nicht für Daten!)
- Flexible Rechteverwaltung durch Verwendung von ACLs
- Speicherung von alternativen Datenströmen (für Benutzer nicht sichtbar)
- lange Dateinamen (256 Zeichen)
- max. Datei- und Partitionsgröße 16 EByte



NTFS

- Proprietär, deshalb schlechte Unterstützung durch andere Betriebssysteme
- Linux:
 - Kernel-Modul:
 - Version 2.2: nur Lesen
 - Version 2.4: auch Schreiben, aber gefährlich
 - Version 2.6: überarbeitet, teilweise Einschränkungen beim Schreiben von Dateien (Anlegen, Größenänderungen, Löschen)
 - User-Mode-Treiber (fuse): ntfs-3g, Captive
 - Paragon NTFS: kommerziell, sehr fehlerhaft



HFS, HFS+

- Hierarchical File System – HFS
- 1986; Mac OS; Apple
- Dateinamen max. 31 Zeichen lang
- Dateigröße max. 2 Gbyte; Partition max. 2 Tbyte (HFS+ 16EByte/16EByte)
- Journaling seit HFS+
- Dual-Fork-Dateien (data fork, resource fork)
- sehr gut dokumentiert, Linux-Kernel-Unterstützung seit ?
- Toolset hfsutils (<http://www.mars.org/home/rob/proj/hfs/>)



HPFS

- High Performance File System – HPFS
- OS/2; IBM, Microsoft; 1989
- Dateinamen bis 255 Zeichen
- Dateigröße max. 2 Gbyte; Partition max. 2 Tbyte
- bis zu 64 Kbyte Meta-Daten pro Datei
- Linux-Unterstützung seit Kernel 2.1



- Allgemeines, Begriffe
- Lokale Linux-Dateisysteme
- Andere lokale Dateisysteme (Exoten)
- Dateisysteme im Netzwerk
- Dateisysteme anderer Betriebssysteme
- **LVM**
- Daten sicher löschen

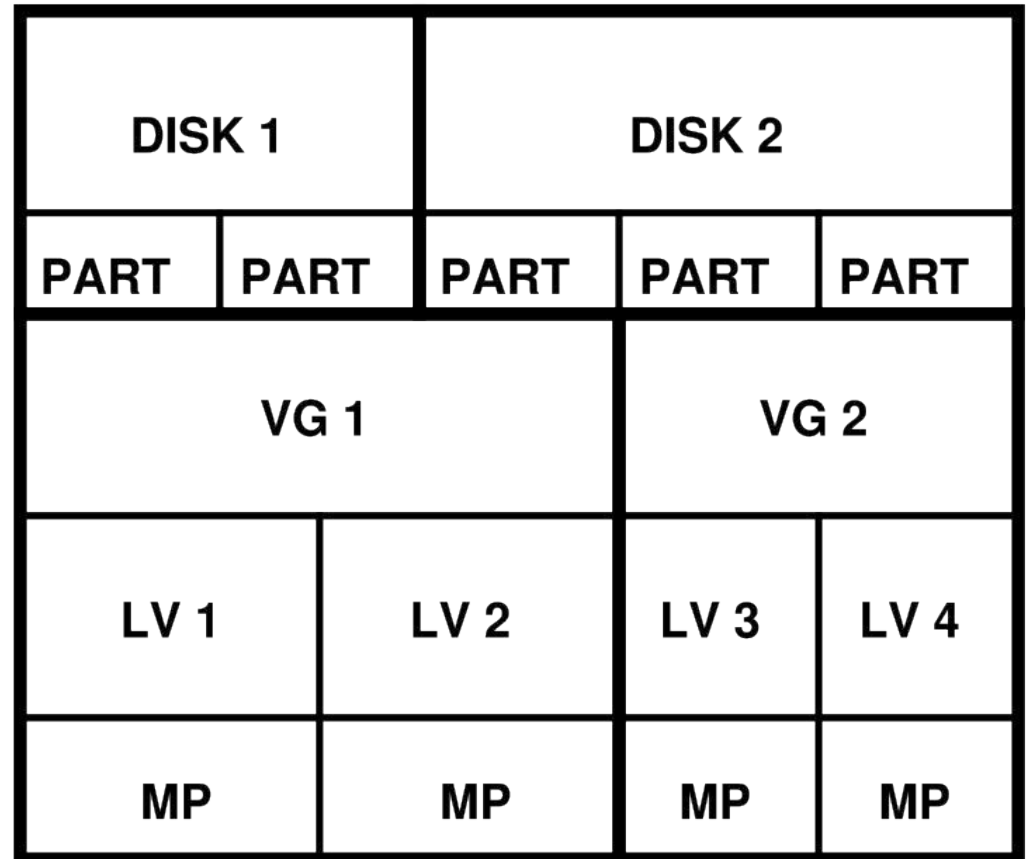
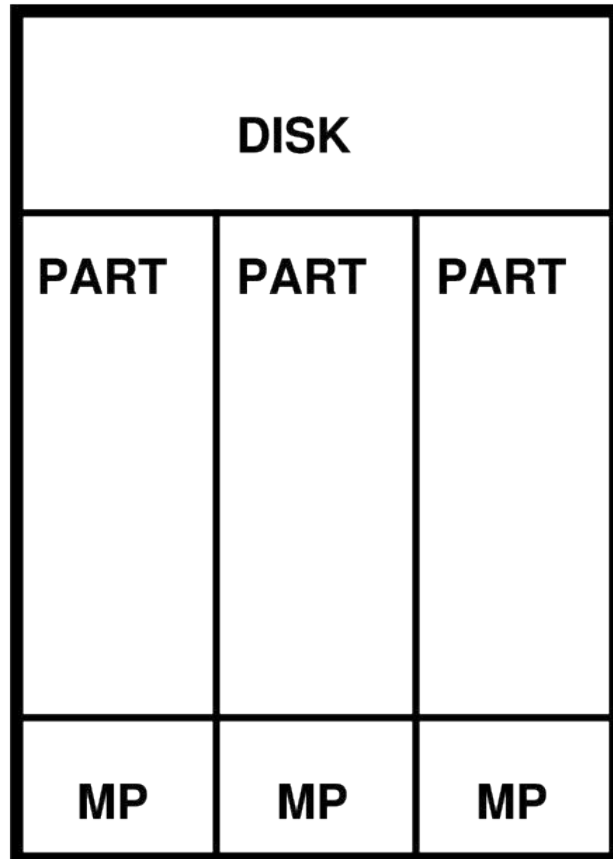


LVM

- LVM = Logical Volume Manager
- Abstraktionsebene zwischen Dateisystem und Massenspeicher; kein Dateisystem im eigentlichen Sinn
- eine Partition (Logical Volume) kann sich über mehrere Festplatten (Physical Volume) erstrecken
- Festplatten werden zu Volume Groups zusammengefaßt
- Volume Groups können jederzeit um weitere Physical Volumes erweitert werden; meist im laufenden Betrieb
- diverse Implementierungen für verschiedene Betriebssysteme



LVM



Quelle: http://www.mpipks-dresden.mpg.de/~mueller/docs/suse10.0/suselinux-manual_de/manual/sec.yast2.system.lvm.html



LVM - Starten/Stoppen/Konfiguration

- Kernel-Modul: `lvm-mod`
- LVM starten: `vgchange -a y`
- LVM stoppen: `vgchange -a n`
- Konfiguration generieren: `vgscan -v`
 - `/etc/lvmtab`
 - `/etc/lvmtab.d`



LVM - Erstellen

- Partition anlegen via `fdisk` (Type 8e)
- Physical Volume erstellen:
 - `pvcreate /dev/hdb1`
- Volume Group erstellen:
 - `vgcreate volg1 /dev/hdb1 /dev/hdb2`
- Logical Volume erstellen (`/dev/volg1/logv1`):
 - `lvcreate -n logv1 -L 2000M volg1`
- Dateisystem anlegen:
 - `mkfs -t ext2 /dev/volg1/logv1`
- Mouneten von `/dev/volg1/logv1`



LVM – Logical Volume Größe ändern

- Vergrößern:
 - umount
 - LV: `lvextend -L 3000M /dev/volg1/logv1`
 - Dateisystem: `resize2fs /dev/volg1/logv1`
 - mount
- Verkleinern:
 - umount
 - Dateisystem: `resize2fs /dev/volg1/logv1 512000`
 - LV: `lvreduce -L-800M /dev/volg1/logv1`
 - mount



LVM – Volume Group ändern

- Partition hinzufügen:
 - Physical Volume erstellen: `pvcreate /dev/hdb3`
 - `vgextend volg1 /dev/hdb3`
- Partition entfernen:
 - Achtung, es dürfen keine Daten auf der betreffenden Partition liegen!
 - `pvdisplay -v /dev/hdb3` (überprüfen, ob Daten vorhanden)
 - eventuell `pvmove` anwenden
 - `vgreduce volg1 /dev/hdb3`



LVM – weitere Infos

- LVM-Dokumentation
- <http://www.linuxhaven.de/dlhp/HOWTO/DE-LVM-HOWTO>
- <http://tldp.org/HOWTO/LVM-HOWTO/>
- <http://linuxwiki.de/LVM>



- Allgemeines, Begriffe
- Lokale Linux-Dateisysteme
- Andere lokale Dateisysteme (Exoten)
- Dateisysteme im Netzwerk
- Dateisysteme anderer Betriebssysteme
- LVM
- **Daten sicher löschen**