

# Dateisystem



# Inhaltsverzeichnis

- [Linux-Dateisystem](#)
- [Die wichtigsten Haupt-Verzeichnisse unter /](#)
- [Weitere Haupt-Verzeichnisse unter /](#)
- [Dateibaum bestehend aus Teilbäumen](#)
- [Anzeigen der eingehängten Dateisysteme mit df \(disk free\).](#)
- [/etc/fstab - file system table](#)

# Linux-Dateisystem

Das Linux-Dateisystem ist eine hierarchische Struktur, die sich von einem einzigen Wurzelverzeichnis aus erstreckt. Das Wurzelverzeichnis wird durch einen Schrägstrich ( / ) dargestellt. Alle anderen Dateien und Verzeichnisse sind unterhalb des Wurzelverzeichnisses angeordnet.

Die Verzeichnisse der ersten Ebene unterhalb des Wurzelverzeichnisses genügen gewissen Unix-Konventionen und -Standards. Hier ein Überblick:

```
hermann@debian:~$ tree -L 1 /
/
├── bin -> usr/bin
├── boot
├── dev
├── etc
├── home
├── initrd.img -> boot/initrd.img-6.1.0-27-amd64
├── initrd.img.old -> boot/initrd.img-6.1.0-26-amd64
├── lib -> usr/lib
├── lib64 -> usr/lib64
├── lost+found
├── media
├── mnt
└── opt
```

```
|— proc
|— root
|— run
|— sbin -> usr/sbin
|— srv
|— sys
|— tmp
|— usr
|— var
|— vmlinuz -> boot/vmlinuz-6.1.0-27-amd64
|— vmlinuz.old -> boot/vmlinuz-6.1.0-26-amd64
```

21 directories, 4 files

# Die wichtigsten Haupt-Verzeichnisse unter `/`

- `/bin` - elementare Programme, die zum Booten und Reparieren des Systems benötigt werden. Diese Programme sind jedoch auch für normale Benutzer verfügbar. Liegen `/` und `/usr` auf demselben Dateisystem, dann ist `/bin` meist ein symbolischer Link auf `/usr/bin`.
- `/dev` - Gerätedateien, die dem Zugriff auf die Hardware dienen
- `/etc` - Konfigurationsdateien für das System und die Anwendungen

- **/home** - Basisverzeichnis der Benutzerverzeichnisse. Jeder Benutzer hat hier ein eigenes Unterverzeichnis /home/\$USER - sein Heimatverzeichnis.
- **/media** - Verzeichnis, in das Wechseldatenträger (USB-Sticks, CD-ROMs etc.) eingehängt werden
- **/opt** - zusätzliche, optionale Software, die nicht zum Betriebssystem gehört
- **/proc** - virtuelles Dateisystem, das Informationen über laufende Prozesse bereitstellt

- `/sbin` - elementare Systemprogramme, die nur von `root` ausgeführt werden können. Liegen `/` und `/usr` auf demselben Dateisystem, dann ist `/sbin` meist ein symbolischer Link auf `/usr/sbin`.
- `/tmp` - temporäre Dateien aller Benutzer



- **/usr** - (Unix System Resources) Programme, Bibliotheken und Dokumentationen für Benutzer. Dieses Verzeichnis enthält in der Regel nur unveränderliche Dateien, die von den Benutzern nur gelesen werden. (Diese Dateien werden nur bei der Installation von Software-Paketen und beim Update verändert.) Ist **/usr** auf einem eigenen Dateisystem, dann kann dieses mit der Option **ro** (read-only) gemountet (eingehängt) werden.
- **/var** - variable Daten, z.B. Logdateien, Druckwarteschlangen, Mailboxen etc. Ist **/var** auf einem eigenen Dateisystem, dann muss dieses Dateisystem lesbar und beschreibbar sein (Option **rw**).

# Weitere Haupt-Verzeichnisse unter

- **/boot** - Dateien, die für den Bootvorgang benötigt werden: Kernel, Initrd (Initial RAM Disk), Bootloader und -konfiguration, EFI etc.
- **/lib** - Bibliotheken, die von den Programmen benötigt werden
- **/lib64** - 64-Bit-Bibliotheken
- **/lost+found** - Verzeichnis für Dateien, die bei einem Systemabsturz verloren gegangen und bei der nächsten Reparatur des Dateisystems gefunden wurden
- **/mnt** - temporäres Verzeichnis für das Einhängen von Dateisystemen

- **/root** - das Heimatverzeichnis des Benutzers **root**
- **/run** - Sperr-Dateien, temporäre Dateien, die beim Booten erstellt werden
- **/srv** - Daten für Dienste, die auf dem System laufen
- **/sys** - virtuelles Dateisystem, das Informationen über die Hardware bereitstellt

# Dateibaum bestehend aus Teilbäumen

Virtuell sieht der Benutzer den Dateibaum als eine einzige große Struktur. In Wirklichkeit besteht der Dateibaum aus mehreren Teilbäumen, die auf verschiedenen Dateisystemen liegen können. Diese Teilbäume werden in leere Verzeichnisse eingehängt. Dieser Vorgang wird als **Mounten** bezeichnet.

Die eingehängten Dateisysteme können entweder physische Dateisysteme (Festplattenpartitionen, USB-Sticks, CD-ROMs etc.) oder virtuelle Dateisysteme (z.B. `/proc`, `/sys`) sein.

# Anzeigen der eingehängten Dateisysteme mit **df** (disk free)

Das **df**-Kommando zeigt standardmäßig folgende Informationen zu jedem eingehängten Dateisystem an:

- **Dateisystem** - Gerät oder Dateisystemname - die Quelle, die eingehängt wurde
- **1K-Blöcke** - die Größe des Dateisystems in 1-Kilobyte-Blöcken
- **Benutzt** - die Anzahl der 1K-Blöcke, die vom Dateisystem benutzt werden

- **Verfügbar** - die Anzahl der 1K-Blöcke, die vom Dateisystem noch frei sind
- **Verw%** - der Prozentsatz der benutzten Blöcke
- **Eingehängt auf** - das Verzeichnis, in das das Dateisystem eingehängt wurde

Mit der Option **-T**:

- **Typ** - der Dateisystemtyp (z.B. ext4, vfat, nfs) wird mit der Option **-T** in der 2. Spalte angezeigt.

Linux verwendet viele virtuelle Dateisysteme, die nicht auf einer physischen Festplatte gespeichert sind (z.B. `/proc`, `/sys`, `/dev/shm`, `/run`, `/tmpfs` etc.). Diese Dateisysteme werden im Dateisystembaum eingehängt, um Informationen über das System bereitzustellen.

Die meisten dieser virtuellen Dateisysteme werden von `df` nicht angezeigt. Mit der Option `-a` zeigt `df` auch alle virtuellen Dateisysteme an.

## Optionen von `df`

- `-k` - (default) Anzeige der Größenangaben in Kilobytes
- `-m` - Anzeige der Größenangaben in Megabytes
- `-h` - Anzeige der Größenangaben in human-readable Form (z.B. 1K, 1M, 1G)
- `-T` - Anzeige des Dateisystemtyps in der 2. Spalte
- `-a` - Anzeige aller Dateisysteme, auch aller virtuellen Dateisysteme
- `-t <typ>` - Anzeige nur der Dateisysteme des Typs `<typ>`
- `-x <typ>` - Anzeige aller Dateisysteme außer vom Typ `<typ>`



## df ohne Optionen

```
hermann@debian:~$ df
Dateisystem      1K-Blöcke Benutzt Verfügbar Verw% Eingehängt auf
udev             1975984         0   1975984    0% /dev
tmpfs            400884        552   400332    1% /run
/dev/sda2        18964304 5078268 12897364   29% /
tmpfs            2004412         0   2004412    0% /dev/shm
tmpfs             5120         0      5120    0% /run/lock
/dev/sda1         523244      5984   517260    2% /boot/efi
tmpfs            400880         48   400832    1% /run/user/1000
```

Mit der Option **-a** werden auch viele virtuelle Dateisysteme angezeigt, die von **df** standardmäßig nicht angezeigt werden.

## **df -T** gibt auch den Dateisystemtyp an

```
hermann@debian:~$ df -T
```

| Dateisystem | Typ      | 1K-Blöcke | Benutzt | Verfügbar | Verw% | Eingehängt auf |
|-------------|----------|-----------|---------|-----------|-------|----------------|
| udev        | devtmpfs | 1975984   | 0       | 1975984   | 0%    | /dev           |
| tmpfs       | tmpfs    | 400884    | 552     | 400332    | 1%    | /run           |
| /dev/sda2   | ext4     | 18964304  | 5078268 | 12897364  | 29%   | /              |
| tmpfs       | tmpfs    | 2004412   | 0       | 2004412   | 0%    | /dev/shm       |
| tmpfs       | tmpfs    | 5120      | 0       | 5120      | 0%    | /run/lock      |
| /dev/sda1   | vfat     | 523244    | 5984    | 517260    | 2%    | /boot/efi      |
| tmpfs       | tmpfs    | 400880    | 48      | 400832    | 1%    | /run/user/1000 |

**df -x <typ>** schließt Dateisysteme vom Typ **<typ>** aus

```
hermann@debian:~$ df -T -x tmpfs -x devtmpfs
Dateisystem    Typ  1K-Blöcke Benutzt Verfügbar Verw% Eingehängt auf
/dev/sda2      ext4  18964304 5078268  12897364   29% /
/dev/sda1      vfat   523244    5984    517260    2% /boot/efi
```

Nun sind alle virtuellen Dateisysteme ausgefiltert. Es werden nur die physischen Dateisysteme angezeigt.

- **/dev/sda1** ist das EFI-Systempartition, formatiert mit **vfat** und eingehängt in **/boot/efi**.
- **/dev/sda2** ist die root-Partition, formatiert mit **ext4** und eingehängt in **/**.

```
hermann@debian:~$ ls -l /dev/sda /dev/sda?  
brw-rw---- 1 root disk 8, 0 24. Nov 17:07 /dev/sda  
brw-rw---- 1 root disk 8, 1 24. Nov 17:07 /dev/sda1  
brw-rw---- 1 root disk 8, 2 24. Nov 17:07 /dev/sda2  
brw-rw---- 1 root disk 8, 3 24. Nov 17:07 /dev/sda3
```

```
hermann@debian:~$ sudo swapon -s  
Filename      Type      Size      Used      Priority  
/dev/sda3     partition 999420    0         -2
```

- `/dev/sda` ist das Gerät für die gesamte 1. Festplatte, die wir im Hyper-V-Manager erstellt haben. Bei der Installation von Debian Linux wurde die Festplatte in 3 Partitionen aufgeteilt.
- `/dev/sda1` ist die EFI-Systempartition.
- `/dev/sda2` ist unsere root-Partition, auf der die Dateien des Betriebssystems und der Benutzer liegen.
- `/dev/sda3` ist die Swap-Partition. Sie wird als virtueller Arbeitsspeicher verwendet und nicht als Dateisystem eingehängt. Mit dem Kommando `swapon -s` wird der Status der Swap-Partition jedoch angezeigt.

**df ... -m** zeigt die Größenangaben in Megabytes

```
hermann@debian:~$ df -T -x tmpfs -x devtmpfs -m
Dateisystem    Typ  1M-Blöcke Benutzt Verfügbar Verw% Eingehängt auf
/dev/sda2      ext4   18520    4960    12596   29% /
/dev/sda1      vfat    511      6      506    2% /boot/
```

**df ... -h** zeigt die Größen "human-readable" mit Angabe der Einheit

```
hermann@debian:~$ df -T -x tmpfs -x devtmpfs -h
Dateisystem    Typ  Größe Benutzt Verf. Verw% Eingehängt auf
/dev/sda2      ext4   19G   4,9G   13G   29% /
/dev/sda1      vfat  511M   5,9M  506M    2% /boot/efi
```

# Einhängen der Dateisysteme beim Booten

Die **virtuellen Dateisysteme** wie `/proc`, `/sys`, `/dev` etc. werden beim Booten automatisch eingehängt. Dieser Vorgang kann auch nicht administrativ beeinflusst werden.

Die **physischen Dateisysteme** wie `/`, `/boot`, `/home` `/usr` etc. sind administrativ steuerbar. (Bei userer Debian-Installation sind dies nur die Dateisysteme unter `/` und `/boot/efi`). Das Einhängen dieser Dateisysteme wird in der Datei `/etc/fstab` konfiguriert. Beim Bootvorgang werden die Dateisysteme gemäß dieser Konfiguration automatisch eingehängt.

# `/etc/fstab` - file system table

```
hermann@debian:~$ cat /etc/fstab
# /etc/fstab: static file system information.
# <file system> <mount point> <type> <options> <dump> <pass>

# / was on /dev/sda2 during installation
UUID=1cbc22fc-4dad-4f2f-9e7d-d58329c86015 / ext4 errors=remount-ro 0 1

# /boot/efi was on /dev/sda1 during installation
UUID=BA7C-C0C4 /boot/efi vfat umask=0077 0 1

# swap was on /dev/sda3 during installation
UUID=ff32afed-4797-487a-becc-271b43edff14 none swap sw 0 0

/dev/sr0 /media/cdrom0 udf,iso9660 user,noauto 0 0
```



Sollen dem System weitere Dateisysteme hinzugefügt werden, so sind diese ebenfalls in der Datei `/etc/fstab` zu konfigurieren. Wenn Sie z.B. eine neue Festplatte oder SSD hinzufügen, dann ist diese zuerst zu partitionieren und jede Partition zu formatieren. Anschließend wird die UUID der Partitionen ermittelt und ein weiterer Eintrag in der Datei `/etc/fstab` hinzugefügt.

Auch Netzwerk-Dateisysteme (vom Typ `nfs` oder `cifs`) können in dieser Datei zum automatischen Einhängen beim Boot konfiguriert werden.