

## 4.3 Datenträger/RAID

### 4.3.1 Was ist ein RAID?

RAID ist die Abkürzung für *redundant array of inexpensive disks* (=Redundante Anordnung billiger Laufwerke). Ein RAID kann gegenüber einer einzigen Festplatte oder SSD folgende Vorteile haben:

- a) höhere Datenrate
- b) größere Ausfallsicherheit

Damit kann ein RAID aus einfachen Festplatten (oder SSDs) Eigenschaften aufweisen, die man früher nur mit sehr teurer (Server-) Hardware erhielt.

### 4.3.2 Was bedeuten RAID-Level?

Im Laufe der Jahre hat man viele Möglichkeiten entwickelt, wie man mehrere Platten parallel betreiben kann. Man nennt sie *RAID-Level*. In Abbildung 1 sind sie einander gegenübergestellt:

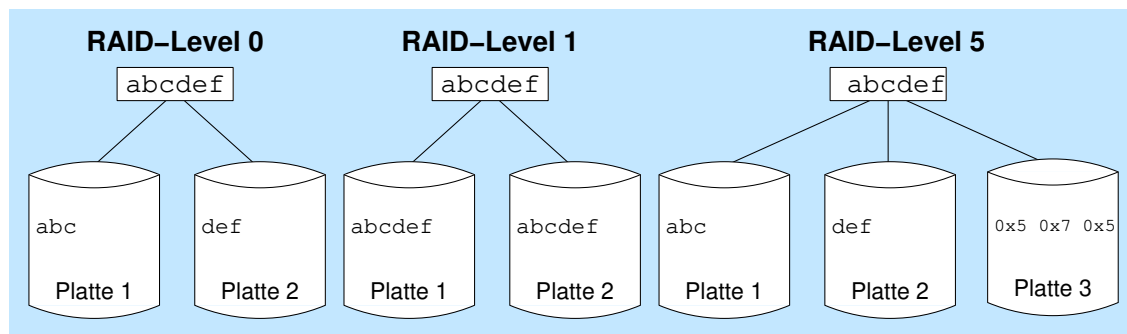


Abbildung 1: Einige RAID-Level

- a) RAID-Level 0: Zwei (oder mehr) Platten werden parallel und abwechselnd mit verschiedenen Daten beschrieben (das sogenannte *striping*). Die Datenmenge dieses RAID ist so hoch wie die Summe der Mengen beider Platten. Aber die erreichbare Datenrate ist (fast) doppelt so hoch, weil immer auf eine der Platten geschrieben werden kann, wenn auf die andere gewartet wird. Die Ausfallsicherheit ist leider geringer als bei einer Einzelplatte: Sobald eine Platte nicht mehr lesbar ist, sind alle Daten verschwunden (die andere Platte ist allein nicht praktisch verwertbar).
- b) RAID-Level 1: Zwei (oder mehr) Platten werden parallel und nahezu gleichzeitig mit den gleichen Daten beschrieben (das sogenannte *mirroring*). Die Datenmenge dieses RAID ist nur so hoch wie die Menge einer Platte. Die erreichbare Datenrate ist nur (fast) so groß wie bei einer Einzelplatte. Aber die Ausfallsicherheit ist höher als bei einer Einzelplatte: Falls eine Platte nicht mehr lesbar ist, sind alle Daten auf der anderen Platte gespiegelt.
- c) RAID-Level 5: Zwei (oder mehr) Platten werden parallel und abwechselnd mit verschiedenen Daten beschrieben (das sogenannte *striping*). Zusätzlich wird auf einer dritten Platte eine Paritätsinformation gespeichert: Zu jedem Byte auf b1 auf Platte 1 und b2 auf Platte 2 wird ein Byte  $b3 = b1 \text{ XOR } b2$  errechnet und abgespeichert. Wenn jetzt eine der Platten ausfällt, kann man aus den anderen beiden Bytes die fehlende Information zurückberechnen (in der Praxis werden die Rollen der Platten zyklisch getauscht, so dass jede einmal die Paritätsinformation enthält; das sorgt dafür, dass die Platten gleichmäßig ausgelastet werden).

### 4.3.3 Hardware-RAID und Software-RAID

Die Funktionalität eines RAID kann man auf zwei Arten erreichen (Abbildung 2):

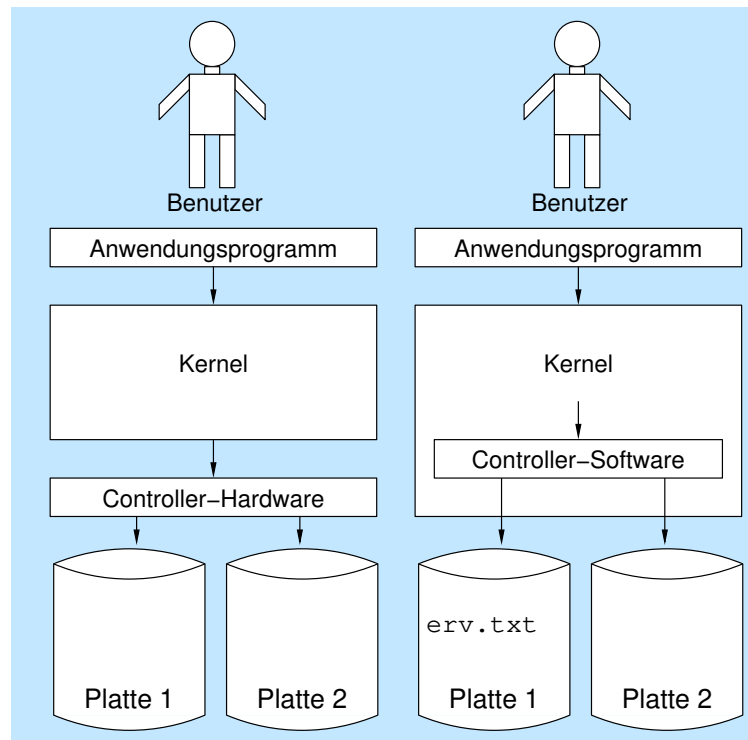


Abbildung 2: Hardware-RAID (links) und Software-RAID (rechts)

- a) Hardware-RAID:  
Ein spezieller Platten-Controller sorgt für den Anschluss der Platten und die Aufteilung der Daten. Das Betriebssystem sieht nur ein einziges Laufwerk.
- b) Software-RAID:  
Eine spezielle Software im Kernel (oder einem Treiber) sorgt dafür, dass eine einzelne Anfrage aufgeteilt wird in Zugriffe auf verschiedene Platten. Das Betriebssystem oberhalb dieser Software sieht nur ein einziges Laufwerk; unterhalb dieser Software werden die Platten wie üblich angesprochen.

Ein Hardware-RAID kann sehr effizient sein, weil es keine Rechenzeit-Unterstützung durch die CPU braucht. Andererseits braucht man für ein Hardware-RAID entweder einen speziellen (RAID-) Platten-Controller oder ein entsprechendes Mainboard. Falls dieser Controller (oder dieses Mainboard) später einmal defekt sind und ausgetauscht werden müssen, braucht man einen passenden Ersatz.

Viel einfacher ist es dagegen mit einem Software-RAID: Man braucht nichts weiter als ein paar (zumindest fast) gleich große Festplatten (oder SSDs).

### 4.3.4 Software-RAID unter Linux einrichten

Hier soll ein RAID mit RAID-Level 1 beschrieben werden. Zuerst müssen die beiden Festplatten partitioniert werden. Hier ist es sinnvoll, auf jeder Platte eine große Partition anzulegen, die fast den ganzen Speicher umfasst. Die Partitions-ID sollte `0xfd` sein.

```
Terminal
root@debian964:~# fdisk /dev/sdx
Command (m for help): n
Partition type
Select (default p): p
Command (m for help): t
Hex code or alias (type L to list all): 0xfd
Command (m for help): w
root@debian964:~# fdisk /dev/sdy
-- ebenso --
```

Man erhält damit zwei Partitionen `/dev/sdx1` und `/dev/sdy1`;

```
Terminal
root@debian964:~# fdisk -l
....
Device      Boot Start      Ende Sectors  Size Id Type
/dev/sdx1                2048   2097151  2095104  1023M fd Linux raid autodetect
....
/dev/sdy1                2048   2097151  2095104  1023M fd Linux raid autodetect
```

Nun soll eine (virtuelle) Partition angelegt werden, die mit Hilfe von RAID auf die beiden anderen Partitionen zugreift. Dazu braucht man das Werkzeug `mdadm` (=Multi-Disk-Array Admin) aus dem gleichnamigen Paket:

```
Terminal
root@debian964:~# apt install mdadm
```

Mit `mdadm` erzeugt man die gewünschte Partition:

```
Terminal
root@debian964:~# mdadm --create /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 \
/dev/sdx1 /dev/sdy1
```

Der RAID-Level ist 1, die neue Gerätedatei wird `/dev/md0` heißen (jeder andere Name ist möglich). Das dauert ein wenig. Den Fortschritt kann man sich anzeigen lassen:

```
Terminal
root@debian964:~# cat /proc/mdstat
```

Nach Ende dieser Prozedur kann man die neu erzeugte Partition über ihre Gerätedatei `dev/md0` formatieren und anschließend einbinden (dauerhaft über `/etc/fstab`):

```
Terminal
root@debian964:~# mkfs /dev/md0
root@debian964:~# mount /dev/md0 /mnt
```

Mit `mdadm --detail /dev/md0` kann man sich den Zustand des RAIDs ansehen.