

RAID

RAID steht für *Redundant Array of Inexpensive/Independant Disks*.

Die Grundidee von RAID besteht darin, anstatt einer sehr teuren Festplatte, mehrere preiswerte Festplatten zu einem größeren und/oder leistungsstärkeren und/oder ausfallsicheren Gesamtsystem zusammenzuschalten.

- Mit RAID kann die Übertragungsgeschwindigkeit gesteigert werden, da die Plattenzugriffe parallel erfolgen.
- Mit RAID kann die Datensicherheit erhöht werden, indem Daten redundant (mehrfach) gespeichert werden.

RAID-Level

Linear mode - Linear concatenation - JBOD (*just a bunch of disks*)

Mehrere physikalische Festplatten werden zu einer größeren zusammengefügt und linear beschrieben. Dies ergibt eine große logische Festplatte aber keinen Geschwindigkeitsvorteil. Das Ausfallrisiko steigt mit der Anzahl der zusammengefügt Platten an. **Fällt bei JBOD eine Platte aus, sind alle Daten verloren!**

RAID-0 (Striping)

Auch hier werden mehrere physikalische Festplatten zu einer größeren zusammengefügt. Die Daten werden in Blöcke (sog. *chunks*) von z.B. 4 -128 kiB aufgeteilt und abwechselnd auf die einzelnen Festplatten verteilt. Im Idealfall erhöht sich die Schreibrate auf das n-fache, wobei n die Anzahl der angeschlossenen Festplatten ist. Durch die fehlende Redundanz ist das Ausfallrisiko so groß wie beim linear mode.

Fällt bei RAID-0 eine Platte aus, sind alle Daten verloren!

RAID-1 (Mirroring)

RAID Level 1 schafft Redundanz durch Spiegeln der Datenblöcke auf eine zweite physikalische Festplatte. Man verschenkt beim Einsatz von zwei Platten 50% der Brutto-Speicherkapazität. Da die Datenblöcke gleichzeitig die beiden Platten dupliziert werden, erhöht sich die Schreibgeschwindigkeit gegenüber einer Platte nicht. Die Leseleistung erhöht sich nicht. Der Ausfall von n-1 Platten wird toleriert.

RAID-5 (Parity Striping)

RAID-5 versucht die Vorteile von RAID-0 und RAID-1 zu verbinden. Es funktioniert im Prinzip wie RAID-0, allerdings wird durch das verteilte Speichern von Paritätsinformationen zusätzlich Redundanz erzeugt. RAID-5 toleriert den Ausfall **einer** physikalischen Festplatte.

Fällt eine Festplatte eines RAID-5 Arrays aus, können die gesamten Daten aus den Paritätsinformationen restauriert werden und das Array läuft dann quasi als RAID-0 weiter. Wird die defekte Platte ausgetauscht oder automatisch durch eine vorhandene *hot spare disk* ersetzt, kann sie im laufenden Betrieb aus den Paritätsinformationen restauriert werden (*rebuild*). Nach dem erfolgreichen Rebuild wird dann der RAID-5 Betrieb wieder aufgenommen. Die Lese- und die Schreibleistung sind bei RAID-5 im Idealfall bis auf das (n-1)-fache erhöht.

RAID-6

In besonders kritischen Bereichen muss der gleichzeitige Ausfall von **zwei** Platten abgefangen werden. RAID-6 berechnet aus jeweils n-2 Datenblöcken zwei voneinander unabhängige Paritätsinformationen und verteilt sie analog zu RAID 5 gleichmäßig auf alle n Festplatten. Das dabei verwendete Rechenverfahren (Reed-Solomon-Code) verursacht einen hohen Rechenaufwand, der schnelle RAID-6-Systeme teuer macht.

Kombinierte RAID-Level: RAID-10, RAID-0+1, RAID-50

Um den Ausfall mehrerer Platten oder eines Platten-Controllers verkraften zu können, werden RAID-Level kombiniert. RAID-10 (*striping mirror*, gesprochen **RAID-eins-null**) ist das Stripen auf RAID-1-Arrays.

Werden bei RAID-10 zwei Controller verwendet und die Platten der zusammengehörenden Spiegel über Kreuz angeschlossen, kann der Ausfall entweder eines Controllers oder einer Festplatte toleriert werden.

Bei RAID-0+1 werden mindestens zwei RAID-0-(Stripe-Arrays) gespiegelt.

RAID-50 (*striping parity*) bildet aus mindestens zwei RAID-5-Arrays einen RAID-0 Verbund.

Links

A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)

Ratgeber RAID, ein guter Grundlagenartikel zu Pro und Contra RAID

Managing RAID on Linux

Linux Software-RAID

SSD-RAID-Verbünde performant konfigurieren in iX 2/2018, S.46

Triple-Parity RAID and Beyond

CSI:Munich - How to save the world with ZFS and 12 USB Sticks

[Google-Suche nach "RAID patterson pdf"](#)

[c't 02/2012, Seite 136](#)

<http://intranet/e-books/Managing RAID on Linux/>

www.linuxhomenetworking.com

<http://intranet/zeitschriften/iX/daten/18/02/ix1802.pdf>

queue.acm.org/detail.cfm?id=1670144

[Google-Suche nach "CSI:Munich"](#)

Hardware-RAID und Software-RAID

RAID kann entweder über einen RAID-Controller (S-ATA bzw. SAS) oder per Software realisiert werden.

Hardware-RAID belastet die CPU nicht und ist meist schneller und stabiler. Vor allem SAS-RAID-Controller unterstützen den Austausch (*hot swap*) und die Restauration des Arrays (*rebuild*) bei defekten Festplatten im laufenden Betrieb. Hardware-RAID-Controller für S-ATA/SAS sind teuer!

Software-RAID verursacht keine bzw. nur geringe zusätzliche Kosten. Je nach RAID-Level können vergleichbare Übertragungsraten wie bei Hardware-Lösungen erreicht werden. Allerdings ergibt sich dabei eine höhere CPU-Belastung, da das Berechnen der RAID-5/6-Paritätsinformationen Rechenleistung kostet.

Relativ performante Software-RAIDs können z.B. mit der Intel *Rapid Storage Technology* auf Mainboards mit entsprechenden Intel-Chipsätzen realisiert werden.

Aufgaben zu RAID

1.) Ergänzen Sie die Tabelle!

RAID-Level	Linear	RAID-0	RAID-1	RAID-5	RAID-6	RAID-10	RAID-50	RAID-55
Min. Anzahl von Platten					4	4		9
wieviele Platten dürfen ausfallen bei min. Anzahl	0	0	1	1	2	1	1	3
wieviele Platten dürfen ausfallen bei n Platten	0	0	n-1	1	2	abhängig von der Anzahl der Untergruppen (legs)	abhängig von der Anzahl der Untergruppen (legs)	abhängig von der Anzahl der Untergruppen (legs)
Schreibleistung	1	n	1	$> n/4$ *	$> n/6$ *	$n/2$ *	n *	n *
Leseleistung	1	n	1	$n-1$ *	$n-2$ *	$n/2$ bis n *	n *	n *
Nettokapazität in % bei min. Plattenanzahl								44%
Nettokapazität in % bei 3 Platten					X	X	X	X
Nettokapazität in % bei 4 Platten							X	X
Nettokapazität in % bei 5 Platten						X	X	X
Nettokapazität in % bei 6 Platten						abhängig von der Anzahl der Untergruppen (legs)		X
Nettokapazität in % bei n Platten						abhängig von der Anzahl der Untergruppen (legs)	abhängig von der Anzahl der Untergruppen (legs)	abhängig von der Anzahl der Untergruppen (legs)

*) Lese-/Schreibleistungen sind stark abhängig von der I/O-Leistung der Festplatten, des Controllers bzw. der Software-RAID-Implementierung und von der Schreib-Strate (Write Penalty) bei RAID 5,6,10.

2.) Geben Sie den Inhalt des folgenden Textes mit ihren eigenen Worten sinngemäß wieder.

Using RAID-5 leaves you vulnerable to data loss, because you can only sustain a single disk loss. When a single disk goes bad, you replace it with another and the RAID-5 begins to incorporate the new disk into the RAID array. This is a very disk-intensive task can last for perhaps five or six hours, during which time the remaining disks in the RAID are being heavily accessed, raising the chances that any one of them might fail. Because RAID-6 can sustain two disk failures without losing data, you can sustain a second disk failing while you are already replacing a disk that has failed.

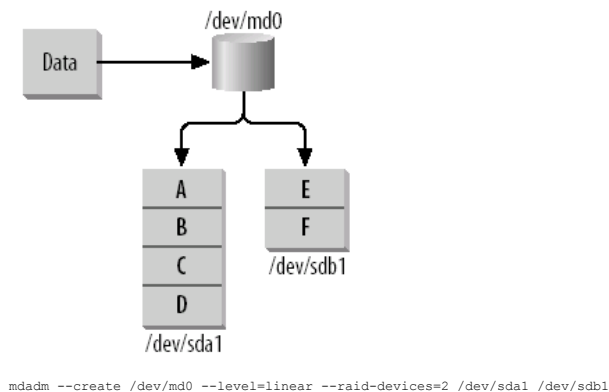
Quelle: <https://www.linux.com/news/benchmarking-hardware-raid-vs-linux-kernel-software-raid>

3.) Skizzieren Sie nachfolgend ein RAID-0+1-Array mit vier Platten und ein RAID-55-Array mit 9 Platten.

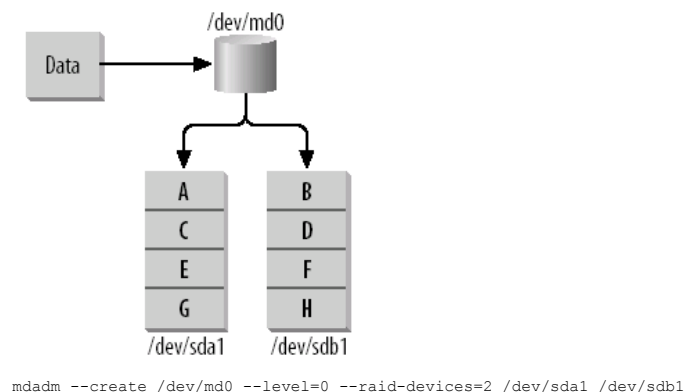
Stellen Sie bei RAID-0+1 deutlich heraus, wie die Datenblöcke auf den einzelnen Festplatten verteilt werden!

Einfache RAID-Level

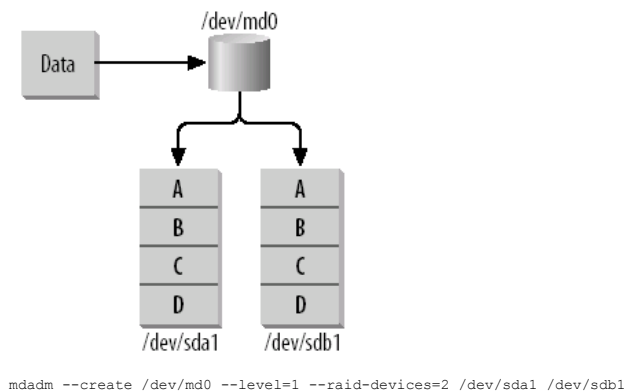
Linear Mode



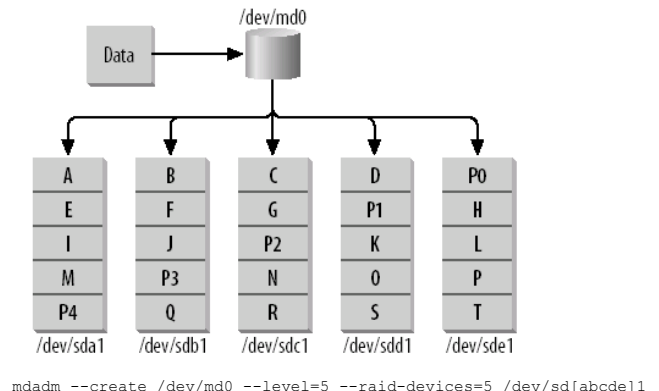
RAID-0 (striping)



RAID-1 (mirroring)

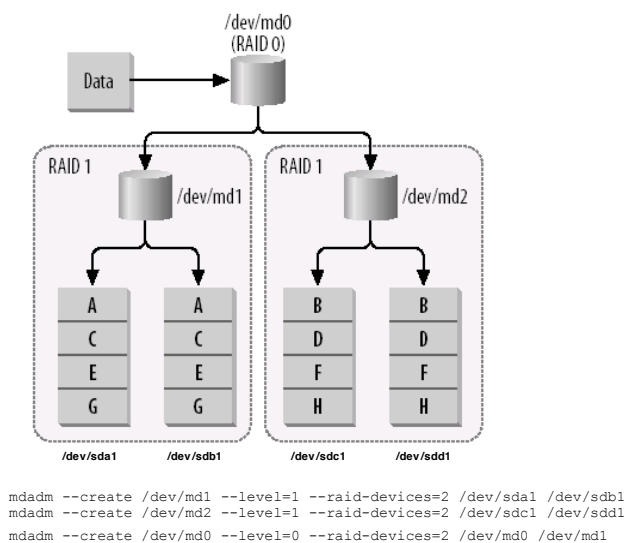


RAID-5 (parity striping)

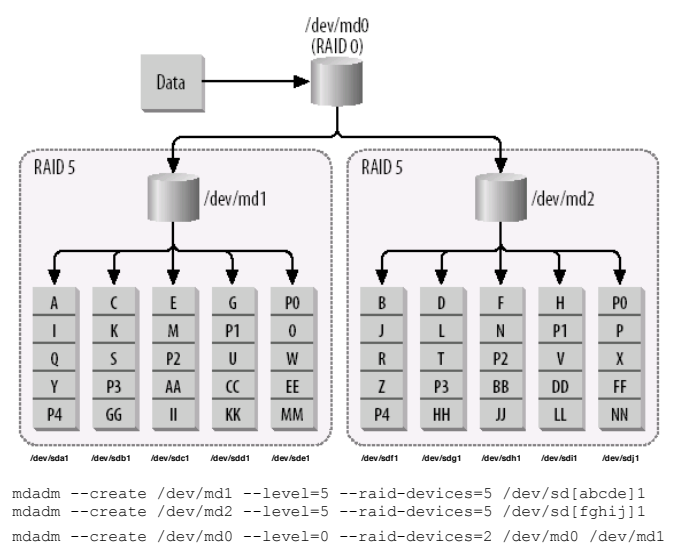


Kombinierte RAID-Level

RAID-10 (striping mirror)



RAID-50 (striping parity)



Software-RAID unter Linux

Unter den Bildern wurden die Linux-Kommandos angegeben, um das jeweils dargestellte RAID zu erstellen. Weitere Informationen zu Linux-RAID unter <http://raid.wiki.kernel.org>