

RAID

Agenda

Wie alles angefangen hat ...

RAID

einfache RAID-Level

kombinierte RAID-Level

RAID-Level im Überblick

Beispiel: Berechnung der Nettokapazität bei RAID55

Hardware-RAID vs. Software-RAID

Zuverlässigkeit von RAID-Arrays

Ausfall eines RAID-Controllers

Performance von RAIDs - *Write Penalty*

Intel® Rapid Storage Technology Windows Speicherplätze



Wie alles angefangen hat

aus: **A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)** von 1988

formance as well as less capacity. Table 1 below compares the top-of-the-line IBM 3380 model AK4 mainframe disk, Fujitsu M2361A "Super Eagle" minicomputer disk, and the Conner Peripherals CP 3100 personal computer disk.

Characteristics	IBM 3380	Fujitsu M2361A	Conners CP3100	3380 v 3100	2361 v 3100
				(>1 means 3100 is better)	
Disk diameter (inches)	14	10.5	3.5	4	3
Formatted Data Capacity (MB)	7500	600	100	01	2
Price/MB(controller incl.)	\$18-\$10	\$20-\$17	\$10-\$7	1-2.5	1.7-3
MTTF Rated (hours)	30,000	20,000	30,000	1	1.5
MTTF in practice (hours)	100,000	?	?	?	?
No. Actuators	4	1	1	2	1
Maximum I/O's/second/Actuator	50	40	30	6	8
Typical I/O's/second/Actuator	30	24	20	7	8
Maximum I/O's/second/box	200	40	30	2	8
Typical I/O's/second/box	120	24	20	2	8
Transfer Rate (MB/sec)	3	2.5	1	3	4
Power/box (W)	6,600	640	10	660	64
Volume (cu. ft.)	24	3.4	0.3	800	110

Da kleinere Platten geringere Kosten pro MB verursachen, kam Patterson 1988 auf die Idee, kleinere Platten zu einem Verbund zu kombinieren, der vom Computer als einzelne Festplatte behandelt wird.

Diesen Verbund nannte er RAID.

MTTF - *Mean Time To Failure*
(=mittlere Betriebsdauer bis zum Ausfall)



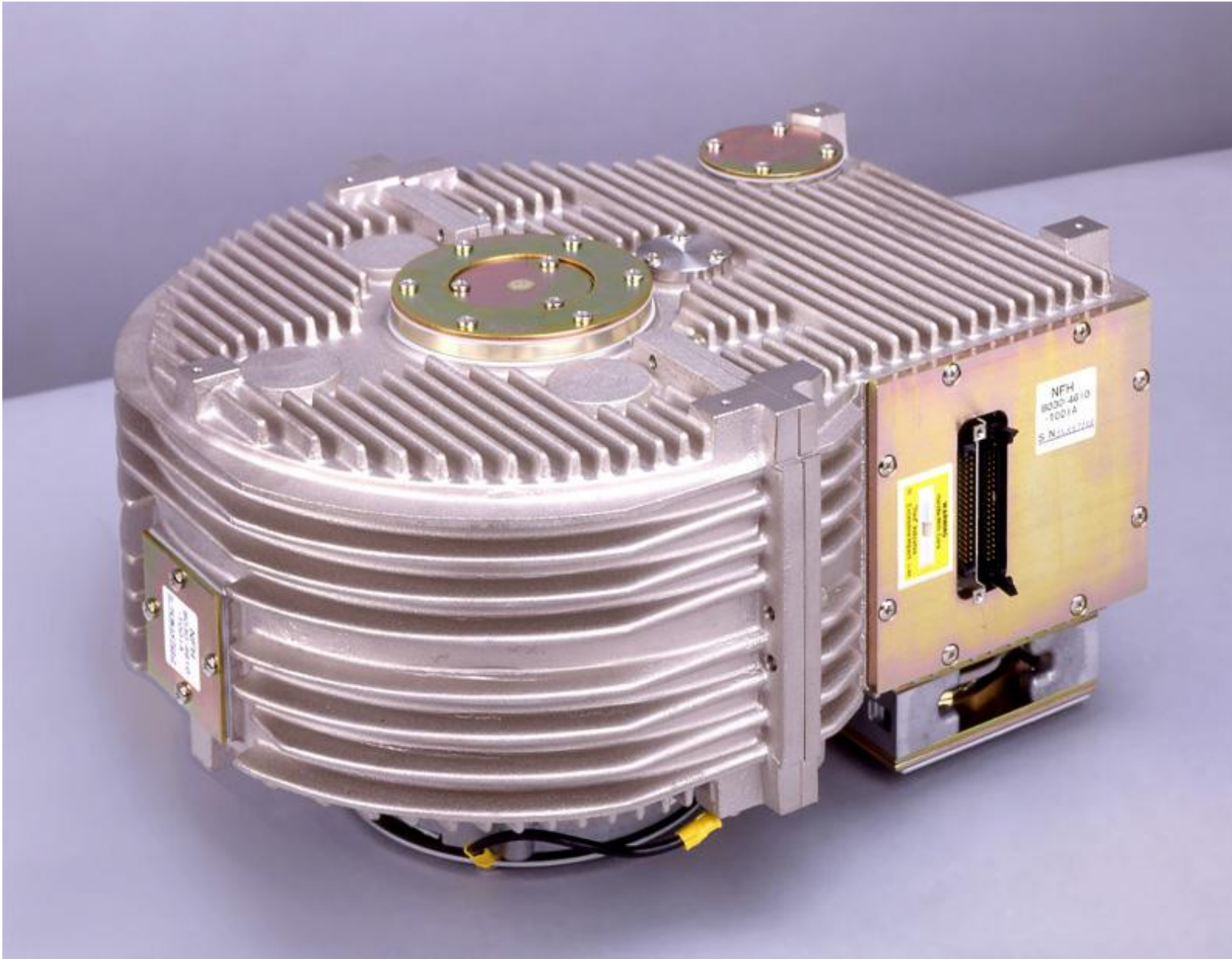
www.tietokonemuseo.saunalahti.fi

Festplatte FACOM (Fujitsu) M2361A



museum.ipsj.or.jp/computer/device/magnetic_disk/0013.html

Festplatte FACOM (Fujitsu) M2361A



museum.ipsj.or.jp/computer/device/magnetic_disk/0013.html

RAID

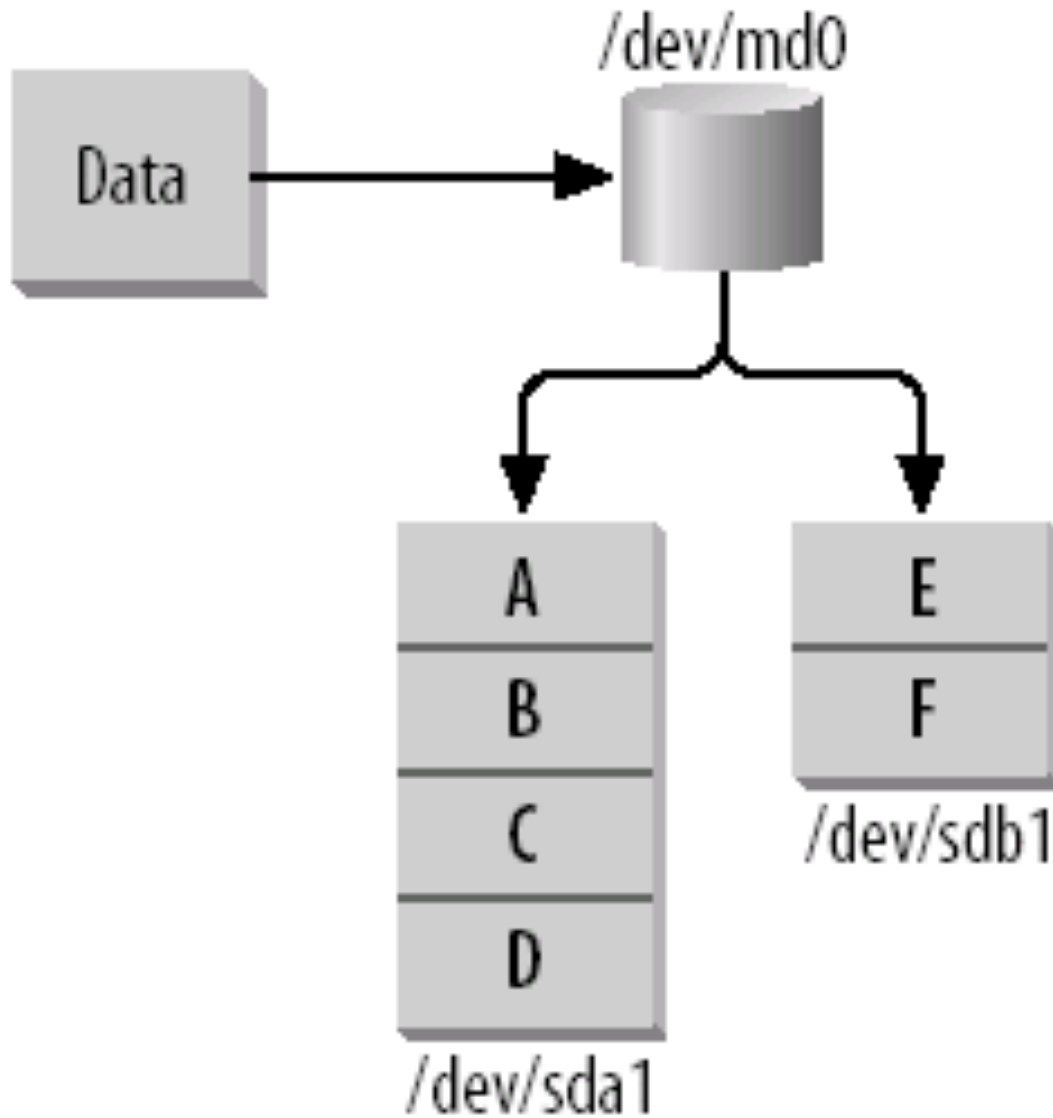
RAID steht für Redundant Array of Inexpensive oder Independant Disks

- Grundidee von RAID war,
anstatt einer sehr teuren Festplatte,
mehrere preiswerte Festplatten zu einem
 - größeren *und / oder*
 - leistungstärkeren *und / oder*
 - ausfallsicheren

Gesamtsystem zusammenzuschalten

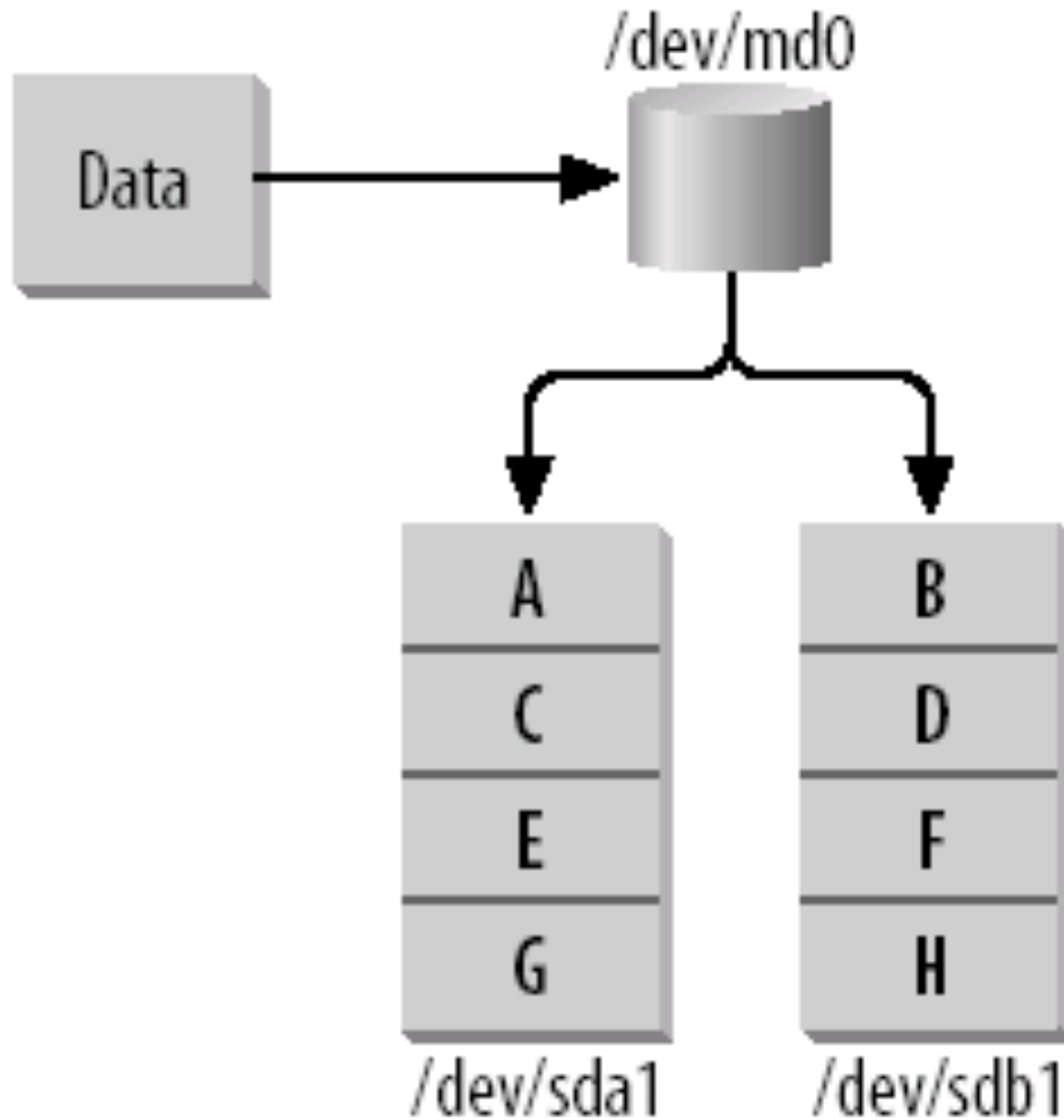
- mit RAID kann die Datenübertragungsgeschwindigkeit gesteigert werden,
da die Plattenzugriffe gleichzeitig erfolgen
- mit RAID kann die Datensicherheit erhöht werden,
indem Daten mehrfach, d.h. redundant gespeichert werden
- ACHTUNG: RAID ersetzt kein Backup!

Linear Mode, JBOD



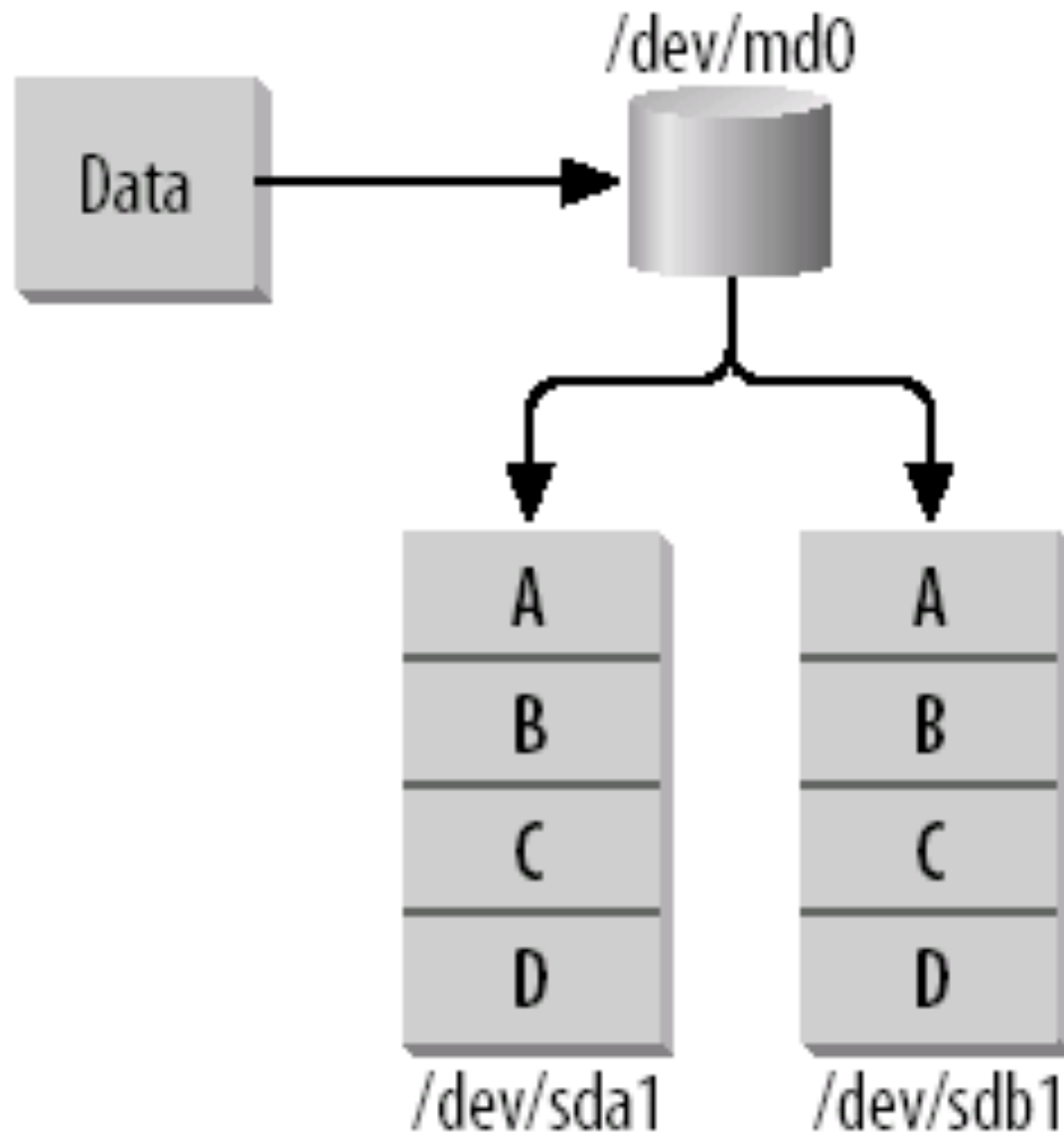
Fällt bei JBOD eine Platte aus, sind alle Daten verloren!

RAID-0 (*striping*)

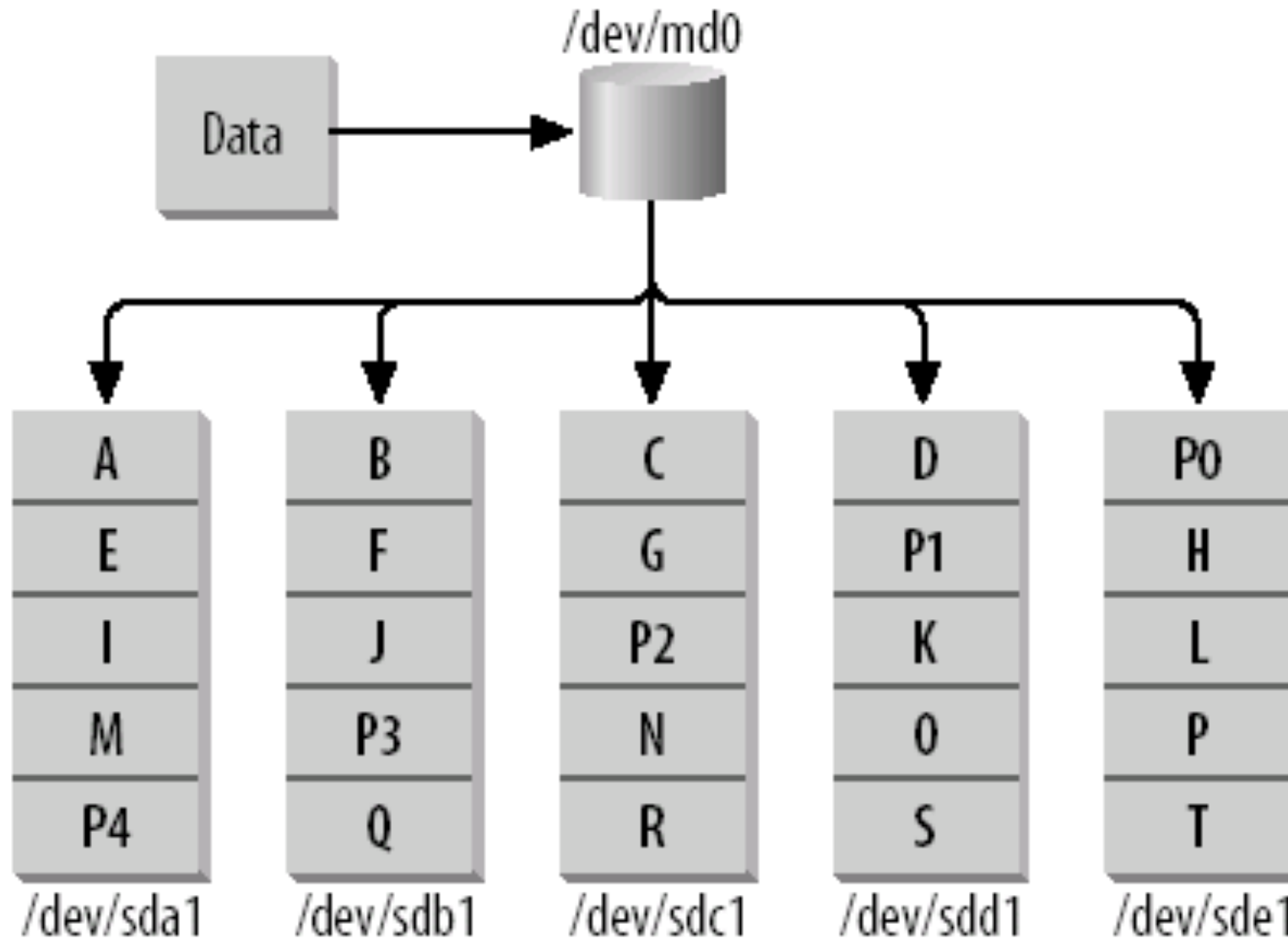


***Fällt bei RAID-0 eine Platte aus,
sind alle Daten verloren!***

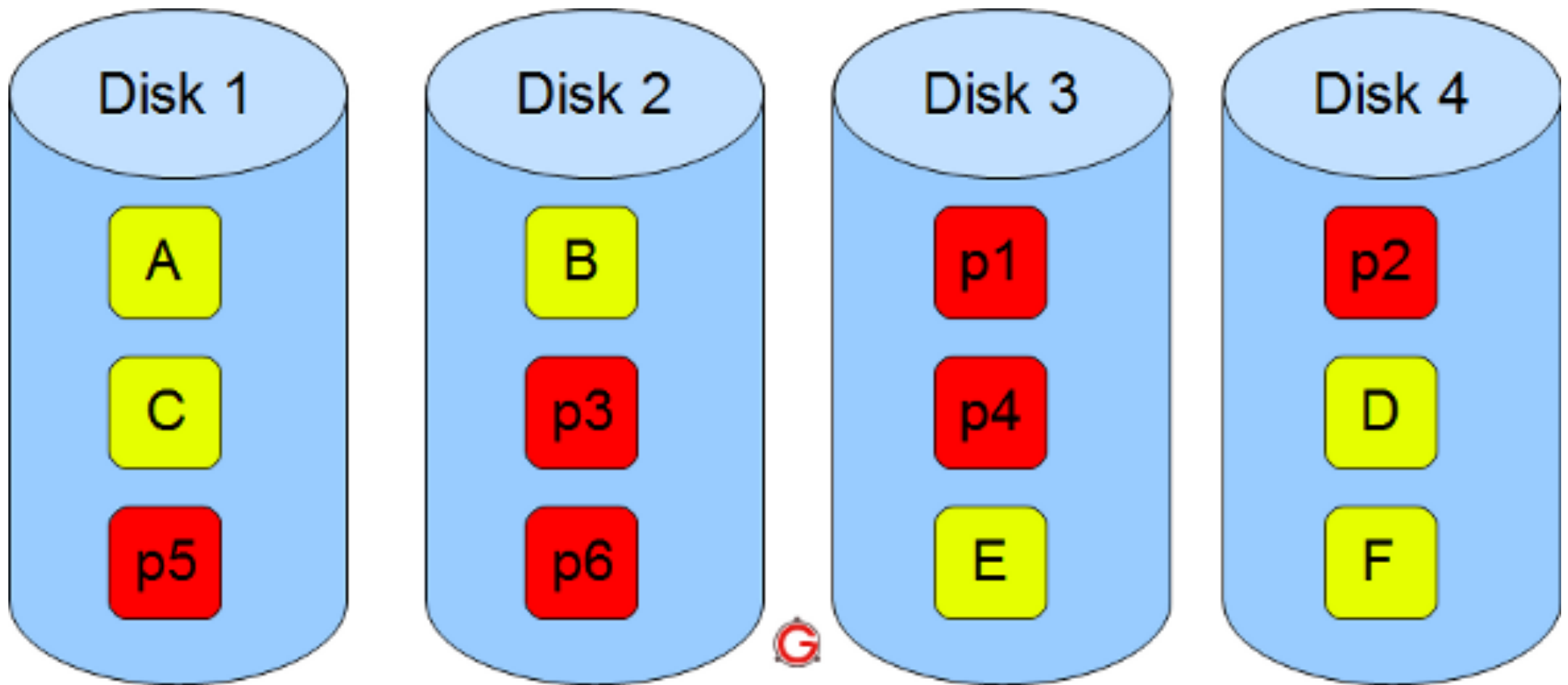
RAID-1 (*mirroring*)



RAID-5 (*parity striping*)

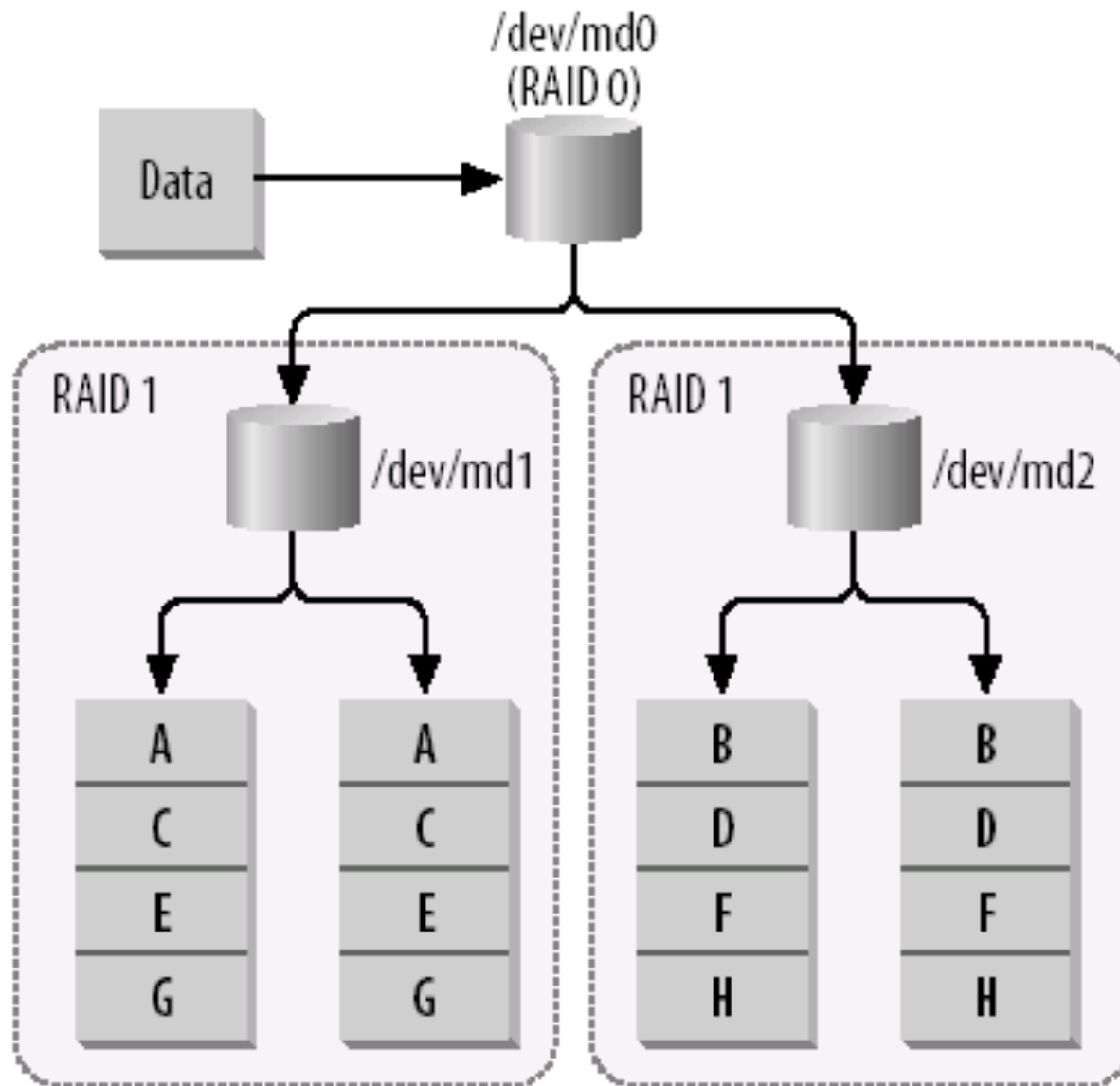


RAID-6 (*parity striping*)



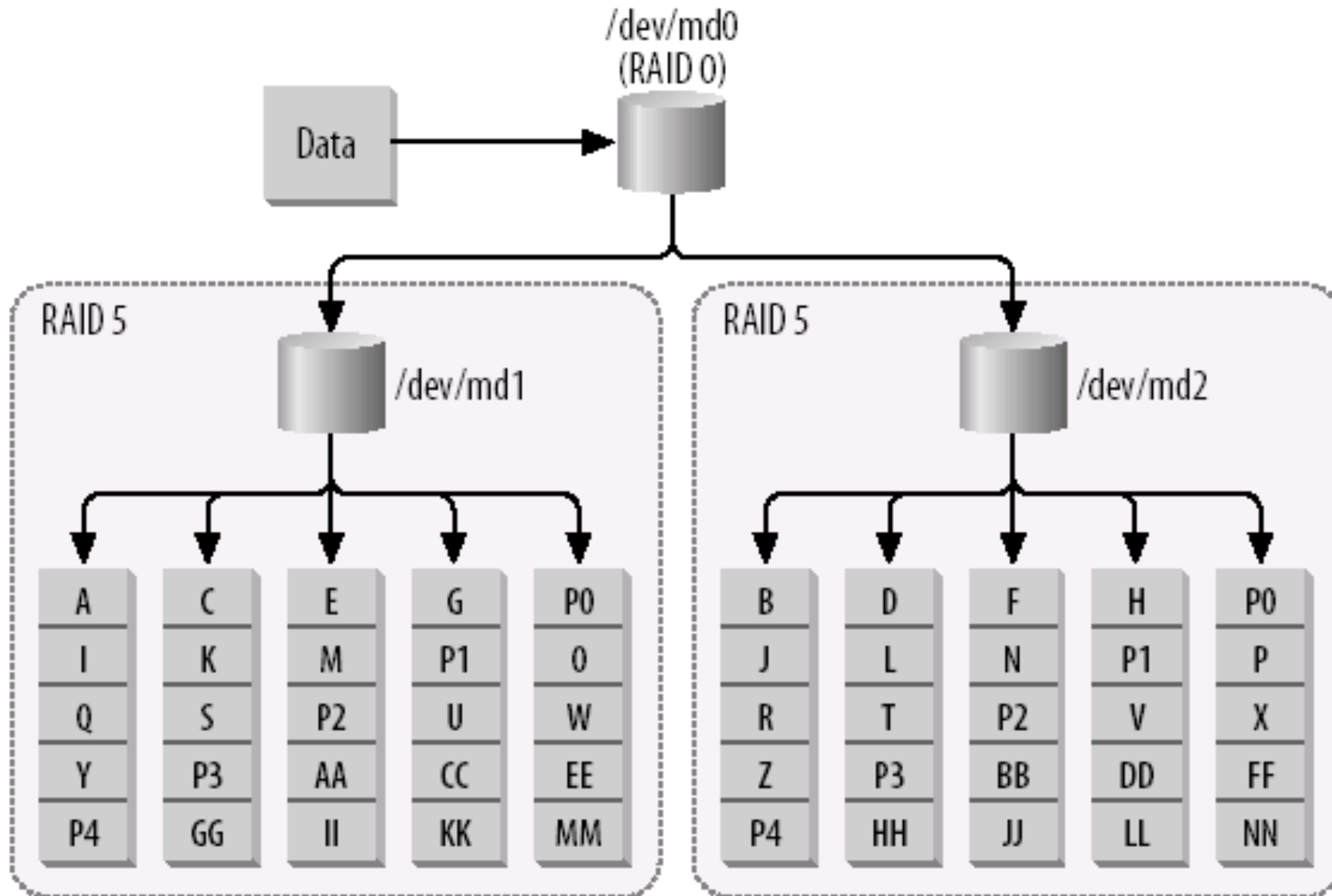
zwei verteilte Paritäten

RAID-10 (*striping mirror*)



siehe auch:
[Ausfall eines RAID-Controllers](#)

RAID-50 (*striping parity*)

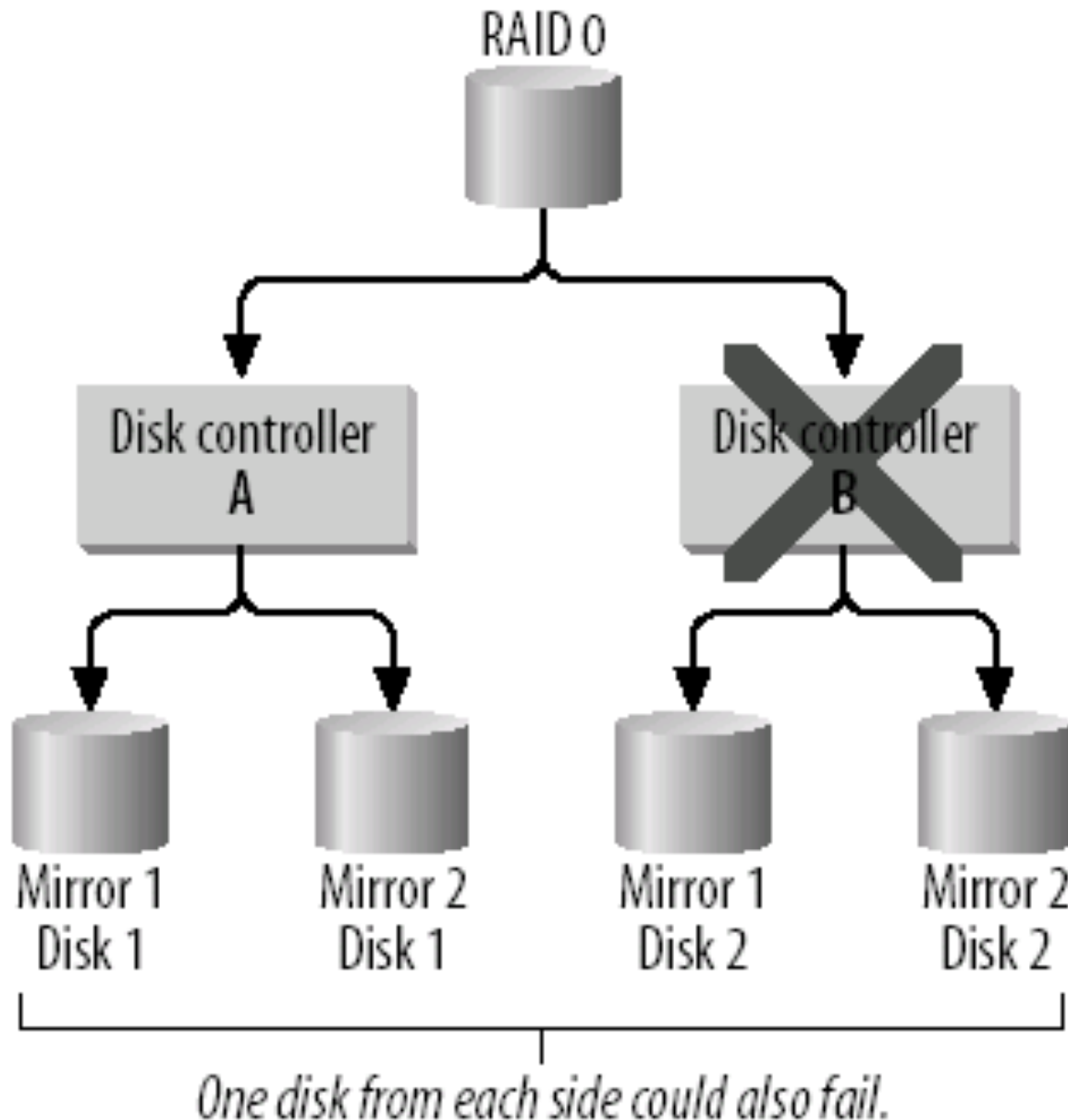


RAID-Level im Überblick - Ergänzen Sie die Tabelle!

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	$n-1^*$	$n-2^*$	$n/2 \dots n^*$	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 Leistung des Controllers bzw. der SW-RAID-Implementierung und von der Schreib-Strafe (*Write Penalty*) bei RAID 5,6,10.

Ausfall eines RAID-Controllers



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.

Hardware-RAID vs. Software-RAID

HW-RAID

- belastet die CPU nicht
- meist schnell und stabil
- unabhängig vom Betriebssystem
- *hot swap* und *rebuild* im laufenden Betrieb
- Enterprise-Platten nötig wegen TLER
- teuer: ca. 100 € pro Platten-Anschluss

SW-RAID

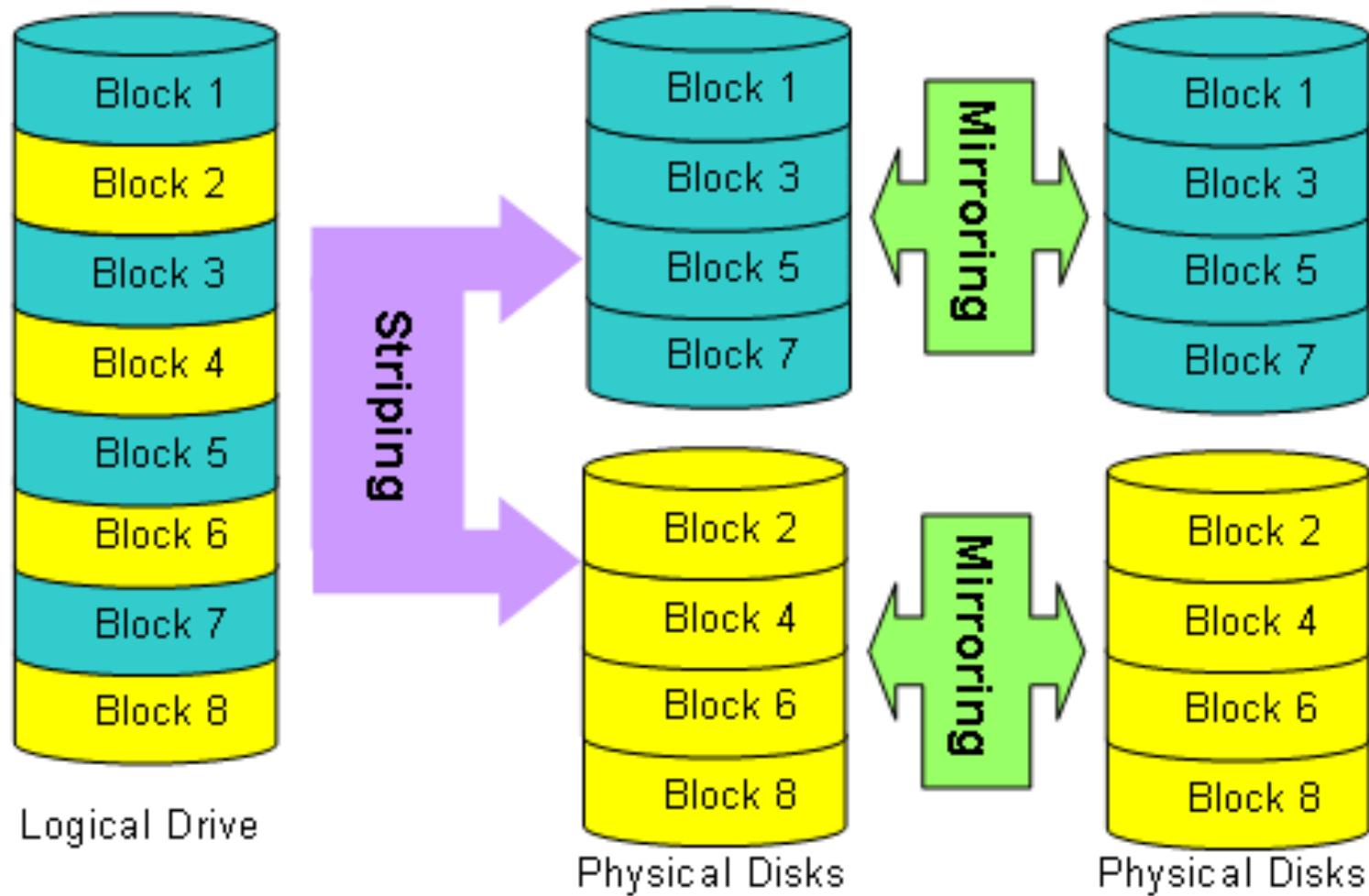
- belastet die CPU
- evtl. langsamer
- evtl. stabiler (Controllertausch)
- *hot swap* und *rebuild* im laufenden Betrieb
- preiswerte Platten möglich
- meist keine TLER-Probleme
- oft im Mainboard-Chipsatz integriert

TLER (time-limited error recovery) - zeitbeschränkte Fehlerkorrektur, die Zeit, die einer Festplatte zur Verfügung steht um eine Fehlerkorrektur durchzuführen

Problematisch bei **Desktop-Festplatten** in RAIDs (Seagate empfiehlt deshalb nur RAID 1/10/6)

Fragen I

Welches RAID-Level ist dargestellt?



Fragen II

Aus dem Datenblatt der *WD Caviar® Green™ Desktop Hard Drives*

Applications

- . Desktop PCs, high capacity external storage, and NAS.*
- . Desktop / Consumer RAID Environments - WD Caviar Green Hard Drives are tested and recommended for use in consumer-type RAID applications (i.e., Intel Matrix RAID technology).*

Business Critical RAID Environments – WD Caviar Green Hard Drives are not recommended for and are not warranted for use in RAID environments utilizing Enterprise HBAs and/or expanders and in multi-bay chassis, as they are not designed for, nor tested in, these specific types of RAID applications.

*For all Business Critical RAID applications, please consider WD's Enterprise Hard Drives that are specifically designed with RAID-specific, time-limited error recovery (TLER), are tested extensively in 24x7 RAID applications, and include features like enhanced *RAFF* technology and thermal extended burn-in testing.*

Fassen Sie die wesentlichsten Aussagen des Textes kurz zusammen!

Links

[Managing RAID on Linux](#)

[Linux Software-RAID](#)

[RAIDs jenseits der Standard-Level in iX 3/2006, S.54](#)

[Triple-Parity RAID and Beyond](#)

[RAID Recovery Guide](#)

[CSI:Munich - How to save the world with ZFS and 12 USB Sticks](#)

[24 SSD RAID - Over 20TB of SSD Storage!](#)

[SSD-RAID-Verbünde performant konfigurieren in iX 2/2018, S.46](#)

Controller Tests

[Storage-Alleskönner: 16-Port SAS-Controller \(2009\)](#)

[SAS 2.0 RAID-Controller mit 6 Gb/s im Test \(2011\)](#)

[SAS-RAID-Controller mit PCIe 3.0 im Test \(2013\)](#)

[12Gb/s SAS: MegaRAID 9361 beschleunigt SSD & HDD RAIDs \(2014\)](#)