

RAID

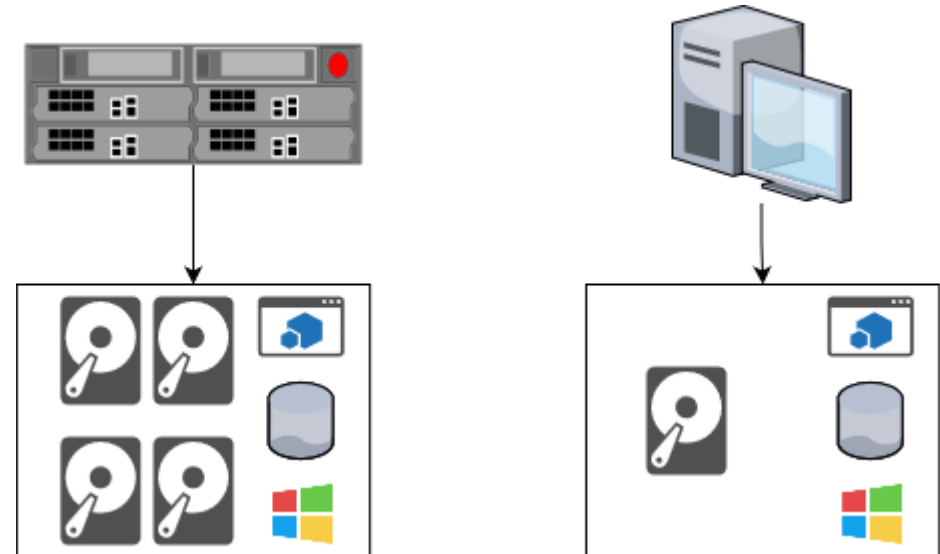
von Maximilian Kerst und Benedict Gulla

Gliederung

- Motivation
- Grundlagen
- RAID - Level
- Spare - Speichermedium
- RAID erweitern
- Hardware-/Software-RAID
- Fehlererkennung
- Rebuild

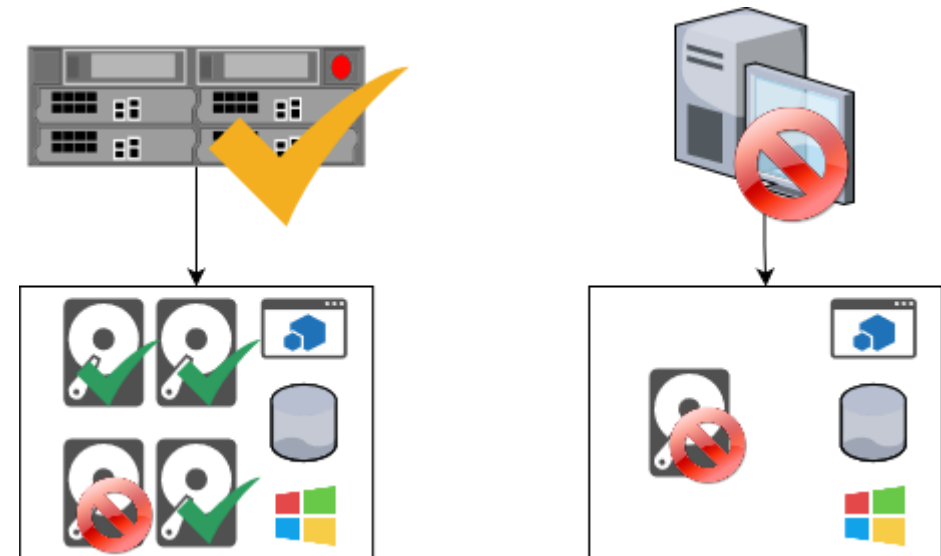
Motivation

- Heimcomputer:
 - alle Daten auf einem physischen Volume gespeichert
- Server:
 - alle Daten auf einem logischen Volume gespeichert
 - RAID-Set mit Ausfalltoleranz einer Festplatte

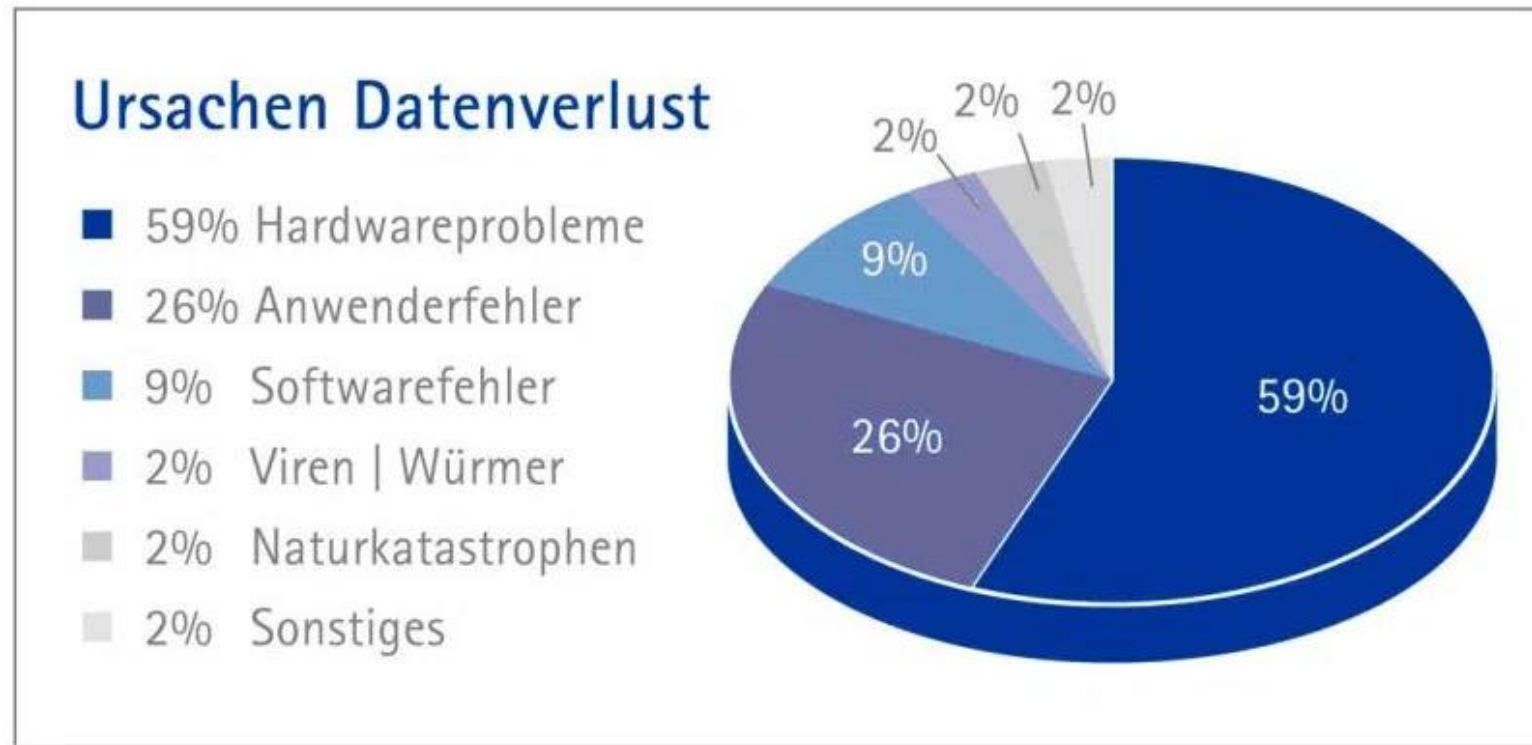


Motivation

- Heimcomputer:
 - System bei Ausfall des Speichermediums offline
- Server:
 - System bei Ausfall eine Speichermediums weiterhin online
 - Performance eingeschränkt
 - Rebuild ausstehend



Motivation

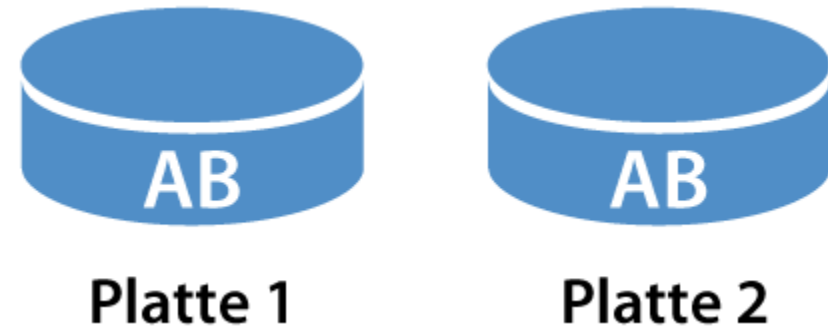


Grundlagen RAID

- **Redundant Array of Independent Disks**
 - früher: Redundant Array of Inexpensive Disks
- Erster Einsatz von RAID in 90er Jahren
- kein Ersatz für Backup
- Speichermedien gleicher Kapazität verwenden

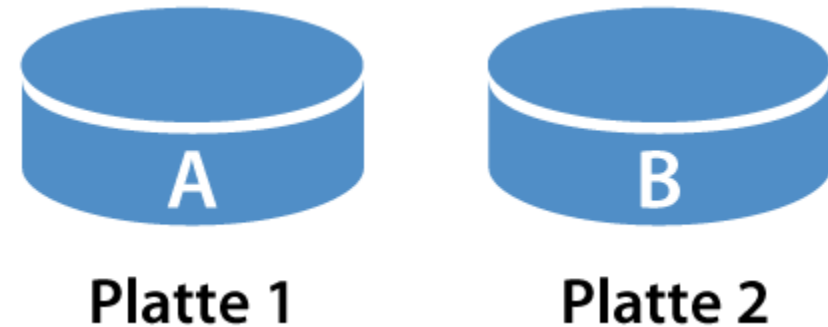
Grundlagen - Mirroring

- alle Daten werden auf Speichermedium 1 und 2 gespeichert
- kein Datenverlust bei Ausfall eines Speichermediums



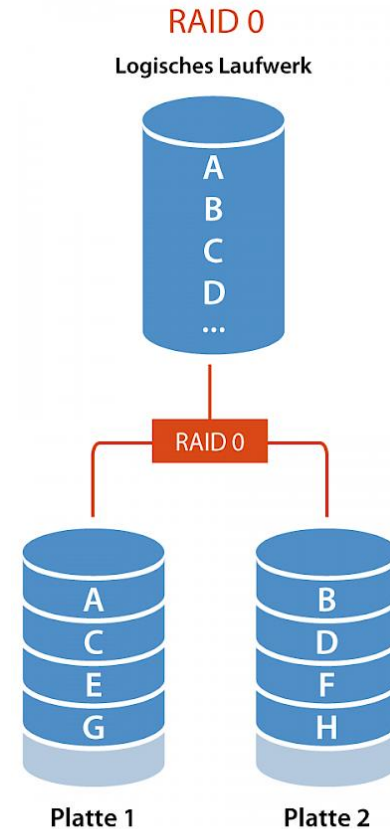
Grundlagen - Striping

- Daten werden auf allen Speichermedien verteilt geschrieben
- Datenverlust bei Ausfall eines Speichermediums



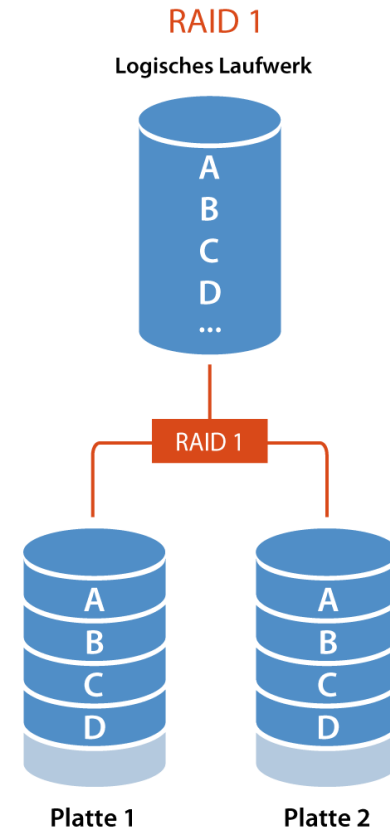
RAID-Level - RAID0

- Striping
- Min. 2 Speichermedien
- Nutzungskapazität: 100%
- Pro:
 - hohe Performance bei großen, zusammenhängenden Dateien
- Contra:
 - keine Ausfallsicherheit
 - Bei kleinen Files limitiert Zugriffszeit des Speichermediums



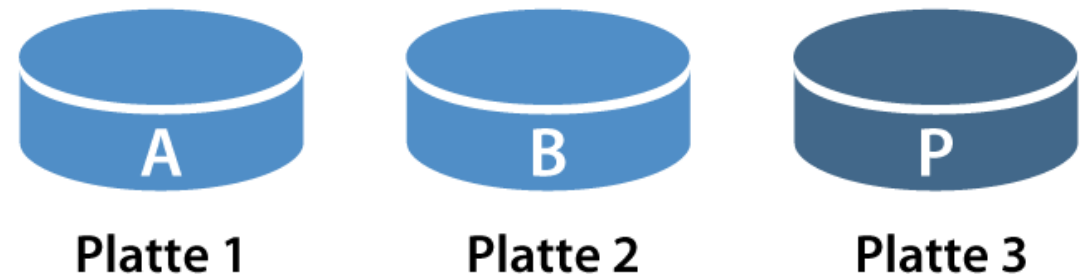
RAID-Level - RAID1

- Mirroring
- min. 2 Speichermedien
- Nutzungskapazität: $\leq 50\%$
- Pro:
 - Ausfallsicherheit des Spiegels
- Contra:
 - geringe Nettospeicherkapazität
 - hohe Kosten



RAID-Level mit Parität

- Daten werden per Striping auf mehrere Speichermedien geschrieben
- Paritätsinformation über Speicherung der Daten auf weiterem Speichermedium
- Je nach RAID Typ unterschiedlicher Algorithmus
 - RAID5: XOR



RAID-Level mit Parität

- Daten werden per Striping auf mehrere Speichermedien geschrieben
- Paritätsinformation über Speicherung der Daten auf weiterem Speichermedium
- Je nach RAID Typ unterschiedlicher Algorithmus
 - RAID5: XOR

XOR		
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

RAID-Level mit Parität

Parity-Generierung	
Laufwerk	Inhalt
Laufwerk A	11101100
Laufwerk B	10110011
Laufwerk C	01001101
Parity-Laufwerk	00010010

RAID-Level mit Parität

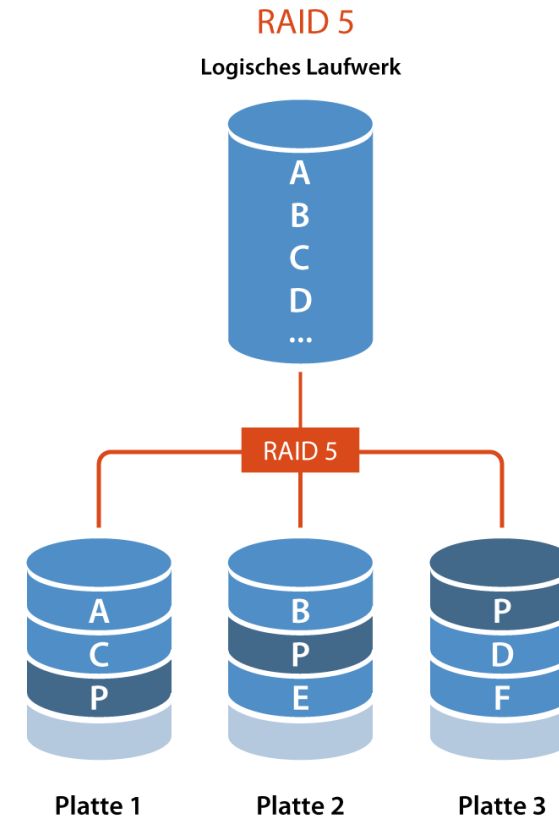
	vor dem Ausfall	Ausfall eines Datenlaufwerks	Ausfall des Parity-Laufwerks
Laufwerk A	11101100	11101100	11101100
Laufwerk B	10110011	xxxxxxx	10110011
Laufwerk C	01001101	01001101	01001101
Parity-Laufwerk	00010010	00010010	xxxxxxx
Datenrekonstruktion		10110011	00010010

RAID-Level mit Parität

- Option A:
 - RAID-Controller schreibt neue Datenblöcke auf Laufwerk
 - Neuberechnung Paritätsinformationen
 - Nachfolgend erneutes Lesen aller betroffenen Blöcke
 - Bei Schreiboperationen Zugriff auf alle Speichermedien erforderlich
- Option B:
 - RAID-Controller liest zu überschreibenden Datenblock ein
 - Berechnung veränderte Bits mittels XOR
 - Verknüpfung Paritätsinformationen und vorheriges XOR Resultat mittels XOR
 - Abspeichern von neuen Paritätsinformationen
 - Bei Schreiboperationen nur Zugriff auf zwei Speichermedien erforderlich

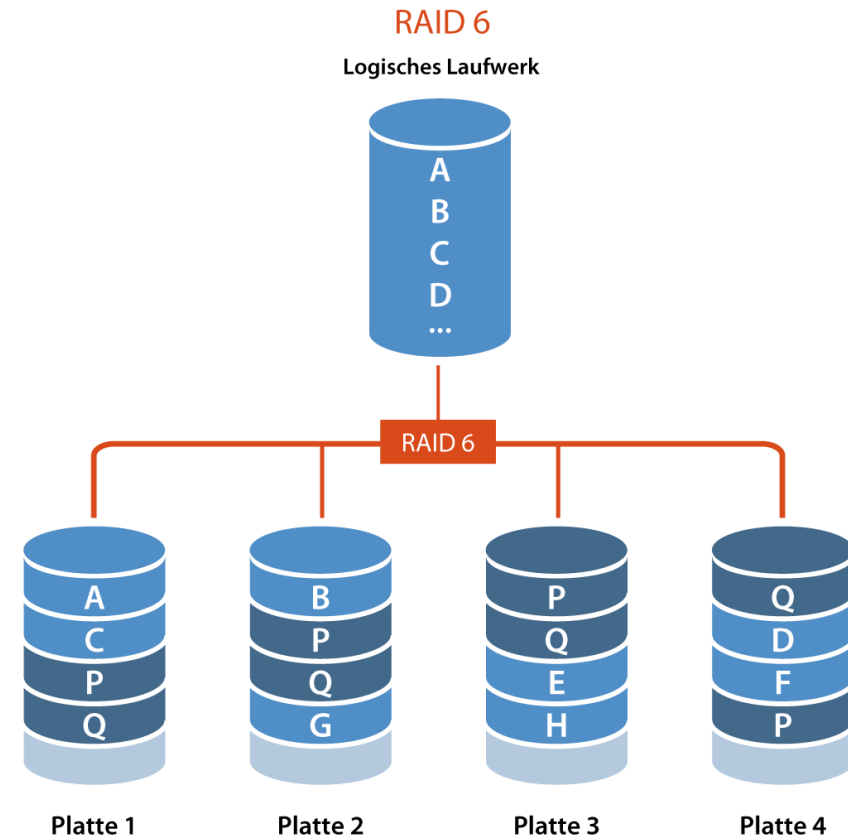
RAID-Level - RAID5

- Striping und Parity
- min. 3, max. 16 Speichermedien
- Nutzungskapazität: 67% - 94%
- Pro:
 - hohe Nettospeicherkapazität
 - hohe Lesegeschwindigkeit
- Contra:
 - Initialisierung erforderlich
 - langsame Schreibgeschwindigkeit
 - langsamer restore



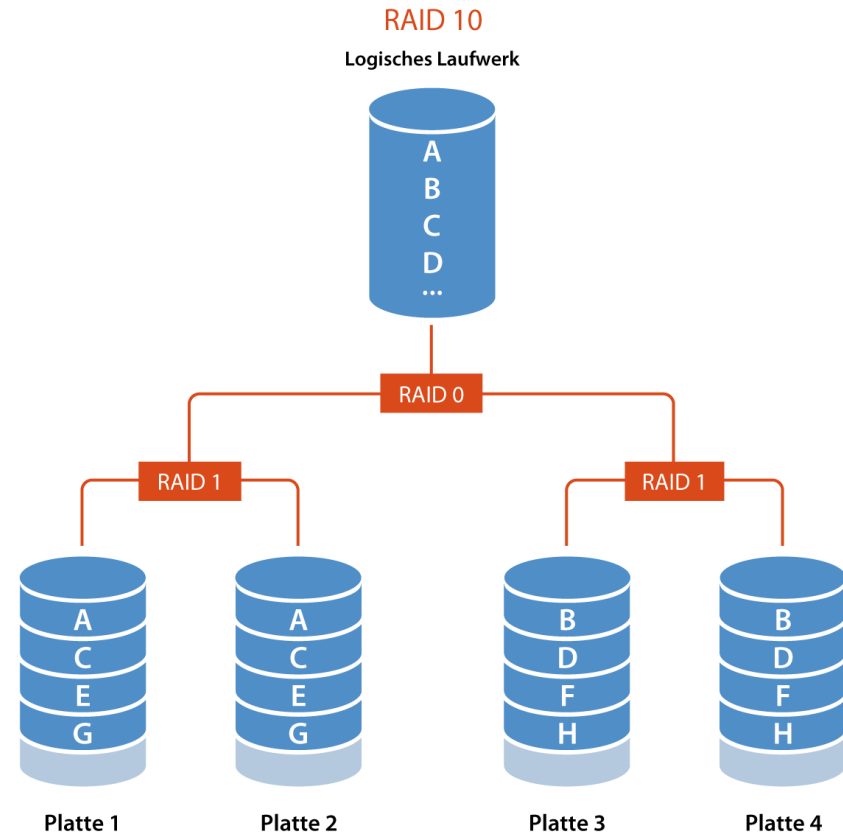
RAID-Level - RAID6

- Striping und Parity
- min. 4, max. 16 Speichermedien
- Nutzungskapazität: 50% - 88%
- Parity redundant auf zwei Speichermedien
- Pro:
 - Ausfallsicherheit zweier Speichermedien
- Contra:
 - geringere Nettospeicherkapazität als RAID5
 - schlechtere Schreibgeschwindigkeit als RAID5



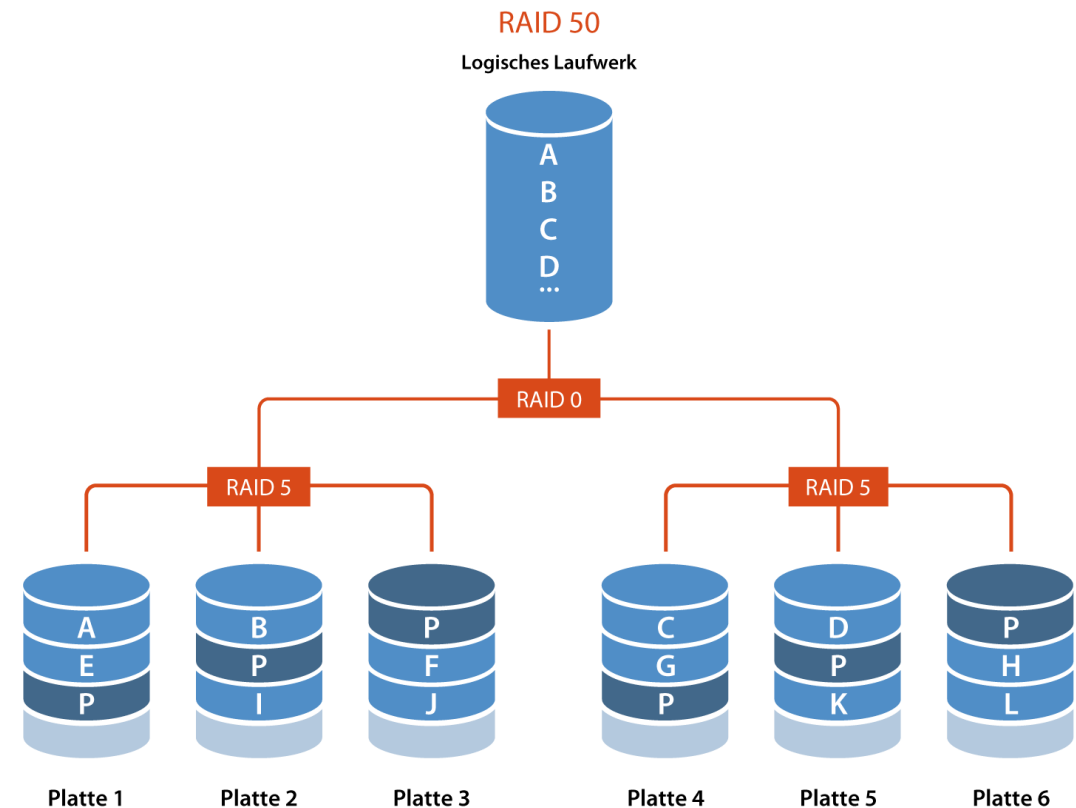
RAID-Level - RAID10

- Mirroring und Striping
- Min. 4 Speichermedien
- Nutzungskapazität: 50%
- Pro:
 - Hohe Schreib/Lesegeschwindigkeit
 - Ausfallsicherheit zweier Laufwerke
- Contra:
 - geringe Nettospeicherkapazität



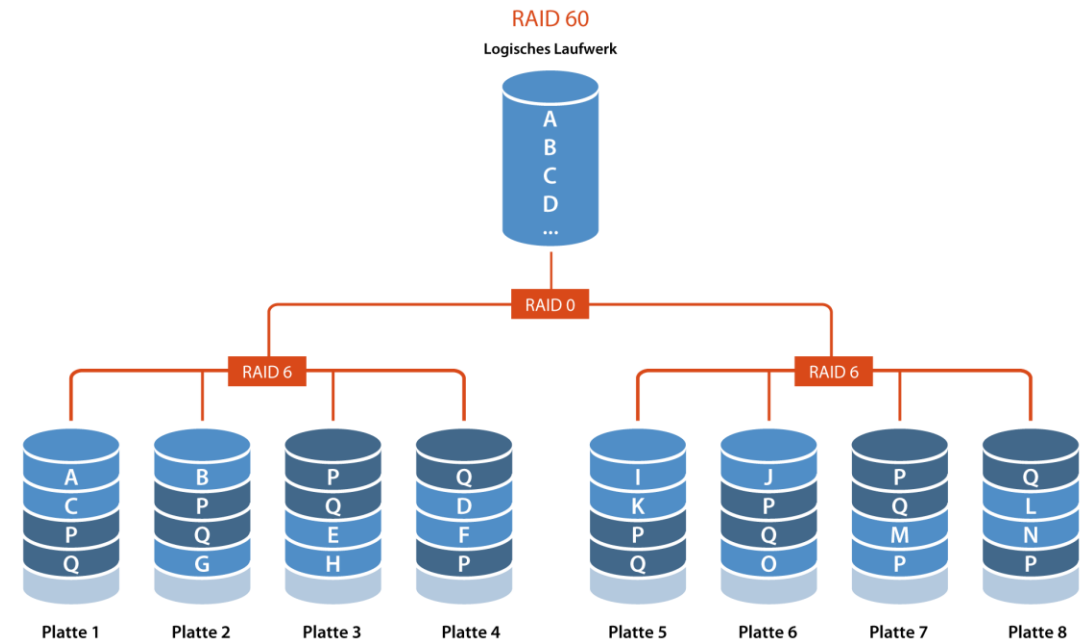
RAID-Level - RAID50

- Mirroring, Striping und Parity
- min. 6 Speichermedien
- Nutzungskapazität: >67%
- Pro:
 - höhere Ausfallsicherheit als bei RAID5
- Contra:
 - geringere Nettospeicherkapazität als bei RAID5



RAID-Level - RAID60

- Mirroring, Striping und zusätzliche Parity
- Min. 8 Speichermedien
- Nutzungskapazität: >50%
- Pro:
 - höhere Ausfallsicherheit als bei RAID50
- Contra:
 - Geringere Nettospeicherkapazität als bei RAID50



Spare Speichermedium

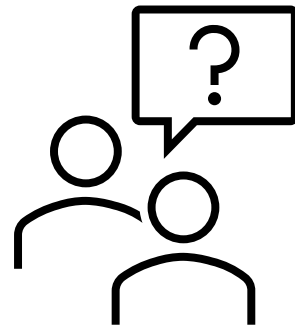
- zusätzliches Speichermedium
- Bei Ausfall einer Festplatte erfolgt sofortiger restore auf Spare Festplatte
- Global Spare
 - Spare für alle Speichermedien
- Dedicated Spare
 - Spare für bestimmtes RAID-Set
 - zB ein RAID-Set für Produktivsystem, eins für Lab
- Enclosure Spare
 - Spare für bestimmtes Gehäuse (bei mehreren Gehäusen in Storage-System)

RAID erweitern

- nativ nicht vorgesehen
- Optionen:
 - a) herstellerbedingt ggf. Erweiterung möglich
 - b) Daten sichern, RAID neu konfigurieren, Daten wiederherstellen
 - c) weiteres Volume mit zusätzlichen Speichermedien erzeugen

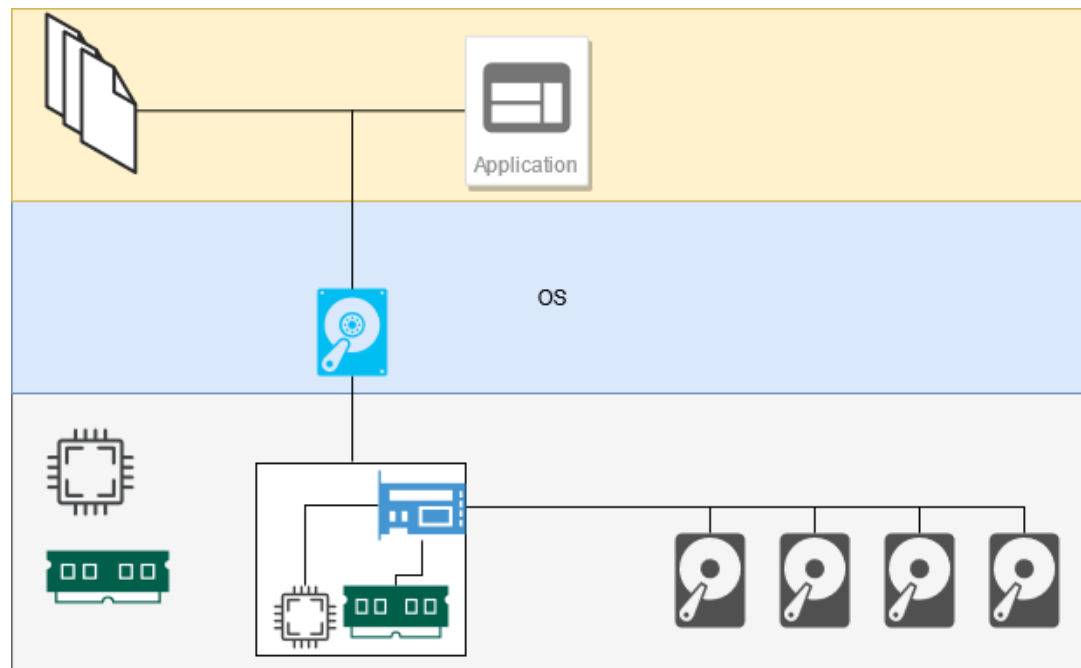
Hardware-RAID vs. Software-RAID

Durch RAID entsteht zusätzlicher Rechenaufwand → Umgang?

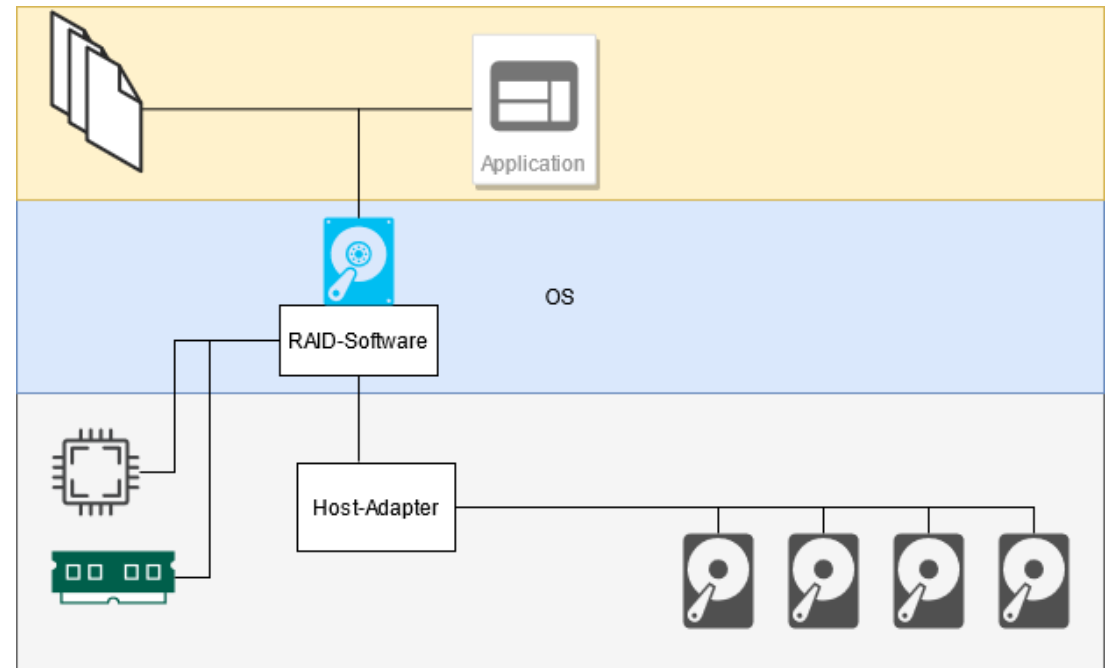


Hardware-RAID vs. Software-RAID

Hardware-RAID



Software-RAID



Software-RAID

- Rein software-seitig umgesetzt
- Unter Umständen einzige Implementierungsmöglichkeit (siehe ZFS)
- Keine Zusatzkosten für Hardware
- Moderne Hardware kompensiert Overhead, aber dennoch vorhanden
- Anfälligkeit ggü. Malware und Fehlern zur Boot-Zeit
- Kein Batteriebackup möglich (nicht verwechseln mit USV)

Hybrid-RAID

- Teilweise hardwarebeschleunigtes Software-RAID, bereitgestellt durch HBA oder Mainboard, evtl. mit XOR-Beschleuniger
- Schutz des RAIDs zur Boot-Zeit
- Treiber als Abstraktionsschicht
- Moderate Zusatzkosten
- Dennoch anfällig für Malware
- Evtl. eingeschränkter Treiber-Support
- Kein Batteriebackup möglich

Hardware-RAID

- Vollständig in Hardware gelöst, unabhängig vom Host (Addin-Karte oder RAID-on-Chip)
- Eigener Prozessor + RAM
- Entlastet Host durch Übernahme des RAID-Overheads
- OS-unabhängig
- Batteriebackup bietet höhere Datensicherheit und ermöglicht Schreibcache (Performancegewinn)
- Vendor-Lock-in
- Hohe zusätzliche Kosten (siehe nächste Folie)

ALLE KATEGORIEN

PC & ZUBEHÖR

KOMPONENTEN

SPEICHERCONTROLLER

JACOB  Sale

Service für Geschäftskunden

Gerne biete ich Ihnen bei größeren Bestellungen ein individuelles Angebot oder weitere Services an.



Broadcom LSI MegaRAID SAS 9361-8i - Speichercontroller (RAID) - SATA 6Gb/s / SAS 12Gb/s Low-Profile - 12 Gbit/s - RAID 0, 1, 5, 6, 10, 50, 60 - PCIe 3.0 x8 (05-25420-08)

Broadcom (05-25420-08)

ArtNr: 1917966D

GTIN: 0830343003075

★★★★★ (1)



Sofort lieferbar

Noch 8 Stück verfügbar

€471,84

inkl. 19% MwSt. **Versandkostenfrei**



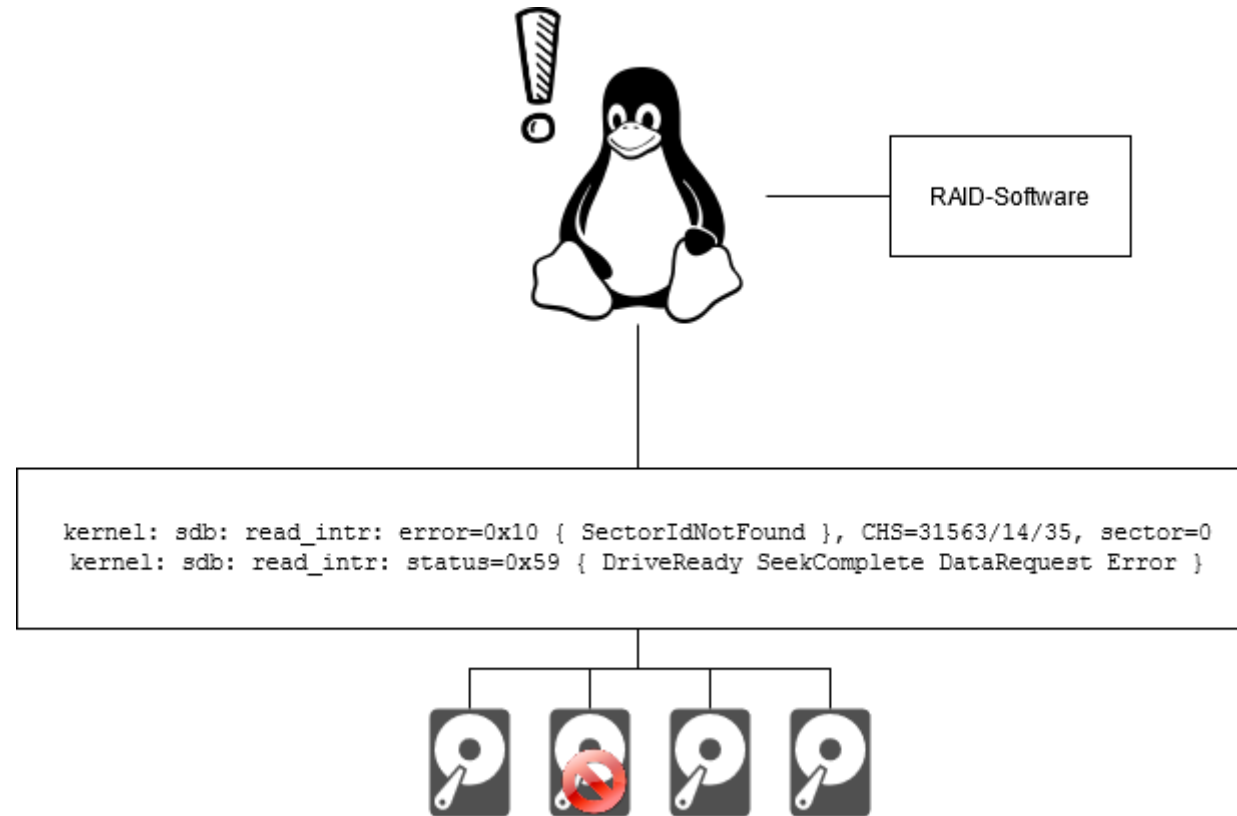
RATENZAHLUNG

Bezahlen Sie in 12 monatlichen Raten. [Ratenrechner](#)

1

In den Warenkorb

RAID Fehlererkennung



RAID Fehlererkennung

Zustand	RAID online	RAID degraded	RAID offline
Lesbarkeit	Ja	Ja	nein
Bedeutung	Alles in Ordnung	Defekt(e) liegen vor, aber Array noch funktional	Defekt(e) liegen vor, Daten nicht mehr zugänglich
Handlungsempfehlung	-	Backup erstellen, Rebuild; alternativ Backup auf neuem Array wiederherstellen	Datenrettung beauftragen oder letztes Backup auf neuem Array wiederherstellen

RAID Rebuild

- Ziel: degraded Array wiederherstellen
- Ablauf:
 - Ggf. der Software ankündigen
 - Defekte Platte(n) durch intakte ersetzen
 - Rebuild in Software oder Controller-BIOS starten
 - Verbleibende Platten werden sektorweise gelesen
 - Verlorengegangene Informationen werden wiederhergestellt und geschrieben

RAID Rebuild

- RAID 0: kein Rebuild möglich
- RAID 1: gespiegelte Daten werden kopiert, keine Möglichkeit zur Integritätsprüfung
- RAID 5 / 6: verlorene Paritäten / Nutzdaten werden errechnet

RAID Rebuild



Live-Demonstration eines Rebuilds

welches RAID ist nun für
mich passend?

Bei Bedarf Rückfrage in der Fragenrunde stellen

Weiterführende Links

- RAID Calculator
 - https://www.synology.com/en-us/support/RAID_calculator
- Reed-Solomon-Code
 - https://www.Intwww.de/Kanalcodierung/Definition_und_Eigenschaften_von_Reed%E2%80%93Solomon%E2%80%93Codes

Quellen

- [Stae19] Stäheli, Marcel: Die wichtigsten RAID-Systeme erklärt, 2019.
<https://www.globalsystem.ch/ratgeber/raid-systeme-erklaert/> Abruf: 27.03.2021
- [Fis15] Fischer, Werner: RAID, 2015.
<https://www.thomas-krenn.com/de/wiki/RAID> Abruf: 27.03.2021
- [Att15] Attingo Datenrettung: RAID Datenrettung, 2015.
https://www.thomas-krenn.com/de/wiki/RAID_Datenrettung Abruf: 27.03.2021
- [Adm21] Administrator: RAID Level - Verfügbarkeit und Performance für Festplatten und SSDs mit Hot Spare, 2021. <https://www.storitback.de/service/raid-level-hot-spare.html> Abruf: 27.03.2021
- [Lut18] Luther, Jörg: RAID im Überblick – RAID 0 bis 7, 2018
<https://www.tecchannel.de/a/raid-im-ueberblick-grundlagen-raid-0-bis-7,401665> Abruf: 27.03.2021
- [Adm21A] Administrator: RAID-Level 5(2 / 3 / 4), 2021.
<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/1001021.htm> Abruf: 28.03.2021

Quelle

- [ada06] Adaptec, Inc.: Hardware RAID vs. Software RAID: Which Implementation is Best for my Application?, 2021. https://www.adaptec.com/nr/rdonlyres/14b2fd84-f7a0-4ac5-a07a-214123ea3dd6/0/4423_sw_hwraid_10.pdf Abruf: 27.03.2021
- [tho15a] Thomas-Krenn: RAID, 2015. <https://www.thomas-krenn.com/de/wiki/RAID> Abruf: 27.03.2021
- [tho15b] Thomas-Krenn: RAID Datenrettung, 2015. https://www.thomas-krenn.com/de/wiki/RAID_Datenrettung Abruf: 28.03.2021
- [tho18] Thomas-Krenn: Mdadm recovery und resync, 2018. https://www.thomas-krenn.com/de/wiki/Mdadm_recovery_und_resync Abruf: 29.03.2021
- [tld21] The Linux Documentation Project: RAID-HOWTO, 2021. <https://tldp.org/HOWTO/Software-RAID-HOWTO-6.html#ss6.1> Abruf: 28.03.2021
- [bou06] Bourbonnais, Roch: WHEN TO (AND NOT TO) USE RAID-Z, 2006. <https://blogs.oracle.com/roch/when-to-and-not-to-use-raid-z> Abruf: 28.03.2021
- [ell16] Ellingwood, Justin: How To Create RAID Arrays with mdadm on Ubuntu 16.04, 2016. <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-create-raid-arrays-with-mdadm-on-ubuntu-16-04> Abruf: 30.03.2021
- [baj19] Bajrami, Valentin: Replacing a failed RAID 6 drive with mdadm, 2019. <https://www.redhat.com/sysadmin/raid-drive-mdadm> Abruf: 30.03.2021