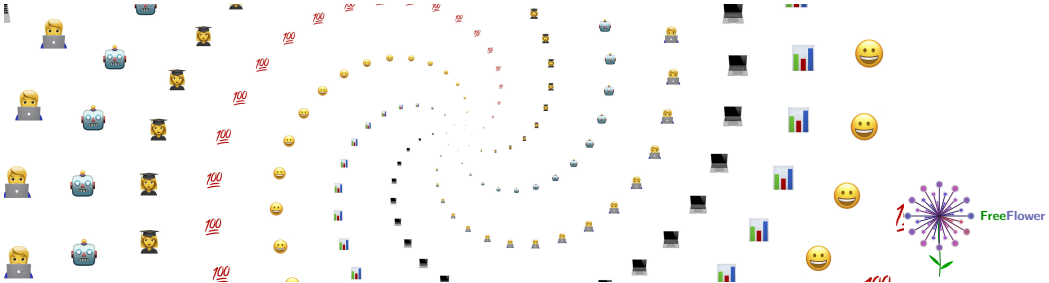
Datenintegrität

RAID

Cyril Blum

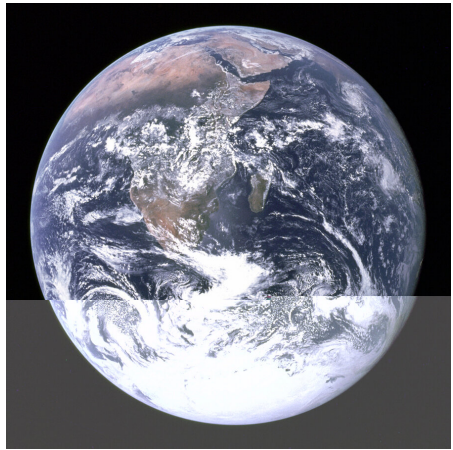
Fachschaft Informatik
Kantonsschule im Lee



Problem: Bitrot



Original

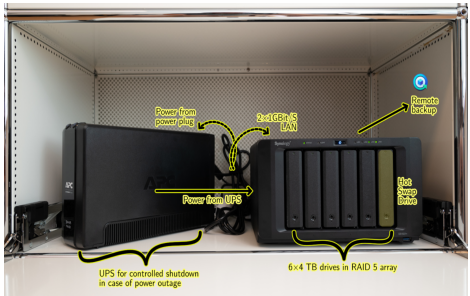


Nur 3 Bits gekippt

Foto: NASA/Apollo 17 (Wikimedia Commons), gemeinfrei. Zum Weiterschauen: Tony & Chelsea Northrup, „NAS Storage for Photos & Video: PROTECT YOUR DATA!“, https://www.youtube.com/watch?v=xvbnhCDfREk

FreeFlower

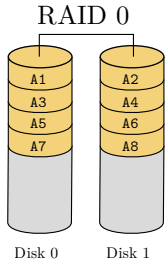
Mögliche Lösung: NAS mit RAID



- Network-Attached Storage (NAS): Netzwerkgebundener Speicher
- Redundant Array of Independent Disks (RAID): Redundante Anordnung unabhängiger Festplatten
- **Achtung:** RAID ist kein Backup! Gelöschte, überschriebene, verschlüsselte (Ransomware) oder beschädigte Dateien landen sofort auf allen Platten → separates Backup (offline / extern)

FreeFlower

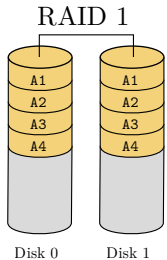
RAID 0



Grafik: Cburnett, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

- **Prinzip:** Striping (Daten werden in Blöcke aufgeteilt und auf die Festplatten verteilt)
- **Vorteil:** Hohe Geschwindigkeit
- **Nachteil:** Hohe Wahrscheinlichkeit für Datenverlust (kein Schutz)
- **Anwendung:** Temporäre / grosse Daten, z.B. Spiele
- **Kapazität:** n Festplatten $\rightarrow$ n-fache Kapazität

RAID 1



Grafik: Cburnett, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

- **Prinzip:** Mirroring (je zwei Festplatten bilden ein identisches Spiegelpaar)
- **Vorteil:** Hohe Ausfallsicherheit (pro Spiegelpaar kann eine Festplatte ausfallen)
- **Nachteil:** Nur halbe nutzbare Kapazität
- **Anwendung:** Wichtige Daten, z.B. Server
- **Kapazität:** n Festplatten $\rightarrow$ $n/2$-fache Kapazität

Auftrag

Skript „Datenintegrität“

- 1.26, 1.27 (RAID 0 und 1)



Parität mit XOR

A	B	$A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

- XOR („exklusives Oder“): 1, wenn genau ein Bit 1 ist (Addition modulo 2)



FreeFlower

Parität mit XOR

A	B	$A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

- XOR („exklusives Oder“): 1, wenn genau ein Bit 1 ist (Addition modulo 2)
- Bitfolgen werden Stelle für Stelle verknüpft



Parität mit XOR

A	B	A $\oplus$ B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

1011	D_1
$\oplus$ 1100	D_2
0111	$D_1 \oplus D_2$
$\oplus$ 0110	D_3
0001	P (Parität)

- XOR („exklusives Oder“): 1, wenn genau ein Bit 1 ist (Addition modulo 2)
- Bitfolgen werden Stelle für Stelle verknüpft
- Mehrere Blöcke: untereinander schreiben, mit dem Zwischenresultat weiterrechnen



Parität mit XOR

A	B	A $\oplus$ B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

1011	D_1
$\oplus$ 1100	D_2
0111	$D_1 \oplus D_2$
$\oplus$ 0110	D_3
0001	P (Parität)

- XOR („exklusives Oder“): 1, wenn genau ein Bit 1 ist (Addition modulo 2)
- Bitfolgen werden Stelle für Stelle verknüpft
- Mehrere Blöcke: untereinander schreiben, mit dem Zwischenresultat weiterrechnen
- Fehlt ein Block, ergibt das XOR der übrigen Blöcke mit P den fehlenden Block



Auftrag

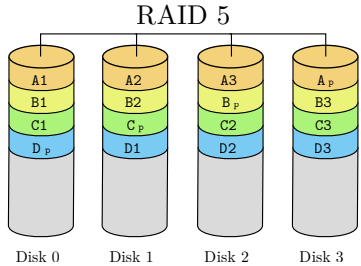
Skript „Datenintegrität“

- 1.24, 1.25 (XOR)



FreeFlower

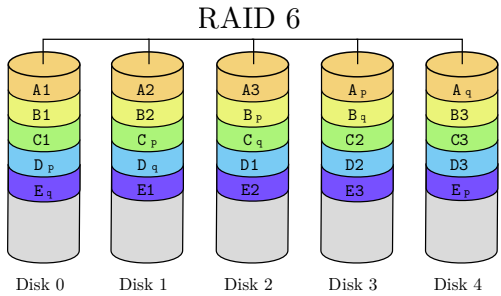
RAID 5



Grafik: Cburnett, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

- **Prinzip:** Striping mit verteilter Parität (Paritätsinformationen werden auf alle Festplatten verteilt)
- **Vorteil:** Gute Geschwindigkeit, Schutz bei Ausfall einer Festplatte
- **Nachteil:** Wiederherstellung bei Ausfall dauert lange
- **Anwendung:** Dateiserver, NAS
- **Kapazität:** n Festplatten $\rightarrow (n-1)$-fache Kapazität

RAID 6



Grafik: Cburnett, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

- **Prinzip:** Striping mit doppelter Parität (zwei Paritätsblöcke pro Stripe)
- **Vorteil:** Schutz bei Ausfall von zwei Festplatten
- **Nachteil:** Noch geringere nutzbare Kapazität, langsamere Schreibgeschwindigkeit
- **Anwendung:** Grosse Speicherlösungen mit hoher Sicherheit
- **Kapazität:** n Festplatten $\rightarrow$ $(n-2)$-fache Kapazität



Auftrag

Skript „Datenintegrität“

- 1.28–1.31 (RAID 5 und 6)



FreeFlower

RAID ist kein Backup

RAID schützt vor ...

- Ausfall einer Festplatte (RAID 6: zwei)
- Stillstand: das System läuft weiter

RAID schützt *nicht* vor ...

- versehentlichem Löschen / Überschreiben



RAID ist kein Backup

RAID schützt vor ...

- Ausfall einer Festplatte (RAID 6: zwei)
- Stillstand: das System läuft weiter

RAID schützt *nicht* vor ...

- versehentlichem Löschen / Überschreiben
- Ransomware



RAID ist kein Backup

RAID schützt vor ...

- Ausfall einer Festplatte (RAID 6: zwei)
- Stillstand: das System läuft weiter

RAID schützt *nicht* vor ...

- versehentlichem Löschen / Überschreiben
- Ransomware
- Diebstahl, Brand, Wasserschaden



RAID ist kein Backup

RAID schützt vor ...

- Ausfall einer Festplatte (RAID 6: zwei)
- Stillstand: das System läuft weiter

RAID schützt *nicht* vor ...

- versehentlichem Löschen / Überschreiben
- Ransomware
- Diebstahl, Brand, Wasserschaden
- *bit rot*, das unbemerkt bleibt



RAID ist kein Backup

RAID schützt vor ...

- Ausfall einer Festplatte (RAID 6: zwei)
- Stillstand: das System läuft weiter

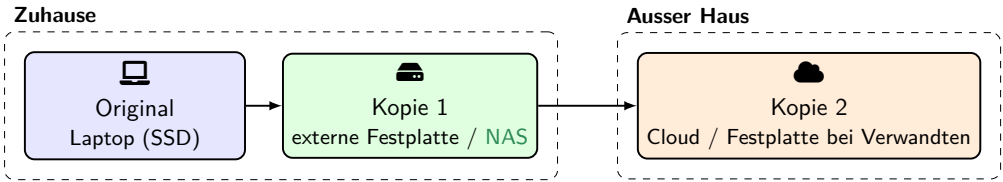
RAID schützt *nicht* vor ...

- versehentlichem Löschen / Überschreiben
- Ransomware
- Diebstahl, Brand, Wasserschaden
- *bit rot*, das unbemerkt bleibt

Jede Änderung landet sofort auf *allen* Festplatten → es braucht eine **separate** Kopie: ein **Backup**.



Die 3-2-1-Regel

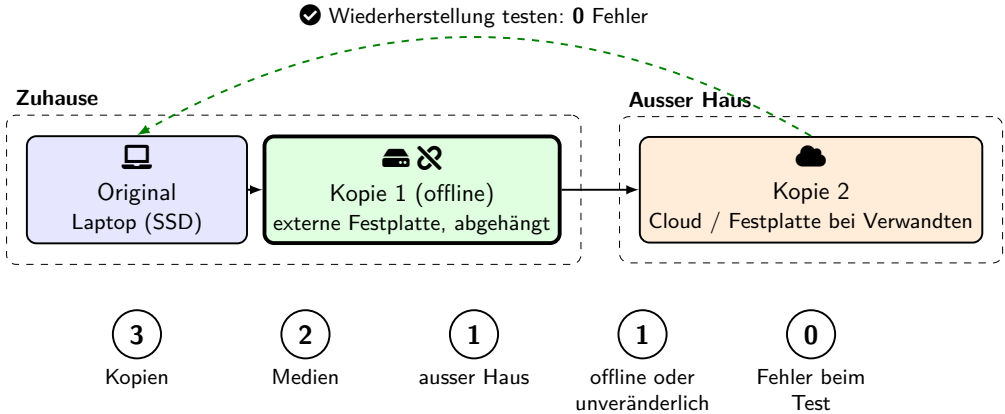


3 Kopien · auf **2** verschiedenen Medien · davon **1** ausser Haus

- Backups automatisch und regelmässig erstellen, ältere Versionen aufbewahren
- Wiederherstellung testen – erst dann weiss man, dass das Backup funktioniert

FreeFlower

Erweiterung: die 3-2-1-1-0-Regel



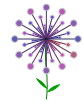
- **1** Kopie offline (nur beim Backup angeschlossen) oder unveränderlich: Ransomware kann sie nicht verschlüsseln
- **0** Fehler beim regelmässigen Test der Wiederherstellung

FreeFlower

Auftrag

Skript „Datenintegrität“

- 1.32, 1.33 (Backup)



FreeFlower