

HDD:

Festplatte

- magnetisches Speichermedium
- Daten auf rotierenden Scheiben

„hard disk drive“
HDD

„hard disk“
HD

Größen

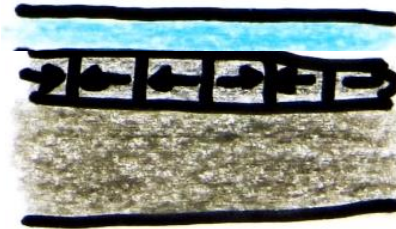
- Zollangabe $\approx \varnothing$ Scheibe

5.25"	3.5"	2.5"	1.8"	1"	0.85"
47GB	6TB	2TB	320GB	8GB	

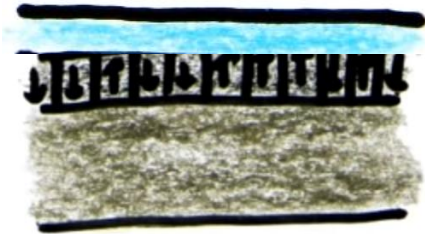


Scheiben

- auch Platten, engl. "Platter"
- aus Aluminium
Magnesium > Legierung / Glas
- Datenschicht aus Eisenoxid / Kobalt
- Schutzschicht aus Kohlenstoff



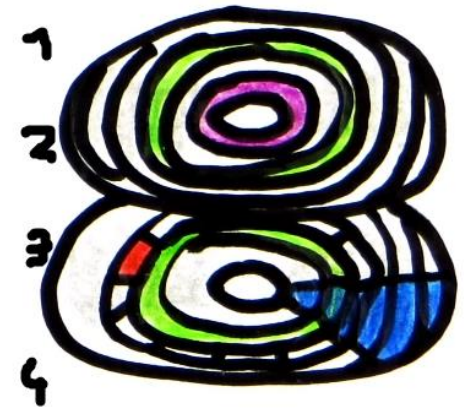
"Longitudinal Recording"



"Perpendicular Recording"

Festplattengeometrie

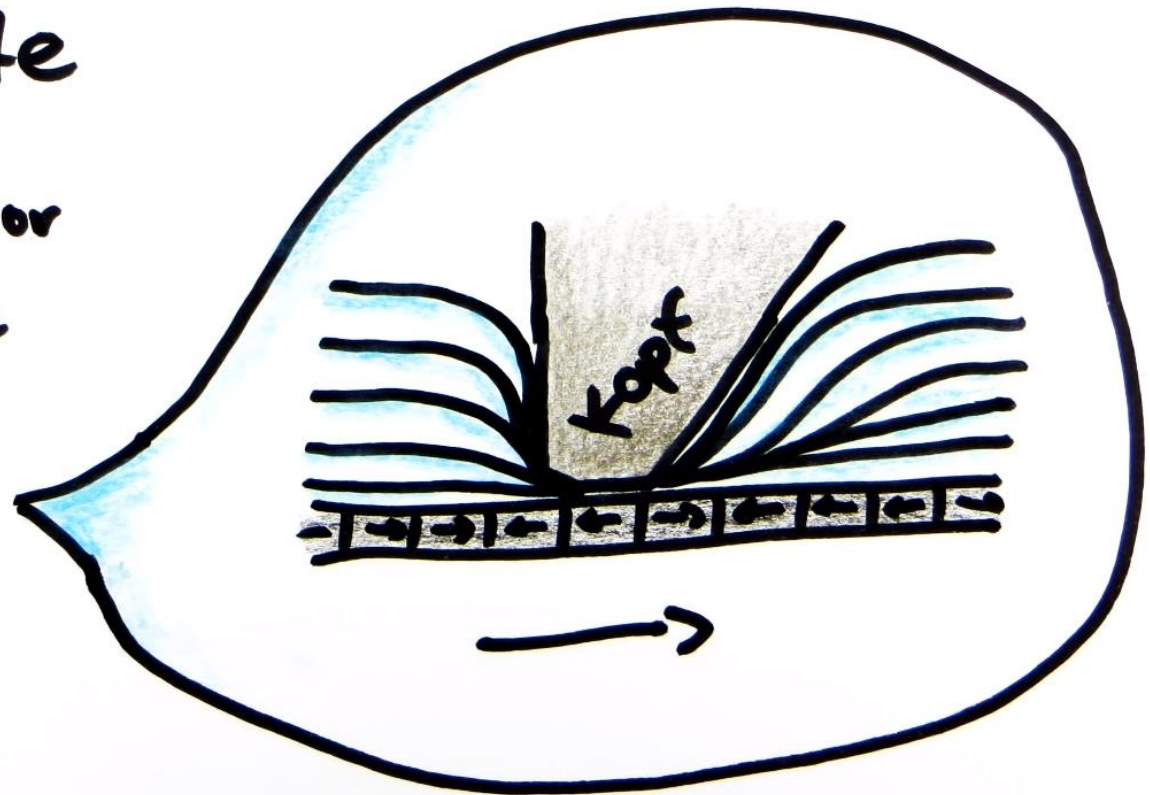
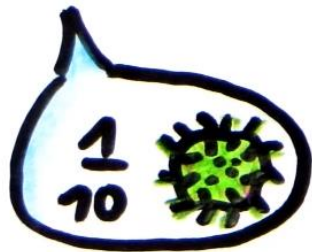
- Seiten
- Spuren / Tracks
- Zylinder
- Block (4096 Byte)
- Sektor



=> Koordinatensystem

Lese- / Schreibkopf

- 1 Kopf / Seite
- nur ein Aktuator für alle Köpfe
- 3nm Abstand



Lese- / Schreibkopf

= Elektromagnet

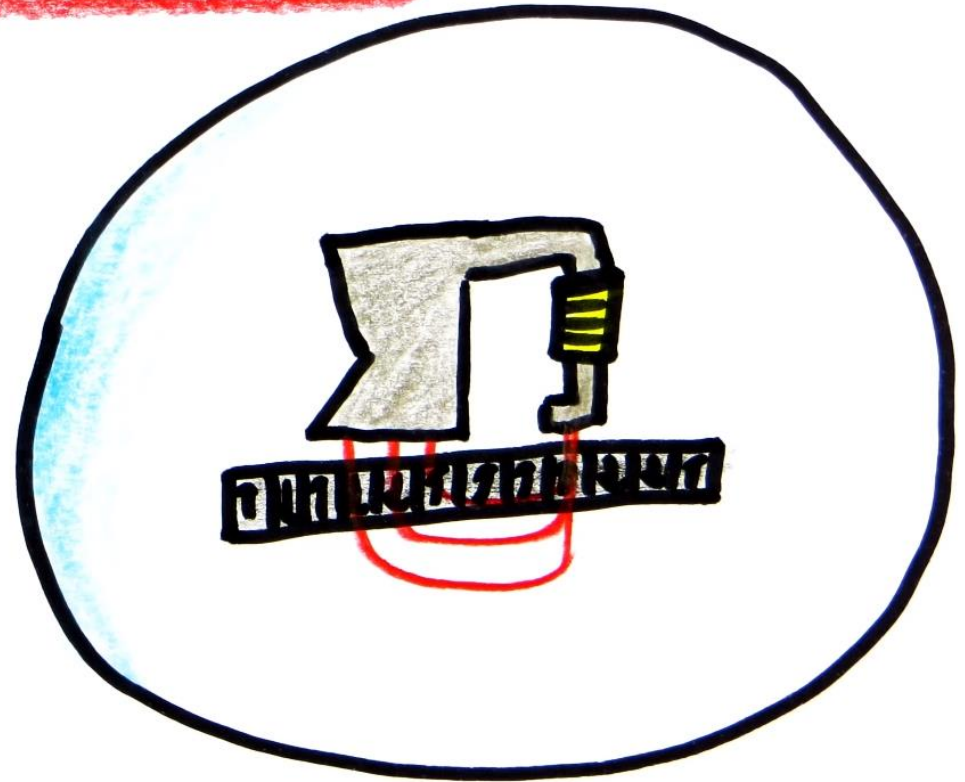
Eisenkern Spule

Lesen

= Erkennen von magn. Änderungen

Schreiben

= Umpolen von Bits



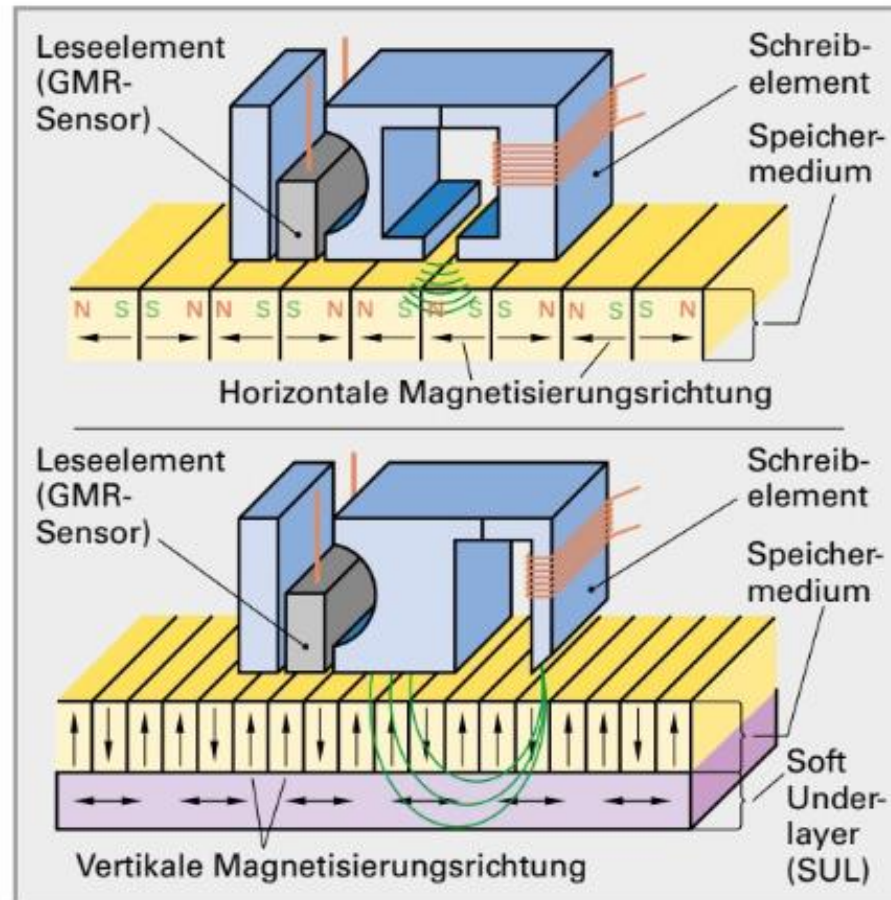


Abb.37: Aufzeichnungsarten

Weiterhin vorhanden sind:

- **Controller** -> organisiert Lese- und Schreibvorgänge
- **Cache (2 - 64 MB)** -> Zwischenspeicherung von Daten -> Erhöhung Datenrate

Zugriffszeit

[Spurwechselzeit
+
Latenzzeit] $\Rightarrow 7 \text{ ms}$

5400 U/min $\hat{=}$ 5,6 ms

7200 U/min $\hat{=}$ 4,2 ms



86B Flashspeicher



HDD + SSD

HDD-Schnittstelle:

Bezeichnungen der Laufwerke	Netto-Bitrate in Gbit/s
Serial ATA 1,5 Gbit/s	1,2
Serial ATA 3,0 Gbit/s, Rev. 2.x	2,4
Serial ATA 6,0 Gbit/s, Rev. 3.x	4,8
Serial ATA Express 8,0 Gbit/s, Rev. 3.2 (PCIe 3); 16,0 Gbit/s Rev. 3.2 (PCIe 4)	7,88 bzw. 15,76
SAS 1 3 Gbit/s; SAS 2 6 Gbit/s	2,4; 4,8
SAS 3 12 Gbit/s; SAS 4 24 Gbit/s	9,6; 12,8

Tabelle 5: HDD-Schnittstelle

-> SAS = Serial Attached SCSI (Small Computer System Interface), kurz SAS, ist eine Massenspeicher-Schnittstelle, die SCSI-Kommandos über eine serielle Schnittstelle transportiert, die mit SATA Ähnlichkeiten hat

Hinweis allgemein: PCIe-Lanes lassen sich bündeln. Mit SATA Express sind zwei bis zu vier (über M.2-Schnittstelle) Lanes möglich; PCIe-Karten nutzen hingegen bis zu 16 Lanes -> viel höhere Datenrate.

SSD:

SSD

"solid state drive/disk"

- lautlos
- stoßfest
- energiearm
- kühl

⚡ Kein Laufwerk
oder Scheibe
vorhanden!

+ Flash-Speicher

=> viel schnellere Zugriffszeiten sowie Datenraten als bei HDD!

Flash - Speicher

= Flash - EEPROM



blockweises Löschen

SS

Kamerablitz

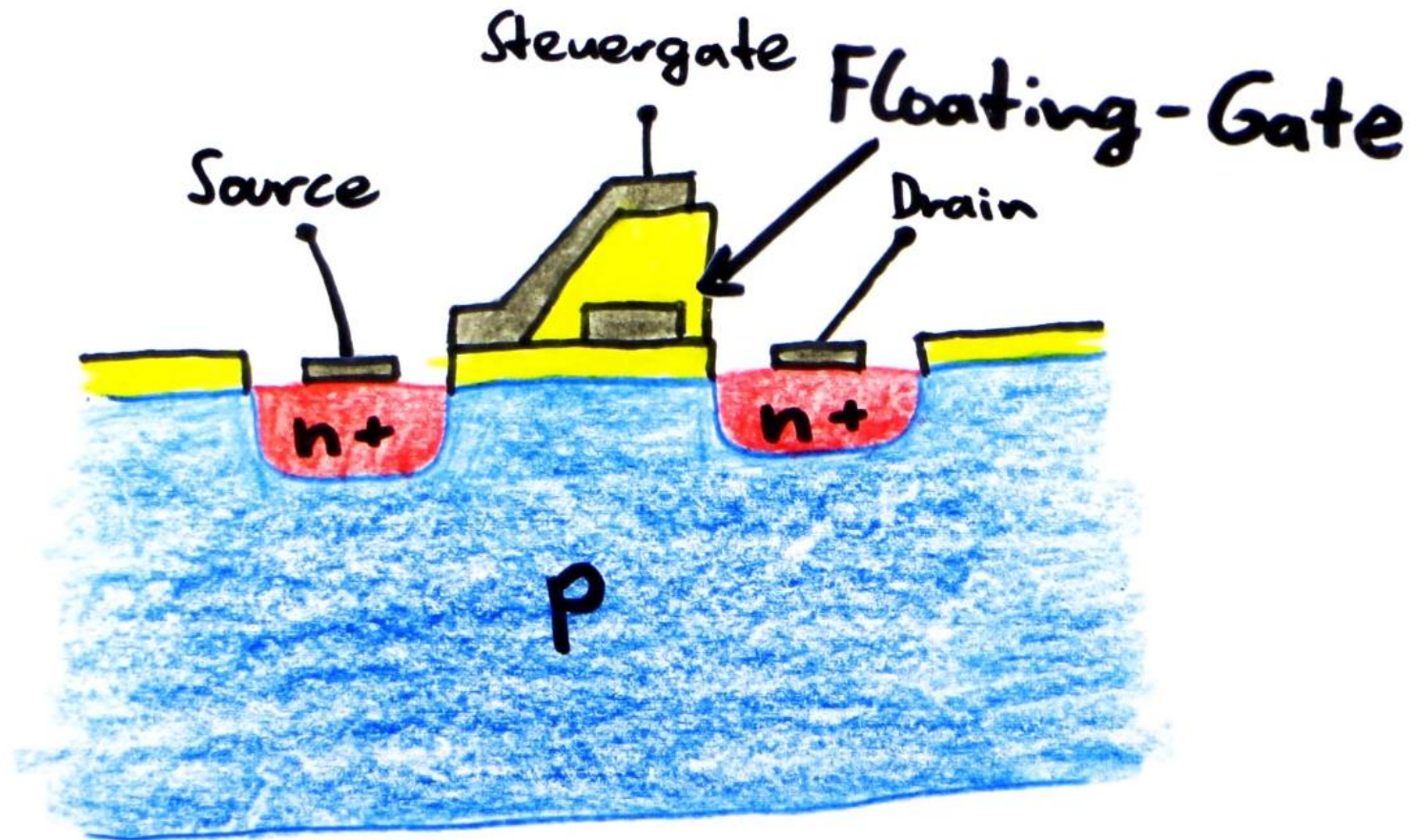


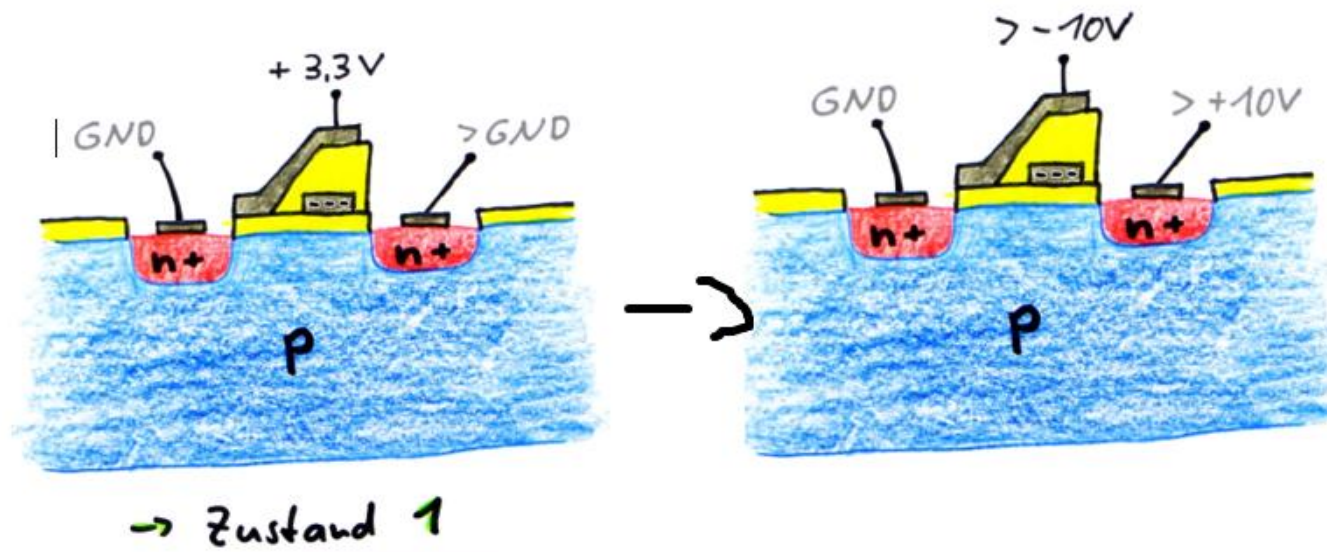
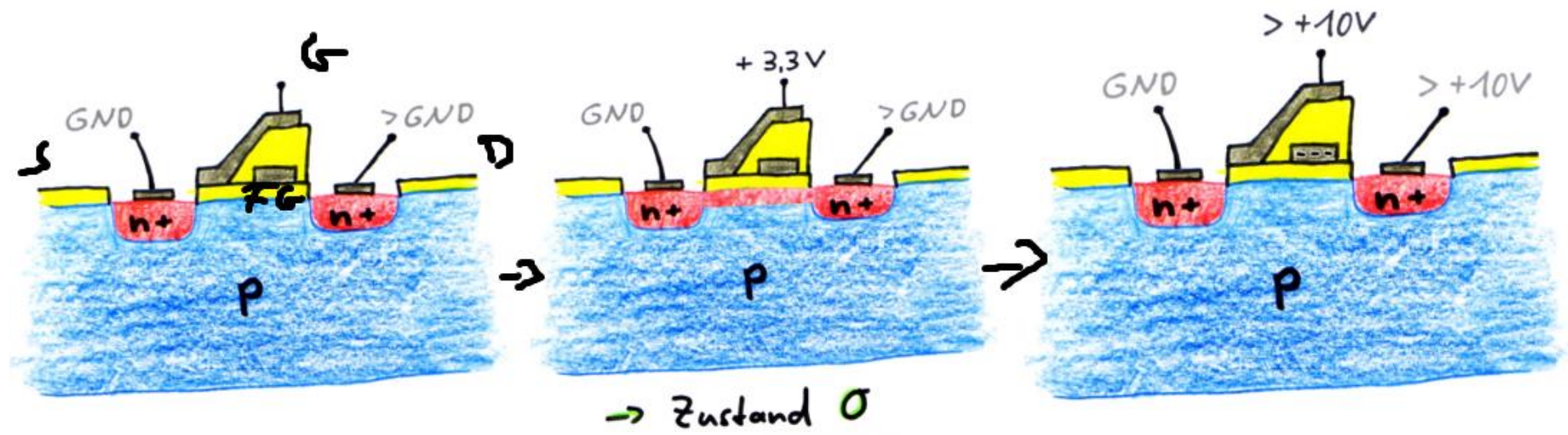
"electrically erasable
programmable read
only memory"

→ nicht flüchtig

→ elektrisch lösbar

Floating - Gate Transistor





SLC

„single-level-cell“

- speichert 1 Bit

MLC

„multi-level-cells“

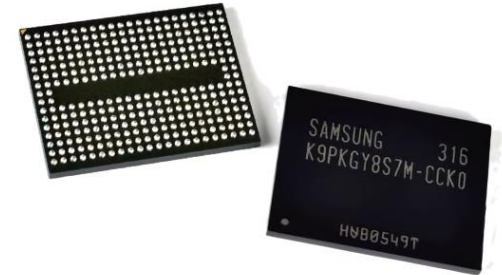
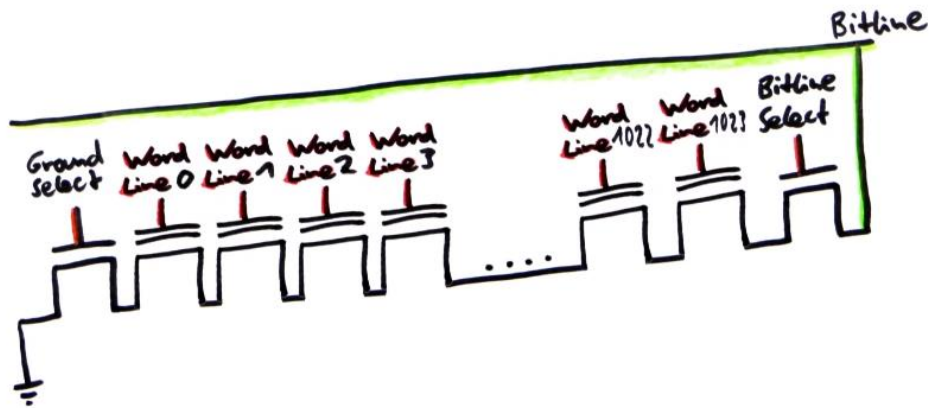
- speichert 2/3/4 Bits
=> mehr Ladungszustände
des Floating-Gates

↑ Speicherdichte

↓ Geschwindigkeit

=> Ladungszustände über R_{DS} ausgewertet

NAND-Flash



→ blockweises Lesen
Schreiben

→ Geschwindigkeit ↓
→ Speicherdichte ↑

⇒ Flash-Speicherchip → 128 GBit
→ 256 GBit

Haltbarkeit / „endurance“

- Abnutzung der Flash-Zellen

Grund: → Degenerieren der Isolatorschicht des Floating-Gates

- SSD Löschvorgänge: 3,000 - 100,000

=> Abnutzung tritt nur beim Schreiben (damit verbundenes Löschen) und nicht beim Lesen auf!

=> Endurance: SLC > MLC

Wear-Leveling

- gleichmäßiges Verteilen der Daten
- Umsortieren häufig genutzter Daten
- Zusammenfassen von Zugriffen

S.M.A.R.T.

- Austauschen von kaputten Zellen
- 10% d. SSD = Reserve

=> Wear-Leveling steigert endurance!

retention

- Zeit bis Datenverlust
- Verlieren d. Floating-Gate Ladung
- SSD: 10 Jahre

Controller



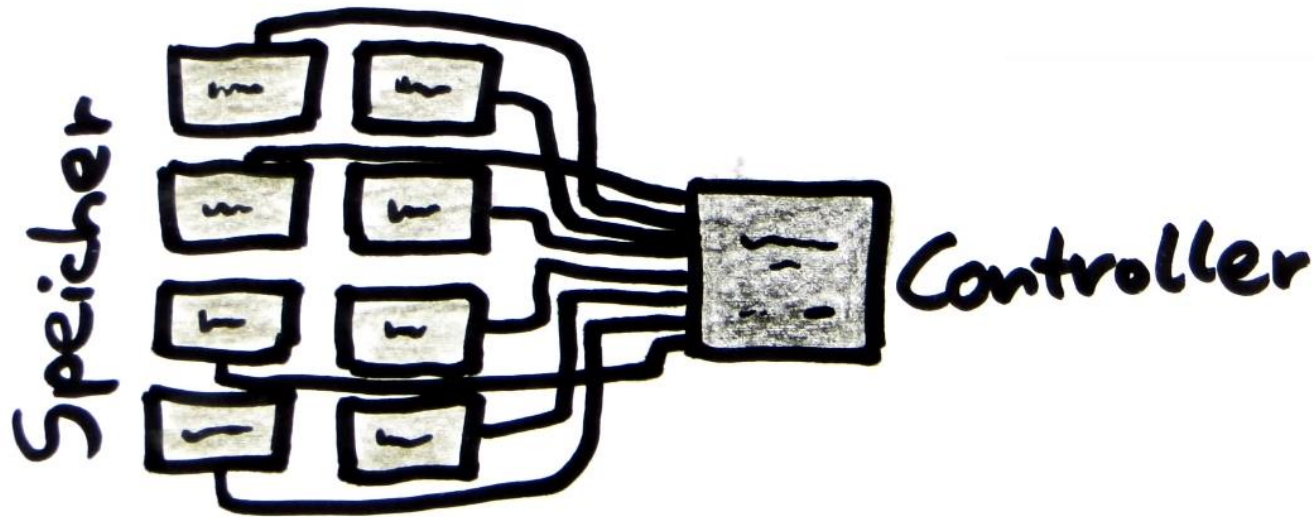
→ Wear-Leveling

→ S.M.A.R.T.

- Verteilen
 - Speichern
 - Finden
 - Lesen
- der Daten

Ziel: ⇒ Minimieren der Zugriffe

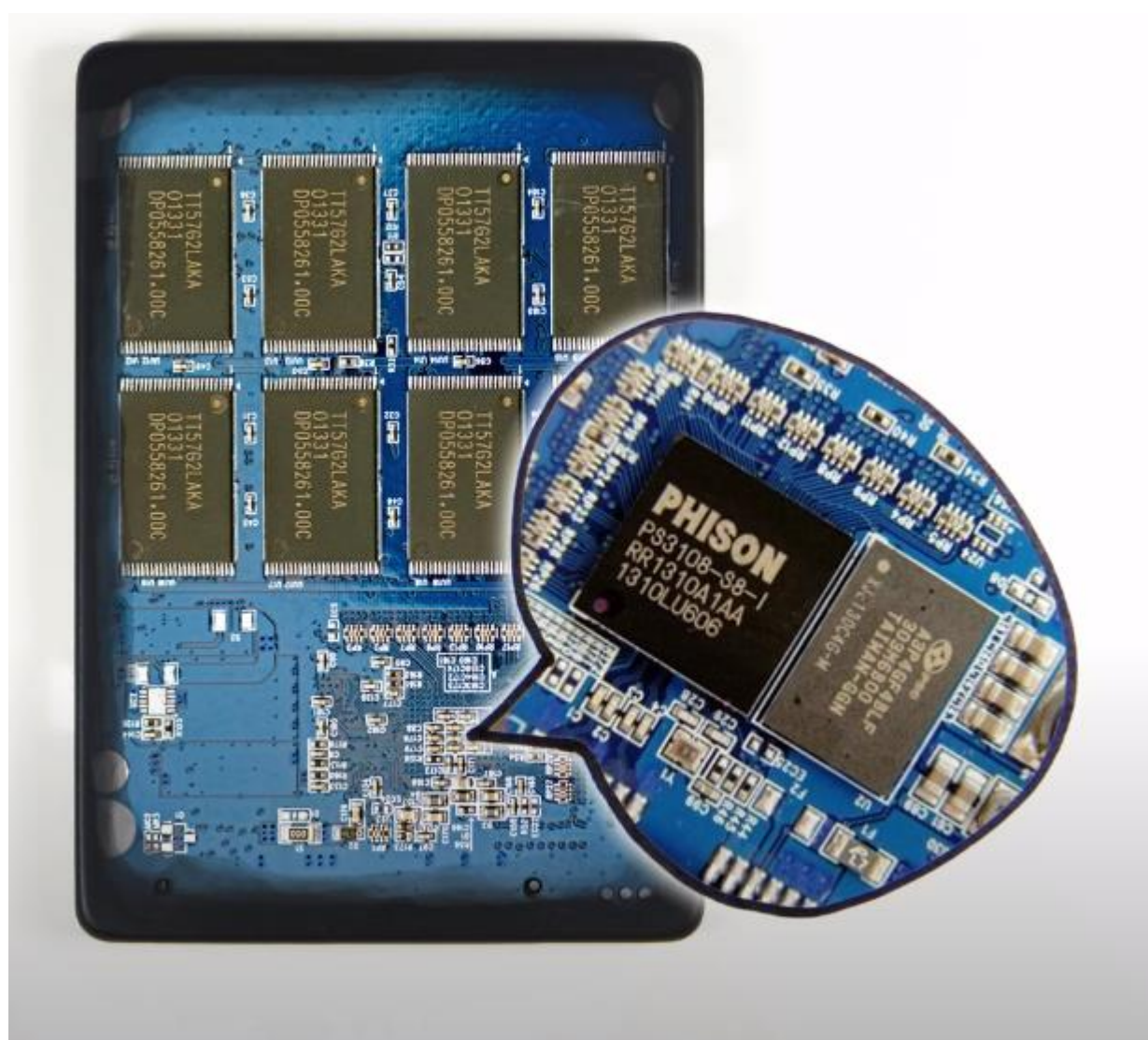
+ Cache



=> Anzahl Chips $\uparrow \hat{=}$ Geschwindigkeit \uparrow

=> Cache z.B DRAM

240 GB
16 Chips \Rightarrow 128GB/chip



SATA 6G = SATA 3



\Rightarrow 6 GBit/s

M.2
32 GB/s



PCIe
≈ 160 GB/s



