

HWBS – Hardware und Betriebssysteme Tag 3 – Teil 2 Speicher

Agenda

Computer – Speicher

- RAM
- Festplatte
- Optische Speicher
- Flash Speicher

Computer - Speicher

RAM – Random Access Speicher

- flüchtiger Speicher- Daten werden nur so lange gespeichert wie Spannung anliegt

ROM – Read Only Speicher

- Daten sind dauerhaft und unveränderbar gespeichert

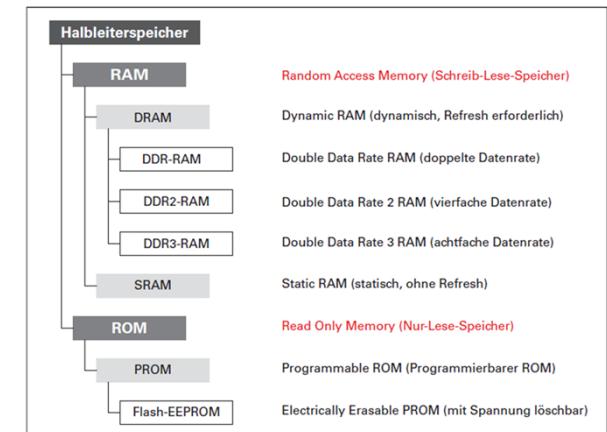
PROM – Programmable ROM

- Speicherinhalt kann einmal beschrieben werden

EPROM, EEPROM – Erasable -, Eletrically Eraseable PROM

- Speicherinhalt kann gelöscht und neu geschrieben werden

ROM –Speicher wird heute weitestgehend durch Flash- Speicher ersetzt



SRAM

Ein statischer oder SRAM-Baustein verwendet zum Speichern eines Bits nicht ein einziges Bauelement, sondern eine Schaltung aus mehreren Transistoren.

Dies hat den Nachteil, dass Platzbedarf und Kosten pro Megabyte deutlich höher sind als beim DRAM-Baustein.

Der Vorteil hierbei ist, dass die zeitintensiven Refresh-Zyklen entfallen und SRAM-Speicher somit eine sehr geringe Zugriffszeit besitzen. Der Stromverbrauch der Speichermodule ist sehr gering.

SRAM wird als Cache oder Speicher für das BIOS eingesetzt.

DRAM

Ein dynamischer oder DRAM-Baustein speichert ein Bit mit Hilfe eines einzigen Transistors, der einen Kondensator lädt bzw. entlädt.

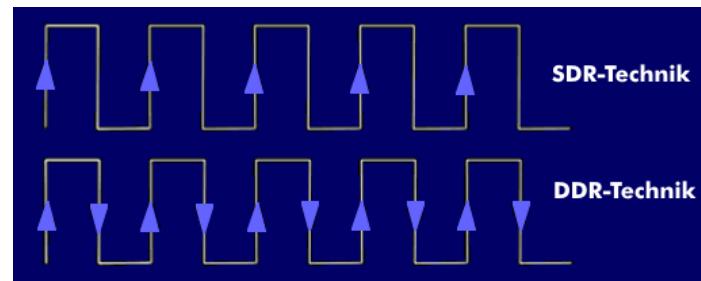
Dadurch lässt sich eine sehr hohe Anzahl an Speicherzellen auf kleinstem Raum unterbringen. Nachteilig dabei ist, dass sich die winzigen Bauelemente schnell entladen und die gespeicherte Information deshalb ständig aufgefrischt werden muss (Refresh-Zyklus).



DDR RAM

SDR-RAM

- Single Data Rate RAM (SDR-SDRAM) – Daten werden nur auf der ansteigenden Flanke gelesen



DDR-RAM:

- Double Data Rate RAM (DDR-SDRAM) – Daten werden auf der ansteigenden und abfallenden Flanke gelesen (doppelte Datenrate).
- Varianten: DDR1 (Bezeichnung auch ohne Ziffer), DDR2, DDR3, DDR4

Modulkennzeichnungen

- Speicherkapazität
 - 6 GB (2GBx3)
- Taktfrequenz
 - DDR3-1333 (DDR3-1333 MHz)
- Datenübertragungsrate
 - PC3-10600 (DDR3-10666 MB/s - max. Datenübertragungsrate)
- CAS-Latenz
 - 7-7-7-18 gibt an, wie viele Zyklen vergehen bis beim RAM-Modul angeforderte Daten an einem der Kontakte bereitstehen



Quelle: <https://www.hardwaresecrets.com/understanding-ram-timings/>

DDR-SDRAM im Vergleich

DDR, DDR2, DDR3 und DDR4 im Vergleich

	DDR	DDR2	DDR3	DDR4
offizielle Taktfrequenzen	100 - 200 MHz (DDR200 - DDR400)	200 - 400 MHz (DDR2/400 - DDR2/1066)	400 - 1066 MHz (DDR3/800 - DDR3/2133)	800 - 1200 MHz (DDR4/1600 - DDR4/2400)
Takt-Verhältnis I/O-Einheiten zu Speicherzellen	1:1	1:2	1:4	1:8
Takt der Speicherzellen	200 MHz bei DDR400	200 MHz bei DDR2/800	200 MHz bei DDR3/1600	200 MHz bei DDR4/2400
nominelle Speicherspannung	2,5 V ($\pm 0,2$ V)	1,8 V ($\pm 0,1$ V)	1,5 V ($\pm 0,075$ V)	1,2 V

<http://www.elektronikkompendium.de/sites/com/1312291.htm>

Die unterschiedlichen Generationen der DDR-Speicher unterscheiden sich vor allem in der Geschwindigkeit und der Spannungsversorgung. Der Geschwindigkeitszuwachs wird durch eine Kombination verschiedener Techniken und „Tricks“ erreicht, sodass z.B. die doppelte Geschwindigkeit der DDR4-Speicher gegenüber DDR3 nur theoretischer Natur ist.

DDR-SDRAM Datendurchsatz

Der Datendurchsatz (Übertragungsgeschwindigkeit) errechnet sich aus der Datenbusbreite multipliziert mit der Taktfrequenz. Moderne Speicherbausteine arbeiten z.Zt. alle mit einer Busbreite von 64 Bit.

Datendurchsatz = 64 Bit * Taktfrequenz / 8 (Bit pro Byte)

- Beispiel 1: RAM-Modul PC2-4200, DDR2-**533**

Die Taktfrequenz dieses Moduls beträgt **533** MHz

Datendurchsatz = 64 Bit * **533** MHz (1/s) / 8 = **4264 Mbyte/s = 4,2 Gbyte/s**

- Beispiel 2: RAM-Modul DDR4-**2133**

Die Taktfrequenz dieses Moduls beträgt **2133** MHz

Datendurchsatz = 64 Bit * **2133** MHz (1/s) / 8 = **17064 Mbyte/s = 17 Gbyte/s**

Beim Datendurchsatz wird der Dezimalpräfix verwendet.

Die Angabe erfolgt in Mbyte/s bzw. Gbyte/s.

Memory Channel

Memory Channel ist ein Begriff aus der Speichertechnologie von Computern.

- Dual Channel
- Triple Channel
- Quad-Channel

Als *Dual Channel* bezeichnet man eine Architektur in der Computertechnik, mit der zwei (oder auch mehr) Arbeitsspeicher-Module an einem Prozessor parallel betrieben werden können.

Dafür werden getrennte Datenbusse vom Speichercontroller zu den einzelnen Modulen eingesetzt. Durch die gleichzeitige Übertragung über mehrere Busse können mehr Daten pro Zeiteinheit übertragen werden.

Triple und Quad Channel verfügen über entsprechend mehr Busse.

Memory Channel

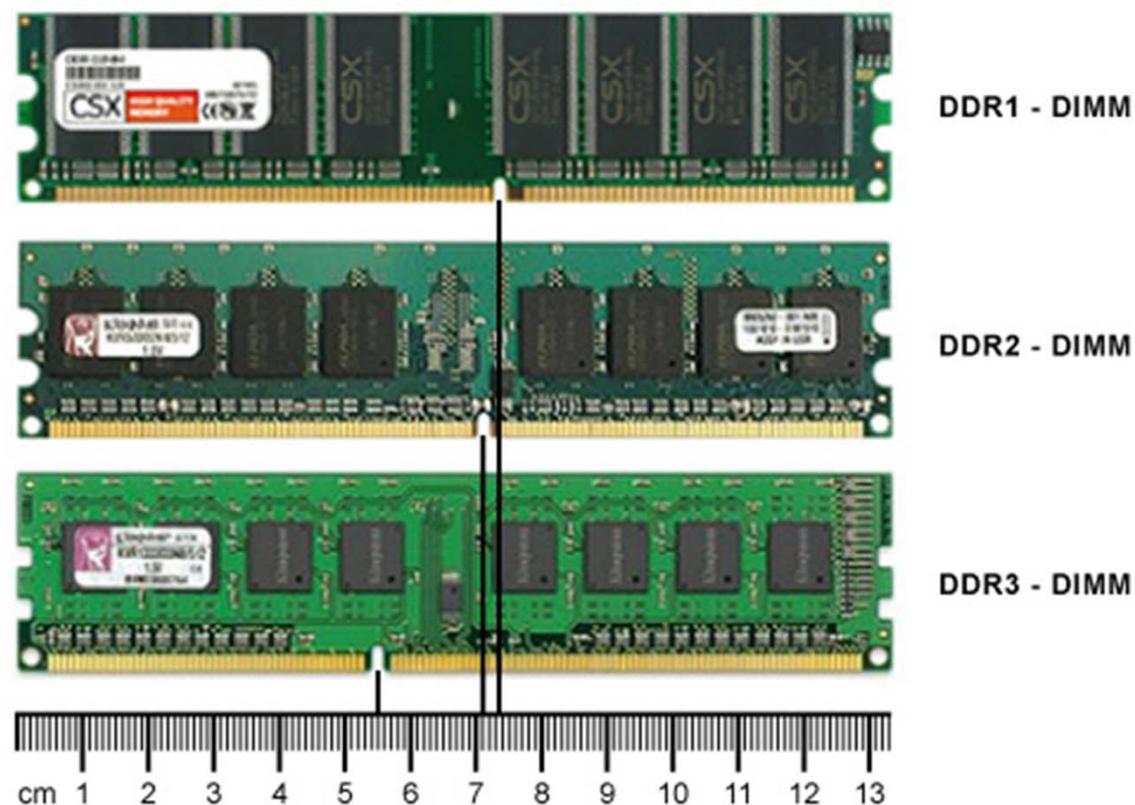
Beim Vorhandensein mehrerer Memory-Channels muss für die Berechnung des Datendurchsatzes die Datenrate pro Modul mit der Anzahl der Channels multipliziert werden.

Datendurchsatz = 64 Bit * Taktfrequenz / 8 (Bit pro Byte) * Anzahl Channels

- Beispiel: 2 Module PC2-4200, DDR2-**533**, Dualchannel-Board
- Datendurchsatz = 64 Bit * **533** MHz / 8 * **2** = 8528 Mbyte/s

Sind mehr als zwei Memory-Channels vorhanden, muss der Multiplikator entsprechend erhöht werden.

DIMM-Speichermodule von DDR1, DDR2 und DDR3



SO SDRAM

Notebookspeicher



Fehlererkennung (ECC)

Der Error Correction Code (ECC) ist eine Art Prüfsumme über die 64 Bits jeder Speicherzeile.

- Diese Informationen werden vom Speichercontroller berechnet und in 8 weiteren Bits abgelegt (bei 32 Bit Speicherzeilen sind es 7 weitere Bits), weshalb ECC-Speicher 72 Bits pro Zeile hat.

Das Verfahren selbst heißt Error Checking and Correcting.

- ECC kann alle 1-Bit-Fehler korrigieren und alle 2-Bit-Fehler sowie manche Mehr-Bit-Fehler erkennen. ECC-Speicher kommt in Desktop-PCs kaum zum Einsatz.

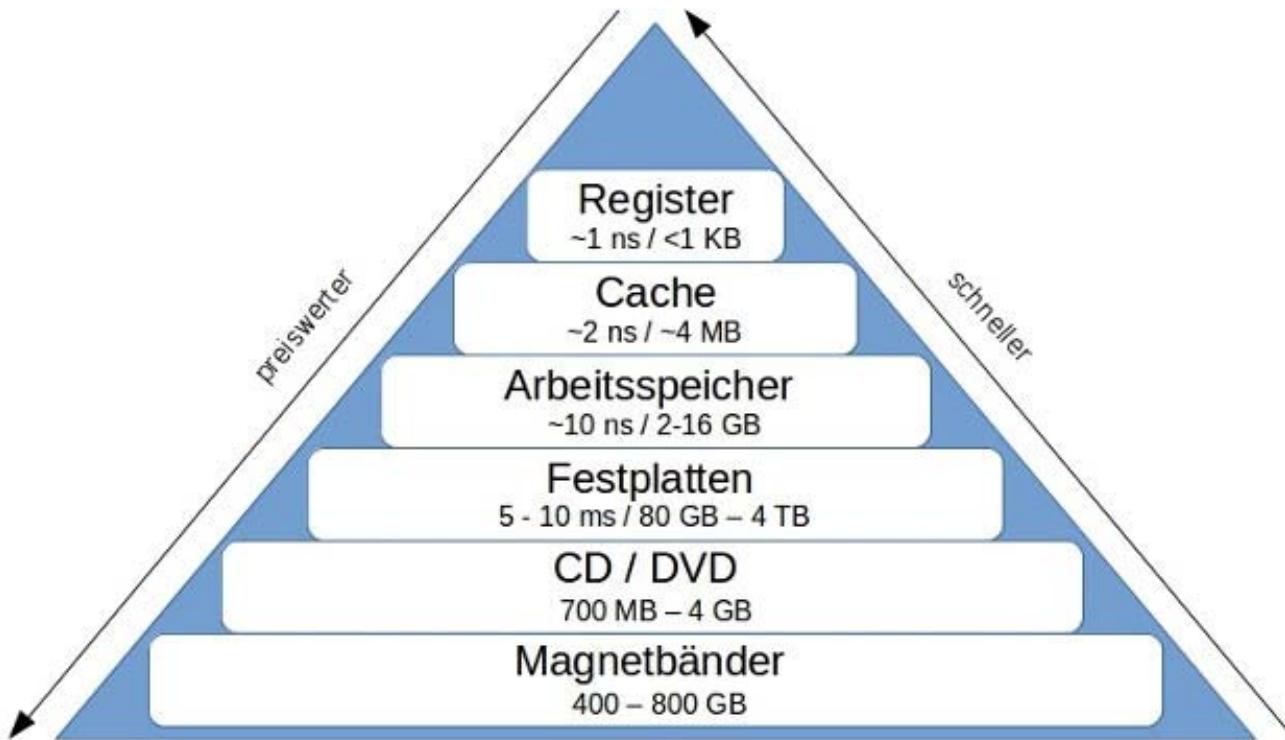
Cache

Der Cache ist ein sehr schneller Puffer-Speicher, der zwischen dem Arbeitsspeicher und dem Prozessor liegt. Der Cache-Controller versucht hier häufig benötigte Daten „vorausschauend“ abzulegen. Gelingt das, ist der Zugriff deutlich schneller als aus dem RAM.

In der Regel arbeiten Prozessoren mit mehrstufigen Caches, die unterschiedlich groß und schnell sind. Je näher der Cache am Rechenkern ist, desto schneller arbeitet er.

- L1-Cache / First-Level-Cache (i7: 256 k)
 - In der Regel ist der L1-Cache nicht besonders groß. Die Bedeutung des L1-Caches wächst mit der höheren Geschwindigkeit der CPU. Er ist dem Rechenkern am nächsten.
- L2-Cache / Second-Level-Cache (i7: 1024 k)
 - Er ist deutlich größer als der L1-Cache und beinhaltet üblicherweise sowohl Daten als auch Befehlssequenzen.
- L3-Cache / Third-Level-Cache (i7: 8192 k)
 - In der Regel verwenden Multicore-Prozessoren einen integrierten L3-Cache. Mit dem L3-Cache können Multicore-Prozessoren viel schneller arbeiten.

Speicherpyramide



Massenspeicher

■ Magnetische Speicher

- Disketten
- Festplatten (SATA)
- Magnetbänder / Streamer

■ Optische Speicher

- CD-RW / DVD Brenner / BluRay

■ Magneto-Optische Speicher

- M/O Disk

■ Halbleiterspeicher

- SSD Festplatten
- USB Stick
- SD Karte
- Chip auf Checkkarte

Festplatten



Alte Festplatte mit 1 m Durchmesser aus einem Großrechner; zum Vergleich davor eine 3,5"-Festplatte.



Alte IBM-62PC-Festplatte, um 1979, 6 × 8"-Scheiben mit insgesamt rund 65 MB Speicher

Festplatten

Festplatten sind meist fest im PC eingebaut

- Mechanische Festplatten bieten eine große Speicherkapazität und hohe Schreib-/Lesegeschwindigkeit zu einem günstigen Preis.
- Kapazität bis über 10 TB (TeraByte)
- Wichtige Kenngrößen sind die Größe (in GB oder TB), die mittlere Zugriffszeit in Millisekunden (ms) und die Umdrehungszahl (in U/min).
- SATA Schnittstelle im PC
- SAS Schnittstelle im Server



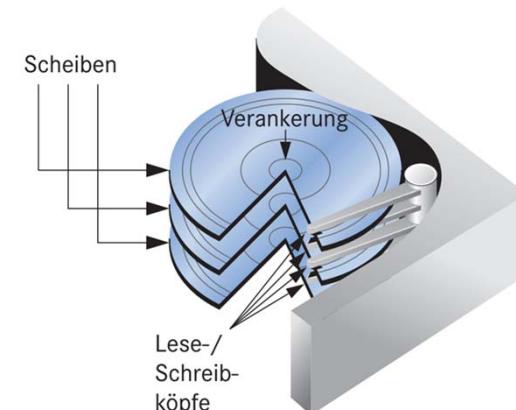
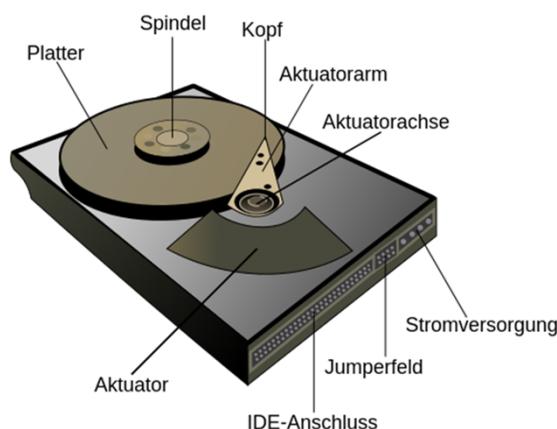
Festplattenlaufwerk (HDD) Hard Disk Drive

Die HDD ist ein magnetisches Speichermedium der Computertechnik, bei welchem Daten auf die Oberfläche rotierender Scheiben (engl. Platters) geschrieben werden. Der Schreib-/ Lesekopf einer HDD „schwebt“ auf einem wenige nm (Nanometer) dünnen Luftpolster.

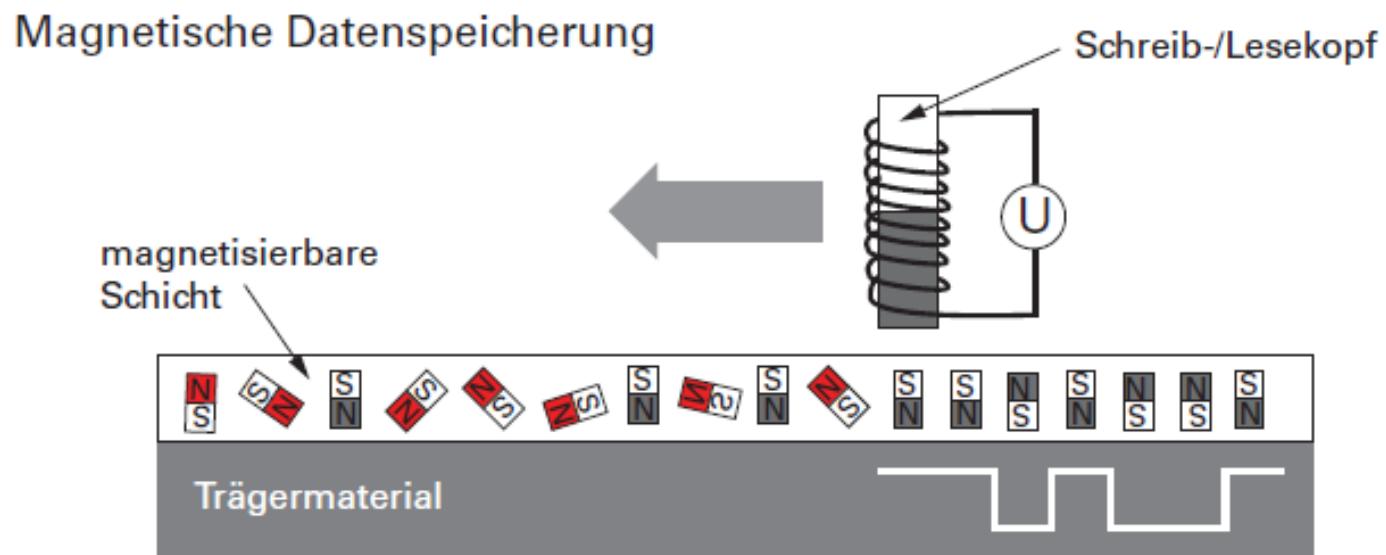
- Zum Schreiben wird die hartmagnetische Beschichtung der Scheibenoberfläche entsprechend der aufzuzeichnenden Information berührungslos magnetisiert
- Das Lesen der Information erfolgt durch berührungsloses Abtasten der Magnetisierung der Plattenoberfläche.

Aufbau Standard Festplatte

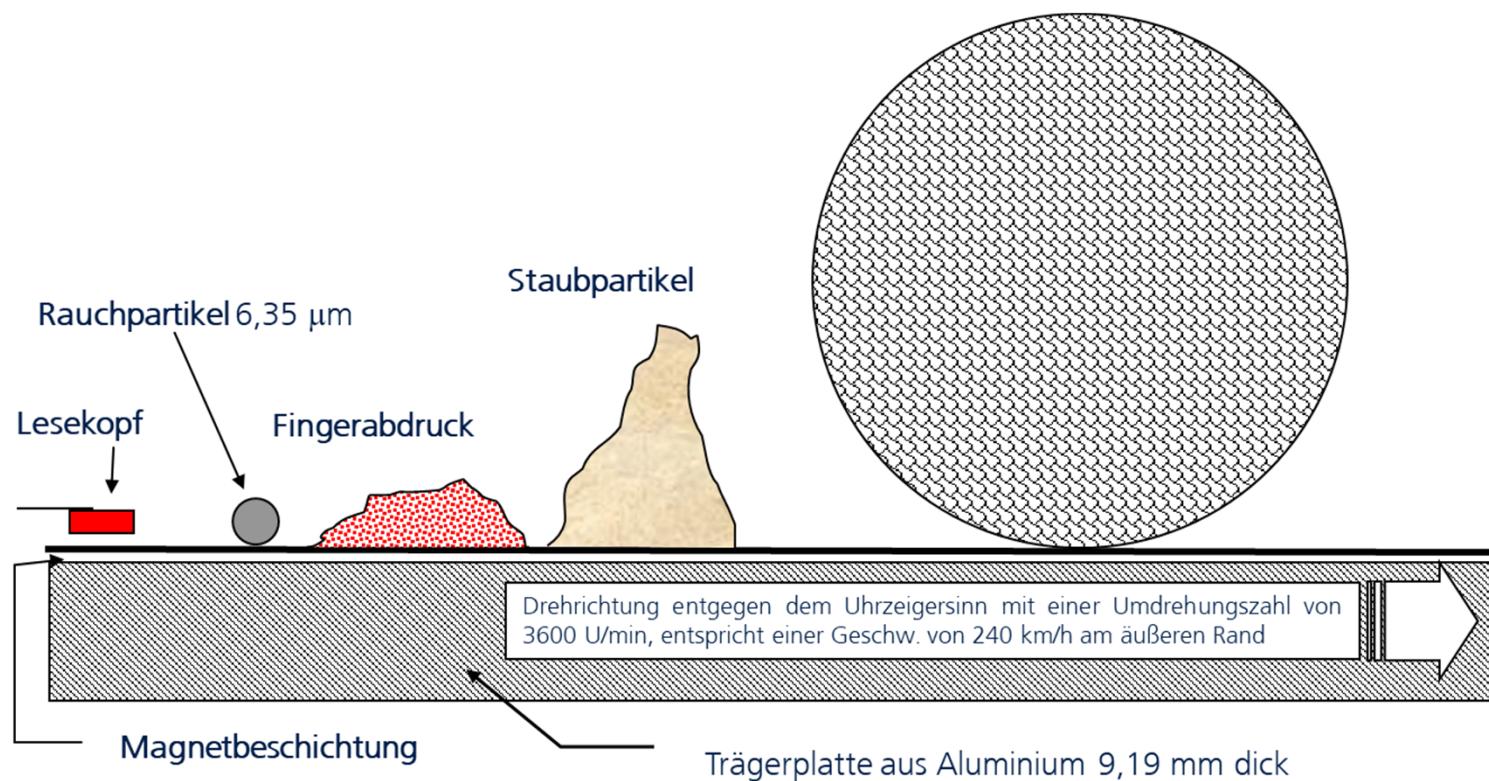
Die Scheiben einer Festplatte sind über eine Zentralverankerung miteinander verbunden. Oberhalb und unterhalb jeder Scheibe befindet sich ein Arm mit einem Schreib- und Lesekopf. Die Arme sind starr miteinander verbunden und werden gemeinsam bewegt.



Festplatten Technik



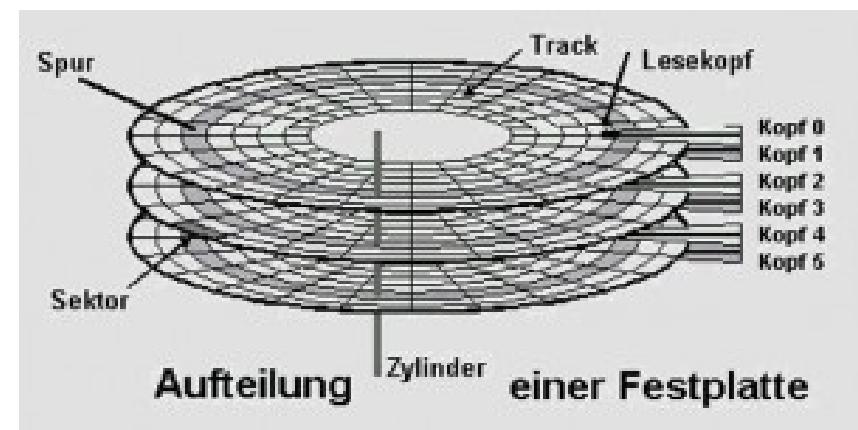
Größenverhältnisse bei der Festplatten-Technologie



Aufteilung der Festplatten

Zum Ablegen und Auffinden der Daten wird die Festplatte aufgeteilt.
Die Aufteilung erfolgt in Spuren, Sektoren und Zylinder.

- Spuren unterteilen die Platte vom Rand zum Mittelpunkt
- Sektoren unterteilen die Spuren in gleichgroße Abschnitte
- nebeneinanderliegende Sektoren können zu Clustern zusammengefasst werden
- Zylinder beschreiben die gleiche Spur auf mehreren Platten
- die Sektorengröße beträgt 512 Byte oder 4096 KByte
- bei Festplatten über 2 TByte Größe ist 4 KByte quasi der Standard



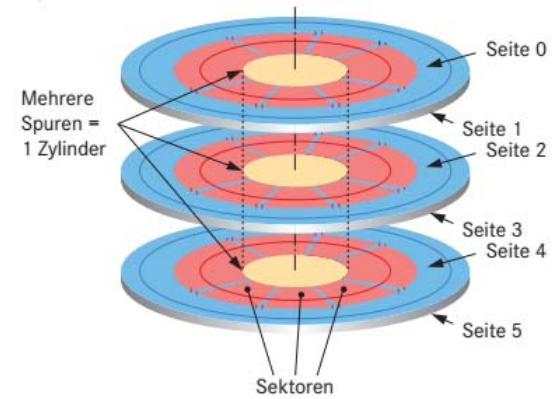
Partitionierung

Partitionieren ist das Aufteilen eines physischen Datenträgers (Festplatte) in einzelne, voneinander unabhängige Speicherbereiche. Diese Speicherbereiche werden vom Betriebssystem wie voneinander unabhängige Laufwerke behandelt und unter Windows mit unterschiedlichen Buchstaben bezeichnet. Eine Festplatte muss mindestens eine primäre Partition enthalten, auch wenn kein Betriebssystem darauf installiert werden soll. Werden mehr als 3 Partitionen benötigt muss die vierte Partition als erweiterte Partition erstellt werden. In dieser können weitere logische Laufwerke erstellt werden.

- MBR (Master Boot Record)-Partitionierung
 - bis zu vier Partitionen
 - Festplatten bis 2 TiB
- GPT- Datenträgerorganisation
 - bis 128 Partitionen
 - Festplattengröße 8 ZebiBy

Partitionierung

- Sind mehrere Scheiben vorhanden, dann werden die jeweils übereinander liegenden Datenspuren in als Zylinder bezeichnet.
- Jede primäre Partition und jedes logische Laufwerk kann unterschiedlich formatiert werden (z.B. NTFS, FAT32).
- Jede Partition erhält unter Windows zur Kennzeichnung einen Buchstaben mit Doppelpunkt (C: bis Z:).
- Die Partitionierung kann durch Dienstprogramme oder direkt über das Betriebssystem erfolgen.



Formatierung

Logische Formatierung

Anlegen des Dateisystems für die Partition

- Inhaltsverzeichnis / Directory
- Dateizuordnungstabelle (File Allocation Table, FAT)
- Festlegung der Größe der Zuordnungseinheiten (Cluster), Zahl der Sektoren je Cluster

Aufgaben eines Dateisystems:

- Verwaltung der belegten und freien Speicherzellen
- Verwaltung der Verzeichnisse und Dateinamen
- Festhalten, auf welche Sektoren Dateien aufgeteilt sind

Dateisysteme

Microsoft

- FAT 16 (File Allocation Table: Dateizuordnungstabelle für DOS, Windows, NT, OS/2)
- FAT 32 (ab Win 95 ab OSR2, Win 98)
- NTFS (New Technology File System für NT, Windows)
- exFAT (Extended File Allocation Table) (seit Windows Vista)

Dateisysteme

Apple

- HFS (Hierarchical File System)
- HFS+: weiterentwickelte Variante von HFS mit Journaling und großzügigeren Beschränkungen für Dateigrößen, Volumengrößen usw., Standard unter (Mac) OS X
- HFSX: Variante von HFS+ mit Unterscheidung von Groß- und Kleinbuchstaben

Linux

- Ext / Ext2 / Ext3

OS/2

- HPFS (High Performance File System)

Datenträgerorganisation- GPT

GUID Partition Table (GPT), zu deutsch **GUID-Partitionstabelle** (von englisch *Globally Unique Identifier*), ist ein Standard für das Format von Partitionstabellen auf Festplatten oder anderen Datenträgern. Die Spezifikation ist Teil des UEFI-Standards, der etwa seit dem Jahr 2000 zunehmend das BIOS auch in PCs ersetzt. GPT ist dabei der Nachfolger der Master-Boot-Record-Partitionstabellen (MBR). GUID-Partitionstabellen können nur unter Einschränkungen auch mit vorigen BIOS-Versionen verwendet werden.

Mit GPT können Festplatten bis zu einer Gesamtgröße von 8 Zebibyte adressiert und diese in beliebig viele Partitionen aufgeteilt werden, während mit MBR nur Festplatten und Partitionen bis 2 TiB verwaltet werden konnten.

SSD – Solid State Drive

Ein Solid-State-Drive ist ein nichtflüchtiges elektronisches Speichermedium. Es besteht aus Halbleiterbausteinen und hat keine beweglichen Komponenten.

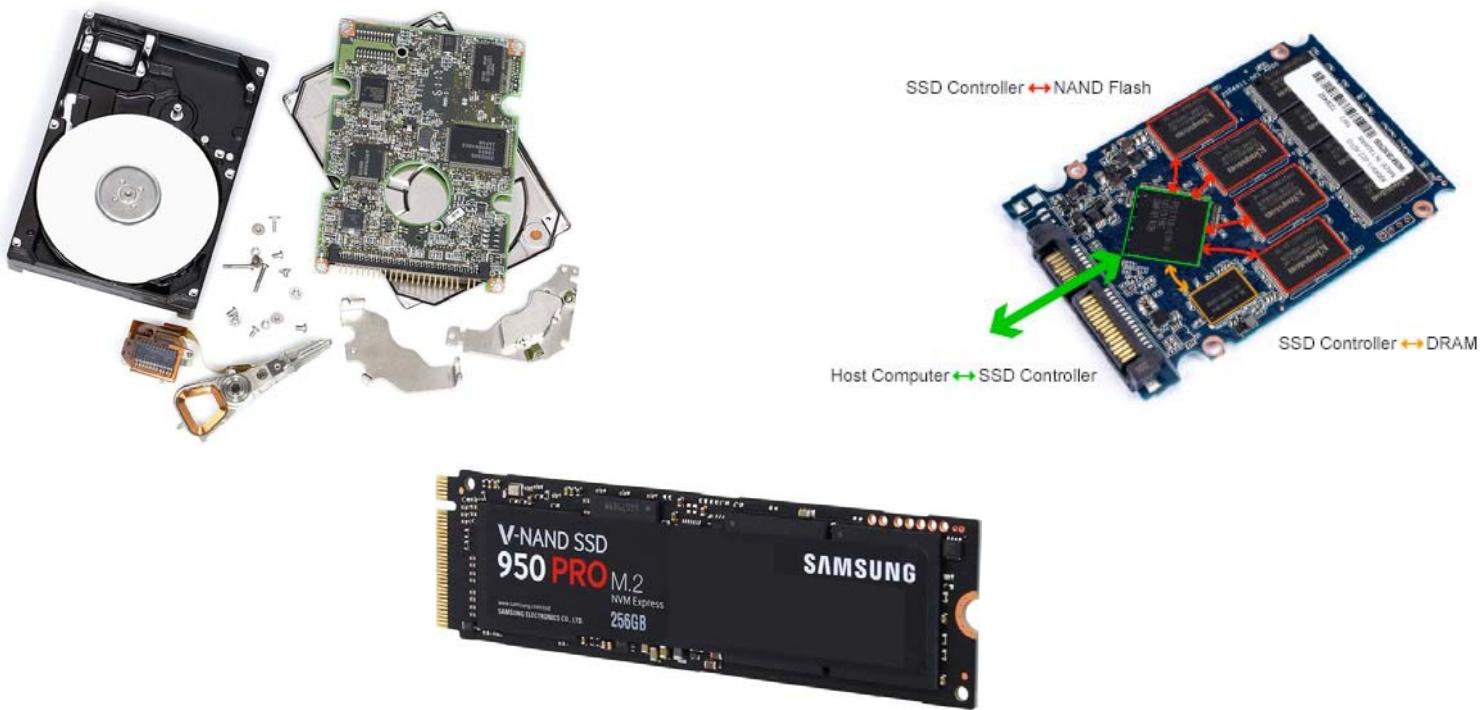
Vorteile:

- Schnelle Datenübertragung
- Sehr geringe Wärmeentwicklung
- Keine Betriebsgeräusche
- Sehr kurze Zugriffszeiten
- Niedriger Energieverbrauch

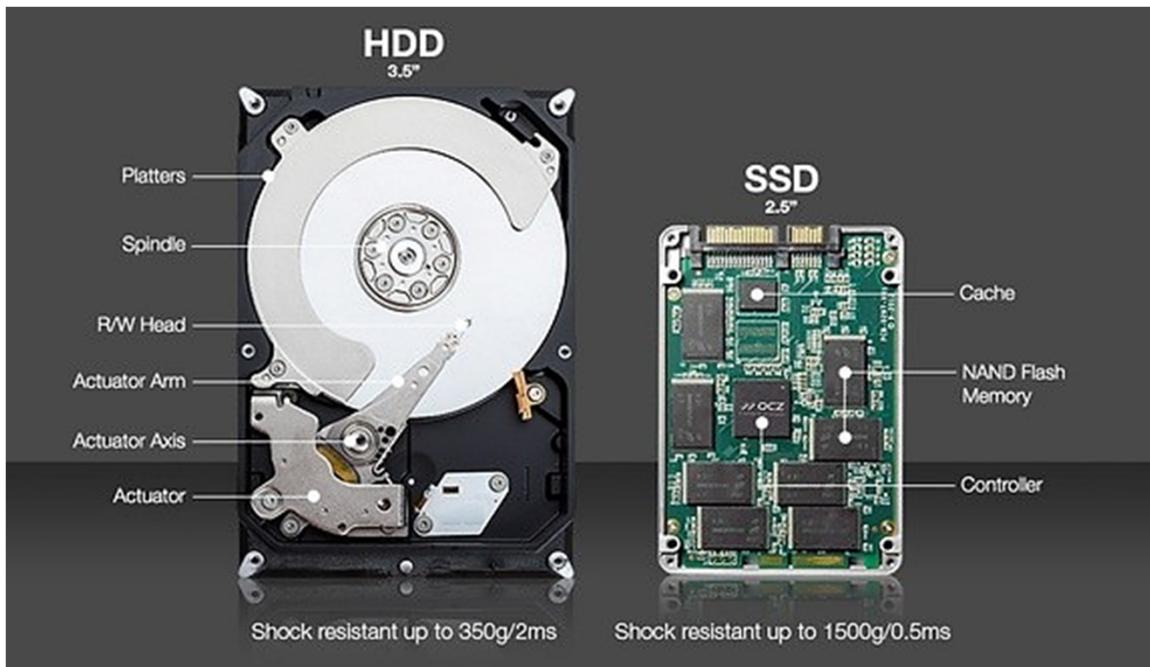
Nachteile:

- Begrenzte Anzahl der Schreibzyklen pro Speicherzelle
- Sichere Löschung nur mit zusätzlichen Tools
- Hoher Preis

HDD und SSD im Vergleich



HDD und SSD im Vergleich

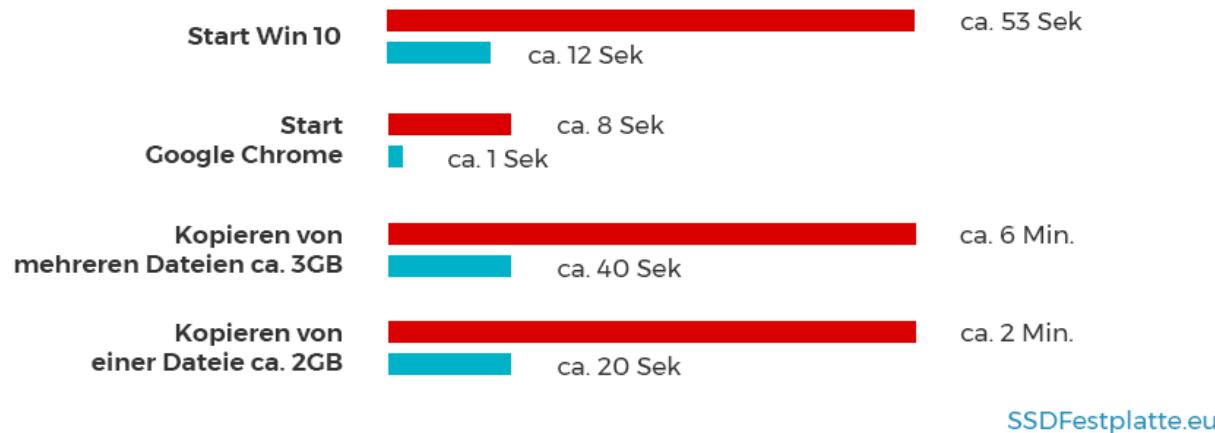


<https://www.aoneitech.com/ssd/images/advantages-and-disadvantages-of-the-solid-state-drive/hddvsssd.jpeg>

HHD und SSD im Vergleich

SSD vs HDD (7200 rpm) Geschwindigkeits-Vergleich

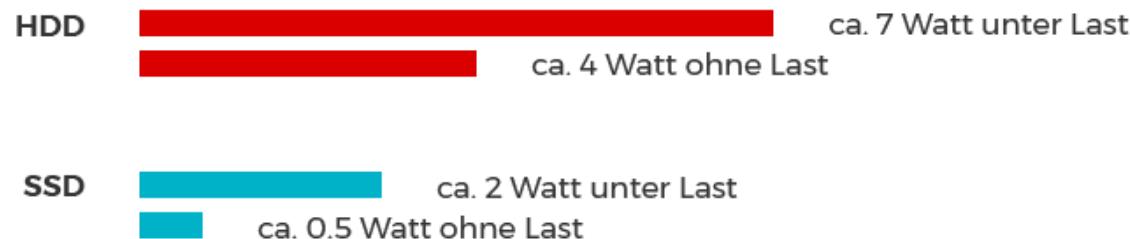
(Durchschnittswerte aus unseren Tests)



HHD und SSD im Vergleich

SSD vs HDD Energieverbrauch im Vergleich

(Durchschnittswerte aus unseren Tests)



SSDFestplatte.eu

HHD und SSD im Vergleich

SSD vs HDD Zugriffsgeschwindigkeiten im Vergleich

(Durchschnittswerte aus unseren Tests)



SSDFestplatte.eu

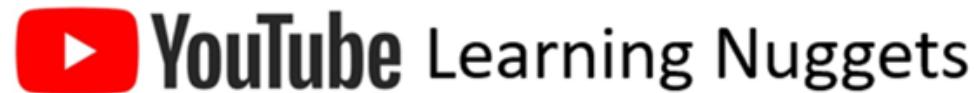
HHD und SSD im Vergleich

SSD vs HDD Das Gewicht im Vergleich

(Durchschnittswerte aus unseren Tests)



SSDFestplatte.eu



Wie eine Festplatte funktioniert

<https://www.youtube.com/watch?v=cDn029zbMPw>

Wie eine SSD funktioniert

<https://www.youtube.com/watch?v=a5aRz28q7ls>

Wie funktioniert Arbeitsspeicher

<https://www.youtube.com/watch?v=7MPn3zr6Htk>

Hybridfestplatten

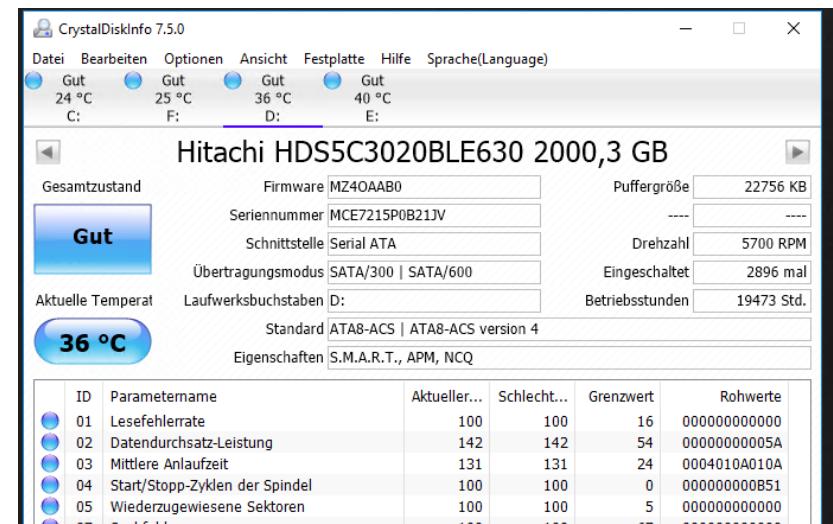
Bei der Hybridfestplatte (SSHD) wird eine herkömmliche Festplatte mit einem Solid-State-Speicher kombiniert. Der Laufwerkscontroller legt häufig benötigte Daten in den SSD-Teil, dadurch wird die Performance gegenüber einer reinen HDD deutlich gesteigert. Die meisten aktuellen Modelle haben einen 8 GB großen SSD-Teil.



S.M.A.R.T. (Self Monitoring Analysis and Reporting)

S.M.A.R.T. ist ein Industriestandard zur Überwachung von Computerfestplatten und zur Vorhersage eines Festplattenausfalls.

Es werden die Werte verschiedener Sensoren mit Hilfe von unterschiedlichen Parametern ausgewertet.



Festplattengrößenangaben

Die Hersteller haben sich bei der Größenangabe von Festplatten auf einige Standardwerte verständigt. Die tatsächliche Kapazität weicht in der Praxis mehr oder weniger von der Größenangabe ab. Man findet im Verkauf Platten mit einer Kapazität von z.B. 250 GB, 320 GB, 500 GB, 750 GB, 1 TB, 1.5 TB, 2 TB, usw..

Festplattengrößenangaben

Die Hersteller rechnen immer mit dem Dezimalsystem.

1 MB = 1.000.000 Byte.

Der Computer rechnet mit dem Binärsystem.

1 KiB = 1024 Byte, 1MiB = $1024 \times 1024 = 1.048.576$ Byte.

Eine Festplatte von 1TB hat also tatsächlich nur 931,3 GiB oder 0,909 TiB

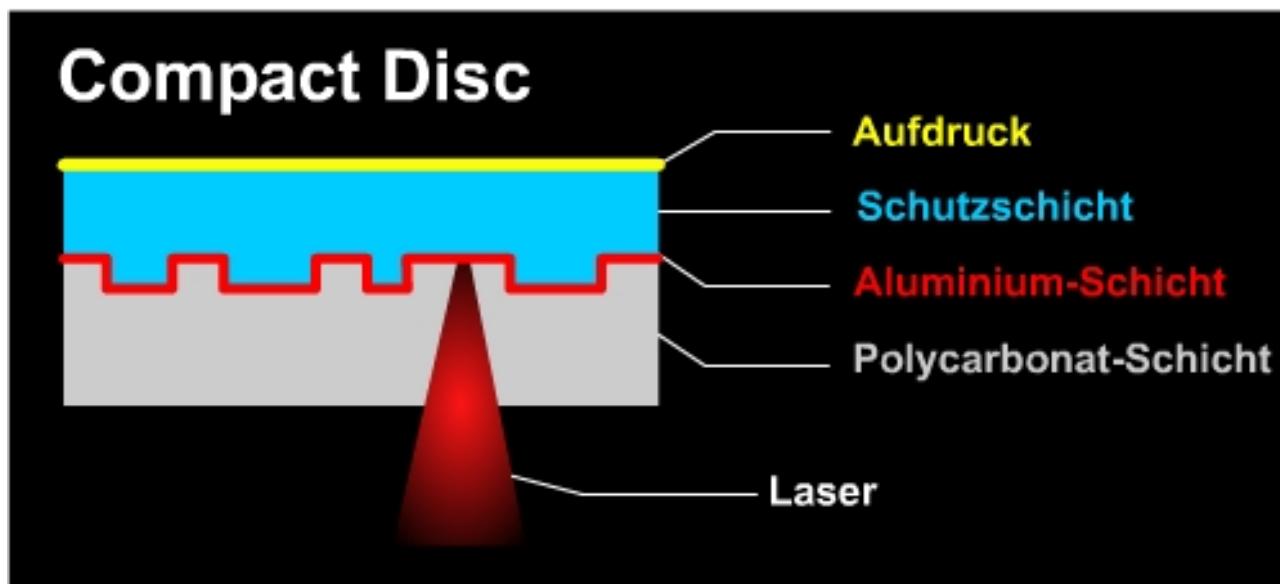
1 TB = 1000000000000 Byte / $1024 / 1024 / 1024 = 931,3$ GiB = 0,909 TiB

Optische Laufwerke

- CD - Compact Disc
 - optisches Speichermedium bis 800 MB
 - http://de.wikipedia.org/wiki/Compact_Disc
- DVD - Digital Video Disc
 - optisches Speichermedium bis 9,4 GB
 - <http://de.wikipedia.org/wiki/DVD>
- BD - Blu-ray Disk
 - optisches Speichermedium bis 50 GB
 - http://de.wikipedia.org/wiki/Blu_Ray

Optische Laufwerke

Aufbau einer CD



Flash Speicher

- CompactFlash (CF)
- SmartMedia (SM)
- SD Memory Card (SDHC, SDXC)
- MultiMedia-Card (MMC)
- xD-Picture-Card
- Memory-Stick (MS)
- USB Stick



SDHC-Speicher
Modell: SanDisk
Extreme 32 GB

Abb.: Sandisc



SD-Speicher
Modell: Kingston
microSD 8 GB

Abb.: Kingston

YouTube Learning Nuggets

Herstellung einer SSD

<https://www.youtube.com/watch?v=DvA9koAMXR8>

Herstellung von Arbeitsspeicher

<https://www.youtube.com/watch?v=V6yJ7hyVFcs>



VIELEN DANK
FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT!



UNSER SCHLÄGT FÜR BILDUNG