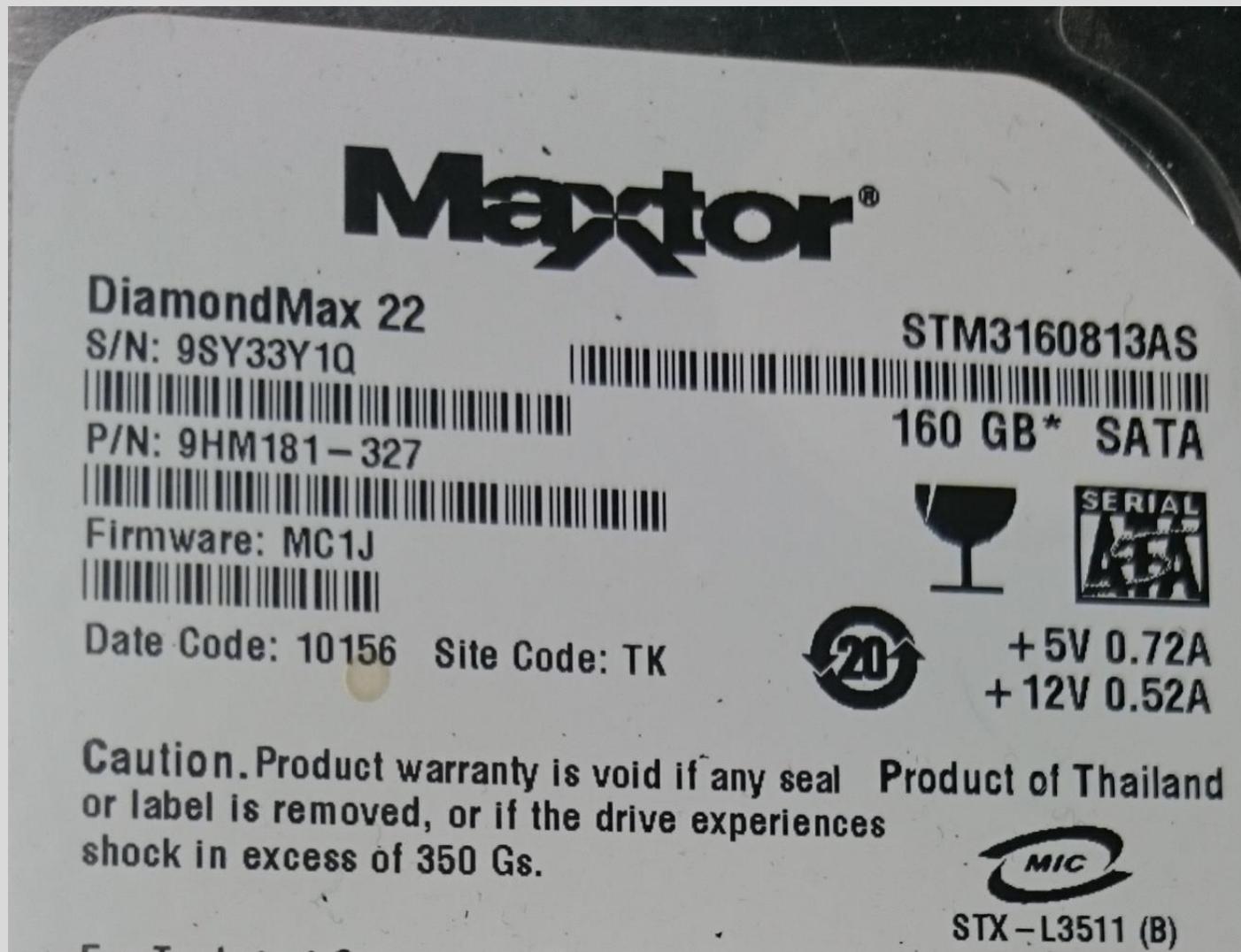


Festplatte

HDD – Hard Disk Drive
magnetischer Datenträger!

Dr. Reiner Kupferschmidt

Festplatten Label



Wichtige Parameter

- Schnittstelle
- Speichervolumen (!Angabe in TB (Marketing) nicht TiB!)
- Versorgungsspannung und notwendiger el. Strom
- Betriebsart

- Typbezeichnung
- Seriennummer
- Produktnummer
- Firmwareversion

- Garantibedingungen

Schnittstellen

- Anschlussarten(Intern):
 - Parallel SCSI
 - Parallel ATA (IDE)
 - SATA
 - Serial Attached SCSI (SAS)
 - Fibre Channel
- Anschlussarten(Extern):
 - FireWire
 - USB
 - eSATA
 - Thunderbolt
 - * bei manchen externen Geräten ist die Schnittstelle direkt mit der Laufwerkselektronik verbunden

Baugrößen

5,25“–Festplatten	1980 von Seagate eingeführt, seit 1997 verschwunden
3,5“–Festplatten:	1987 von IBM eingeführt, derzeitiger Standard
2,5“–Festplatten:	1992 von Conner-Peripherals eingeführt, derzeitiger Standard
1,8“–Festplatten:	wurden seit 2003 bei Sub-Notebooks und großen MP3-Playern eingesetzt
1,0“-Festplatte:	2012, Microdrive, 1 GB - 8 GB, Digitalcameras,

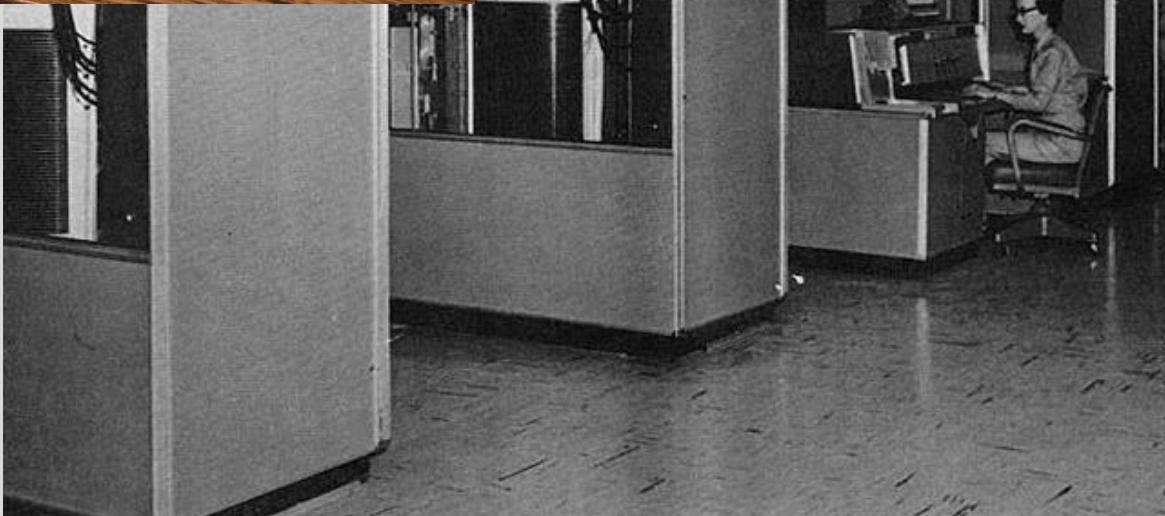
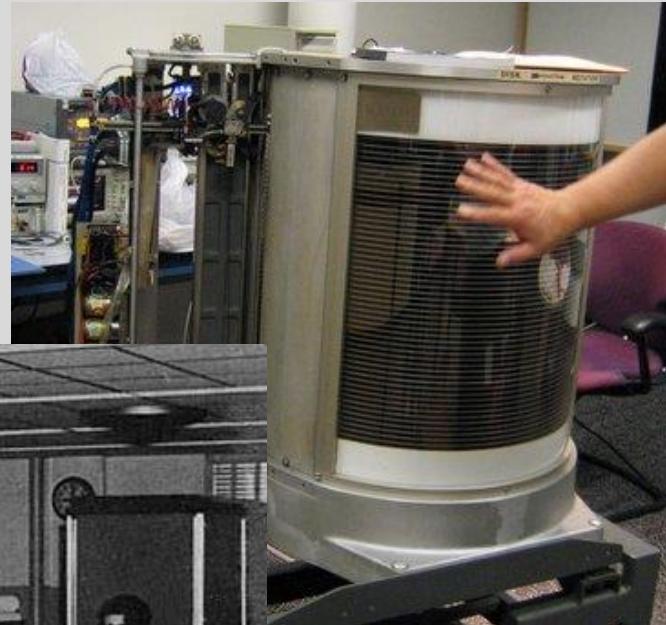
Geschichte



- 1956
- 5 Millionen 7-Bit-Zeichen,
4,375 Megabyte
- 1 t
- 1.200 u/min, 100 Bit/Inch
- 152,4×172,72×63,5 cm
- Eisenoxid
- 50 Platten

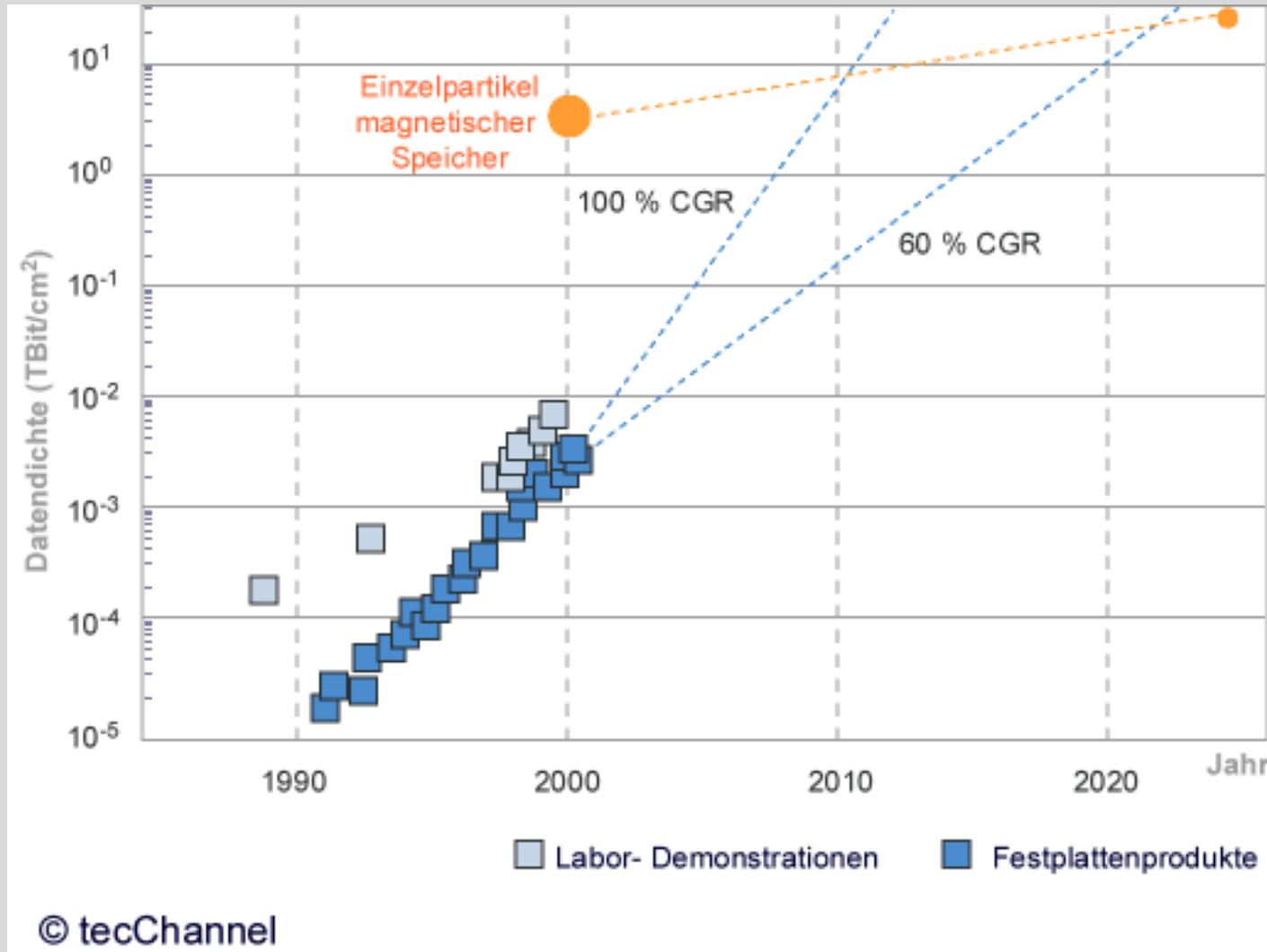


IBM 350 RAMAC

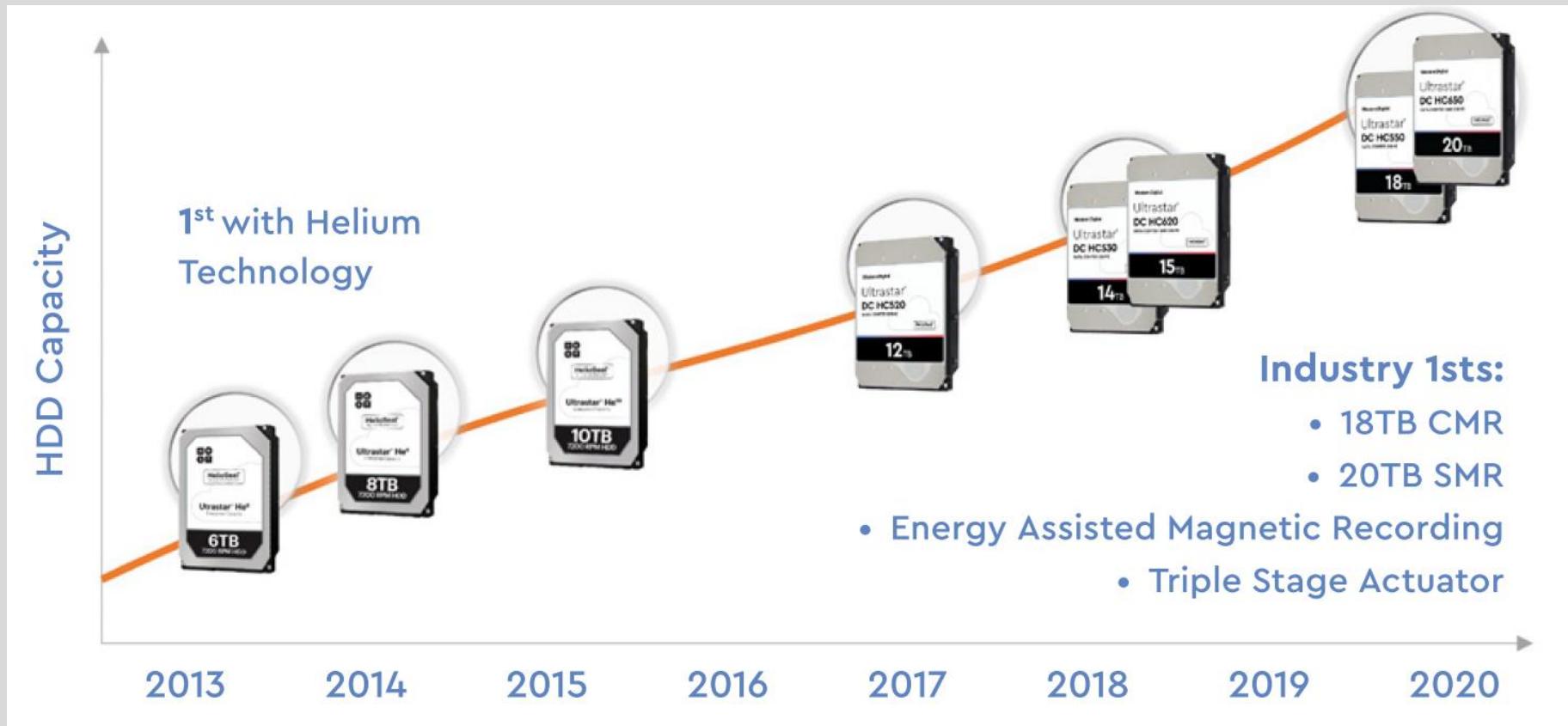


Datendichte

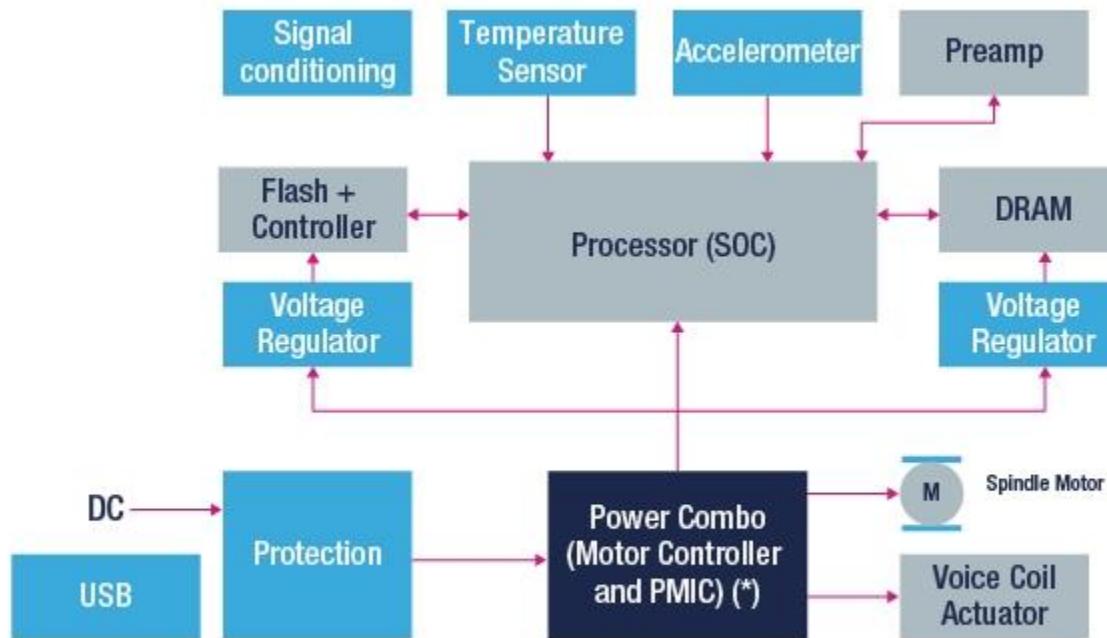
Datendichte verdoppelt sich jährlich



Entwicklung

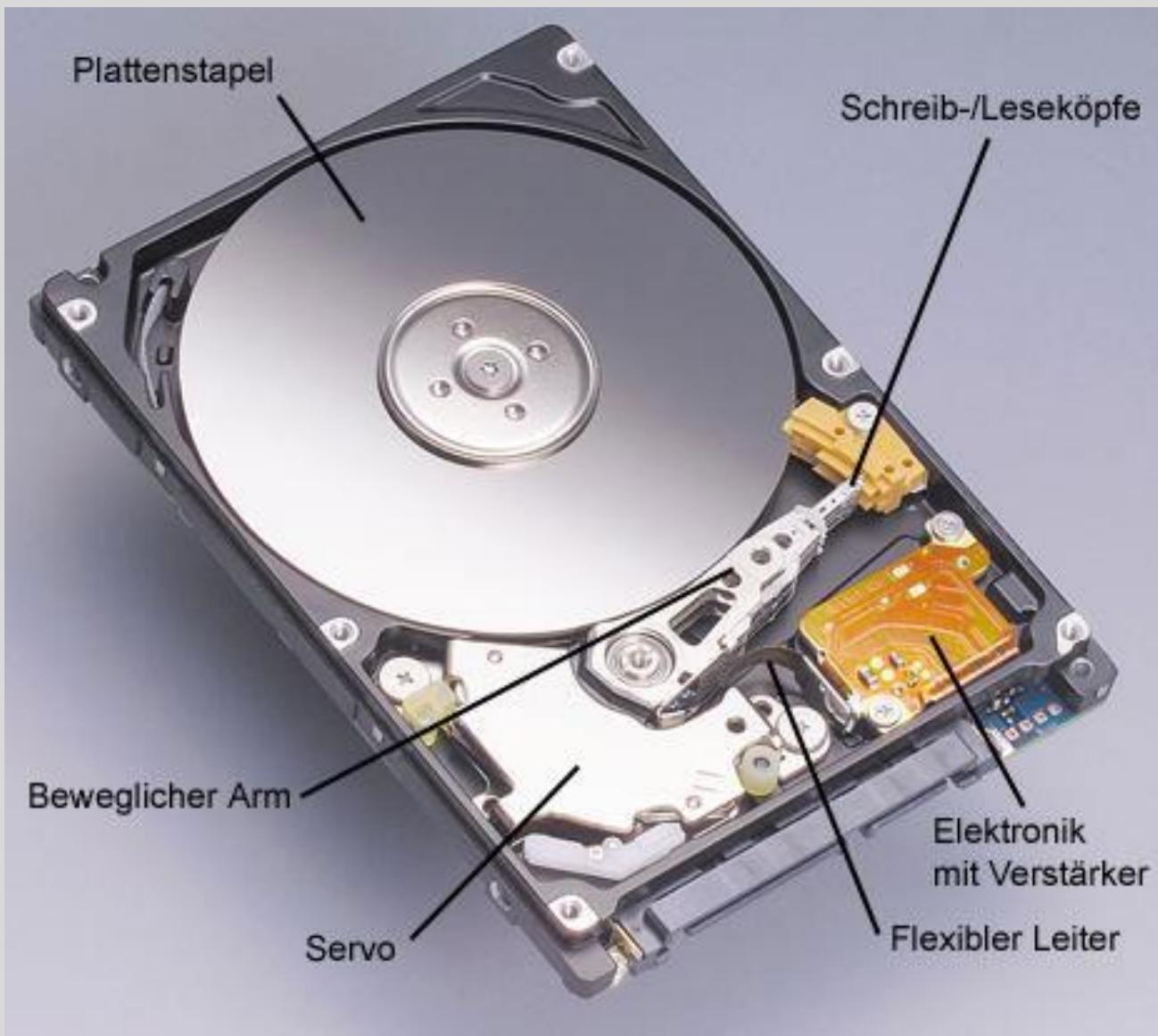


Aufbau

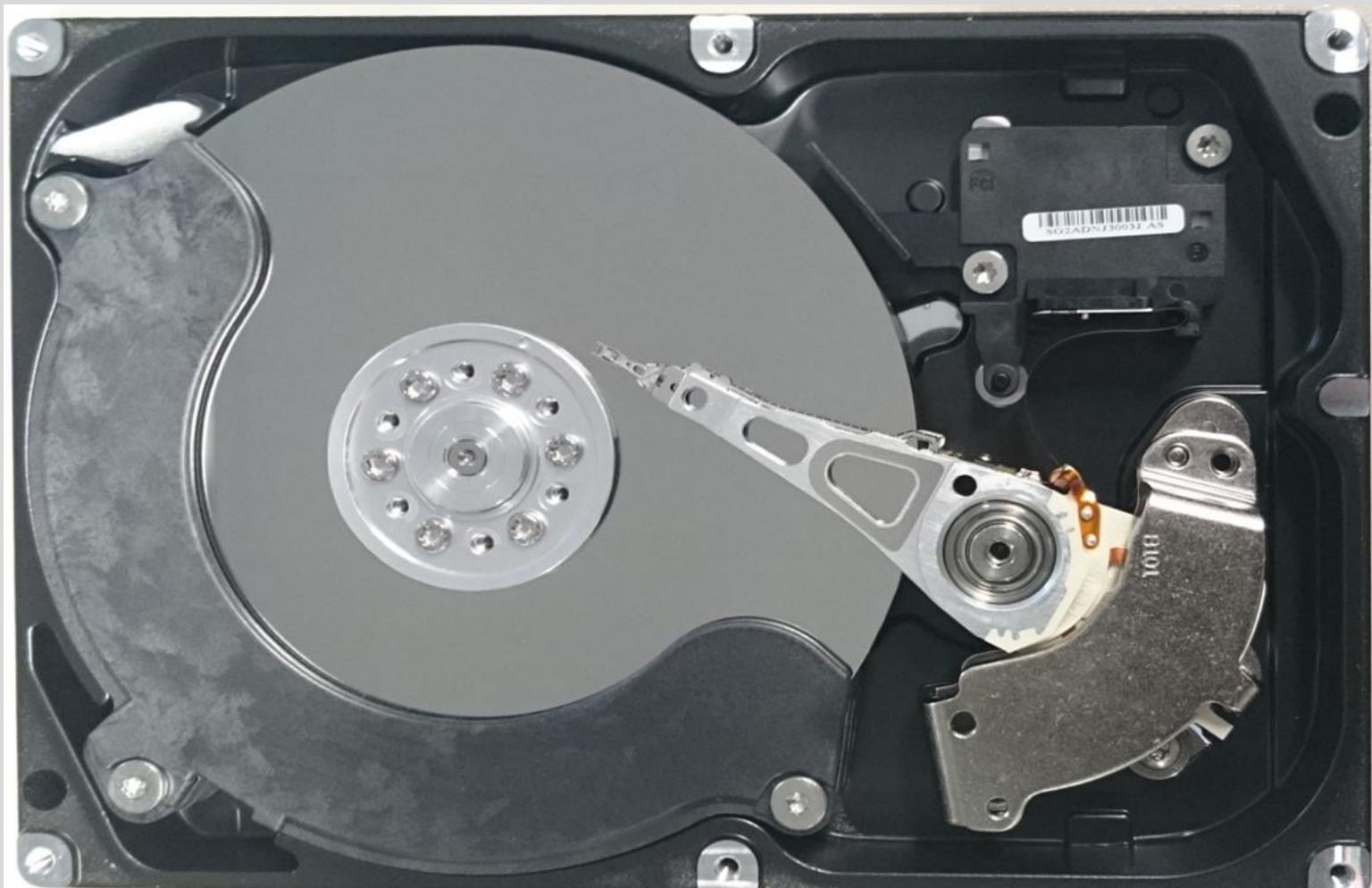


(*) ST is leader in providing this part of the system. However nothing is present on ST website since these ICs are ASICs developed and customized for ST key customers.

Aufbau 2



Aufbau 3



Innenleben

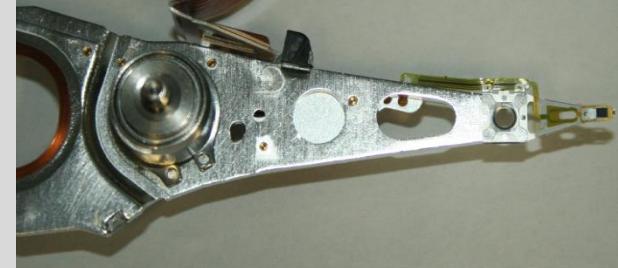
Gehäuse



Datenscheibe



Schreib-/Lesekopf



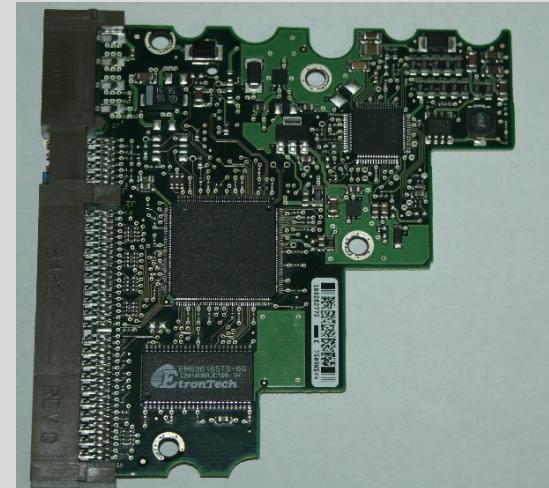
Schreib-/Lesekopf



Antriebe für die Schreib-/Leseköpfe



Steuerelektronik



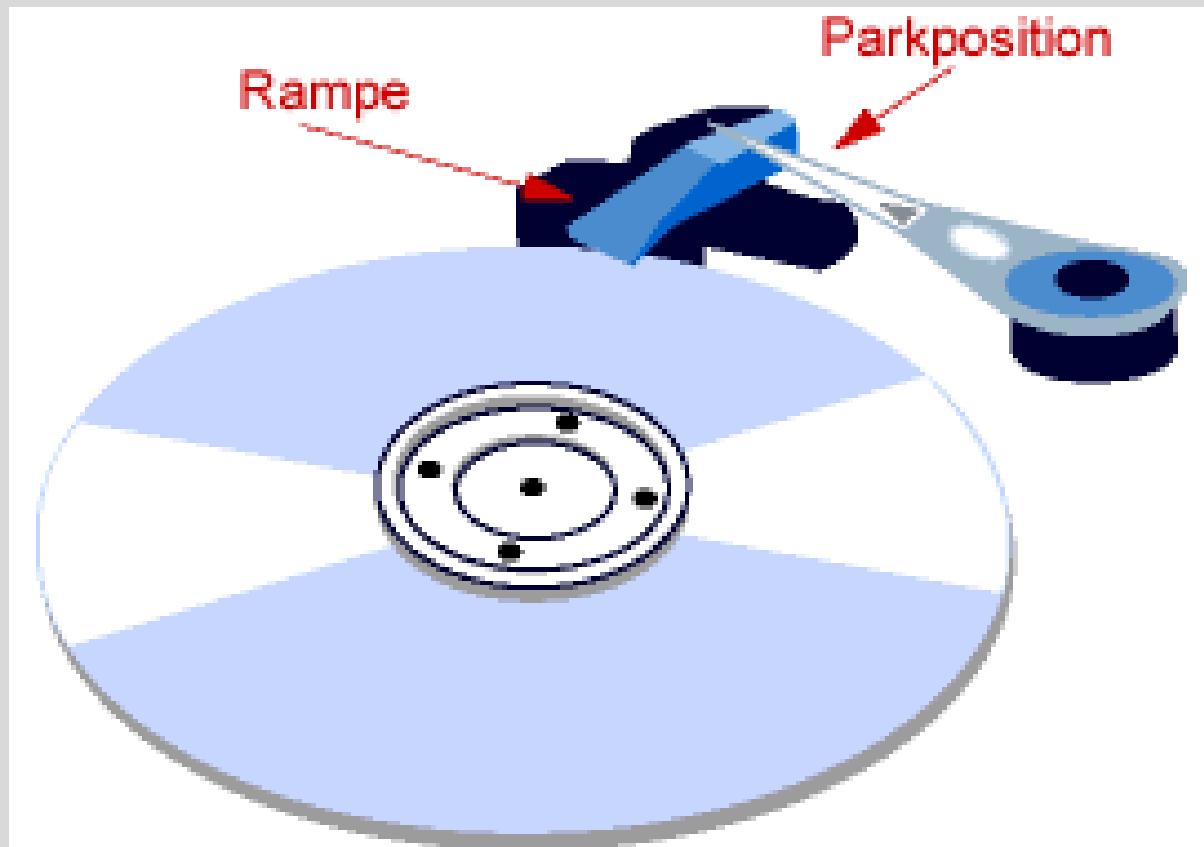
Bauteile einer Festplatte

- Eine oder mehreren rotierbar gelagerten Scheiben.
- Eine Welle, auch “*Spindel*“ genannt, auf der die Scheiben übereinander montiert sind.
- Ein Elektromotor als Antrieb für die Scheiben.
- Bewegliche Schreib-/Leseköpfe.
- Linearmotor für die Schreib-/Leseköpfe.
- Steuerelektronik für Motor- und Kopfsteuerung,
- Festplattencache: Üblich 2 - 64 MB.
- Schnittstelle
- Gehäuse

Parkposition

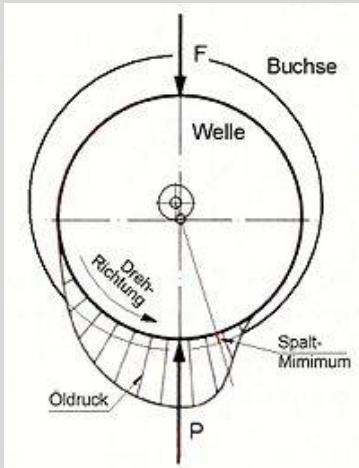
Bei Inaktivität / Abschaltung des Datenträgers, parkt der Schreib-/Lese-Kopf in der Parkposition.

Befindet sich entweder außen, siehe Abb. o. nahe der Achse.
(siehe Folie: 6)



Lagerarten und Geräuschenwicklung

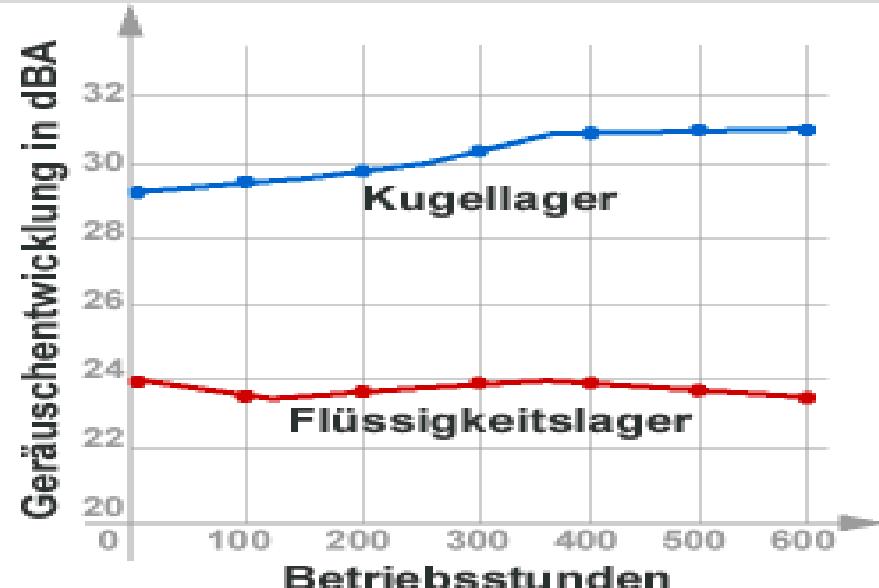
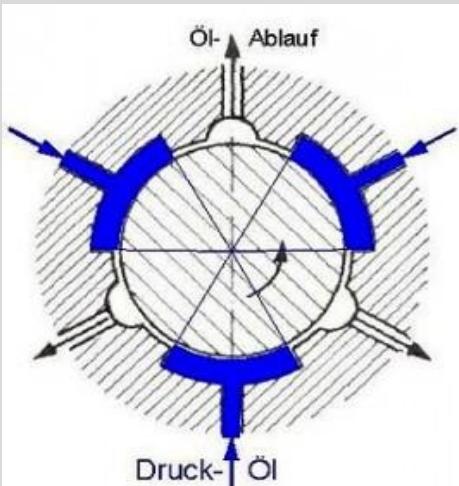
Hydrodynamisches Lager



Wälzlagern



Hydrostatisches Lager



Triple Stage Actuator (TSA)

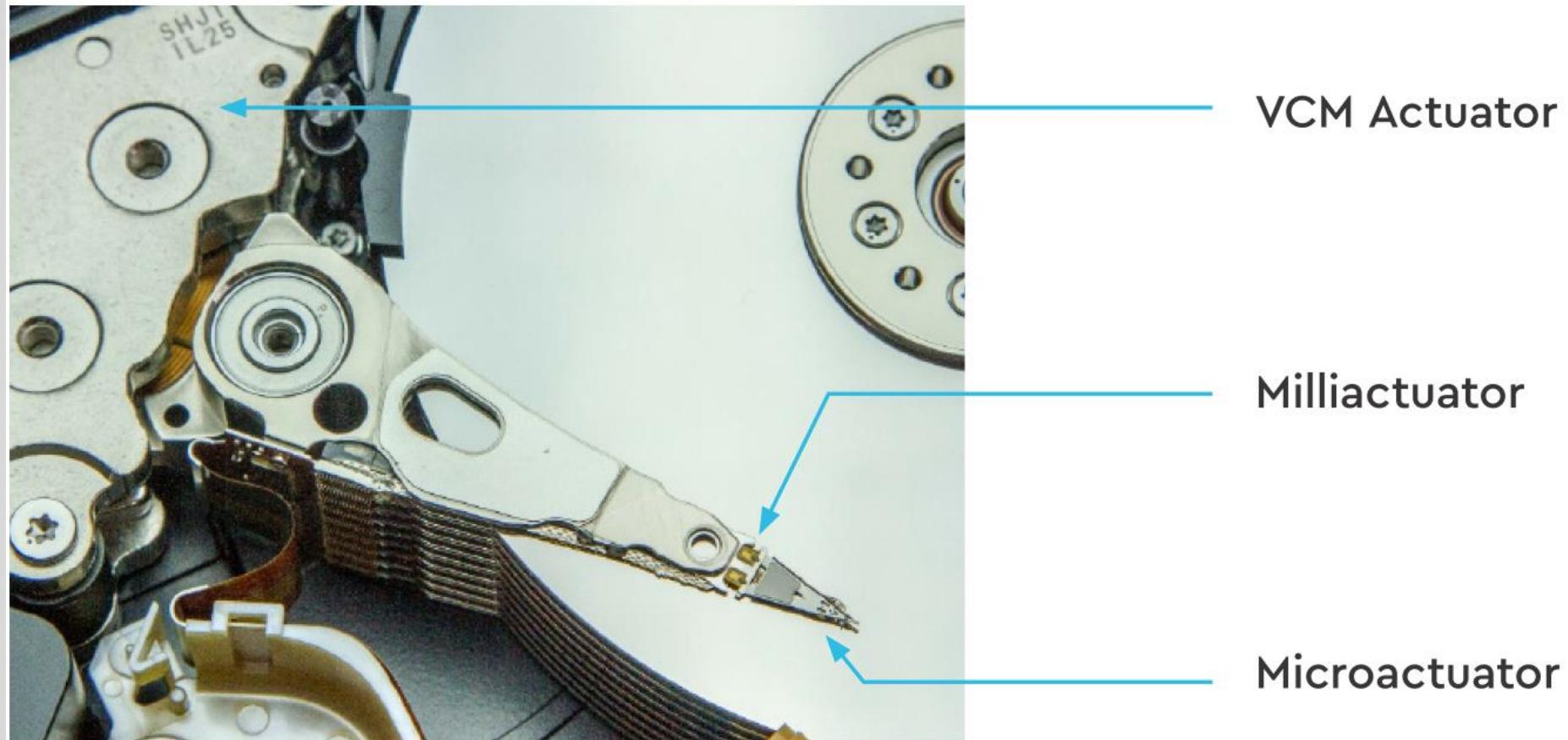
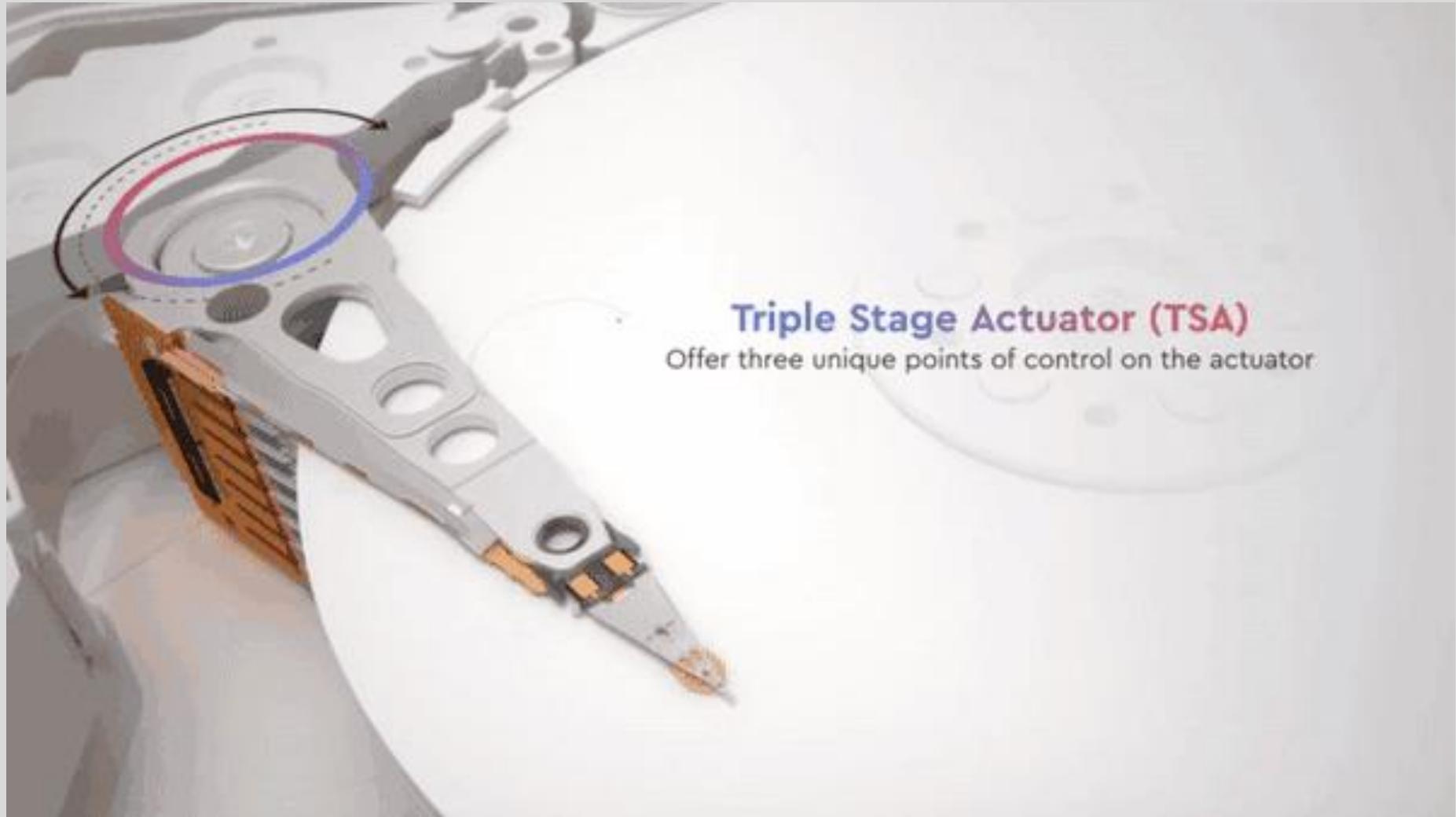


Figure 5: Triple Stage Actuator (TSA)

Triple Stage Actuator



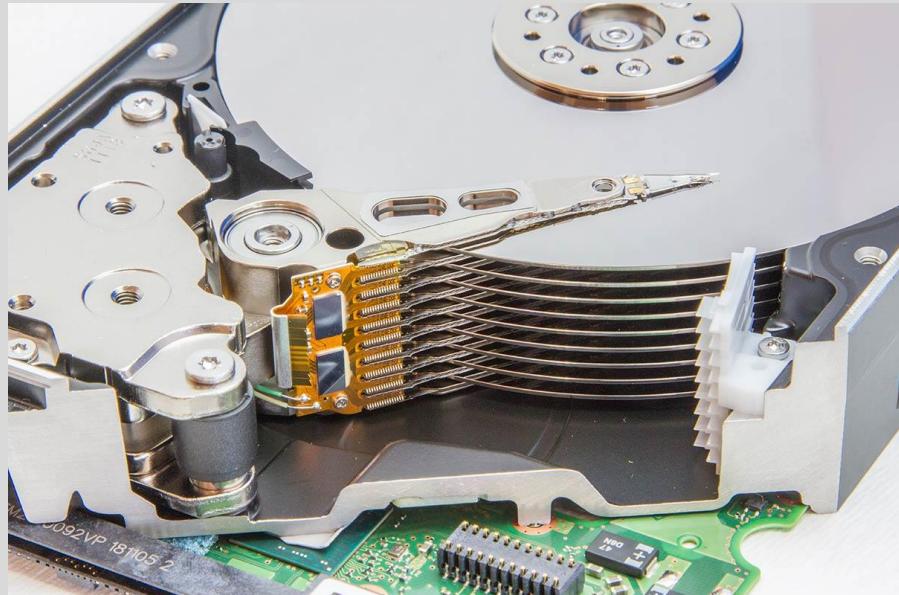
Triple Stage Actuator (TSA)
Offer three unique points of control on the actuator

Schreib-Lesekopf

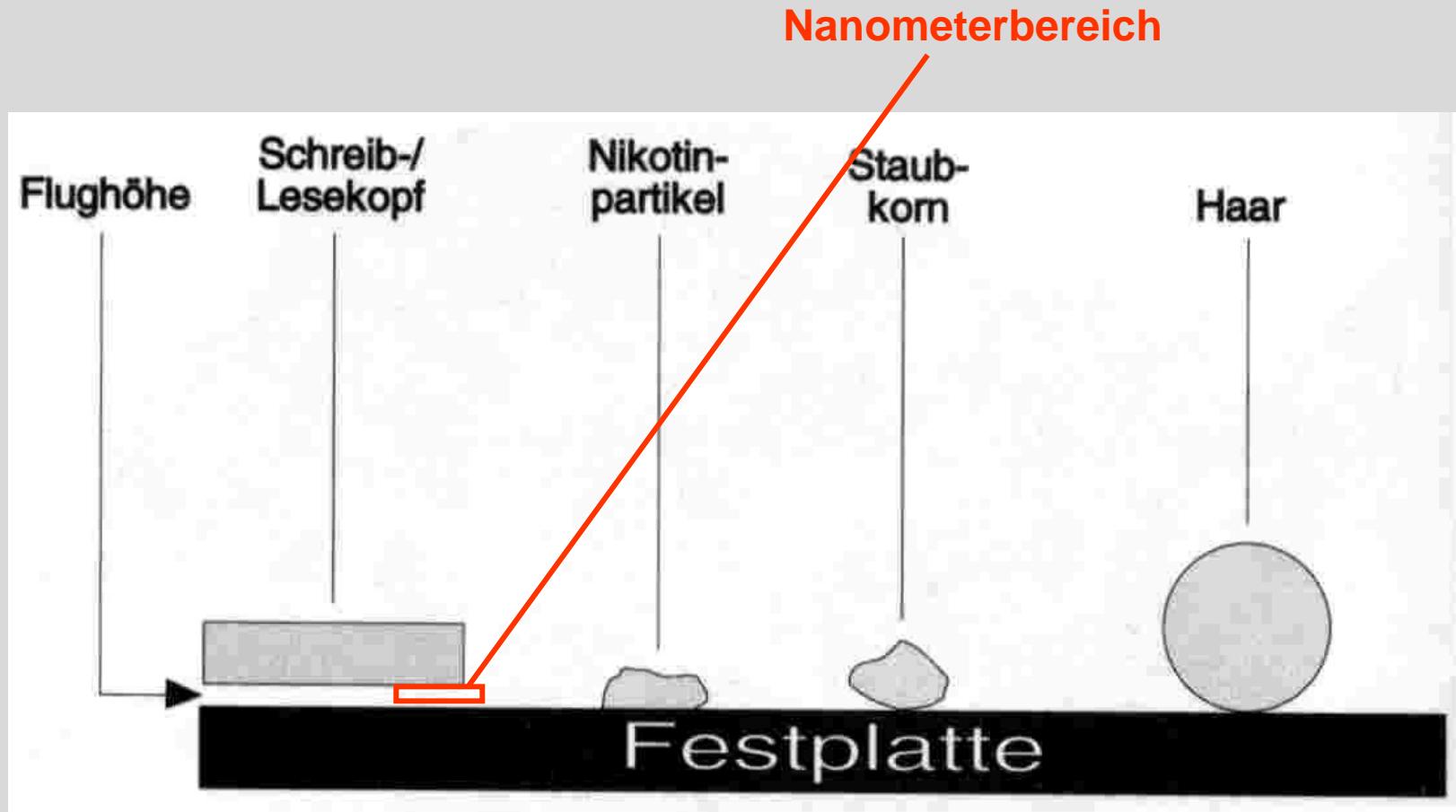


Helium ermöglicht mehr Platten

- Helium besitzt 1/7 der Dichte wie Luft
- Dies ermöglicht
 - Eine höhere Speicherdichte
 - Mehr Platten (7 – 9 Platten -> 18 TB)
 - Dünnerne Platten, spezielle Gläser
 - Kleinere Abstände Kopf – Platte
 - Geringere Verwirbelungen an der Plattenoberfläche



Größenvergleich zum Schreib-Lesekopf Abstand



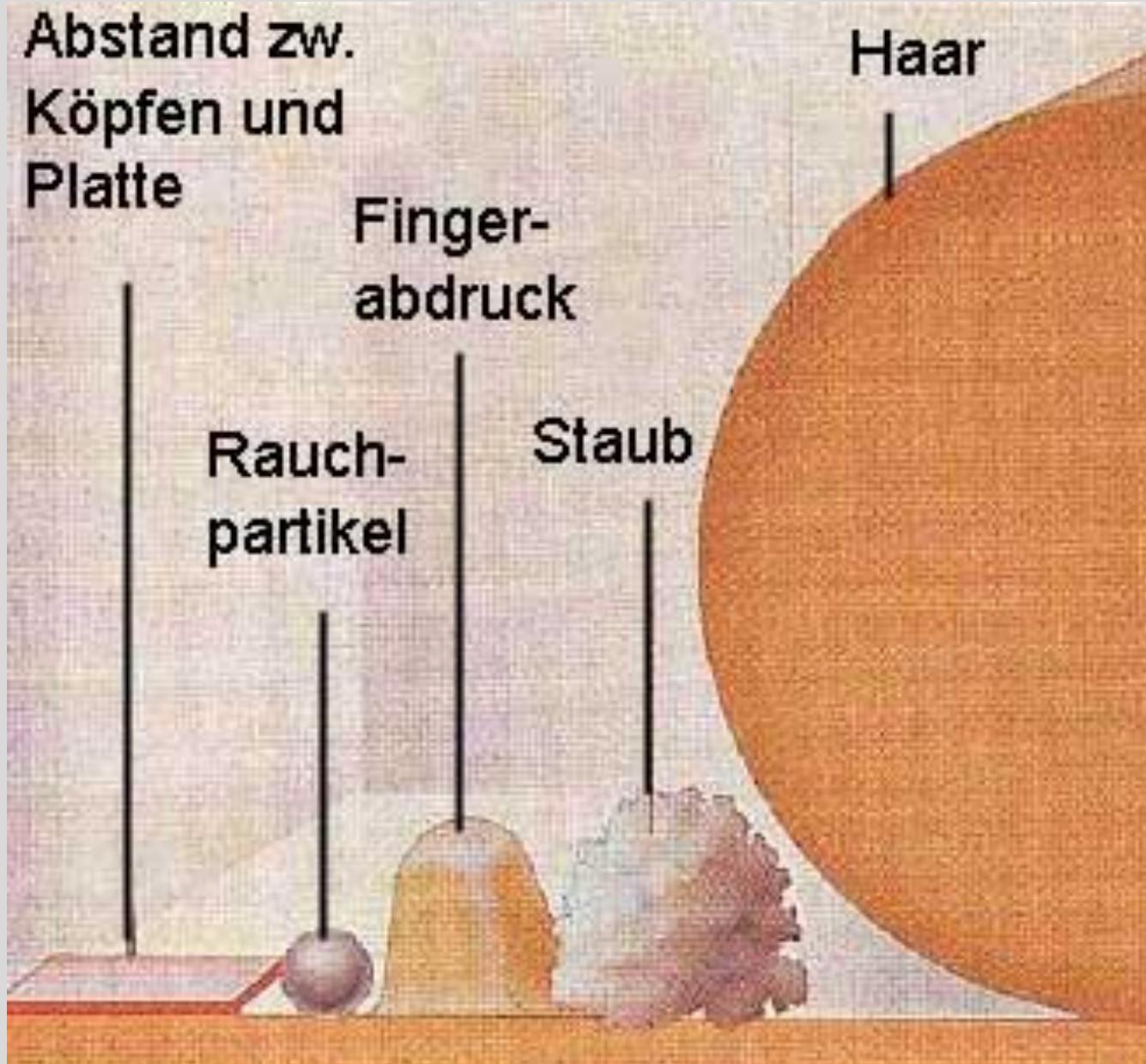
Abstand zw.
Köpfen und
Platte

Finger-
abdruck

Rauch-
partikel

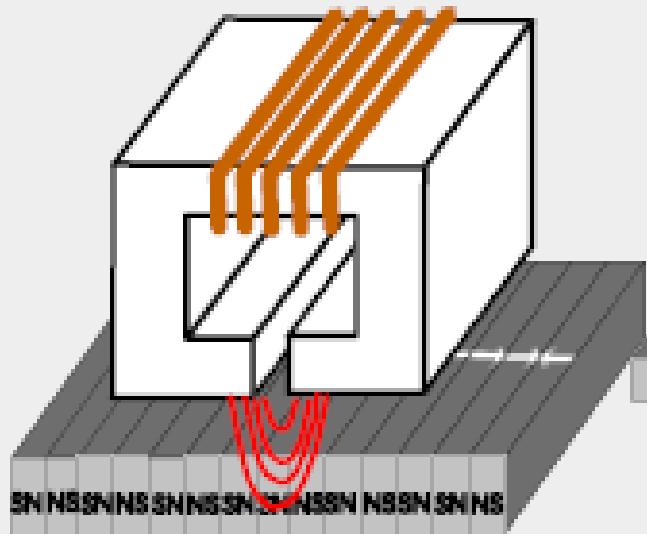
Staub

Haar



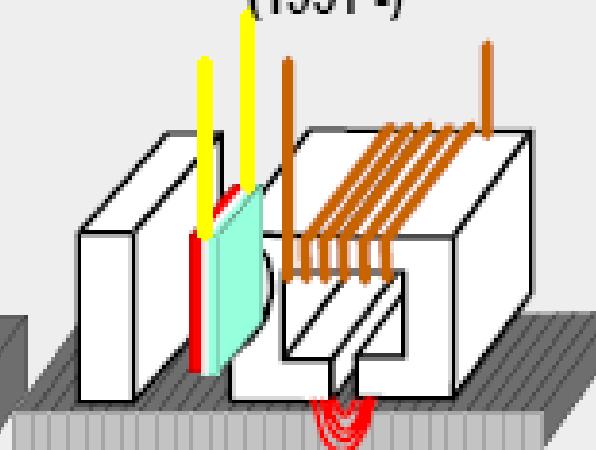
Prinzip - Speicherdichte

induktives
Lese- / Schreib-
Element
(1979 -)



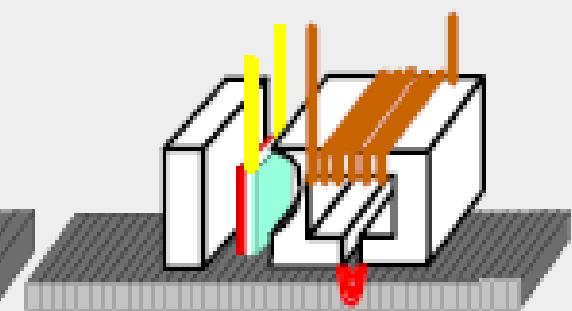
< 1 Gbit/in²
160.000 BPI
6.500 TPI

MR Lese- /
induktives Schreib-
Element
(1991 -)



< 6 Gbit/in²
340.000 BPI
16.000 TPI

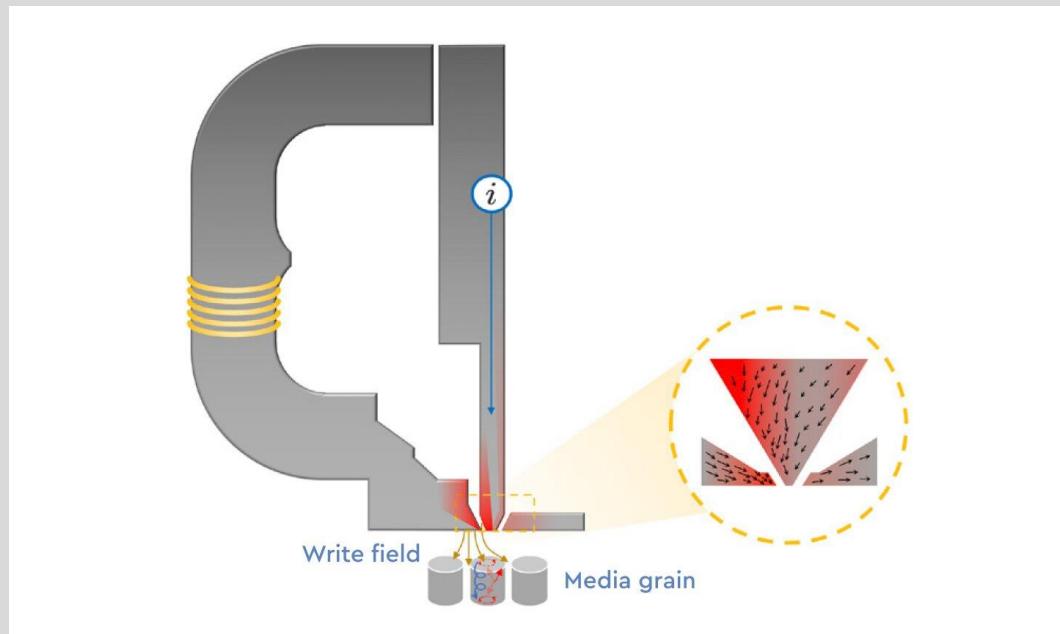
GMR Lese- /
induktives Schreib-
Element
(> 1998)



10 Gbit/in²
500.000 BPI
20.000 TPI

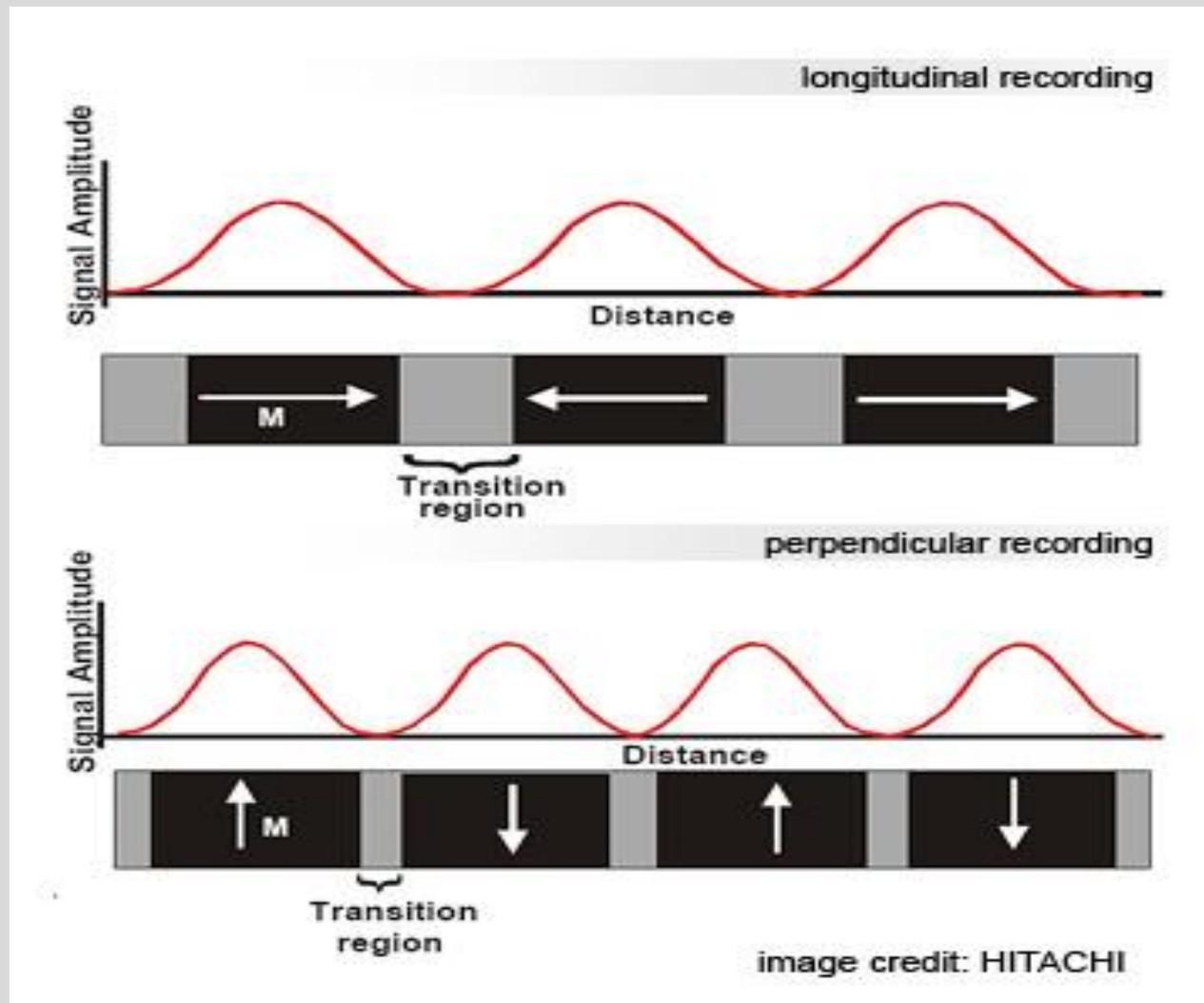
Energy-Assisted Magnetic Recording

- EAMR-Technology
- ePMR - Energy-assisted Perpendicular Magnetic Recording
- MAMR - Microwave Assisted Magnetic Recording
- HAMR - Heat Assisted Magnetic Recording

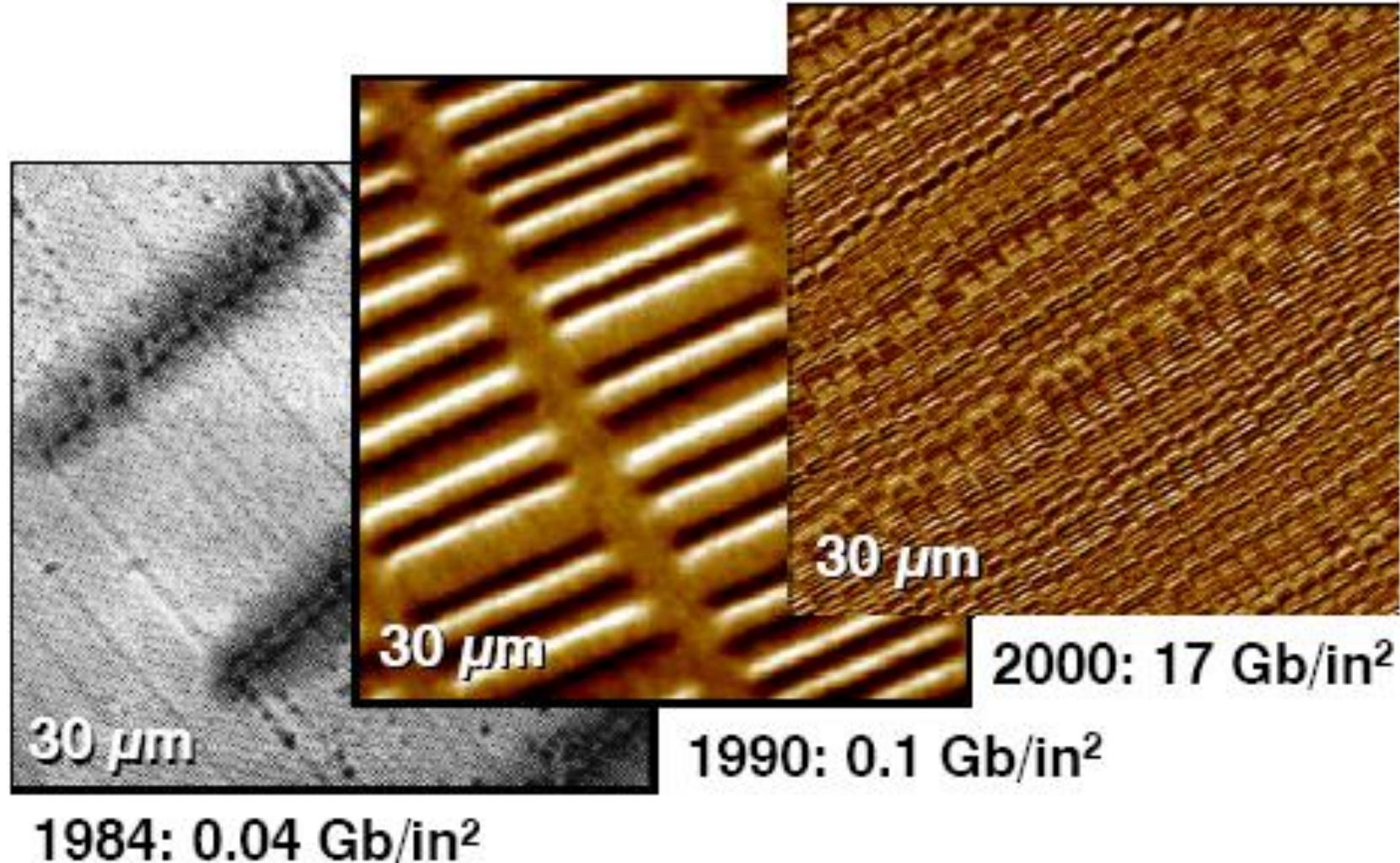


Datendichte

Ausrichtung der „Magnete“ von waagerecht in senkrecht->
höhere Speicherdichte

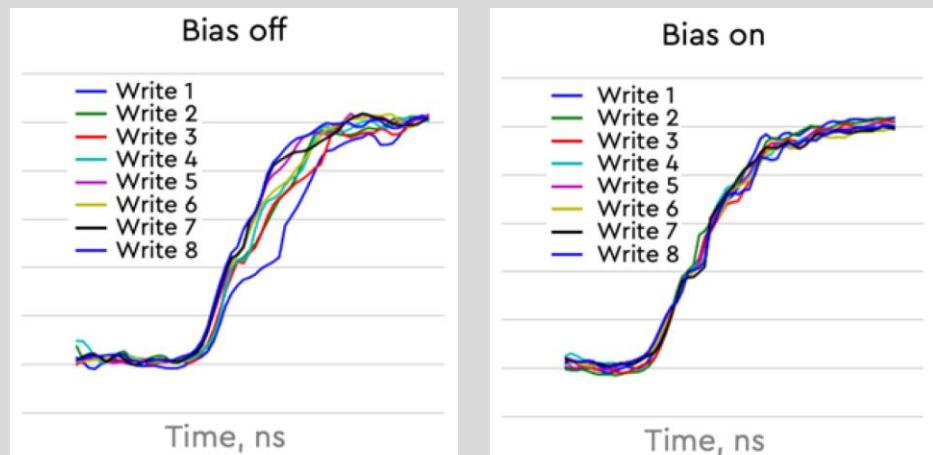
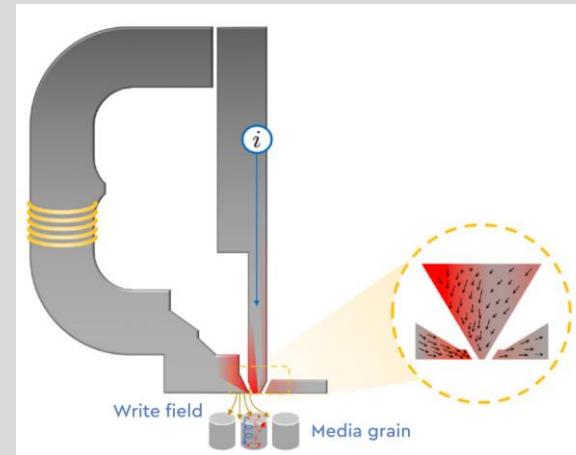


Prinzip - Speicherdichte



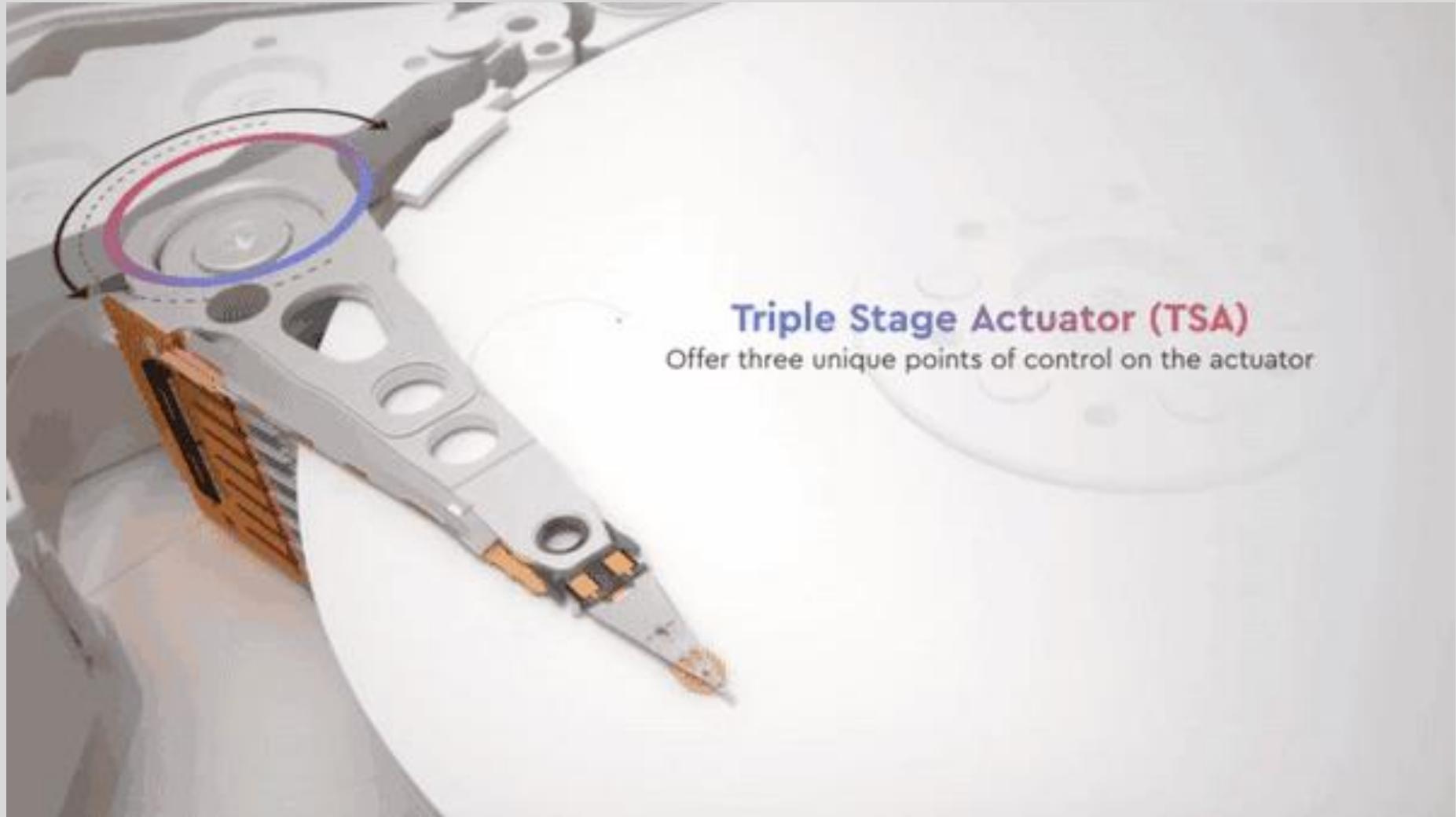
Magnetkopf heute

- Magnetköpfe erreichen durch den Schreibstrom nicht die volle magnetische Sättigung
-> undefiniertes Magnetfeld auf dem Medium ->
Verzerrung der Schreibströme -> Jitter
- ePMR – elektr. Strom an Hauptpol – magnetische „Vorspannung“
- Ermöglicht höhere Schrebdichte (BPI)



EAMR effect on jitter

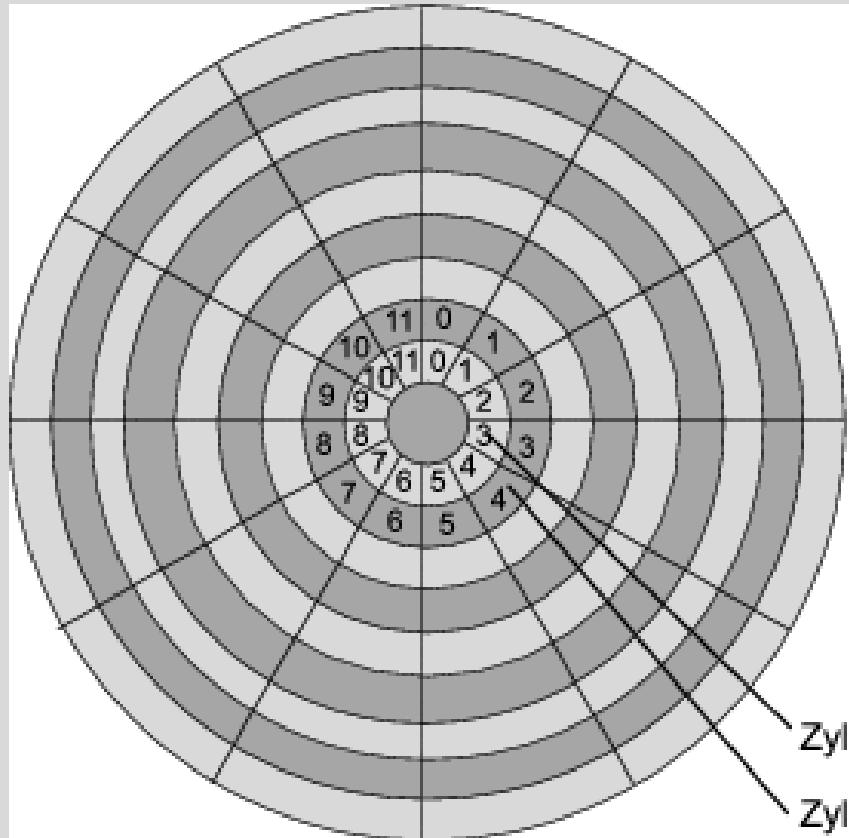
Triple Stage Actuator



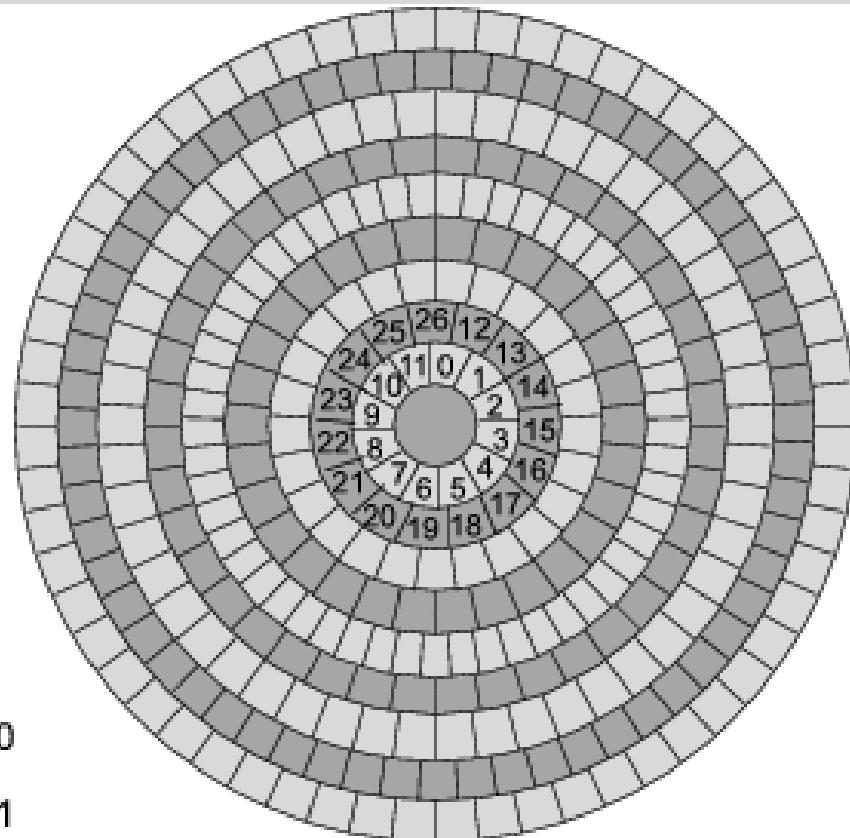
CHS / LBA

- CHS (Cylinder Head Sector) ist die physikalische Adressierung der Festplatte
 - Max. Adressierbarer Speicher = 7,844GiB
- LBA (Logical Block Addressing) wird die Anzahl der Sektoren abgezählt, was einen größeren Adressraum zulässt
- Speichergröße kann durch höhere Speichergröße der Blöcke erhöht werden – Größere Dateien

Adressierung



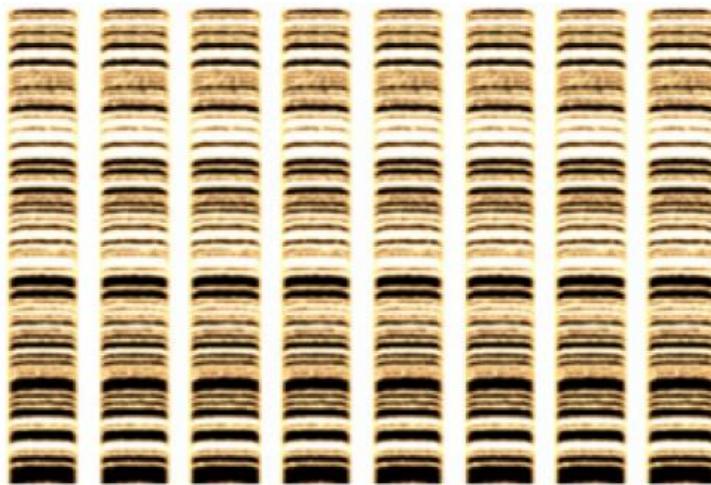
CHS-Adressierung



LBA-Adressierung

Shingled Magnetic Recording

Standard CMR Tracks



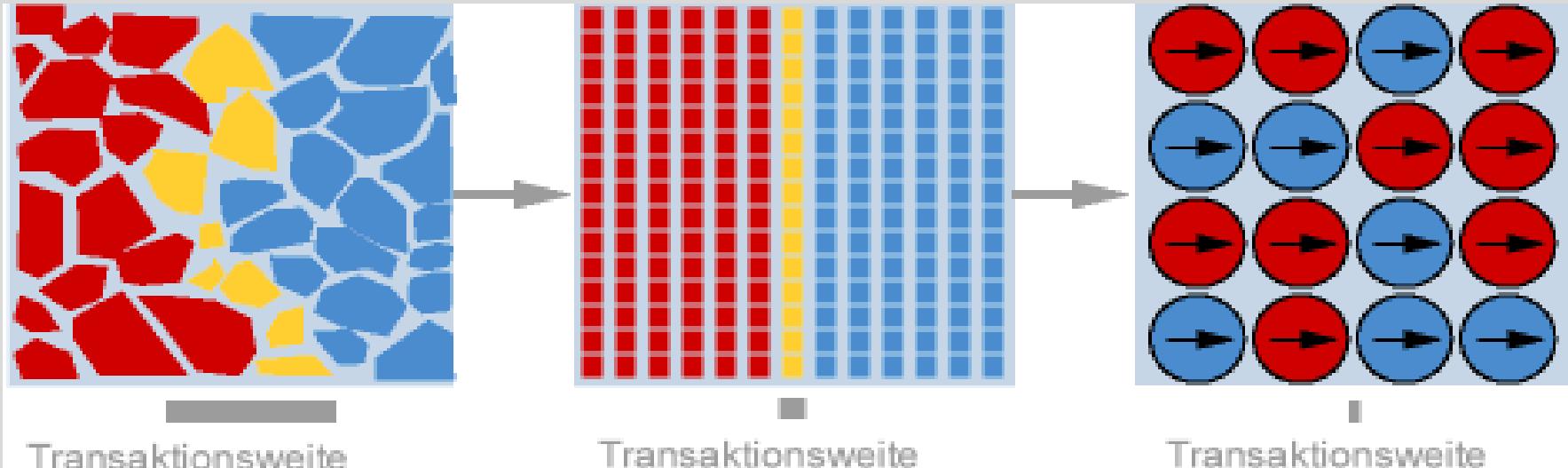
SMR Zoned Storage



Zone

Das magnetische Medium

Perfekt: Das perfekte magnetische Medium als Ziel der Entwicklung.



Heute:

- große zufällig
verteilte Körner
- unscharfe Übergänge
- thermisch stabil

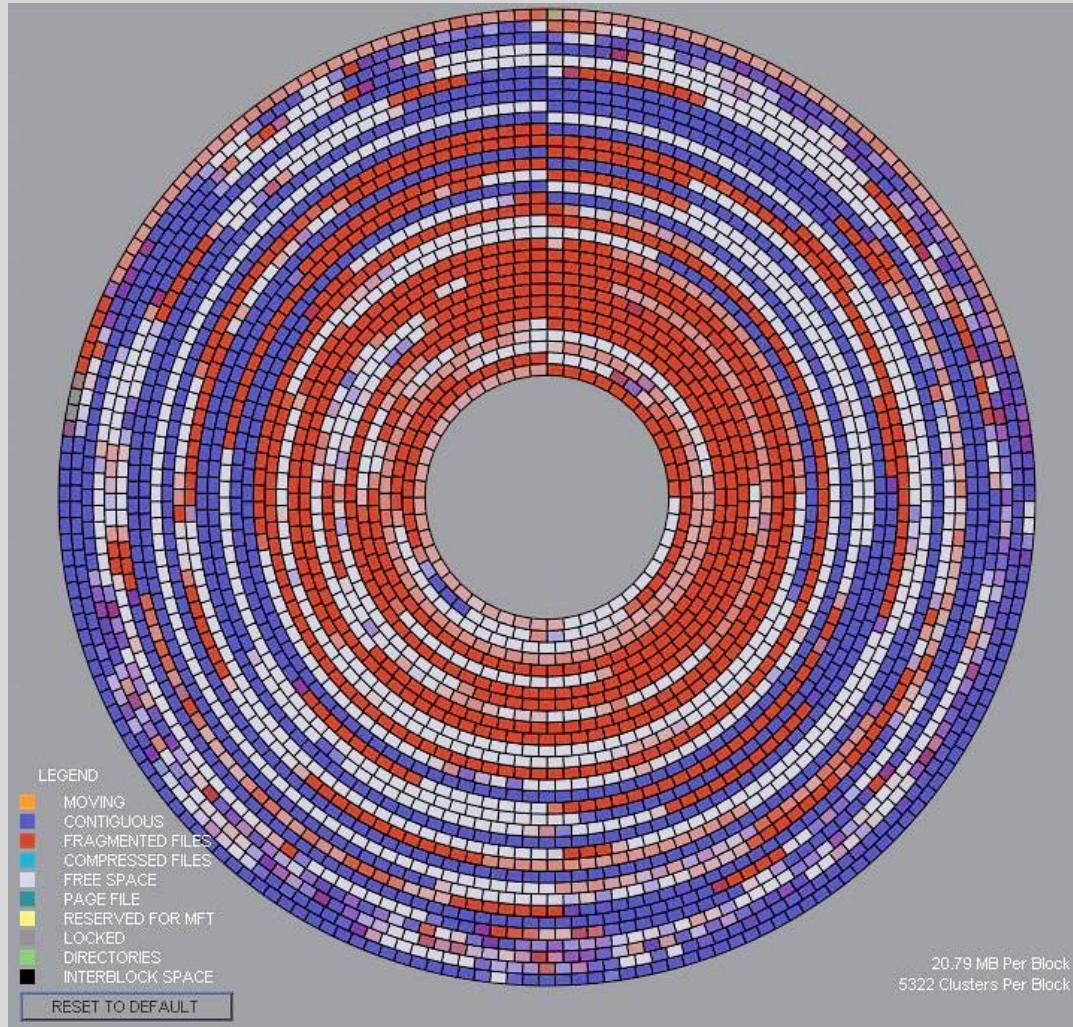
Nahe Zukunft:

- kleine geordnete Körner
- scharfe Übergänge
- thermisch unstabil

Zukunft:

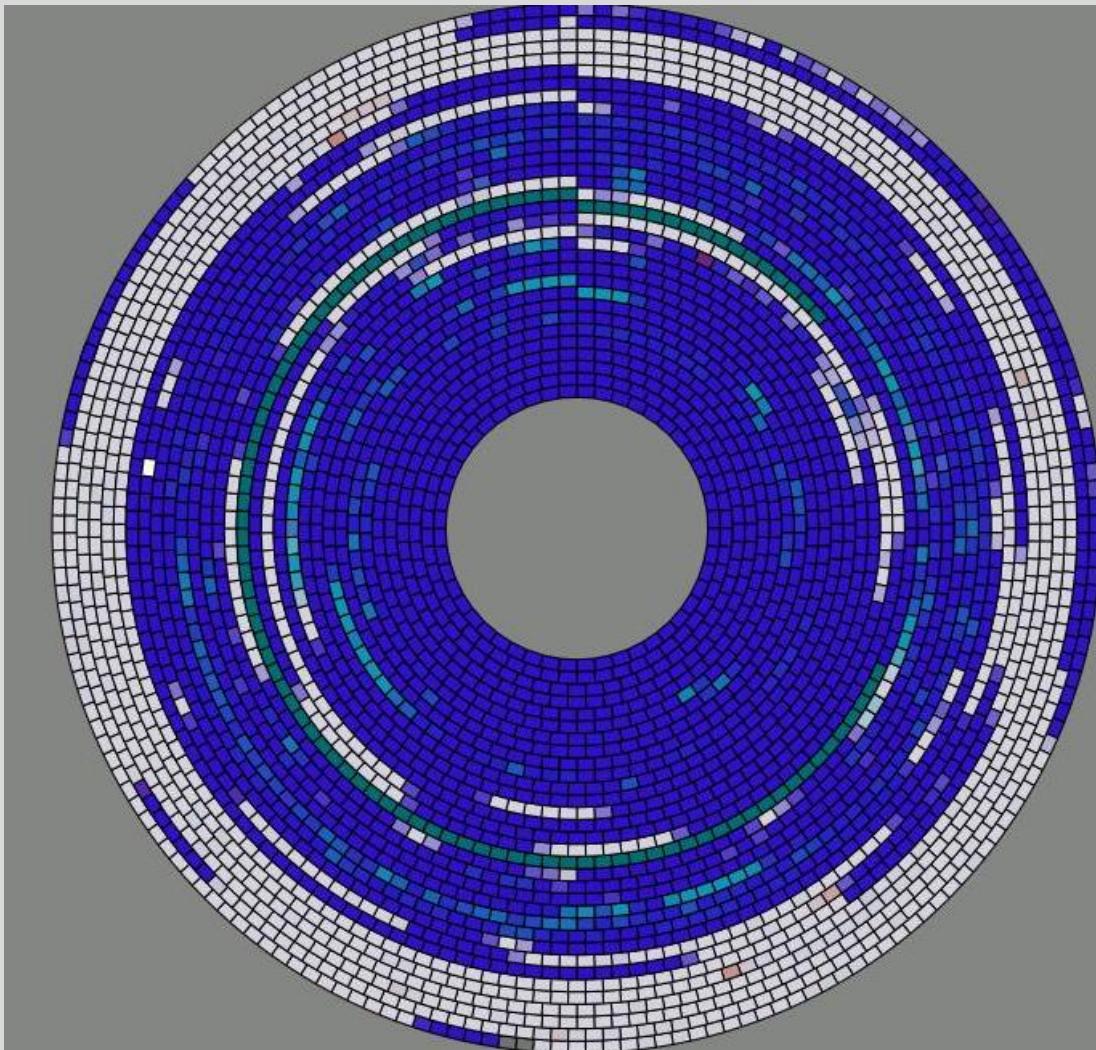
- gekachelte Einzelbits
- scharfe Übergänge
- thermisch stabil

Fragmentiert



Software: „UltimateDefrag“

Defragmentiert



- Defragmentierung, beseitigt die Lücken
- Dateien werden
- Zugriffszeiten deutlich verbessert

Software: „UltimateDefrag“

Berechnung der Umfangsgeschwindigkeit

Formel: $v = d * \pi * n$
 oder $v = w * r$



		Umfang in m	v in m/min	km/h
Durchmesser:	3,5"	0,27928759	1508,15297	90,50
Umdrehungen:	5400			
Geschwindigkeit =	~90,49 km/h			
Durchmesser:	2,5"	0,19949113	1077,25212	64,64
Umdrehungen:	5400			
Geschwindigkeit =	~64,64 km/h			

Drehzahlen

- In Arbeitsplatzrechnern oder Privat-PCs (3,5“):
 - 5.400 bis 10.000/min
- In Hochleistungsrechnern und Servern (3,5“):
 - 10.000 bis 15.000/min
- Bei den 2,5“ Festplatten:
 - 5.400 bis 7.200/min wobei 5.400/min sehr verbreitet ist.

Zugriffszeiten

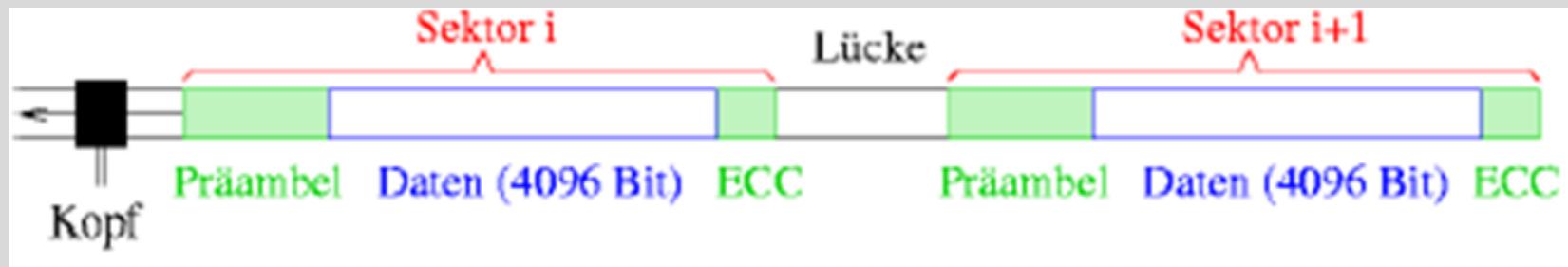
- Positionierzeit + mittlere Latenzzeit
(+ Datenübertragungszeit)
Typisch 2 – 3 ms.
- Latenzzeit (rotational delay):
0 bis 1 Plattenumdrehung.
mittlere Latenzzeit : $\frac{1}{2}$ Umdrehungen.
- Zugriffszeit = Positionierzeit + Latenzzeit.
typisch bei 7200 U/m → ~15 ms

<http://www.lehrer-rautenberg.de/klasse-13/laufwerke/festplatte.htm>

Was ist eine Firmware?

- Firmware stellt Funktionen für die Speicherung bereit
- Low Level Formatierung, Regelparameter, Anlaufcharakteristik, S.M.A.R.T, Setup d. Gerätes, Cluster, Sektorengröße ...
- Firmware dient als Vermittler zwischen der Hardware und der Software

Organisation der Daten



- Eine Spur stellt einen konzentrischen Kreis auf einer Magnetplatte dar, Breite einer Spur: 75 nm.
- Jede Spur ist in Sektoren (zumeist mit 512 Byte Nutzdaten) unterteilt.
- Jeder Sektor enthält noch 40 - 100 Bytes für Verwaltungsinformationen, (Präambel) und Fehlererkennung/-korrektur (ECC)
- Es können nur ganze Sektoren gelesen oder beschrieben werden!
- Bei Einsatz mehrerer Magnetplatten bilden alle übereinander liegenden Spuren einen Zylinder (→ mehr Daten ohne neue Kopfpositionierung!)
- Jeder Sektor ist somit durch Zylindernummer, Kopfnummer und Sektornummer eindeutig identifiziert (CHS)

Formatierung & Dateisystem

- Physikalische Formatierung
(Low-Level-Formatierung)
 - Wird vom Hersteller durchgeführt
 - Einteilung der Festplatte in Spuren, Zylinder und Sektoren
- Logische Formatierung
 - Einrichtung eines Dateisystems
- Aufgaben eines Dateisystems
 - Verwaltung des Speichers
 - Verwaltung der Verzeichnisse und Dateinamen
 - Festhalten der Positionen von Dateien auf der Platte

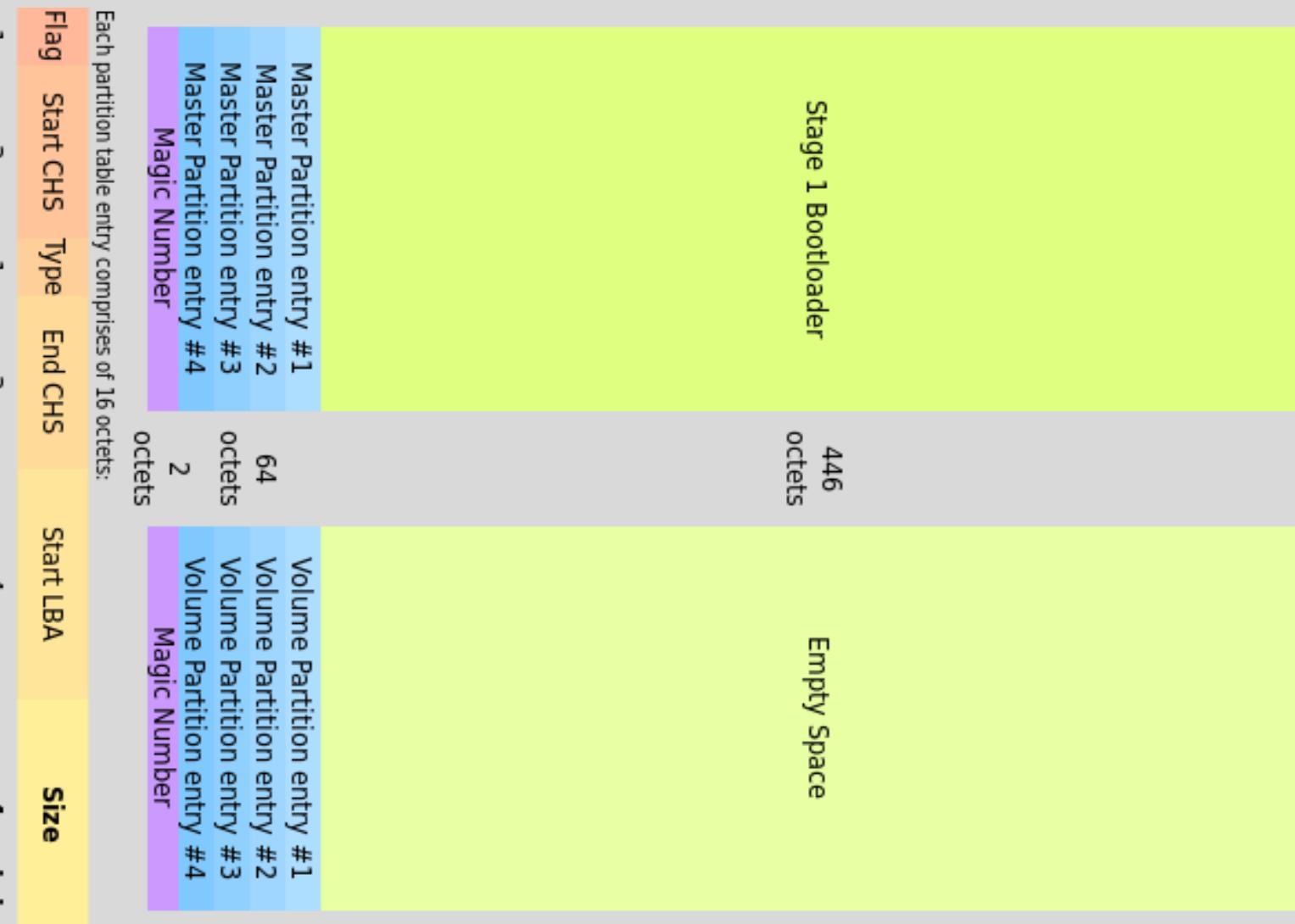
MBR/GPT

- Master Boot Record / Global Unique IDentifier Partition Table
- MBR kann nur Partitionen von max. 2,6 TByte verwalten.
- Alles was darüber liegt, benötigt den Nachfolger „GPT“
 - Größere Datenträger werden bootbar

Aufbau des MBR

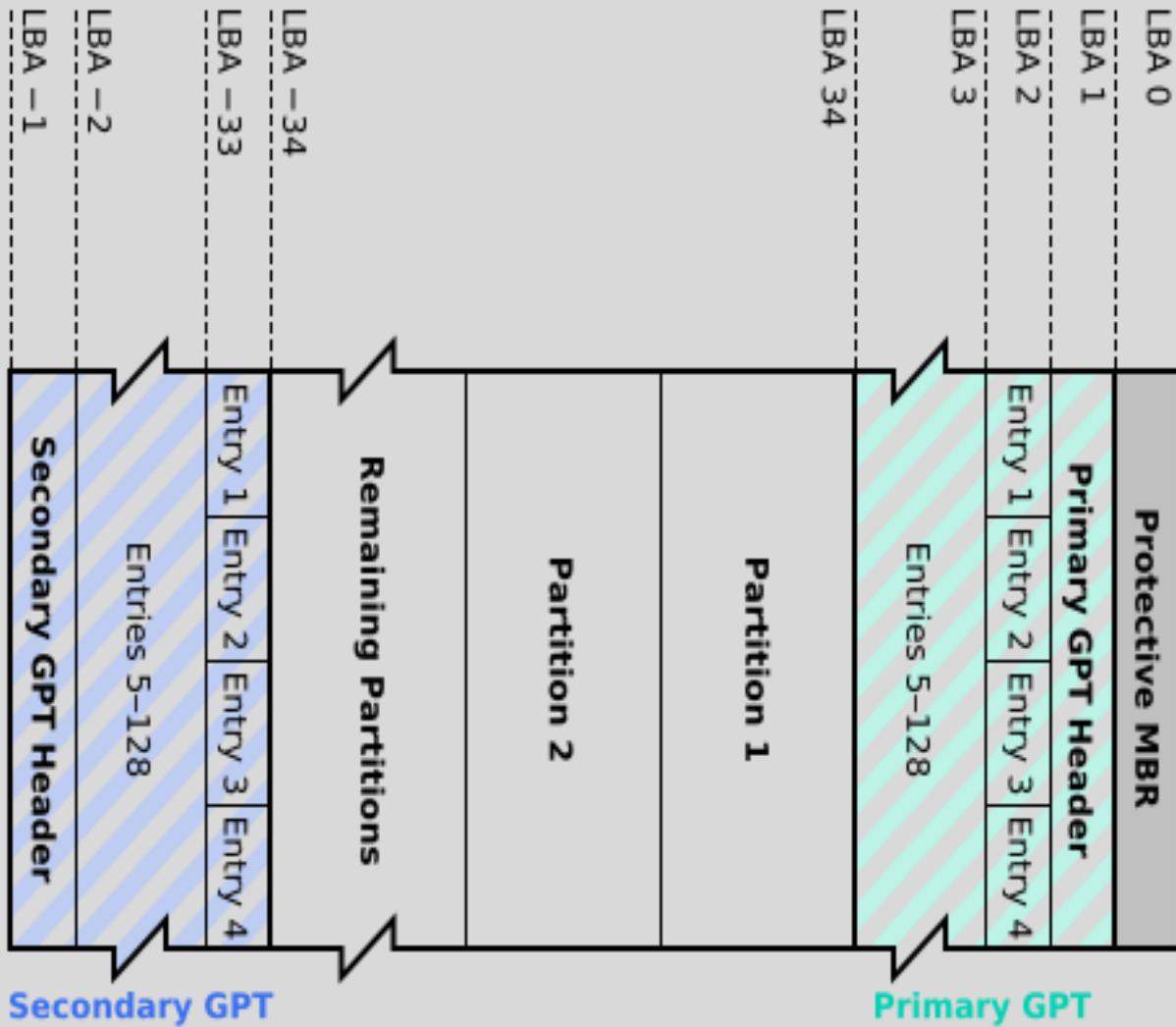
Adresse - Hex	Adresse - Dez	Funktion/Inhalt	Größe in Byte
0x0000	0	Bootloader (Programmcode)	440
0x01B8	440	Disk-Signatur (seit Win 2000)	4
0x01BC	444	Null (0x0000)	2
0x01BE	446	Partitionstabelle	64
0x01FE	510	Bootsektor-Signatur (wird vom BIOS für den ersten Bootloader geprüft)	2
Gesamt:			512

Aufbau des MBR



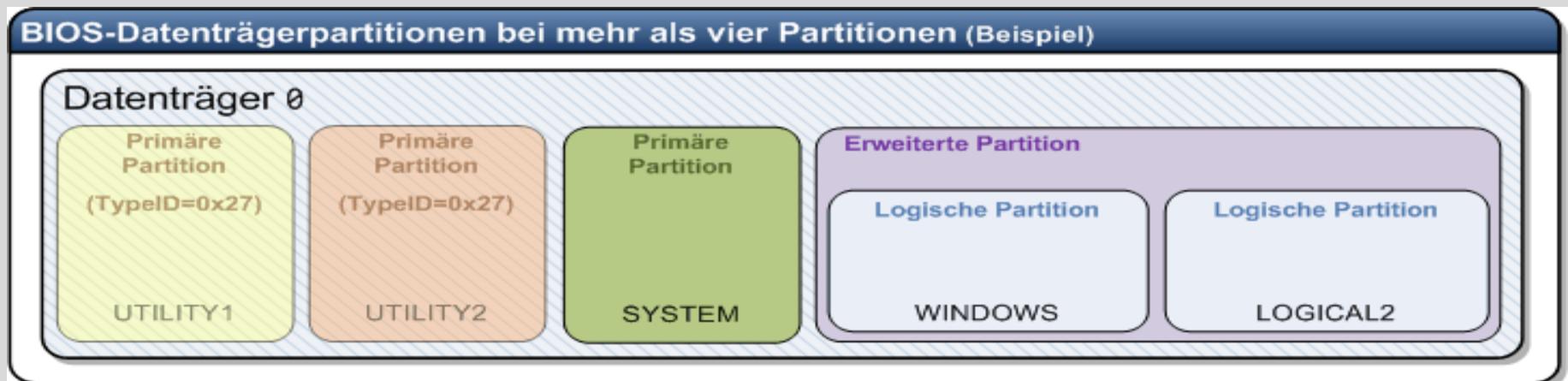
Aufbau GPT

GUID Partition Table Scheme



Partitionen

- Einteilung, aus Sicht des Betriebssystems, der Festplatte in mehrere Bereiche.
- Jede Partition hat ihr eigenes Dateisystem und gilt als logisches Laufwerk.
- Dadurch können mehrere Betriebssysteme auf einer Festplatte installiert werden.



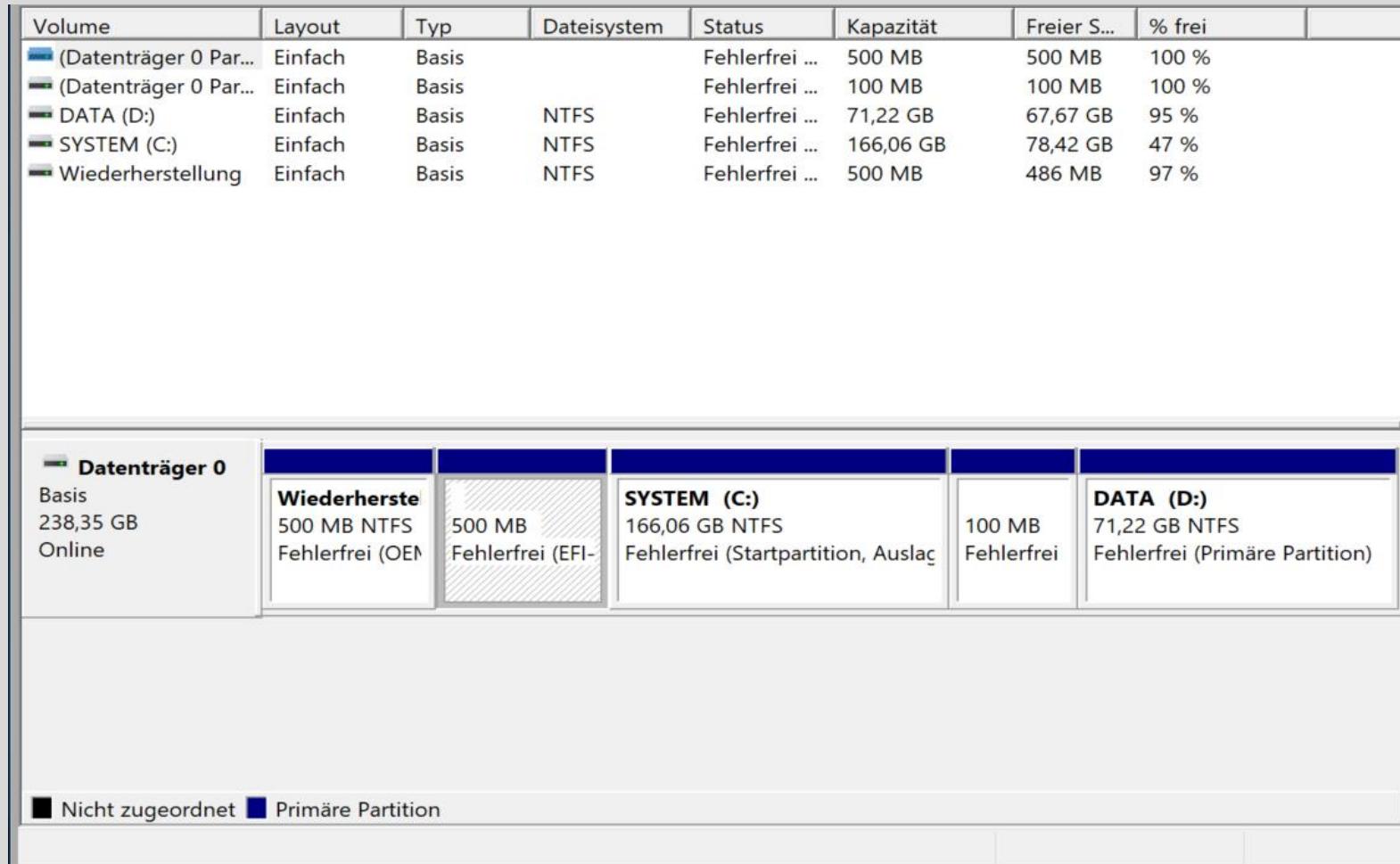
Vor- und Nachteile der Partitionierung.

- Vorteile:
 - Organisation der Daten
 - Schnellerer Datenzugriff
 - Effizientere Nutzung des Speichers
- Nachteil:
 - Partitionieren schützt nicht vor Datenverlust
 - Bei Hardwareschäden, Verlust aller Daten

Windows Datenträgerverwaltung MBR

Datenträger 0	System-reserviert 100 MB NTFS Fehlerfrei (System, /)	OS (C): 244,04 GB NTFS Fehlerfrei (Startpartition, Auslagerungsdatei, Absturzabbild)	Daten (D): 221,62 GB NTFS Fehlerfrei (Primäre Partition)	
Datenträger 1 Wechselmedium 57,91 GB Online	BFW-64GB (M): 57,90 GB NTFS Fehlerfrei (Primäre Partition)			
█ Nicht zugeordnet █ Primäre Partition				

Windows Datenträgerverwaltung GPT



Korrekte Arbeiten mit einer Festplatte

- Ausgebaute HDD in antistatischer Verpackung aufbewahren
- Schockabsorbierende Verpackung wählen
- Keine korrosive Umgebung
- Regelmäßige Kontrolle auf „verwischte“ Daten, zeitlich bedingter Ausgleich der Magnetfelder
- Vor Neueinbau – Überprüfen der S.M.A.R.T-Werte

S.M.A.R.T?

- Self Monitoring and Analysis Reporting Tool
- Ermöglicht die Diagnose der Datenträger durch Aktivierung im UEFI/BIOS
- Beispiele für wichtige Werte sind
 - Reallocated Sectors Count
 - Spin Retry Count
 - End-To-End error
 - Reported uncorrectable Error
 - Commando Timeout
 - eallocation Event Count
 - Current Pending Sector Count
 - Uncorrectable Sector Count
 - Soft Read Error Rate
- Sollten diese Werte in einem Tool **rot** angezeigt werden, ist sofort der Datenträger zu wechseln – Es droht **Datenverlust!!!**

Abkürzungen

HDD	Hard Disk Drive
SSD	Solid State Drive
TB	Terra Byte (Umrechnung 1000, Marketing)
TPI	Tracks per Inch
BPI	Bits per Inch (Gbit/I)
EAMR	Energy Assisted Magnetic Recording
ePMR	Energy Enhanced Perpendicular Magnetic Recording
CMR	Conventional Magnetic Recording
MAMR	Microwave Assisted Magnetic Recording
HAMR	Heat Assisted Magnetic Recording
TSA	Triple Stage Actuator
MTBF	Mean Time Between Failure

Lernerfolgskontrolle

- In Ihrem PC befindet sich eine Festplatte (HDD). Benennen Sie die Bauteile der Festplatte in dem Sie die Ziffern den Bauteilen zuordnen!
- Nennen Sie das Speicherprinzip bei einer HDD!
- Nennen Sie 3 Vorschriften, wie HDD zu behandeln sind!
- Nennen Sie für die Dimensionierung eines Rechnersystems wichtige Parameter eines Festplattenlaufwerkes?
- Was verstehen Sie Zugriffszeit und wovon ist sie abhängig?
- Was unterscheidet ein logisches Laufwerk von einem physischen?
- Nennen sie 3 Datenschnittstellen für HDD!
- Nennen Sie die zwei gängigen Baugrößen!
- Wie viele Primären Partitionen kann man maximal auf einer Festplatte erstellen, begründen Sie!
- Nennen Sie mindestens 2 aktuelle Schnittstellen einer Festplatte!
- Warum benötigt man, bei Partitionen ab 2TB die GUID-Partition-Table (GPT) ? Begründen Sie!
- Wie heißt die aktuelle Adressierung der Festplatte?
- Durch welche Methode konnte man die Datendichte auf der Festplatte erhöhen?
- Was bedeutet CHS & LBA voll ausgeschrieben?
- Was ist die Low-Level-Formatierung?
- Welche Probleme treten beim Einsatz von HDD mit mehr als 3 TiB auf?
- Was verstehen Sie unter S.M.A.R.T. und wozu dient es?
- Nennen Sie 5 wichtige S.M.A.R.T.-Werte und ihre Bedeutung! Informieren Sie sich über weitere Werte, da diese für Systemfehler und Ausfälle verantwortlich sein können!
- Wann sollte eine HDD ausgetauscht werden?
- Informieren Sie sich über die in der Präsentation erwähnten Abkürzungen!

Abschluss

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Für weitere Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Ende

Anhang folgt.....

Anhang

Desktop- und mobiler Speicher



WD Blue™
Speicher für jeden Tag

- Bewährte Technologie
- Ein moderner Klassiker
- Die Freiheit der Wahl
- 2 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Drehzahl	Advanced Format
3,5 Zoll	1 TB	WD10EZEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
3,5 Zoll	750 GB	WD7500AZEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
3,5 Zoll	500 GB	WD5000AAKX	16 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Nein
3,5 Zoll	320 GB	WD3200AAKX	16 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Nein
3,5 Zoll	250 GB	WD2500AAKX	16 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Nein
2,5 Zoll/9,5 mm	1 TB	WD10JPVX	8 MB	SATA 6 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	750 GB	WD7500BPVX	8 MB	SATA 6 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/5 mm	500 GB	WD5000MPCK	16 MB	SATA 6 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/7 mm ¹	500 GB	WD5000LPVX	8 MB	SATA 6 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/7 mm ¹	320 GB	WD3200LPVX	8 MB	SATA 6 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/7 mm ¹	250 GB	WD2500LPVX	8 MB	SATA 6 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	1 TB	WD10JPVT	8 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	750 GB	WD7500BPVT	8 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	500 GB	WD5000BPVT	8 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	320 GB	WD3200BPVT	8 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/7 mm ¹	500 GB	WD5000LPVT	8 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/7 mm ¹	320 GB	WD3200LPVT	8 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja

¹ Ideal für den Einsatz in dünnen Notebooks, auch mit gängigen Rechnern mit 9,5-mm-Standardsteckplätzen kompatibel.

Anhang



WD Green™
Kapazitätsspeicher

- Kühl und leise
- Leistungsstarke Energieverwaltung
- Zuverlässigkeit mit verlängerter Lebensdauer
- 2 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Drehzahl	Advanced Format
3,5 Zoll	6 TB	WD60EZRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower™	Ja
3,5 Zoll	5 TB	WD50EZRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
3,5 Zoll	4 TB	WD40EZRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
3,5 Zoll	3 TB	WD30EZRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
3,5 Zoll	2 TB	WD20EZRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
3,5 Zoll	1 TB	WD10EZRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
3,5 Zoll	500 GB	WD5000AZRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
2,5 Zoll/15 mm ²	2 TB	WD20NPVX	8 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
2,5 Zoll/15 mm ²	1,5 TB	WD15NPVX	8 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja

² Für PCs und speziell gefertigte externe Gehäuse ausgelegt. Können nicht die Laptop- oder Notebook-Computern verwendet werden.

Anhang



WD Black™ Hochleistungsspeicher

- Leistung und Kapazität, die beeindruckt
- Grundsolide Mechanik
- Doppelprozessor-Technologie
- 5 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Drehzahl	Advanced Format
3,5 Zoll	4 TB	WD4003FZEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
3,5 Zoll	3 TB	WD3003FZEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
3,5 Zoll	2 TB	WD2003FZEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
3,5 Zoll	1 TB	WD1003FZEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
3,5 Zoll	500 GB	WD5003AZEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
3,5 Zoll	4 TB	WD4001FAEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Nein
3,5 Zoll	3 TB	WD3001FAEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Nein
3,5 Zoll	5 TB	WD5001FZWX	128 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
3,5 Zoll	6 TB	WD6001FZWX	128 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	750 GB	WD7500BPKX	16 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	500 GB	WD5000BPKX	16 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
2,5 Zoll/7 mm	500 GB	WD5000LPLX	32 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	320 GB	WD3200BEKX	16 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Nein
2,5 Zoll/9,5 mm	250 GB	WD2500BEKX	16 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Nein
2,5 Zoll/9,5 mm	160 GB	WD1600BEKX	16 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	Nein



WD Black²™ Speicher mit Doppellaufwerk

- 120 GB SSD + 1 TB HDD (Doppellaufwerk)
- Professionelle Leistung
- Shift_Technology™
- 5 Jahre Garantie

Baugröße	Speichertyp	Kapazität	Modellnummer	Schnittstellen
2,5 Zoll/9,5 mm	Doppellaufwerk	120 GB SSD + 1 TB HDD	WD1001X06XDT	SATA 6 Gb/s

Anhang



WD Red™

NAS-Speicher mit 1-8 Laufwerkschächten

- Optimiert für NAS mit 1-8 Laufwerkschächten
- NASware™-Technologie

- Premium-Telefonsupport rund um die Uhr
- Bis zu 6 TB Kapazität
- 3 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Drehzahl	MTBF
3,5 Zoll	6 TB	WD60EFRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	5 TB	WD50EFRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	4 TB	WD40EFRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	3 TB	WD30EFRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	2 TB	WD20EFRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	1 TB	WD10EFRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
2,5 Zoll	1 TB	WD10JFCX	16 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
2,5 Zoll	750 GB	WD7500BFCX	16 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden



WD Red Pro

NAS-Speicher mit 1-16 Laufwerkschächten

- Premium-Telefonsupport rund um die Uhr
- 5 Jahre Garantie

- NASware-Technologie
- Optimiert für NAS-Systeme mit 1-16 Laufwerkschächten

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Drehzahl	MTBF
3,5 Zoll	4 TB	WD4001FFSX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	1 Million Stunden
3,5 Zoll	3 TB	WD3001FFSX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	1 Million Stunden
3,5 Zoll	2 TB	WD2001FFSX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	1 Million Stunden
3,5 Zoll	5 TB	WD5001FFWX	128 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	1 Million Stunden
3,5 Zoll	6 TB	WD6001FFWX	128 MB	SATA 6 Gb/s	7200 U/min	1 Million Stunden

Anhang

Speicher für Videoüberwachungs-Systeme



WD Purple™

Speicher für Videoüberwachungs-Systeme

- Konzipiert für Videoüberwachungs-Systeme im Dauerbetrieb
- AllFrame™-Technologie

- Unterstützt bis zu 32 HD-Kameras
- 3 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Drehzahl	MTBF
3,5 Zoll	6 TB	WD60PURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	5 TB	WD50PURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	4 TB	WD40PURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	3 TB	WD30PURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	2 TB	WD20PURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	1 TB	WD10PURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden



WD Purple NV™

Speicher für NVR-Videoüberwachungs-Systeme

- Konzipiert für NVR-Videoüberwachungs-Systeme im Dauerbetrieb
- AllFrame™-Technologie

- Unterstützt bis zu 64 HD-Kameras
- 3 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Drehzahl	MTBF
3,5 Zoll	4 TB	WD4NPURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden
3,5 Zoll	6 TB	WD6NPURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	1 Million Stunden

Anhang

AV-Speicher

WD AV™
AV-Speicher

- Zuverlässig im Dauerbetrieb
- Kühl und leise
- Unterstützt bis zu zwölf HD-Streams
- 3 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Drehzahl	Advanced Format
3,5 Zoll	4 TB	WD40EURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
3,5 Zoll	3 TB	WD30EURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
3,5 Zoll	2 TB	WD20EURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
3,5 Zoll	1 TB	WD10EURX	64 MB	SATA 6 Gb/s	IntelliPower	Ja
3,5 Zoll	500 GB	WD5000AVDS	32 MB	SATA 3 Gb/s	IntelliPower	Nein
3,5 Zoll	500 GB	WD5000AVCS	16 MB	SATA 3 Gb/s	IntelliPower	Nein
3,5 Zoll	320 GB	WD3200AVCS	16 MB	SATA 3 Gb/s	IntelliPower	Nein
3,5 Zoll	250 GB	WD2500AVCS	16 MB	SATA 3 Gb/s	IntelliPower	Nein
3,5 Zoll	160 GB	WD1600AVCS	16 MB	SATA 3 Gb/s	IntelliPower	Nein
2,5 Zoll/9,5 mm	1 TB	WD10JUCT	16 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	500 GB	WD5000LUCT	16 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	320 GB	WD3200BUCT	16 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	250 GB	WD2500BUCT	16 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja
2,5 Zoll/9,5 mm	160 GB	WD1600BUCT	16 MB	SATA 3 Gb/s	5400 U/min	Ja

Anhang

Datacenter-Speicher



WD Re⁺
Datacenter-Kapazitätsfestplatte

- Nearline-Laufwerk mit hoher Leistung
- Auf hochintensive Anwendungen ausgelegt
- Auf Zuverlässigkeit und Langlebigkeit ausgelegt
- 5 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Format	Drehzahl	MTBF
3,5 Zoll	6 TB	WD6001FSYZ	128 MB	SATA 6 Gb/s	512e	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	6 TB	WD6001FXYZ	128 MB	SATA 6 Gb/s	4Kn	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	5 TB	WD5001FSYZ	128 MB	SATA 6 Gb/s	512e	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	5 TB	WD5001FXYZ	128 MB	SATA 6 Gb/s	4Kn	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	5 TB	WD5001FYYZ	128 MB	SATA 6 Gb/s	512n	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	4 TB	WD4000FYYZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	512n	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	3 TB	WD3000FYYZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	512n	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	2 TB	WD200MFYYZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	512n	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	2 TB	WD2000FYYZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	512n	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	1 TB	WD1003FBYZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	512n	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	500 GB	WD5003ABYZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	512n	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	250 GB	WD2503ABYZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	512n	7200 U/min	1,2 Millionen Stunden



WD Re⁺
Datacenter-Kapazitätsfestplatte

- Energieoptimiertes Nearline-Laufwerk mit hoher Kapazität
- Auf hochintensive Anwendungen ausgelegt
- Auf Zuverlässigkeit und Langlebigkeit ausgelegt
- 5 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Format	Drehzahl	MTBF
3,5 Zoll	6 TB	WD6005FRPZ	128 MB	SATA 6 Gb/s	512e	5760 U/min	1,2 Millionen Stunden
3,5 Zoll	5 TB	WD5005FRPZ	128 MB	SATA 6 Gb/s	512e	5760 U/min	1,2 Millionen Stunden

Anhang



WD Se™
Datacenter-Kapazitätsfestplatte

- Kosteneffizienter Speicher der Unternehmensklasse
- Zuverlässig im ganzjährigen Dauerbetrieb
- Hohe Kapazität für Hyperscale-Umgebungen
- 5 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Format	Drehzahl	MTBF
3,5 Zoll	6 TB	WD6001F9YZ	128 MB	SATA 6 Gb/s	512e	7200 U/min	1 Million Stunden
3,5 Zoll	5 TB	WD5001F9YZ	128 MB	SATA 6 Gb/s	512e	7200 U/min	1 Million Stunden
3,5 Zoll	4 TB	WD4000F9YZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	512e	7200 U/min	1 Million Stunden
3,5 Zoll	3 TB	WD3000F9YZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	512e	7200 U/min	1 Million Stunden
3,5 Zoll	2 TB	WD2000F9YZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	512e	7200 U/min	1 Million Stunden
3,5 Zoll	1 TB	WD1002F9YZ	128 MB	SATA 6 Gb/s	512e	7200 U/min	800.000 Stunden



WD Ae™
Datacenter-Archivfestplatte

- Stromsparend
- Bewährte Speicherzuverlässigkeit inaktiver Daten
- Kosteneffektive Kapazitätsspeicherung
- 3 Jahre Garantie

Baugröße	Kapazität	Modellnummer	Cache	Schnittstellen	Format	Drehzahl	MTBF
3,5 Zoll	6 TB	WD600PF4PZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	Advanced Format (AF)	5760 U/min	500.000 Stunden

- <https://funnyjunk.com/25+years+of+storage/funny-pictures/5464265/>