

HDDs

Kevin Greve

Arbeitsbereich Wissenschaftliches Rechnen
Fachbereich Informatik
Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften
Universität Hamburg

15.06.2016



informatik
die zukunft

Gliederung (Agenda)

- 1 Einleitung
- 2 Aufbau und Funktion
- 3 Schnittstellen
- 4 Datenschutz/Datensicherung
- 5 Zukunft von HDDs
- 6 Zusammenfassung
- 7 Literatur

Was bedeutet HDD?

- Eine HDD ist...
 - Hard Disk Drive = Festplattenlaufwerk
 - magnetisches Speichermedium der Computertechnik



Abbildung: HDD-Festplatte [1]

Wodurch unterscheiden sich HDDs?

- Baugröße
 - Angaben entsprechen dem Durchmesser in Zoll
 - Übliche Maße: 5,25", 3,5", 2,5" und 1,8"
- Speicherkapazität
 - $\text{Kapazität} = \text{Größe eines Datenblocks} * \text{Anzahl der Blöcke}$
 - bis zu 10TB (Stand:2015); geplant 2020 bis zu 20TB [17]

Geschichtlicher Hintergrund



(a) IBM 350(1956)



(b) IBM-62PC(1979)

Abbildung: [2] & [3]

Geschichtlicher Hintergrund

- 1932: Magnettrommel als Vorläufer
- 1956: erste Festplatte IBM 350 mit 5 MB Speicherkapazität und 600ms Zugriffszeit
- 1973: „Winchester“-Projekt (IBM 3340, 30MB, 30ms)
- 1979: erste 8"-Festplatte (IBM-62PC, 65MB)
- 1980: erste 5.25"-Festplatte (ST506, 6MB) von Seagate Technology
- 1986: Spezifikation von SCSI
- 1989: Standardisierung von IDE
- 1991: erste 2,5"-Festplatte (100MB)
- 1997: GMR-Effekt ermöglicht 16,8GB Festplatte

Geschichtlicher Hintergrund

- 2004: Erste SATA-Festplatte von Seagate
- 2006: Erste Nutzung der Perpendicular Recording (2,5" mit 160GB und 3,5" mit 750GB)
- 2007: Erste 1TB-Festplatte von Hitachi
- 2009: Erste 2TB-Festplatte von Western Digital
- 2010: Erste 3TB-Festplatte von Western Digital
- 2011: Erste 4TB-Festplatte von Western Digital
- 2014: Erste 6TB- und 8TB-Festplatte mit Heliumfüllung von HGST
- 2015: erste 10TB-Festplatte mit Heliumfüllung und Shingled Magnetic Recording von HGST

Entwicklungsverlauf der verschiedenen Charakteristika

Parameter	Gestartet mit	Entwickelt zu	Steigerung
Kapazität	3,75MB	10TB	$2,7 \cdot 10^6$
Physikalisches Volumen	$1,9\text{m}^3$	34cm^3	$56 \cdot 10^3$
Gewicht	910kg	62g	$15 \cdot 10^3$
Durchschn. Zu- griffszeit	etwa 600ms	wenige ms	200
Preis	8100€/MB (1961)	0,028€/GB (2015)	$300 \cdot 10^6$
Speicherdichte	310Bits/cm ²	128Gigabits/cm ² (2014)	$> 400 \cdot 10^6$

basierend auf [16]

Aufbau einer HDD

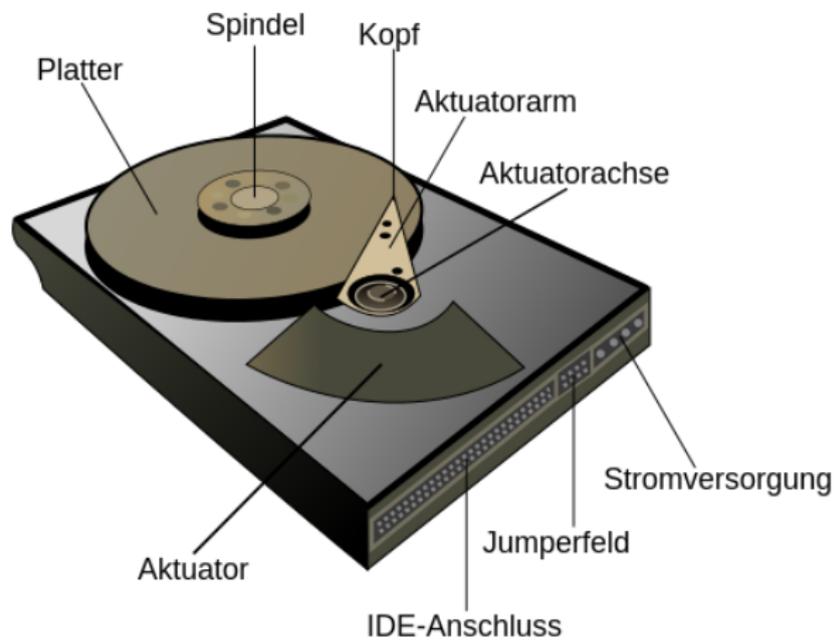


Abbildung: [4]

Datenscheibe

- muss formstabil sein und geringe elektrische Leitfähigkeit aufweisen
- besteht häufig aus oberflächenbehandelter Aluminium-Legierung
 - für höhere Datendichte auch Magnesium-Legierungen, Glas oder Glasverbundstoffe
- μm dicke Magnetschicht aus Eisenoxid- oder Kobaltschicht

Datenscheibe

- A: Spur
- B: Sektor
- C: Block
- D: Cluster

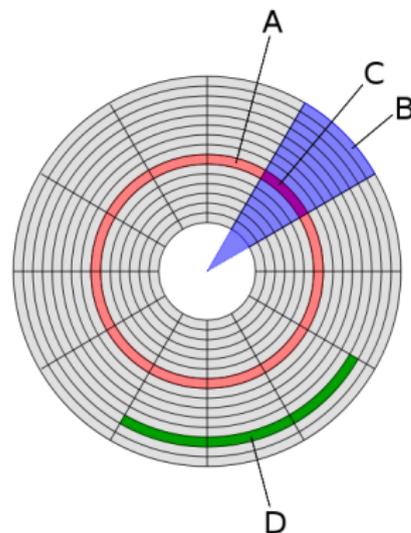


Abbildung: Struktur einer Datenscheibe [5]

Schreib-/Lesekopf

- besteht aus winzigen Elektromagnet
- 100nm-3nm Abstand zur Datenscheibe durch Luftpolster
- liest Bits auf Scheibenoberfläche anhand vorhandener Magnetisierung
- beschreibt Scheibenoberfläche mit Bits durch Magnetisierung



Abbildung: Schreib-/Lesekopf [6]

Longitudinal Recording (LMR)

- magnetisierte Bereiche parallel zur Rotationsrichtung

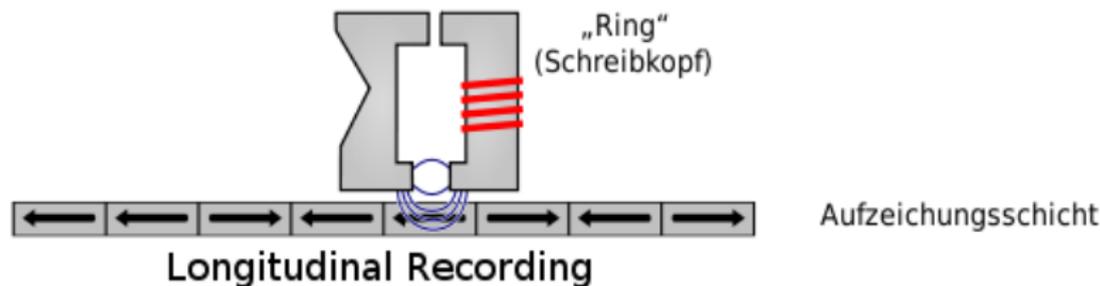


Abbildung: LMR; basierend auf [7]

Perpendicular Recording (PMR)

- magnetisierte Bereiche senkrecht zur Rotationsrichtung

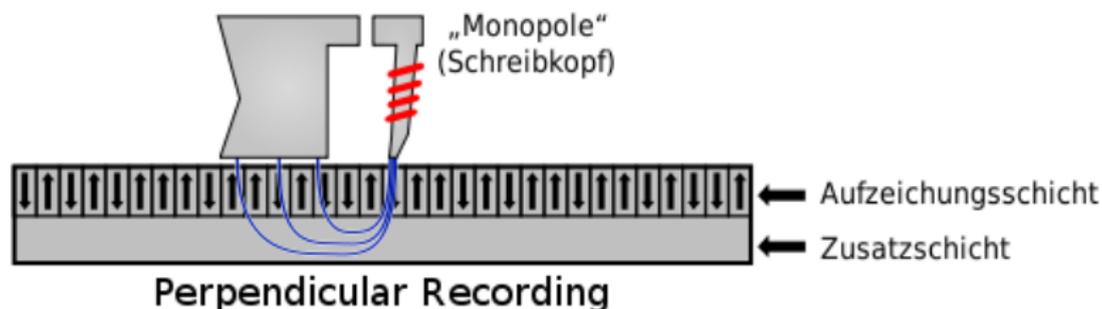
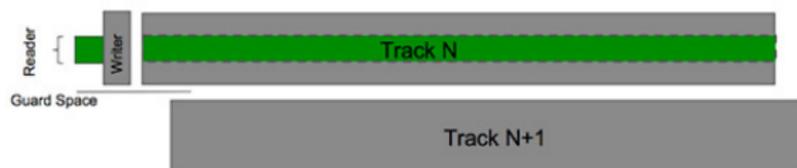


Abbildung: PMR; basierend auf [7]

Shingled Magnetic Recording (SMR)

Conventional Writes



SMR Writes

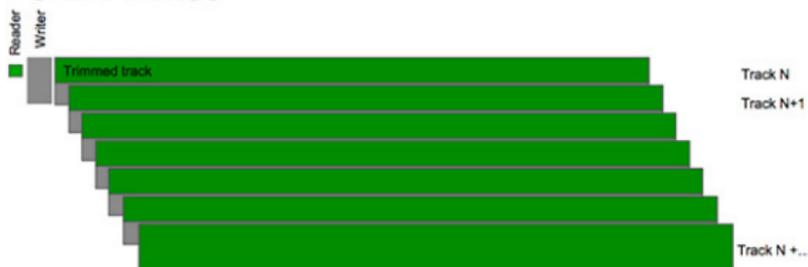


Abbildung: SMR [8]

Heat-Assisted Magnetic Recording

- Verringerung des für einen Schreibvorgang nötige Magnetfeld durch Erhitzung

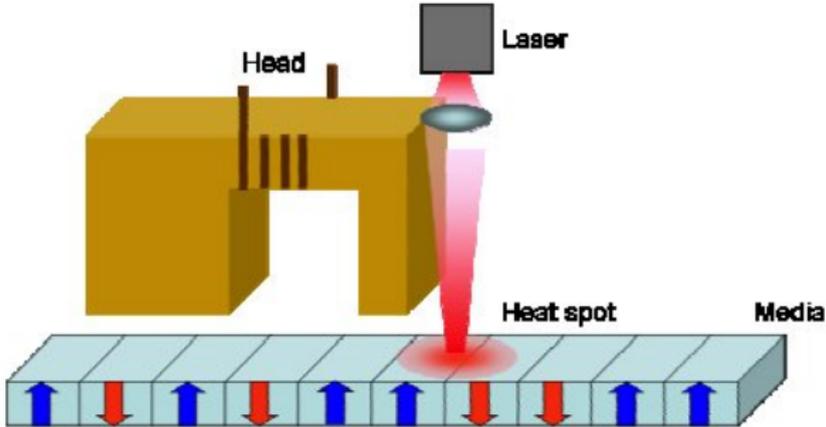


Abbildung: HAMR [9]

Was beeinflusst...?

- Speicherkapazität:
 - Anzahl der Datenscheiben
 - Dichte (Schreibverfahren)
- Übertragungsrate:
 - Dichte
 - Drehzahl
- Zugriffszeit:
 - Spurwechselzeit
 - Latenzzeit (abhängig von Drehzahl)
 - Kommando-Latenz

Schnittstellen

- Die gängigsten Schnittstellen einer HDD sind:
 - ATA(IDE)
 - SATA
 - Parallel SCSI
 - Serial Attached SCSI (SAS)

ATA(IDE)

- Standard für den parallelen Datentransfer
- Bis zu 2 Adressen ansprechbar (Master & Slave)

PATA-Festplatte (IDE)



Abbildung: IDE; basierend auf [10]

SATA

- Seit 2002 als Schnittstelle für HDDs
- Vorteile gegenüber ATA:
 - höherer möglicher Datendurchsatz
 - vereinfachte Kabelführung

SATA-Festplatte



Abbildung: SATA; basierend auf [10]

Parallel SCSI

- Bis zu 7 bzw. 15 Adressen ansprechbar



Abbildung: SCSI [11]

Serial Attached SCSI (SAS)

- basiert auf SCSI-Technik
- Vorteile gegenüber SCSI:
 - theoretisch bis zu 16.000 Geräte im Verbund ansprechbar
 - Steckverbindungen von SATA sind zu SAS kompatibel

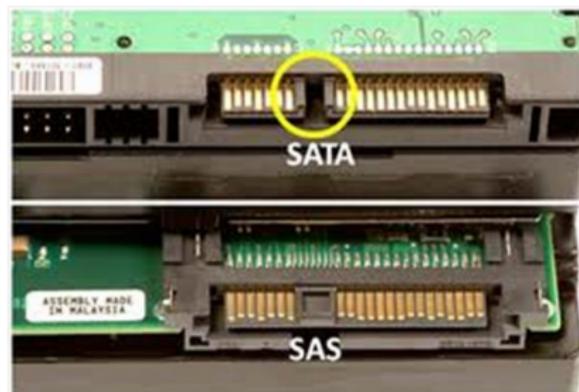


Abbildung: SAS [12]

Datensicherheit

- Verschlüsselung
- Zugriffskontrolle
- Verwaltung des kryptographischen Schlüssels

Ausfallursachen

- thermische Probleme
- Head-Crash
- Äußere Magnetfelder
- Fehler in der Steuerelektronik oder Verschleiß der Mechanik
- längerer Stillstand



Abbildung: HDD mit Head-Crash [13]

Maßnahmen gegen Datenverlust

- Backup
- RAID
- S.M.A.R.T.
- Festplatte fest verschrauben
- Vor Elektrostatischer Entladung schützen

Zuverlässiges Löschen

- Löschen einer Datei vermerkt im Dateisystem lediglich, dass der Datenbereich nun frei ist
 - bis zum Überschreiben, Daten physisch weiterhin vorhanden
- Partitionieren/Formatieren überschreibt auch nicht die Daten
- Lösung zur zuverlässigen Löschung:
 - mehrfaches Überschreiben der Daten (Eraser)
 - mechanische Vernichtung der Festplatte



Zukunft von HDDs

- Entwicklung der HDDs nicht zu Ende
 - neue Technologien wie z.B. HAMR ermöglichen höhere Speicherkapazitäten
- Konkurrenz entwickelt sich auch: SSD

SSD

- nichtflüchtiges elektronisches Speichermedium
- Speichervorgang rein elektronisch
 - keine beweglichen Teile

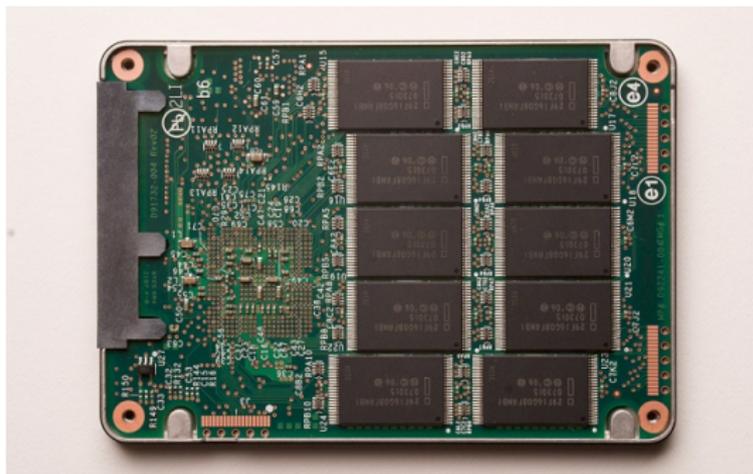


Abbildung: SSD [15]

Vorteile von SSD und HDD

- Vorteile der SSD:
 - mechanische Robustheit
 - kürzere Zugriffszeiten
 - lautloser Betrieb
 - geringes Gewicht
 - niedriger Energieverbrauch
- Vorteile der HDD:
 - höhere Speicherkapazität
 - günstigerer Preis
 - HDD: 4 Cent/GB
 - SSD: 34 Cent/GB (2015)

Zusammenfassung

- Aufbau einer HDD
 - Datenscheibe und dessen Magnetschicht
- verschiedene Schreibverfahren
 - LMR, PMR, SMR, HAMR
- Schnittstellen
 - ATA, SATA, SCSI, SAS
- Datenschutz/Datensicherung
 - Ausfallursachen (Head-Crash,...)
 - Maßnahmen gegen Datenverlust (Backup,...)
- Zukunft von HDDs
 - SSD als Konkurrenz

- [1] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Laptop-hard-drive-exposed.jpg>.
- [10] <http://www.chip.de/artikel/Tipps-zum-Festplattenkauf-Auf-welche-Technik-Sie-setzen-soll-29678156.html>.
- [11] http://comptech-info.de/images/scsi_externeranschluss.jpg.
- [12] <http://www.ghclan.de/handlamp/reviews/xilence/dock/17.jpg>.
- [13] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8f/Hard_disk_head_crash.jpg.
- [14] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/04/Damaged_Hard_disk_drive_for_data_protection.JPG.
- [15] <http://images.eurogamer.net/2012/articles//a/1/4/4/8/4/5/4/InsideanSSD.jpg.jpg>.

- [16] https://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk_drive#History.
- [17] http://www.gamestar.de/hardware/news/laufwerke/3027832/groessere_festplatten.html.
- [2] <http://www.pctipp.ch/news/hardware/artikel/speicher-der-zukunft-ssd-oder-hdd-82254/>.
- [3] [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/70/IBM_old_hdd_\(jha\).jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/70/IBM_old_hdd_(jha).jpg).
- [4] https://de.wikipedia.org/wiki/Longitudinal_Recording#/media/File:Longitudinal_and_Perpendicular_Recording_DE.svg.
- [5] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Disk-structure2.svg>.
- [6] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Seagate-ST4702N-03.jpg>.

- [7] https://de.wikipedia.org/wiki/Longitudinal_Recording#/media/File:Longitudinal_and_Perpendicular_Recording_DE.svg.
- [8] <http://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2013/09/seagate-smr-vs-conventional-hard-drive-writing.jpg>.
- [9] <http://vignette3.wikia.nocookie.net/computerprojectsduff/images/1/18/6.jpg/revision/latest?cb=20131213015205>.