

HDDs

Seminar „Speicher- und Dateisysteme“

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

Vorgelegt von: Kevin Greve
E-Mail-Adresse: 3greve@informatik.uni-hamburg.de
Matrikelnummer: 6533594
Studiengang: Informatik

Betreuer: Dr. Michael Kuhn

Oldendorf, den 27.09.2016

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Aufbau und Funktion	4
2.1	Datenscheibe	4
2.2	Schreib-/Lesekopf	4
2.3	Schreibverfahren	5
2.3.1	Longitudinal Recording (LMR)	5
2.3.2	Perpendicular Recording (PMR)	5
2.3.3	Shingled Magnetic Recording (SMR)	6
2.3.4	Heat-Assisted Magnetic Recording (HAMR)	7
2.4	Suchzeiten	7
3	Schnittstellen	8
3.1	ATA(IDE)	8
3.2	SATA	8
3.3	Parallel SCSI	8
3.4	SAS	8
4	Datenschutz/Datensicherheit	9
4.1	Datensicherheit	9
4.1.1	Verschlüsselung	9
4.1.2	Zugriffskontrolle	9
4.2	Ausfallursachen	9
4.3	Maßnahmen gegen Datenverlust	10
4.4	Zuverlässiges Löschen	10
5	Zukunft von HDDs	11
5.1	SSD als Konkurrenz	11
5.2	Vorteile von SSD und HDD	11
6	Zusammenfassung	12
	Literaturverzeichnis	13

1 Einleitung

Es haben zwar viele von uns bereits Kontakt zu einer HDD gehabt, doch was genau ist eine sogenannte „HDD“?

„HDD“ steht für „Hard Disk Drive“, was im Deutschen „Festplattenlaufwerk“ bedeutet und auch oft kurz „Festplatte“ genannt wird. Bei einer HDD handelt es sich um ein magnetisches Speichermedium der Computertechnik. Dabei unterscheiden sie sich unter anderem in der für den Verbraucher relevanten Baugröße und Speicherkapazität. Je nach Einsatzort wird eine andere Baugröße benötigt. Übliche Maße sind dabei: 5,25“, 3,5“, 2,5“ und 1,8“. Die Speicherkapazität wird zudem wie folgt berechnet:

$$\text{Kapazität} = \text{Größe eines Datenblocks} * \text{Anzahl der Blöcke}$$

Während die erste Festplatte im Jahre 1956, die IBM 350, nur eine Kapazität von 5MB besaß, so sind heute Kapazitäten bis zu 10TB möglich (Stand: 2015) und bis 2020 ist bereits eine mögliche Kapazität von 20TB geplant. [1]

2 Aufbau und Funktion

Die Hauptkomponenten einer HDD sind der Schreib-/Lesekopf und die Datenscheibe, auch Platter genannt. Dabei treibt ein Motor eine Spindel an, welche wiederum ein oder mehrere Datenscheiben rotieren lässt. Der Schreib-/Lesekopf wird vom Aktor angetrieben. Beide werden über eine Steuerelektronik angesteuert.

2.1 Datenscheibe

Damit die Datenscheibe ihre Funktion erfüllen kann, muss sie gewisse Eigenschaften erfüllen. Die Scheibe selbst muss formstabil sein und eine geringe elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Deshalb besteht sie häufig aus oberflächenbehandelter Aluminium-Legierung, aber auch Magnesium-Legierungen, Glas und Glasverbundstoffe werden für eine noch höhere Datendichte verwendet. Um auf dieser Scheibe Daten abspeichern zu können, wird eine 1 μ m dicke Magnetschicht aus Eisenoxid- oder Kobaltschicht aufgetragen.

2.2 Schreib-/Lesekopf

Der Schreib-/Lesekopf besteht aus einem winzigen Elektromagnet, welcher sich mit 100nm-3nm Abstand zur Datenscheibe bewegt. Dieser Abstand entsteht durch ein Luftpolster, welcher durch die Rotation der Scheibe entsteht.

Der Kopf kann die zuvor auf der Scheibenoberfläche gespeicherten Bits anhand der vorhandenen Magnetisierung lesen. Dabei wird durch elektromagnetische Induktion ein Spannungsimpuls im Lesekopf erzeugt, sobald Änderungen in der Magnetisierung auftreten, welche wiederum als Bits identifiziert werden können.

Außerdem kann der Kopf winzige Bereiche der Scheibenoberfläche unterschiedlich beschreiben, womit die gewünschten Daten auf die Festplatte gelangen. Dafür wird ein Strom unterschiedlicher Polung in die Magnetspule des Schreibkopfs gespeist. Dadurch entsteht ein Magnetfeld, welches am Kopf gebündelt und über die Scheibenoberfläche geführt wird, wodurch die Oberfläche in die gewünschte Richtung magnetisiert wird. Dabei gibt es mehrere verschiedene Schreibverfahren.

2.3 Schreibverfahren

2.3.1 Longitudinal Recording (LMR)

Beim LMR werden die Daten, also die zu magnetisierenden Bereiche, parallel zur Rotationsrichtung geschrieben. Dieses Verfahren war lange Zeit das Standardschreibverfahren, um Daten auf einer HDD zu speichern, bis es 2005 nach und nach vom PMR abgelöst wurde.

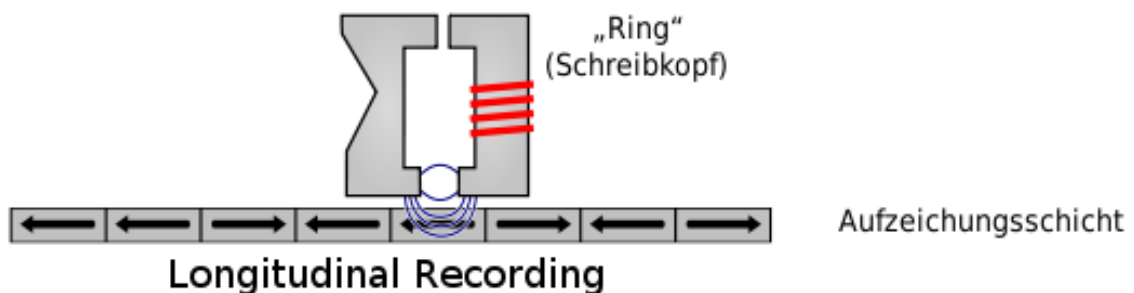


Abbildung 2.1: LMR; basierend auf [2]

2.3.2 Perpendicular Recording (PMR)

Beim PMR werden die zu magnetisierenden Bereiche stattdessen senkrecht zur Rotationsrichtung geschrieben, wodurch etwa eine dreimal so hohe Datendichte im Vergleich zu LMR erreicht werden kann. Dabei muss der magnetische Fluss tiefer in die Magnetschicht eindringen, weshalb der Hauptpol schmal ist, um den magnetischen Fluss zu verstärken. Der Rückpol dagegen ist breit, damit dieser ein schwaches Magnetfeld aufweist und somit gegebenenfalls keine Datenlöschung verursacht. Dieses Schreibverfahren gilt bis heute als Standardschreibverfahren.

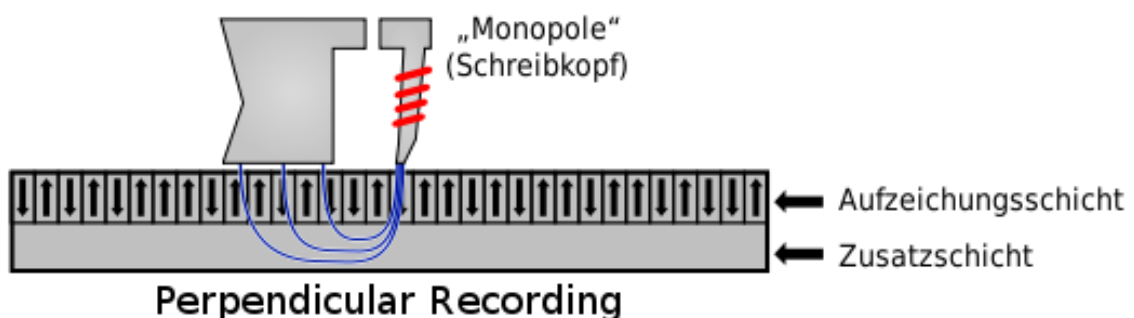


Abbildung 2.2: PMR; basierend auf [2]

2.3.3 Shingled Magnetic Recording (SMR)

Beim SMR kann eine noch höhere Datendichte als beim PMR erreicht werden. Dabei wird grundsätzlich das Prinzip des PMR verwendet, jedoch wird versucht das Problem, dass der Schreibkopf aufgrund physischer Beschränkungen größer als der Lesekopf ist, zu umgehen. So werden die magnetischen Spuren auf der Magnetschicht so aufgetragen, dass sie sich wie Dachschindeln überlappen.

Jedoch kann es bei diesen Verfahren passieren, dass die Nachbarspuren beschädigt werden, weshalb diese ebenfalls erneut geschrieben werden müssen. Um eine zu starke Ausbreitung der Beschädigungen zu verhindern, wird alle n Spuren eine Lücke vorgesehen. Das Auffrischen der Nachbarspuren reduziert jedoch die Schreibgeschwindigkeit.

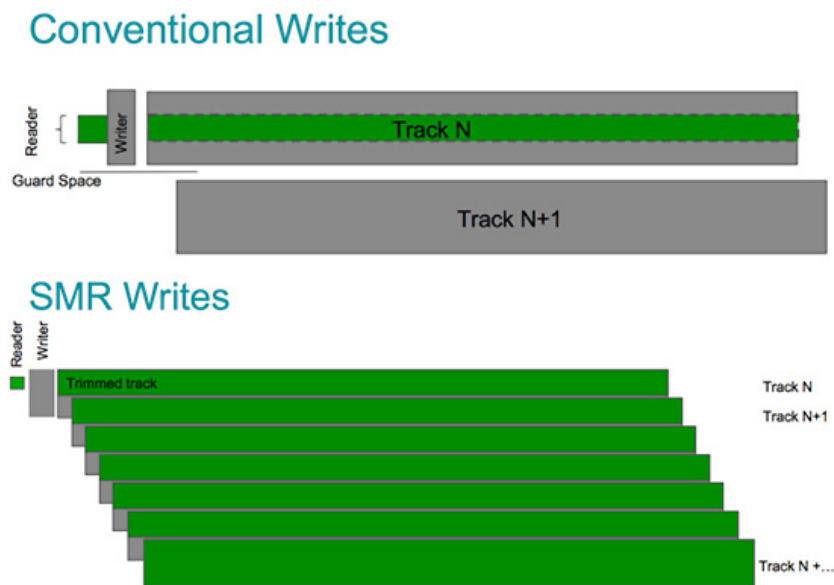


Abbildung 2.3: SMR [3]

2.3.4 Heat-Assisted Magnetic Recording (HAMR)

Das HAMR ist ein noch nicht in kommerziellen HDDs verwendetes Verfahren, welches zukünftig noch höhere Speicherkapazitäten ermöglichen soll. Bei diesem Verfahren wird der Bereich, in welchem Daten geschrieben werden sollen, durch einen Laser stark erhitzt, wodurch das nötige Magnetfeld zum Beschreiben der Magnetschicht verringert wird.

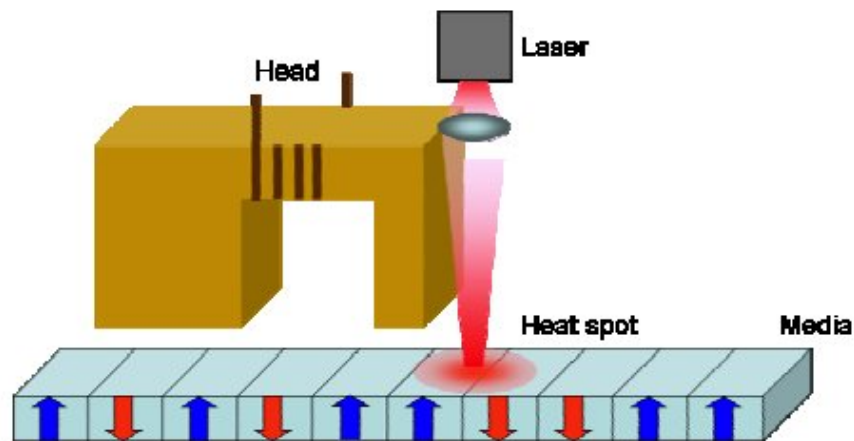


Abbildung 2.4: HAMR [4]

2.4 Suchzeiten

Da sich beim Lesen und Schreiben von Daten der Schreib-/Lesekopf über die Datenscheibe bewegen muss, handelt es sich um einen mechanischen Vorgang, wodurch die HDD mit zu den langsamsten Teilen eines Computers gehört. Im Vergleich zu rein elektronischen Teilen hat die HDD somit eine sehr lange Zugriffszeit.

3 Schnittstellen

Um die HDD ansprechen zu können, haben sich im Laufe der Jahre einige Schnittstellen etabliert. Zu den gängigsten Schnittstellen einer HDD gehören die folgenden:

3.1 ATA(IDE)

ATA (Advanced Technology Attachment) ist ein Standard für den parallelen Datentransfer, bei welchem durch Jumper bis zu zwei Adressen angesprochen werden können. Dabei wird das angeschlossene Laufwerk je nach Adressierung Master oder Slave genannt. Diese Schnittstelle ist auch unter dem Synonym „IDE“ (Integrated Drive Electronics) bekannt, welche noch aus der Zeit vor dessen Standardisierung stammt.

3.2 SATA

SATA (Serial ATA) wird seit 2002 für Festplatten genutzt und bietet einen seriellen Datentransfer. Im Vergleich zu ATA bietet SATA einen höheren möglichen Datendurchsatz und eine vereinfachte Kabelführung.

3.3 Parallel SCSI

SCSI (Small Computer System Interface) bietet eine parallele Datenübertragung und wurde vor allem bei Workstations und Servern genutzt. Dabei sind bis zu 7 bzw. 15 Adressen ansprechbar.

3.4 SAS

SAS (Serial Attached SCSI) basiert auf der SCSI-Technik und wird heute oft bei Servern verwendet. Hierbei ist es theoretisch möglich bis zu 16.000 Geräte im Verbund anzusprechen. Auch SAS bietet wie SATA eine serielle Datenübertragung. Zudem sind die Steckverbindungen von SATA kompatibel mit SAS.

4 Datenschutz/Datensicherheit

4.1 Datensicherheit

Für viele Unternehmen aber auch für einige Privatpersonen stellt Datenschutz und Datensicherheit ein wichtiges Thema dar. Dies gilt auch für Festplatten. Insbesondere bei externen Festplatten besteht die Möglichkeit, dass sie in fremde Hände gelangen. Damit die sensiblen Daten auf der Festplatte sicher bleiben, kann man einige Vorkehrungen treffen.

4.1.1 Verschlüsselung

Bei einer Festplattenverschlüsselung wird die gesamte Festplatte oder einzelne Partitionen verschlüsselt. Das heißt, dass die Daten mit Hilfe eines Schlüssels unverständlich gemacht werden und somit der unbefugte Zugriff auf die Daten verhindert werden kann. Um die Daten nun weiterhin nutzen zu können, ist eine Authentifizierung notwendig, welche oft mittels Passwort stattfindet.

Die Verschlüsselung kann z.B. vom Betriebssystem oder direkt durch das Laufwerk durchgeführt werden. So bringen die Betriebssysteme Windows die Verschlüsselungstools EFS und Bitlocker, Linux die Tools Loop-AES und dm-crypt und macOS das Tool FileVault mit, um dem Nutzer eine Verschlüsselung seiner Daten zu ermöglichen.

Der für die Entschlüsselung benötigte Schlüssel wird meistens auf der Festplatte, im Festplattencontroller oder auch außerhalb der Festplatte wie zum Beispiel auf einer Smartcard abgespeichert.

4.1.2 Zugriffskontrolle

Es ist möglich seine Festplatte mit einem Passwort zu sichern, sodass man ohne dieses Passwort keinen Zugang zu den Daten erlangen kann.

4.2 Ausfallursachen

Eine weitere Gefahr für die gespeicherten Daten auf der Festplatte stellt der Ausfall der Festplatte dar. Dies kann jedoch unterschiedliche Ursachen haben. Typische Ursachen dabei sind:

- thermische Probleme: Besonders neuere, sich schnell drehende Systeme überhitzen leicht
- Head-Crash: Durch Erschütterungen während des Betriebs kann der Schreib-/Lesekopf auf der Scheibe aufsetzen, wodurch die Magnetscheibe beschädigt wird.
- äußere Magnetfelder: Die Sektorierung der Festplatte kann beschädigt werden.
- Fehler in der Steuerelektronik oder Verschleiß der Mechanik
- längerer Stillstand: Es kann passieren, dass die Mechanik in den Schmierstoffen stecken bleibt und so das Starten der Platte verhindert.

4.3 Maßnahmen gegen Datenverlust

Um seine Daten im Falle eines Ausfalls der Festplatte nicht zu verlieren oder um die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls zu verringern, gibt es einige Vorkehrungsmaßnahmen.

- Man kann eine Sicherheitskopie, auch genannt Backup, auf einem anderen Speichermedium erstellen.
- Ein RAID (Redundant Array of Independent Disks) wie z.B. RAID 1, bei welchem die Daten auf zwei Festplatten gespiegelt werden, verringert die Wahrscheinlichkeit für einen Datenverlust.
- S.M.A.R.T. (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) ist eine Technologie, welche heutzutage bei ATA-Festplatten zu finden ist. Hiermit ist es möglich von außen den Status der Festplatte abzufragen und damit eventuell einen kommenden Ausfall der Festplatte zu erkennen.
- Man sollte die Festplatte fest verschrauben, um die Erschütterungen und somit auch die Wahrscheinlichkeit auf einen Head-Crash zu verringern.
- Besonders während des Einbaus sollte man die Festplatte vor elektrostatischen Entladungen schützen.

4.4 Zuverlässiges Löschen

Das Löschen einer Datei vermerkt im Dateisystem lediglich, dass der Datenbereich nun frei ist. Das heißt, dass die Daten, bis sie überschrieben werden, physisch weiterhin existieren. Auch das Partitionieren oder Formatieren der Festplatte löscht die Daten nicht endgültig.

Um die Daten endgültig zu löschen, gibt es dennoch Möglichkeiten. Eine Möglichkeit ist das mehrfache Überschreiben der Daten durch sogenannte Eraser. Eine weitere Möglichkeit ist die mechanische Vernichtung der Festplatte z.B. durch einen Schredder.

5 Zukunft von HDDs

Obwohl es die HDD bereits so viele Jahre lang gibt, wird sie immer noch weiterentwickelt und verbessert sich mit Hilfe von neuen Technologien wie z.B. HAMR, sodass noch höhere Speicherkapazitäten erreicht werden können.

5.1 SSD als Konkurrenz

Die HDD stellt jedoch kein Monopol auf dem Markt dar. So gilt momentan die SSD (Solid State Drive) als größte Konkurrenz, welche sich in den letzten Jahren auf dem Markt schnell verbreitet hat. Dabei handelt es sich bei der SSD um ein nichtflüchtiges elektronisches Speichermedium, welches den Speichervorgang rein elektronisch vornimmt. Somit werden auch keine beweglichen Teile gebraucht.

5.2 Vorteile von SSD und HDD

Sowohl die HDD als auch die SSD haben ihre eigenen Vorteile, wodurch beide sich eine Daseinsberechtigung auf dem Markt erarbeiten konnten.

Vorteile der SSD:

- mechanische Robustheit
- kürzere Zugriffszeiten
- lautloser Betrieb
- geringes Gewicht
- niedriger Energieverbrauch

Vorteile der HDD:

- höhere Speicherkapazität
- günstigerer Preis (HDD: 4 Cent/GB gegen SSD: 34 Cent/GB (2015)) [5]

6 Zusammenfassung

Wie es sich herausgestellt hat, ist die HDD ein etabliertes Speichermedium, welches uns voraussichtlich noch einige Jahre begleiten wird.

Auch wenn die HDD lange Zugriffszeiten im Vergleich zur sich stark verbreitenden SSD hat, so kann die HDD sich dank ihrer hohen Speicherkapazität und ihrem günstigen Preis weiterhin durchsetzen. So ist anzunehmen, dass beide Speichermedien eine Weile in Koexistenz leben können.

Literaturverzeichnis

- [1] http://www.gamestar.de/hardware/news/laufwerke/3027832/groessere_festplatten.html.
- [2] https://de.wikipedia.org/wiki/Longitudinal_Recording#/media/File:Longitudinal_and_Perpendicular_Recording_DE.svg.
- [3] <http://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2013/09/seagate-smr-vs-conventional-hard-drive-writing.jpg>.
- [4] <http://vignette3.wikia.nocookie.net/computerprojectsduff/images/1/18/6.jpg/revision/latest?cb=20131213015205>.
- [5] <http://www.pc-magazin.de/ratgeber/ssd-oder-hdd-hybrid-vorteile-nachteile-festplatten-ratgeber-1472408.html>.