

Aufbau, Funktionsweise und Geschichtliches zur Entwicklung der Festplatte

Eine Festplatte kann man allgemein als Langzeitgedächtnis eines Computers beschreiben. Auf ihr ist es möglich, im Gegensatz zum Arbeitsspeicher, Daten auch ohne permanenten Stromfluss zu speichern. Im Arbeitsspeicher, dem sogenannten RAM, werden Daten zeitlich begrenzt gelagert. Wenn man zum Beispiel einen Text schreibt, wird dieser, bis man ihn endgültig speichert, im Arbeitsspeicher aufbewahrt. Beim endgültigen Speichern werden die Daten auf der Festplatte gespeichert. Um diesen Vorgang zu verstehen, muss man wissen, wie eine Festplatte aufgebaut ist.

1. Aufbau einer Festplatte:

Eine Festplatte besteht hauptsächlich aus drei Komponenten. Zum einen gibt es einen Motor auf dem mehrere sehr dünne Metallscheiben mit geringen Zwischenräumen aufmontiert sind. Zum anderen gibt es einen schwingenden Arm an dem eine Art Kamm angebracht ist. An den Spitzen des Kammes befinden sich die Lese- und Schreibköpfe. Dieser Kamm greift genau in die Zwischenräume der Metallscheiben. Der Kamm und die Metallscheiben sind zwar sehr dicht beieinander, berühren sich aber dennoch nie. Weil der Arm mit dem Kamm schwingend auf einem Motor gelagert ist, können die Schreib- und Leseköpfe sich über jede beliebige Stelle auf den Metallscheiben bewegen. Da der Kamm von oben und unten mit Lese- und Schreibköpfen ausgestattet ist, können auch beide Seiten der Metallscheibe beschrieben und gelesen werden. Die Metallscheiben bestehen meistens aus Aluminium und sind beidseitig mit einer magnetisierbaren Schicht überzogen. Diese drehen sich, da sie ja auf einen Motor aufmontiert sind, um sich selbst. Die Umdrehungsgeschwindigkeit reicht dabei je nach Alter und Modell der Festplatte von 5400 rpm über 7800 rpm bis hin zu 10.000 rpm. Die Bezeichnung „rpm (Rounds per minute)“ kommt aus dem Englischen und bedeutet übersetzt einfach nur „Umdrehungen pro Minute“. Da diese Zahl aber wie schon gesagt sehr hoch ist, sollte man einige Dinge unbedingt beachten.

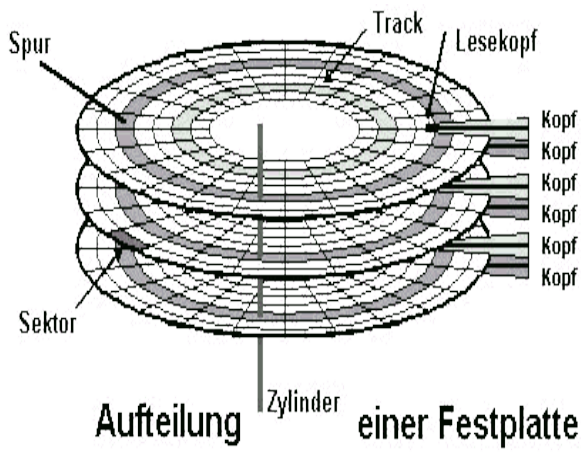
- Was bei 5400 rpm kaum auffällt, ist bei 10.000 rpm nicht mehr zu überhören: Durch die hohen Umdrehungszahlen entwickelt die Festplatte Nebengeräusche. Diese sind teilweise so laut, dass sich einige Menschen von ihnen derart gestört fühlen, dass sie nicht mehr konzentriert arbeiten können.
- Eine andere Nebenerscheinung, die heutzutage weniger aktuell ist, aber vor einigen Jahren durchaus noch zu totalem Datenverlust führte, ist die Hitzeentwicklung schneller Festplatten. Diese mussten deshalb durch zusätzliche Festplattenkühler gekühlt werden, damit sie durch die Hitzeinwirkungen keine Schäden nahmen. Heute sind alle Festplatten mit internen Kühlern versehen.

Nun könnte man sich fragen, wozu eine hohe Umdrehungsgeschwindigkeit nützlich ist, aber dazu später mehr. Die dritte Komponente ist die Verkleidung. Den Nutzen und die Wichtigkeit der Verkleidung sollte man nicht unterschätzen. Festplatten sind wie fast alle Bestandteile eines Computers hoch empfindliche und sensible Geräte. Sie werden in staubfreien, sterilen Umgebungen gefertigt und das kleinste Staubkorn könnte sie zerstören. Dies hat einen einfachen Grund. Der schwingende Arm mit den Lese- und Schreibköpfen schwebt nur ungefähr einen Mikrometer (ein millionstel Meter) über der magnetisierbaren Schicht der Metallscheiben. Ein Lese-/Schreibkopf, der mit einem im äußeren Bereich auf der Metallplatte liegenden Staubkorn zusammenstößt, ist zu vergleichen mit einem Auto, das mit mehreren hundert Stundenkilometern gegen einen großen Berg fährt. Das bedeutet in den allermeisten Fällen einen totalen Datenverlust und eine defekte Festplatte. Da es bei der Fabrikation praktisch ausgeschlossen ist, dass eine Verunreinigung der Metallscheiben oder anderer Bauteile eintritt, bleiben nur noch Fremdeinwirkung und unsachgemäße Behandlung. Für beide Fälle gibt es jeweils nur eine Möglichkeit. Fremdeinwirkung ist der häufigste Grund der zu einem solchen Unfall führt, dem sogenannten „headcrash“. Hierbei wird der Computer während des Betriebes meistens ruckartig bewegt. Dabei reicht es unter Umständen schon, wenn man den Computer unbeabsichtigt stark anstößt. Dabei wird der Kopf gegen die Scheibe geschlagen, zerkratzt sie und verkantet sich eventuell zwischen zwei Scheiben. Dabei werden Kopf und Scheibe stark beschädigt oder zerstört. Der zweite Grund tritt kaum auf, denn dazu muss das luftdichte Gehäuse geöffnet werden. Dies geschieht wohl nur bei dem Versuch eine Festplatte zu reparieren, wovon dringend abzuraten ist, wenn nicht jede andere Fehlerquelle ausgeschlossen wurde. Es ist praktisch nicht möglich, die Festplatte wieder zusammen zu bauen, ohne den Eintritt von Fremdkörpern zu verhindern.

2. Funktionsweise:

Kommen wir zurück zu den Vorteilen einer hohen Umdrehungsgeschwindigkeit. Es ist ohnehin nötig eine gewisse Mindestgeschwindigkeit einzuhalten, damit sich unter den Köpfen ein Luftpolster bildet, auf denen die Köpfe schweben. Diese Geschwindigkeiten sind genau berechnet und durch gezieltes Verändern der Umdrehungszahl wird ein Strömungsabriss verursacht und die Köpfe kommen in einem bestimmten Gebiet der Platte zum Landen. Diese Zone ist die sogenannte „landing area“, in der keine Daten geschrieben werden. Deren Oberfläche ist sehr leicht angeraut, damit sich die Köpfe darin verhaken können. Somit ist die Platte auch zum Beispiel während des Transports im Auto gesichert. Bei älteren Festplatten musste dieser Vorgang noch manuell über das Starten eines Programmes geregelt werden, heute wird der verbleibende Schwung der Platten automatisch so genutzt, dass die Köpfe genau in diesen Gebieten zum Erliegen kommen. Dies geschieht über einen Mechanismus, der sich automatisch bei Spannungsausfall aktiviert. Durch diese hohe Geschwindigkeit rotieren die einzelnen Sektoren (auf Sektoren, Spuren und Zylinder gehe ich später noch ein) schneller an den Lese- und Schreibköpfen vorbei. Dadurch wird eine hohe Übertragungsgeschwindigkeit erreicht. Grundsätzlich gilt: je höher die Umdrehungszahl, desto geringer die Zugriffszeit und die Übertragungsgeschwindigkeit steigt. Dadurch kommt es zu einem schnelleren Datenverkehr.

Damit die Köpfe wissen, wo sich was auf den Platten befindet, sind diese in verschiedene Abschnitte unterteilt. Um sich das Ganze besser vorstellen zu können, ist hier eine Skizze:



Festplatten sind wie folgt eingeteilt. Auf jeder Metallscheibe gibt es Spuren (ähnlich vorstellbar wie die einer Langspielplatte, auch Tracks genannt). Spuren verschiedener Platten die genau über- einander liegen werden Zylinder genannt. Spuren und Zylinder wiederum sind in die kleinsten für den Festplatten-Controller adressierbaren Einheiten eingeteilt, die sogenannten Sektoren. Die einzelnen übereinanderliegenden Platten selbst werden durch ihre Lese- und Schreibköpfe identifiziert. Als Zonen bezeichnet man inhaltlich zusammen gehörende Spuren, die direkt neben einander liegen. Eine Adresse für einen Sektor könnte dann so aussehen: head 5 track 87 sektor 56. Das entspräche dem 57. sektor in der 88 Spur auf der 6. Platte, da die Aufzählung bei der Identifikation der Platte, Sektoren, Zylinder, Spuren und Zonen bei 0 beginnen. Da ein Sektor die kleinste adressierbare Einheit ist, muss bei jeder Änderung der komplette Sektor eingelesen werden. Dabei werden die zu ändernden Bits ausfindig gemacht, mit einem neuen Wert belegt und der komplette Sektor wird nun neu geschrieben.

Ein Sektor kann jeweils nur genau 512 Bytes speichern, was genau 4096 Bits entspricht (512 x 8, denn ein Byte entspricht 8 Bits), die jeweils nur den Wert 0 oder 1 besitzen können. Die Größe einer Festplatte hängt also auf Grund der immer gleichen Sektorengröße von der Kompression der Spuren und Sektoren ab, also der Datendichte. Diese wird zumeist in BPI (Bits per Inch = Bits pro Zoll) angegeben. Dieser Wert erreicht schon über 40000 und das war bereits 1998! Eine andere gebräuchliche Einheit ist FCI. FCI steht für „Flux Changes per Inch“ und bedeutet soviel wie „Flußwechsel pro Zoll“ und gibt an wie oft die Ausrichtung der Magnetpartikel pro Zoll geändert werden kann. Das heißt, bei wie vielen Bits zum Beispiel der Wert von 0 auf 1 geändert werden kann, und das pro Zoll. Dieser kann einen bestimmten Wert aber nicht überschreiten, da sonst die magnetische Beeinflussung zweier Bits zueinander so groß wäre, dass sie sich gegenseitig umpolen könnten, sprich ihre Werte verändern könnten, was zu einem Datenverlust führen würde.

Kommen wir nun zu der eigentlichen Aufgabe einer Festplatte: Dem dauerhaften Speichern und Wiederabrufen, also Lesen von Daten. Um diesen Vorgang zu verstehen, müssen wir wissen in welcher Form ein Computer Daten speichert. Diese werden nicht etwa als Buchstaben in Form von Quelltext von Programmen auf der Festplatte gespeichert, sondern in Form eines Zahlencodes, der nur aus Nullen und Einsen besteht, dem Binärcode. Jedem Bit auf der Festplatte wird genau ein Wert zugeteilt, entweder eine Null oder eben eine Eins.

Doch wie werden die Bits und Bytes in magnetische Form gebracht und wieder abgerufen?

- Schreibmodus:** Der Lese- und Schreibkopf ist im Prinzip nichts anderes als eine sehr kleine Spule. Diese Spule wird nun mit Hilfe des motorisierten Arms über die gewünschte Stelle auf dem Datenträger bewegt. Die zu speichernden Daten sind nun schon vom Betriebssystem in den Binärcode umgewandelt. Nun wird die Spule unter Strom gesetzt und verändert je nach Stromrichtung das Magnetfeld des Magnetpartikels über dem sie sich befindet. Für Nullen laufen die Feldlinien des Magnetfeldes von links nach rechts und für Einsen von rechts nach links.
- Lesemodus:** Wenn Daten von der Festplatte gelesen werden sollen, steht die Spule nicht unter Strom. Sie gleitet nun über einen kompletten Sektor und je nach dem in welche Richtung der Magnetpartikel unter ihr gepolt wurde, wird jetzt durch die ständige Änderung des Magnetfeldes eine Spannung in die Spule induziert. Diese wird vom Festplattencontroller in Binärcode umgewandelt und an das Betriebssystem weitergegeben. Das Betriebssystem wandelt den Binärcode wieder in einem für sich verständlichen Quelltext um, zum Beispiel Assembler.

3. Wissenswertes und Geschichtliches:

- Das Hauptproblem ist momentan, dass die Hersteller nicht mehr als 40 GB pro Quadratzoll auf die Festplatten packen können. Die Köpfe müssen dabei in so kleine Blöcke schreiben und davon lesen, dass Daten "verloren gehen". Dieser Effekt wird "superparamagnetic effect" genannt. Im Mai 2001 hat IBM die Meldung veröffentlicht, dass ab 2003 100 GB pro Quadratzoll möglich sein sollen.
- Die Daten des Betriebssystems werden meistens in die äußeren Bereiche einer Festplatte geschrieben, da dort die Geschwindigkeit am größten ist und die einzelnen Sektoren dort schneller gelesen und beschrieben werden können als im inneren Bereich. Dadurch erhöht sich die gesamte Arbeitsgeschwindigkeit des Computers.
- Die ersten Festplatten hatten den Decknamen Winchester, da sich der Sitz der Entwicklungsfirma IBM in dieser englischen Stadt befand.

Entwicklung der Festplatte:

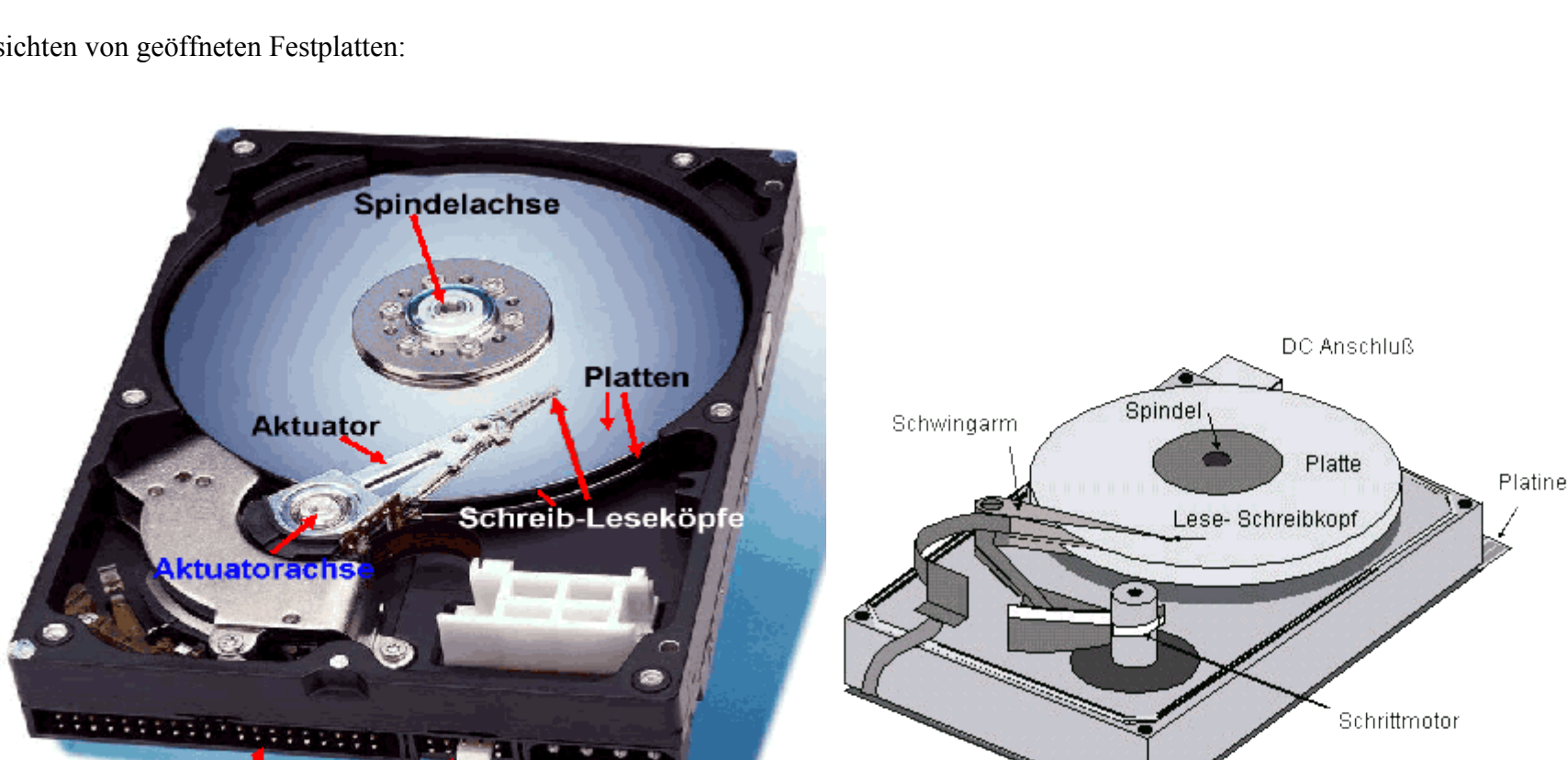
1973:	Bei IBM läuft ein Projekt mit dem Decknamen „Winchester“ an, was sich damit befaßt einen rotierenden Speicher mit einem nicht entnehmbaren Medium zu entwickeln.
ca. 1978:	Die SCSI-Schnittstelle (Festplattencontroller) wird entwickelt, der Standard wird ständig erweitert.
1979:	Die ersten 8-Zoll Winchester Laufwerke werden vorgestellt, die sehr schwer und sehr teuer waren. Eine Festplatte mit einer Speicherkapazität von 5 Mbyte kostete 10 000 DM.
1984:	Die IDE-Schnittstelle (auch ein Festplattencontroller), die At-Bus-Schnittstelle genannt wird, wurde von Conner entwickelt.
1994:	EIDE ist eine 1993 von Western Digital ins Leben berufene Weiterentwicklung der IDE-Schnittstelle.

Kosten für einen Megabyte Speicherplatz im Laufe der Entwicklung:

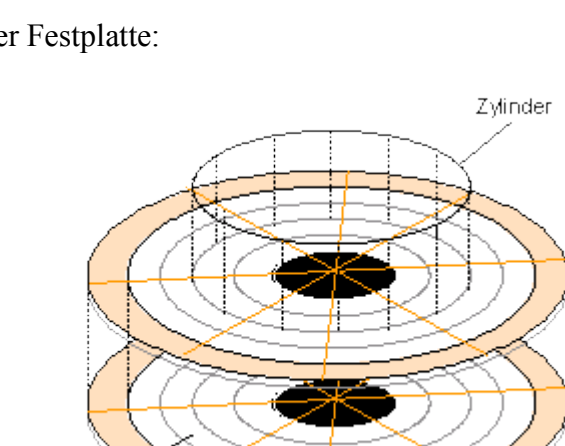
1980:	300 DM
1990:	10 DM
2000:	0,015 DM
2001:	0,006 DM

Weitere Skizzen und Bilder zur Erklärung und Verdeutlichung:

Ansichten von geöffneten Festplatten:



Skizze zur Veranschaulichung der Einteilung einer Festplatte:



Detaillierte Darstellung eines Schreib-/Lesekopfes:

