
Energiesparmechanismen der Festplatte

von Gerrit Glaser

Inhaltsverzeichnis

- **Motivation**
- **HDD**
 - Aufbau
 - Funktionsweise
- **Energieeinsparungsmöglichkeiten**
 - Bei der Herstellung
 - Im Betrieb
- **Probleme/Fazit**
- **Quellen**

Motivation

- Ausgaben für Speicherlösungen steigen fast 3x so schnell wie die IT-Budgets
- 16% Anteil am Stromverbrauch (Server)
 - Großes Einsparpotential (Betrieb und Kühlung)
- Stark begrenzte Haltbarkeit → Entsorgung muss berücksichtigt werden

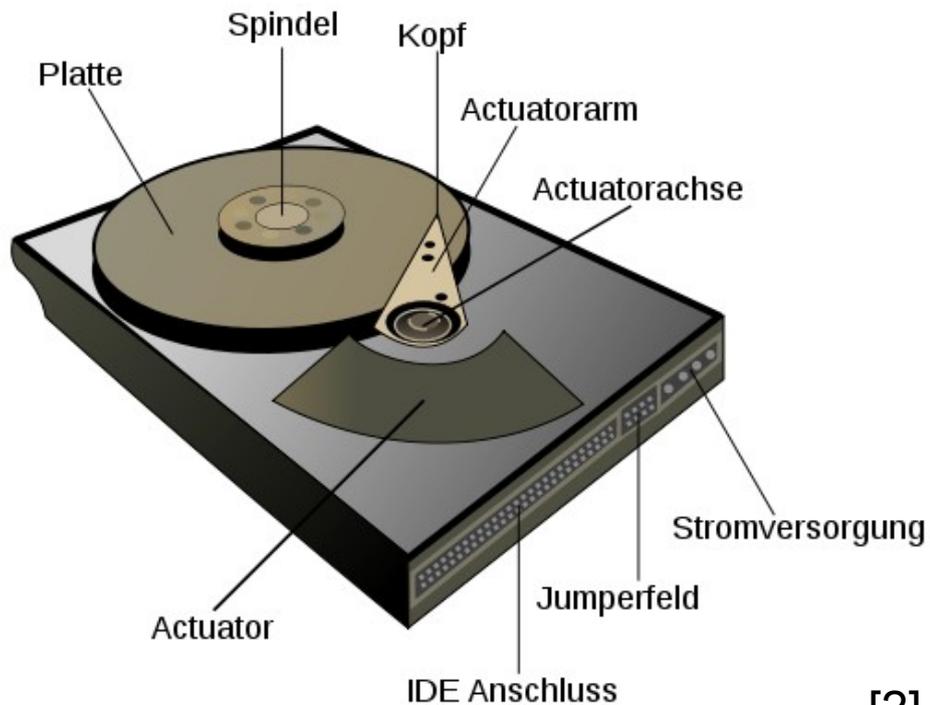
HDD



[1]

Aufbau

- Schreib-/Lesekopf
- Magnetplatte(n)
 - Üblich 1-4
- Interface
 - IDE/SCSI
 - SATA/SAS

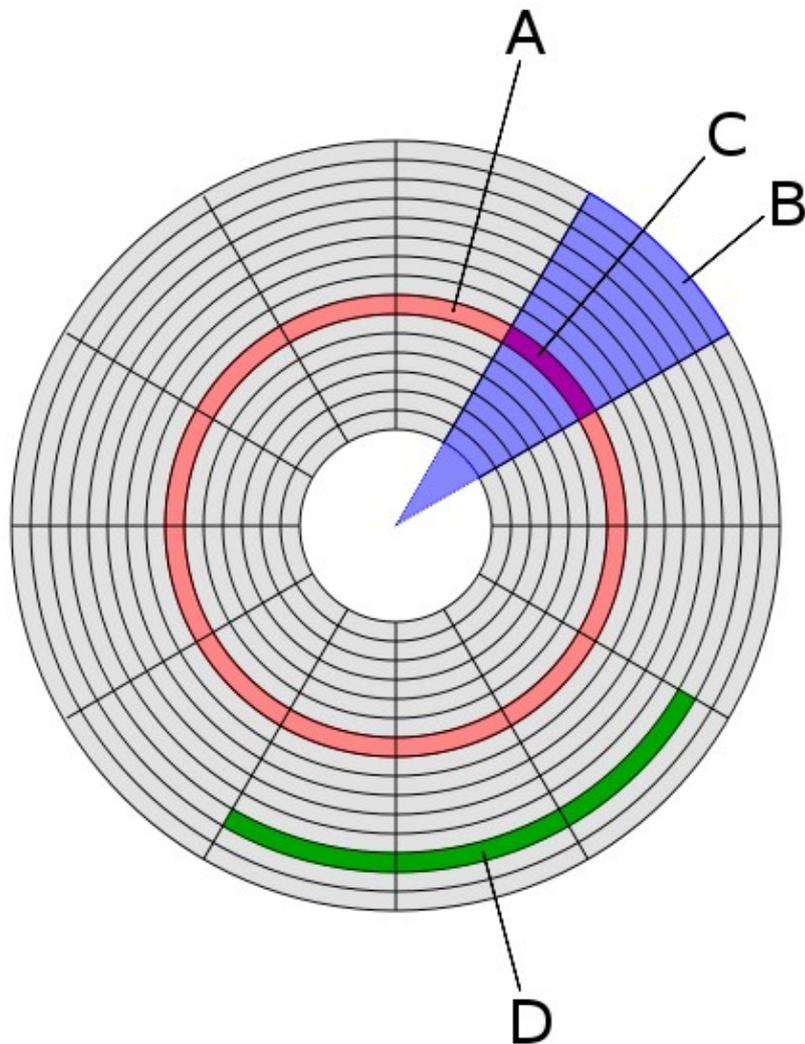


[2]

Aufbau

- Schreib-/Lesekopf
 - Speicherung der Daten durch Remanenz
 - Abstand zur Platte durch Luftpolster (Bodeneffekt)
 - Mindest Spindeldrehzahl erforderlich
 - Ein Schreib-/Lesekopf pro Magnetscheibe
- Magnetplatte
 - Darf sich nicht verformen
 - Geringe elektrische Leitfähigkeit (Wirbelströme)
 - Mit magnetischer Schicht beschichtet

Magnetplatte



- A – Spur
 - Heute: ca. $5,3/\mu\text{m}$
- B – Sektor
- C – Block
 - Heute: 4096kB Daten
- D – Cluster
 - Dateisystem abhängig

[3]

Magnetplatte

- Früher: Aufteilung in Sektoren
 - Datendichte am Rand geringer
 - Wie bei Schallplatte
 - gleichbleibende Drehzahl, höhere Umfangsgeschwindigkeit
- Heute: Aufteilung in Zonen
 - Gleichbleibende Datendichte
 - Innen weniger Zonen als außen
 - Zonen immer gleich viele Blöcke

Cache

- Wird als Puffer verwendet
 - Eingelesene/ zu schreibende Daten werden zwischengespeichert
 - Nicht angeforderte Daten werden mitgelesen und vorsorglich zwischengespeichert
- Spuren oder Sektoren werden komplett eingelesen
 - Ausgabe des angeforderten Teils
- Großer Cache nur bedingt sinnvoll

Energieeinsparungsmöglichkeiten bei der Herstellung

- Spindeldrehzahl
- Datenscheibengröße
- Datendichte
- Architektur

Spindelgeschwindigkeit

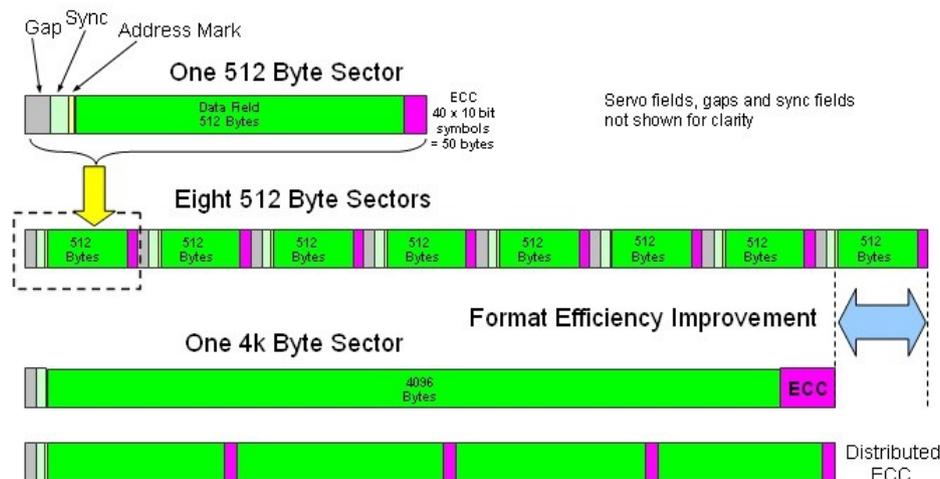
- Schnellere Datenscheiben → weniger Zugriffszeit → höherer Stromverbrauch
- Ungefähre Werte:
 - Server (Seagate 600gb)
 - 2,5" 10.000 1/min 3.0ms 8.32W
 - 3,5" 15.000 1/min 2.0ms 16.35W
 - Desktop (Western Digital 640gb)
 - 2,5" 5.400 1/min 5.5ms 2,5W
 - 3,5" 7.200 1/min 8.9ms 8,3W

Datenscheibengröße

- Größere Datenscheiben
 - höherer Energieaufwand für Rotation
 - längere Wege zwischen Spuren
- Server verwenden oft 2,5" Festplatten
 - Gute Leistungsaufnahme/GB → geringere Abwärme

Datendichte

- Bessere Ausnutzung des Platzes
 - Kleinere Festplatten, weniger Scheiben
 - Heute etwa 34,3 Bit/ μm , bei ca. 5,3 Spuren/ μm (182 Bit/ μm^2)
- Advanced-Format-Technology
 - 7-11% bessere Ausnutzung der Datendichte
 - Bessere Fehlerkorrektur Algorithmen



[4]

SSD

- Speichern von Daten auf Flash-Speicher oder SDRAMs
 - Flashspeicher
 - Begrenzte Anzahl von Schreibzyklen
 - Kurze Zugriffszeit
 - SDRAMs
 - “vergessen” Daten ohne Strom
 - Hoher Stromverbrauch
 - 80x schneller als Flashspeicher

SSD

- Datenspeicher ohne mechanische Bauteile
- Schnell
- Erschütterungsresistent
- Stromverbrauch vergleichbar mit 2,5" HDDs
 - Höhere Geschwindigkeit → längere Idle Phasen

Hybridspeicher/SSD

- Kombination aus HDD und SSD
 - Sammeln Daten im Flashspeicher und lagern, falls voll auf die HDD aus
 - Längere Idle-Zeiten
 - Großer Speicherplatz
 - Geringer Geschwindigkeitsgewinn (bis zu 20%)
- Häufig verwendete Daten bleiben im Flashspeicher

Energieeinsparung im Betrieb

- ACPI
 - Schreibcache
 - Automatic Acoustic Management
 - Advanced Power Management
 - Spindelgeschwindigkeit verringern
 - Schreib-/Lesekopf parken
 - Festplatte ausschalten
- Schnittstellen

Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)

- Standard zur Energieverwaltung durch das Betriebssystem
- Entwickelt von Intel, Microsoft und Toshiba
- Verschiedene Power States
 - Device States
 - D0 Gerät läuft normal
 - D1, D2 Hardwarespezifische States
 - D3 Gerät ist ausgeschaltet

Schreibcache

- Daten werden in den Cache geschrieben
 - Verzögerte Speicherung
 - Gelten laut Betriebssystem als gespeichert
 - Datenverlust bei Stromausfall
 - Oft kombiniert mit Schreibcache im RAM
- Hardware Cache deaktivieren um Strom zu sparen

Automatic Acoustic Management (AAM)

- Verringerung des Betriebsgeräusches
 - Schreib-/Lesekopfgeschwindigkeit begrenzt
 - Weniger Stromverbrauch, evtl. verringerte Leistung
- Implementation Herstellerabhängig
 - Western Digital: **IntelliSeek**
 - Kein Leistungsverlust

Advanced Power Management (APM)

- Festplatteninterne Energiesparmechanismen
 - Automatisches Verringern der Leistung nach einer bestimmten Zeit
- Verringern der Spindeldrehzahl
- Schreib/Lesekopf parken
- Implementation Herstellerabhängig
 - Western Digital IntelliPower
 - Seagate PowerChoice

Seagate PowerChoice

- Durchschnittlicher Betrieb (1TB , 7200 1/min)
 - 5,6W Verbrauch
- Idle_A (nach 1s Idle)
 - Schreib/Leseköpfe halten an
 - 2,82W Verbrauch, 0s Wiederherstellungszeit
- Idle_B (nach 10min Idle)
 - Schreib/Leseköpfe werden geparkt
 - 2,18W Verbrauch, 0,5s Wiederherstellungszeit

Seagate PowerChoice

- Idle_C (nach 30min Idle)
 - Spindeldrehzahl wird verringert
 - 1,82W Verbrauch, 1s Wiederherstellungszeit
- Standby_Z (nach 60min Idle)
 - Spindeldrehzahl wird weiter verringert
 - 1,29W Verbrauch, 8s Wiederherstellungszeit

Spindown

- ACPI: Device State D3
- Die Festplatte wird komplett ausgeschaltet
- Benötigt lange um wieder einsatzbereit zu sein

Steuern der Energieoptionen

- Anwendung hdparm
 - Windows und Linux
 - Setzen und Auslesen von Laufwerks Parametern
 - AAM: hdparm -M
 - APM: hdparm -B
 - Standbytimeout: hdparm -S
 - Standby erzwingen: hdparm -y
 - Sleep erzwingen: hdparm -Y
- Tatsächliche Möglichkeiten sind Hardwareabhängig

Schnittstellen zum Steuern der Energieoptionen

- SATA (Serial Advanced Technology Attachment)
 - Set Features Befehl
- SAS (Serial Attached SCSI)
 - SCSI Mode Select
 - Start/Stop Unit (SSU) Command

Probleme

- Festplatten haben eine Maximale Anzahl an Start-/Stopzyklen
 - Viele Spindowns verkürzen die Lebenszeit
 - Google Studie über mehr als 100.000 Festplatten
 - HDD Alter bis 2 Jahre → keine erkennbare Auswirkung
 - HDD Alter >3 Jahre → Ausfallsrate steigt mehr als 2%
- Systemplatten haben oft Schreib- und Lesezugriffe → kein Idle
 - oft gelesen Systemdaten in den RAM auslagern
 - Schreibpuffer

Fazit

- Energiesparen bei Festplatten beginnt schon bei der Herstellung
- Auswahl der Richtigen Festplatte
 - Server HDD mit 15.000 1/min im Desktop nur bedingt sinnvoll
- Grundsätzlich sollte man Energiesparmechanismen einsetzen
 - Es gibt Ausnahmen, bei denen eine Verzögerung nicht tragbar/sinnvoll ist

Quellen

- Literatur

- http://www.seagate.com/docs/pdf/whitepaper/tp608_powerchoice_tech_provides.pdf
- <http://www.wdc.com/global/products/demo.aspx?typeID=1&nameid=intelliseek>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Festplatte>
- <http://www.wdc.com/wdproducts/library/SpecSheet/ENG/2879-771379.pdf>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Festplattengeometrie>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/ACPI>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Automatic_acoustic_management
- http://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/research.google.com/en//archive/disk_failures.pdf

- Bilder

- [1] http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Samsung_HD753LJ_03-Opened.jpg
- [2] http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Hard_drive-de.svg
- [3] <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Disk-structure2.svg>
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Afdia1.jpg>