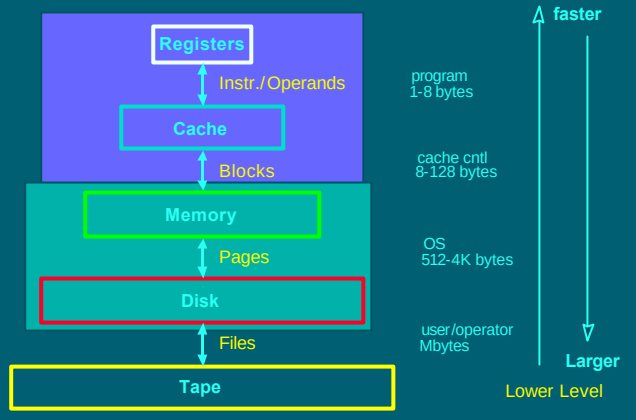
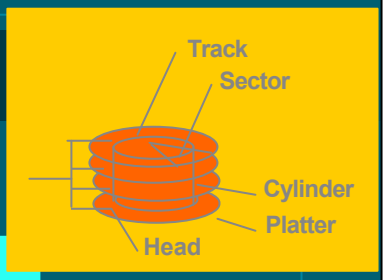
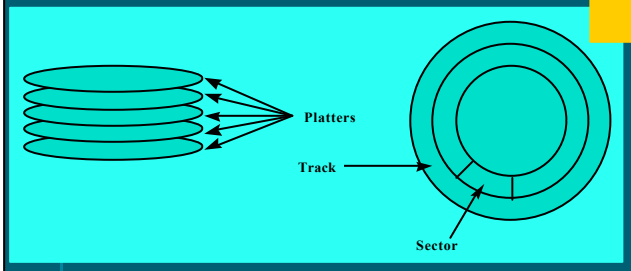
4.3 Hintergrundspeicher



Festplatte (Harddisc)





Rotationsgeschwindigkeit: 3.600 rpm bis 10.800 rpm (**r**ounds **p**er **m**inute)
Sektorgröße: 128 byte bis 1 kbyte
Schreibdichte: 50.000 bis 100.000 bits/cm
Spurendichte: 800 bis 2.000 Spuren/cm

- Eine **Festplatte** besteht aus
  - mehreren Platten (4-8)
  - mehreren Lese / Schreibköpfen (4-16)
- Eine **Platte** besteht aus konzentrischen Spuren
- Eine **Spur** besteht aus Sektoren
- Ein **Sektor** ist die kleinste beschreibbare Einheit
- Ein **Zylinder** besteht aus übereinanderliegenden Spuren

Festplatte

Ausführung eines Festplattenzugriffs

- Bewege die Köpfe zu dem richtigen Zylinder (∅ Dauer: ca. 10 msec)
- Warte bis der gesuchte Sektor zum Kopf rotiert (∅ Dauer: 0.5·Rotation)
- Übertrage den Inhalt des Sektors (Transferrate: 5-20 Mbyte/sec)

Beispielrechnungen bei Sektorgrösse 512 Byte

vernachlässigbar

	Positionierungszeit	∅ Latenzzeit	Transferzeit	∅ Gesamtzugriffszeit
3600 rpm, 5 Mb/sec	10 msec	8.3 msec	102 µsec	18.3 msec
5400 rpm, 5 Mb/sec	10 msec	5.6 msec	102 µsec	15.6 msec
7200 rpm, 5 Mb/sec	10 msec	4.2 msec	102 µsec	14.2 msec
10800 rpm, 5 Mb/sec	10 msec	2.8 msec	102 µsec	12.8 msec
3600 rpm, 20 Mb/sec	10 msec	8.3 msec	25 µsec	18.3 msec
5400 rpm, 20 Mb/sec	10 msec	5.6 msec	25 µsec	15.6 msec
7200 rpm, 20 Mb/sec	10 msec	4.2 msec	25 µsec	14.2 msec
10800 rpm, 20 Mb/sec	10 msec	2.8 msec	25 µsec	12.8 msec

Das Problem mit dem Hauptspeicher

- Adressraum von heutigen Rechnern ist sehr groß !
- Bei Busbreite n sind 2^n Speicherzellen adressierbar !

- ... soviel Hauptspeicher kann man nicht bereitstellen !

Busbreite	adressierbare Speicherzellen	Kosten bei 100 DM / 32 MByte
16	65536	--
32	$4{,}3 \cdot 10^9$	ca. 13.000 DM
64	$1{,}8 \cdot 10^{19}$	ca. $5 \cdot 10^{13}$ DM

Benutze Festplatte als virtuellen Speicher

- **Benutzersicht**
  - Programm und alle Daten befinden sich im Hauptspeicher, sofern der Adressraum nicht ausgeschöpft ist
- **Die Wirklichkeit**
  - multi-user System, d.h. nicht jedem Benutzer kann der ganze Hauptspeicher zur Verfügung stehen.
  - Programme werden nicht für einen spezifischen 32-Bit Rechner mit maximaler Hauptspeichergrösse geschrieben. Sie sollen auch auf 32-Bit Rechner mit kleinerem Hauptspeicher lauffähig sein.
- **Ausweg**
  - Benutze die Festplatte, um die "Hauptspeicherdaten" eines Prozesses zu speichern, die aufgrund von Kapazitätsgründen nicht im vorhandenen Hauptspeicher liegen können.

Verwaltung des virtuellen Adressraumes

- Jedem Prozess steht ein virtueller Adressraum zur Verfügung
- Diese virtuellen Adressräume werden von dem Betriebssystem verwaltet:
  - Welche Daten bzw. Programmteile werden im Hauptspeicher gehalten ?
  - Welche Daten werden ausgelagert, wenn neue Daten benötigt werden ?
- In diesem Zusammenhang werden die Konzepte
  - **Paging**
  - **Segmentierung**

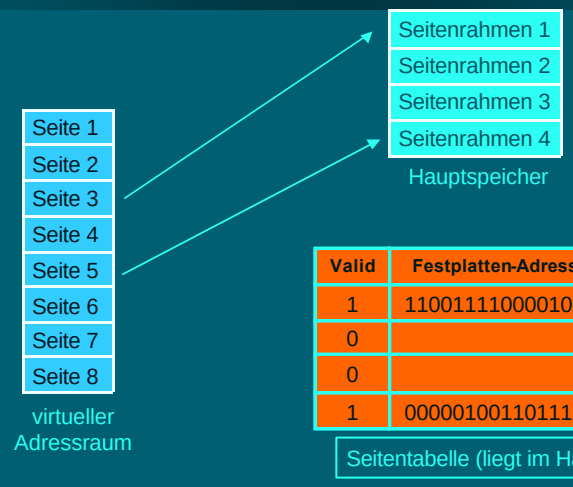
  angewandt.

Paging

Grundidee

- Der virtuelle Speicher wird auf dem Sekundärspeicher abgelegt
- ... und in **Seiten** (**pages**) fester Grösse unterteilt.
- Der Hauptspeicher besteht aus **Seitenrahmen** (**page frames**), die jeweils eine Seite aufnehmen können.
- Eine **Seitentabelle** (**page table**) gibt an, welche Seitenrahmen durch welche Seiten belegt sind.

Paging ff



Valid	Festplatten-Adresse	Seitennr.
1	1100111100001010	011
0		
0		
1	0000010011011111	101

Seitentabelle (liegt im Hauptspeicher)

Paging: Zugriff auf Datenseite i

Überprüfe, ob die Datenseite i im Hauptspeicher liegt;
if Seitenfehler
then Überprüfe, ob ein Seitenrahmen im Hauptspeicher leer ist;
    if kein Seitenrahmen leer
    then Verdränge eine Seite aus dem Hauptspeicher und
        aktualisiere die Seitentabelle;
    fi;
    Schreibe die Datenseite i in einen freien Seitenrahmen;
    Aktualisiere die Seitentabelle;
fi;
Greife auf Seite i im Hauptspeicher zu;

Verdrängungsstrategien

- **LFU-Strategie (Least Frequently Used)**
  Verdränge die Seite aus dem Hauptspeicher, auf die seit ihrer Einlagerungszeit am seltensten zugegriffen wurde
- **LRU-Strategie (Least Recently Used)**
  Verdränge die Seite, auf die am längsten nicht zugegriffen wurde.
- **FIFO-Strategie (First In, First Out)**
  Verdränge die Seite, die am längsten im Hauptspeicher liegt

geringerer Verwaltungsaufwand, da nur bei einem Seitenfehler etwas getan werden muss.

Segmentierung

Unterteilung des virtuellen Speichers in Segmente unterschiedlicher Grössen

- Zum Beispiel ein Segment für
  - den Programmcode
  - den Stack
  - die statischen Variablen
  - ....
- Falls ein angefordertes Segment nicht im Hauptspeicher ist: **segment fault**
- Das Betriebssystem kann dafür Sorge tragen, dass bestimmte Segmente dauernd im Hauptspeicher liegen und nicht verdrängt werden können.

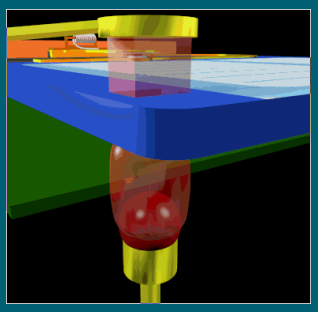
Kombination von Paging und Segmentierung

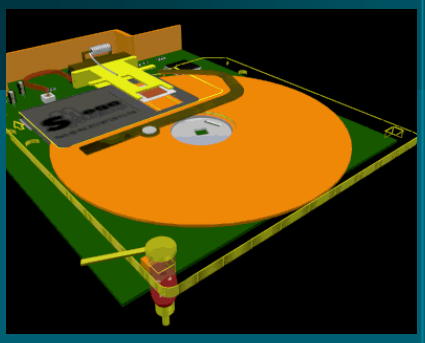
- Benutze Segmentierung
- Jedes Segment wird für sich mit Paging realisiert

Weitere Sekundärspeicher

- Floppy
- CD-ROM
- DVD
- Magnetband

Floppy



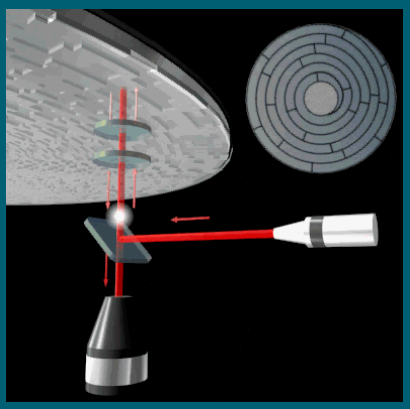


Unterschiede zu einer Festplatte

- Nur 1 Platte, die zudem flexibel
- Lese/Schreibköpfe sind im Laufwerk getrennt von der Diskette untergebracht

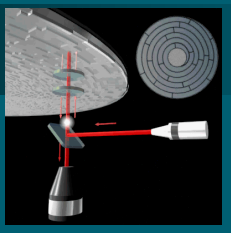
- Beim Zugriff fester Kontakt zwischen Lesekopf und Diskettenoberfläche
- Umdrehungsgeschwindigkeit 360 rpm
- Langsamere Zugriffszeit: 150 ms
- Speicherkapazität: bis zu 2 Mbyte
- Sehr viel billiger

CD-ROM / DVD



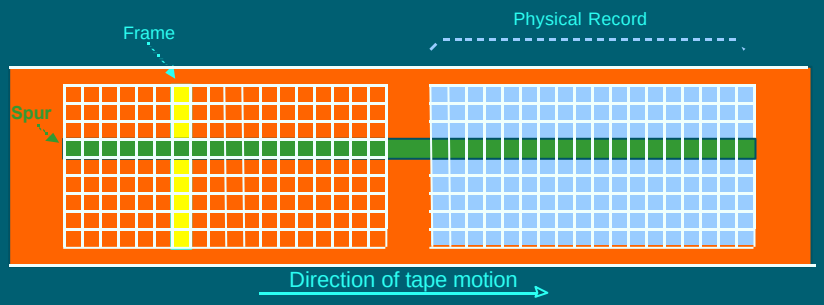
- Daten werden auf einer spiralförmigen Spur abgelegt
- Beschriebene Oberfläche besteht aus **Gruben** (**pit**) und **Böden** (**land**), über die die Information kodiert ist:
  - Übergang Grube-Grube: 0
  - Übergang Boden-Boden: 0
  - Übergang Grube-Boden: 1
  - Übergang Bode-Grube: 1
- Das Laufwerk besteht aus einem rotem Laser und einem Sensor, der das empfangene Licht auswertet.
  - Gruben reflektieren schwach
  - Böden reflektieren stark

CD-ROM / DVD



	CD-ROM	DVD	Festplatte
Scheiben-Durchmesser	120 mm	120 mm	
Grösse der Gruben	0,80 microns	0,40 microns	
Spur-Abstand	1,60 microns	0,74 microns	
Wellenlänge des Lasers	0,78 microns	0,65 microns	
Kapazität	650 MByte	4,7 GByte	
einfache Übertragungs-geschwindigkeit	150 KByte/sec	1,4 Mbyte/sec	10 Mbyte/sec

Magnetband



- Bandlänge: 700-1000 m
- Schreib / Lesedichte: 1600-6250 bpi (**b**yte **p**er inch)
- Schreibgeschwindigkeit: 10^6 Byte/sec

- Speicherworte werden in **Frames** abgespeichert bestehend aus
  - 8 Datenbits
  - 1 Paritybit (Überprüfungsbit)
- Information wird byteseriell gelesen / geschrieben
- Die Aufzeichnung erfolgt blockweise