# 5. OPSLAG van gegevens

## 5.1.1 Hexadecimaal talstelsel

* Manier waarop sectoren worden geadresseerd

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

## 5.1.2 Algemene begrippen over magnetische opslag

* **Magnetische schijf:** bekleedt met dunne plastic film met gemagnetiseerde metaaldeeltjes
* Wanneer sterke magneet over oppervlakte vd schijf bewogen wordt;
  + *Zone onder de magneet krijgt plus en minpool (tegengesteld aan Polen vd magneet)*
* **Eigenschap magneetschijven:** De magnetische oriëntatie behouden. Ook bij het verwijderen van de magneet.
  + - **Bits coderen die je kan wijzigen door ze te magnetiseren**

##### Schijfeenheid

* **Lees en schijfkop**
  + Heeft een elektromagneet die bestaat uit **metalen staafje met spoel errond**
    - *Als er stroom door spoel wordt gestuurd 🡪 staaf werkt als magneet*
      * ***🡺 Eentjes en nulletjes kunnen geschreven worden***
    - Bij lezen van een schijf wordt er geen stroom door spoel gestuurd maar de schijf draait langs lees en schijfkop waardoor de magnetische wisselingen van de bits elektrische stroompjes opwekken in de schijf
      * 🡺 **Eentjes en nulletjes worden op schijf geregistreerd**
* **Motortje** 🡪 Doet de schijf draaien

Voordat je magneetschijf kunt gebruiken, moet je het voorbereiden **🡺 formatteren** dat bestaat uit 2 delen;

**Low level format (fysiek formatteren) 🡪** Indelen van de schijf in sporen & sectoren

**High level format (logisch formateren)** 🡪Het aanbrengen van het bestandssysteem

* **Bootsector 🡪** Eerste sector van de schijf, bevat informatie over de schijf (omvang, aantal sectoren,)
* **Bootcode** 🡪 Routine die het bestandssysteem doet opstarten

Doel van formatteren: **opnieuw indelen in sporen, sectoren en het aanbrengen van bestandssysteem**. Alle gegevens verwijderen is een gevolg van formatteren.

1. Computer verdeelt de schijf in evenwijdige cirkels 🡺 **sporen of tracks**
   1. *Buitenste cirkel krijgt 0, 1…*
2. Computer verdeelt de schijf in taartdelen; de sporen worden in kleine stukjes verdeeld 🡪 **sectoren**
3. Elke sector krijgt een nummer in het hexadecimaal tal. 🡪 **Sectoradres**
4. In eerste sector wordt een tabel aangemaakt 🡪 **Bestandstoewijzingtabel**
5. In die tabel worden de sectoradressen van alle sectoren geplaatst en ook een lege plaats voor de bestandsnaam

**Het bewaren van bestand op schijf;**

1. Computer zoekt in bestandstoewijzingtabel naar de vrije sectoren die er nodig zijn om het bestand te bewaren
2. PC bewaart het bestand op die vrije sector of sectoren
3. Naam van bestand wordt mee in de bestandstoewijzingtabel bij het sectoradres geplaatst

**Het opnemen van bestand op schijf;**

1. Pc zoekt in bestandstoewijzingtabel naar bestandsnaam van het gevraagde bestand
2. Indien het bestand in meerdere sectoren staat, zet de pc die sectoren in juiste volgorde
3. De pc leest het bestand vanop de sector in

* Sector bestaat uit **512 bytes aan gegevens** 
  + *Grote hard schijven hebben dus veel sectoren*
  + 500GB heeft een miljard sectoren

🡺 Inhoudstabel is erg groot, dus de toegangstijd naar de bestanden zijn traag

Oplossing

**File Allocation Blocks (FAB) of clusters**

* Aantal bytes worden samengenomen
* Gebeurt volledig softwarematig door besturingssysteem
* Daardoor moet het veel minder locaties op harde schijven beheren dat **toegangstijd verminderd**

Probleem: wanneer de info in slechts een klein deeltje van de cluster staat, wordt de volledige cluster gebruikt

🡺 **Slackspace**

* Bestanden worden vaak geschreven in meerdere clusters die niet naast elkaar liggen. Ze worden kriskras verspreid en daardoor kunnen programma’s trager werken 🡺 **Fragmentatie** 
  + *Gefragmenteerde schijf verslijt sneller omdat er veel bewegingen nodig zijn door de lees en schrijf kop*
* **Defragmentatie 🡪** Bestanden op de schijf worden herschikt zodat verschillende delen terug aan elkaar aansluiten.
  + *Duurt erg lang*
  + *Best eerst analyse uitvoeren omdat het vaak niet eens hoeft gedefragmenteerd worden*
  + *Belastend voor de schijf*
  + *Levert bij moderne systemen weinig prestatiewinst op*
  + *Bij een SSD (solid state drive) gaat het niet 🡪 gegevens worden anders opgeslagen*
* Capaciteit van magneetschijf wordt uitgedrukt in **gigabyte of Terabyte** 🡪 Hoe dichter gegevens op een schijf op elkaar staan, hoe groter de capaciteit van de schijf.

##### Verschillende waarden die dichtheid uitdrukken:

* + **Bitdichtheid, bit density, linear density** 
    - Aantal bits dat op één stukje van een spoor staat in **bpi (= bitch per inch)**
    - Op alle sporen zitten evenveel bits 🡪 dichtheid van de binnenste sporen is groter dan die van de buitenste sporen
      * *Daarom gegeven fabrikanten altijd de dichtheid van de binnenste sporen*
  + **Spoordichtheid, track density**
    - Aantal sporen dat radiaal gemeten op een schijf staat in **tpi (Tracks per inch)**
    - Hoe nauwkeuriger de lees-en schrijfkoppen kunnen gepositioneerd worden, hoe groter de spoordichtheid
  + **Oppervlaktedichtheid, areal density**
    - Product van de bit en spoordichtheid
    - Geeft weer hoeveel bits er op een stukje oppervlakte van een schijf staan
    - Uitgedrukt i **bpi2 (= Bitch per inch2)**

Hoe sneller een gegeven van een schijf wordt gehaald, hoe sneller de verwerking van dat gebeuren

##### Waarden die bepalend zijn voor de snelheid

* + **Rotatiesnelheid, rotation speed**
    - Snelheid waaraan de schijf draait, uigedrukt in **rpm (= Rotations per minute)**
  + **Overdrachtssnelheid, data rate**
    - Product van de rotatiesnelheid en de bitsnelheid
    - Bepaalt de snelheid waarmee gegevens naar het werkgeheugen kunnen overgebracht worden
    - Werkelijke overdracht ook beperkt door snelheid van de bus
    - Uitgedrukt in KB/s of MB/s
  + **Toegangstijd, data acces time**
    - Bestaat uit;
      * **Zoektijd, seek time**
        + Tijd die de knoppen nodig hebben om een bepaald spoor te bereiken
      * **Latency time**
        + Tijd die verloopt vooraleer de gezochte sector onder de kop verschijnt en die afhankelijk is van de rotatiesnelheid

## 5.1.3 De harde schijf

* **Actuator**
  + Arm die de koppen en elektromotor in beweging brengt
  + **Parkeren 🡪** Koppen worden pas over schijf geschoven bij voldoende snelheid en worden ze automatisch van de platters weggehaald wanneer de rotatiesnelheid zakt
* **Lineaire motor**
* **Platters**
  + Bekleed met dunne magnetische film 🡪 **TFM (Thin film media)**
  + Sporen die loodrecht boven elkaar liggen op meerdere platters 🡺 **Cilinder**
    - *Bij elkaar horende gegevens zoveel mogelijk op verschillende* ***tracks*** *van dezelfde cilinder schrijven 🡺 tijd besparen*
* **Hard Disk assembly**
* Schijven zitten in **stofvrije** ruimte
* **Hermetisch** besloten in behuizing
* Luchtdicht behuizing 🡺 **Hard Disk Assembly**
* Harde schijf permanent laten draaien 🡺 Zo snel mogelijk gegevens kunnen lezen/ schrijven
  + *Na lange inactiviteit wel*
  + *In te stellen in bios of energiebeheer*
* Harde schijven hebben een **diskcache**
  + Cachegeheugen waarin gegevens die weggeschreven of gelezen moeten worden naar de schijf tijdelijk gebufferd kunnen worden
* Aansluiten via **SATA-kabel** 
  + *Bij meerdere schijven: schijf waarop je besturingssysteem wil, op laagste nummer aansluiten*
* Getal SATA-600, Verwijst naar **maximale doorvoersnelheid (1,5 gbits/s, 3gbits/s, 6gbits/s of SATA I, II, III) 🡺 Snel genoeg voor klassieke hard schijven op optische**
* Voor SSD, vormt SATA een bottleneck
  + *Maakt gebruik van* ***SATA-expres***
    - *Speciale SATA-connector wordt op PCI-Express Bus aangesloten*
    - *Voor verbinding: 4 PCI-express-lanes 🡺 2 gb/s*
  + *Servers met hoge opslagcapaciteit gebruiken* ***SAS (Serial Attached SCSI)***
    - *Duur*
* **NAS (Network Attached Storage)** 🡺 Schijven met een netwerkaansluiting die op het netwerk beschikbaar zijn
  + *Snelheid van externe schijven is trager 🡺 ligt aan externe verbinding*

#### Tactieken om capaciteit schijven te vergroten (omdat bits moeilijk kleiner kunnen worden)

* **ZBR (Zone bit recording)**
  + Buitenste sporen meer sectoren gemaakt dan op buitenste
* **LBA (Logical block adressing)**
  + Sectoren worden softwarematig geadresseerd 🡺 meer sectoren
* **MR / GMR (Magneto-resistive heads of giant magneto heads)** 
  + Door IBM ontwikkelde technologie voor gevoelige schrijf- en leeskoppen
  + 🡺 Gegevens staan dichter bij elkaar
* **AFC (Antiferromagnetically coupling)**
  + Bekleden van platters met speciale laag, dat kleinere magnetische elementen lange tijd kan vasthouden
  + 🡺 Fysieke grootte van sectoren wordt verminderd
* **PMR (Perpendicular magnetic recording)**
  + Bits worden verticaal naast elkaar geplaatst
  + 🡺 Meer bits passen op 1zelfde opp.
* **HAMR (Heat assisted magnetic recording)**
  + Op kleine deeltjes toch nog een magnetische oriëntatie te brengen
  + Schrijf en leeskop van HAMR-schijven worden uitgerust met nauwkeurige laser
  + 🡺 Magnetiseerbare deeltjes verkleinen door HAMR
* **Bit (Patterned media)**
  + Schijfoppervlak wordt verdeeld in groot aantal magnetische stukken, die bestaan uit een paar magnetische korreltjes
* Ook softwarematige problemen
  + Bepaalde besturingssystemen kondne schijfcapaciteit niet aan
  + **MBR (Master boot record)** beperkt schijfcapaciteit tot 2,1TB
  + Grote schijven worden vervangen door **GPT (GUID partition table)** 
    - *Past enkel indien het EFI op het moederbord hieraan is aangepast*
  + **Diskcontroller 🡪** Stuurt gegevens naar de schrijfkop
  + **PROBLEEM**
    - Rotatiesnelheid ligt hoog; kans dat in tijd om gegevens naar schrijfkop te sturen, de schijfkop al halfweg sector 2 staat 🡪 Schijf moet opnieuw draaien

🡺 **Oplossing**

**Interleaving (interleaving 1;1, 1;2, 1;3)**

* **RAID** 
  + Redundant Array of independent disks
  + Methode waarbij gegevens op meerdere schijven worden geplaatst

#### Partities

* Hardeschijven kan je opdelen in verschillende virtuele schijven of partities
  + ***Multibooting 🡪*** *Meerdere besturingssystemen op 1 pc*
  + *Een ouder besturingssysteem op een moderne schijf te kunnen zetten*
  + *Gegevens fysiek te scheiden van het besturingssysteem*
  + *Beter overzicht*
* Harde schijf kan in max. 4 partities verdeeld worden
  + **Primaire partities**
    - Kunnen besturingssysteem hebben
    - Max. 3 op 1 schijf
  + **Uitgebreide partities**
    - Onderverdelen in zoveel logische stations als je wil
    - Bedoeld om gegevens in te bewaren die gebruikt kunnen worden door meerdere besturingssystemen
* Standaard is primaire partitie actief; eerste primaire partitie wordt door BIOS-aangesproken
* Besturingssysteem installeer je daarom op **eerste primaire partitie**
* Op eerste sector van de eerste primaire partitie (**MBR, Master boot record)** staat de **partitietabel (**bevat info over alle partities op de schijf)
* AHV van partitiemanager partities verdelen

## 5.1.4 Tapestreamer

* Opslagmedium dat gegevens opslaat op een cassette
* Heeft een magneetband die over en weer kan lopen met 2 spoelen
* Gebruikelijke standaard 🡺 **Quarter inch Cartridge (QIC)**
* **QIC Wide Standard 🡪** Nieuw type waarbij opslagcapaciteit is vergroot
* **Segment 🡪** Een blok van 512bytes die op een parallel spoor staan
* **Sequentieel toegankelijk 🡪** Niet willekeuriger, tape verder of terugspoelen om bep. Locatie te bereiken
* Toegankelijkheid erg traag

## 5.2 Optische gegevensopslag

* **Cd (Compact Disk) 🡪** schijfje
* **DVD’s (Digital Versatile disk)** 
  + Dunnere sporen dan Cd
  + Kunnen 2 lagen boven elkaar worden gelegd
  + Kunnen meer gegevens op dan een Cd
  + Dvd kan aan beide kanten gegevens bevatten, cd niet
  + **LightScribe 🡪** Op een DVD een label plakken (ipv van erop te schrijven)
  + Er bestaan verschillende standaarden (dvd+,)
* Gegevens op dvd of Cd schrijven AHV ***infrarood laserlicht***
  + Gegevens worden in registratielaag van schijf gebrand in vorm van micro gaatjes 🡪 **pits**
  + **Lands 🡪** De ruimte tussen de pits
  + **Pits en lands** reflecteren licht op verschillende wijze en dat wordt in **leeskop** geregistreerd
* Eerste gegeven bevindt in het **midden (1 spiraal)**
* **TOC (Table of contents)**
  + Tabel aan begin van het spoor waarin info staat over alle gegevens (zo niet alles afgaan)
* **BDA (BlueRay disc Association)**
  + 50 of 25gb aan gegevens
  + Hoge doorvoersnelheid
  + Heeft blauwe laserstraal (werkt op kortere golflengte 🡪 nauwkeuriger)
  + **3 soorten**
    - **BD-ROM 🡪** schijven met film, spelletjes, …
    - **BD-R 🡪** éénmalig
    - **BD-RE 🡪** Meermaals
  + Compatibel met oudere standaarden
    - Komt door hetzelfde bestandssysteem (**UDF of Universal Disk Format**
* Overdracht uitgedrukt in **X-speed**
* **Buffer underruns**
  + Veel voorkomende fout waarbij schrijfkop de info trager ontvangt dan de schijf roteert
  + Gegevens worden wel gebufferd, wanner leeg 🡪 schrijfkop geen gegevens meer krijgen
  + Blijvend beschadigd
  + OPLOSSING
    - Schrijfsnelheid verlagen
    - Tijdens branden niets anders laten draaien

## 5.3 Flash gegevensopslag

* FLASH ROM, geheugenkaartjes in fototoestellen, opslag in smartphones, USB’s
* Wordt ook **Solid State geheugen genoemd** 🡪 heeft geen bewegende delen zoals schrijfkop
* Voordelen
  + Snelle overdracht
  + Kleiner en lichter
  + Geluidloos
  + Minder risico op defecten
* Erg duur 🡪 minder opslagcapaciteiten
* Op kruising van kolommen en rijen zijn **transitoren** ­🡪 Houden gegevens vast zonder dat daar energie voor nodig is
* **Secure Digital 🡪** Meest gebruikte standaard van geheugenkaarten
  + Mini SD, micro SD
  + Oorspronkelijke SD kaart max. 2GB
  + **SDHC (SD High capacity) 🡪** kaarten tot 32GB
  + **SDXC (SD Extended capacity) 🡪** grotere capaciteit
* Ontwikkelen tegenwoordig **SSD (Solid state disk)**
  + Opgebouwd uit flash geheugenchips
  + Voordeel: **stand-by modus**
    - Bij uitschakeling: actieve instellingen, gegevens, programma’s worden naar SSD geschreven en zijn daarna weer actief bij opstarten
  + Voordeel: Snelle overdracht
    - Enkel als verbinding tussen schijf en systeem goed is
* **Theoretisch nadeel:** Elektromagnetische hips kunnen een beperkt aantal schrijfcycli aan
* **Wear levelling** 
  + SSD-controller dat ervoor zorgt dat alle chips even vaak gebruikt worden
* Geheugenchips worden opgedeeld in blokken van 512KB, die nadien worden opgedeeld in **pages** van 4KB
* **Garbage collection** 
  + Bij wissen van informatie goed opletten dat niet het juiste wordt weggeschreven.
  + Verplaatsen van nuttige gegevens naar andere blok
  + 🡺 **Controller houdt bij welke gegevens nog bewaard moeten blijven**
* Controllers kunnen bij wegschrijven ook gegevens **comprimeren**
* Geconnecteerd via **SATA-bus,** later via **SATA-express**
* **NOR** 
  + + Sneller uitlezen
  + – Minder snel beschreven
  + – duur
* **NAND**
  + + Grote capaciteiten
  + – Duur
* Eerste SSD = **VNAND of 3DNAND**
* **Accelerator Cache SSD**
  + Combinatie van SSD en HDD
    - Op SSD staat besturing met meest gebruikte programma’s