

Les B-05: Geheugens

Een belangrijk onderdeel van computers is het geheugen. In het geheugen kunnen programma's en bestanden opgeslagen worden. Er zijn veel verschillende soorten geheugens: intern, extern en daarin zijn weer verschillende ondersoorten. We zullen hier eerst alle geheugens op een rijtje zetten en ze daarna nader beschrijven.

5.1 Alle geheugens op een rijtje

Geheugen wordt onderverdeeld in intern (op het moederbord aanwezig) en extern (aan het moederbord verbonden) geheugen.

Intern geheugen

Het **intern geheugen** van een computer zorgt ervoor dat de processor de gegevens krijgt die deze nodig heeft voor het uitvoeren van zijn berekeningen en bewerkingen. In het intern geheugen zijn onder andere de programma's opgeslagen die in gebruik zijn.

Het intern geheugen ziet er als volgt uit:

- **ROM**, het **Read Only Memory**, dat bestaat uit:
 - **BIOS**
 - **CMOS**
- **RAM**, het **Random Acces Memory**, ook wel het werkgeheugen genoemd.

Extern geheugen

Extern geheugen is een gegevensdrager waarop verwerkte gegevens vastgelegd kunnen worden. Welke gegevensdrager je wilt gebruiken is afhankelijk van de snelheid en de opslagcapaciteit. In paragraaf 5.3 gaan we hier nader op in.

5.2 Intern geheugen

Het interne geheugen is het geheugen waar de gegevens en instructies voor de processor, die deze moet verwerken, (tijdelijk) bewaard worden.

ROM

Een van de onderdelen van het interne geheugen is het **ROM**, het **Read Only Memory**. Dit is het geheugen waar vandaan alleen gegevens gelezen kunnen worden, deze gegevens kunnen in principe niet gewijzigd worden. Belangrijke zaken in dit verband:

- **BIOS**: Dit staat voor **Basic Input/Output System**. Hierin staan de gegevens die de computer nodig heeft om met de belangrijkste onderdelen, harde schijf, toetsenbord, muis etc., te kunnen werken.
- **CMOS**: Dit is de naam van de chip waarin de BIOS-gegevens opgeslagen worden. De naam van de chip slaat op het materiaal waar het van gemaakt is (**Complementary Metal Oxid Semiconductor**).

Het ROM-geheugen dient ervoor om de computer op de juiste manier op te laten starten. Er worden bij het opstarten verschillende hardwaretests uitgevoerd, deze worden door het ROM aan de computer opgedragen. De belangrijkste programmaatjes die in het ROM zijn opgeslagen zijn:

- **POST: Power On Self Test**, dit is het testprogramma voor de processor, geheugen en andere zaken.
- **SETUP:** Bij het opstarten heb je de mogelijkheid om met een bepaalde toets (WINXP: F12) in de 'Setup' te komen. De menu's die hierin weergegeven worden kan je gebruiken om de gegevens in de BIOS te veranderen. Het Setup-programma staat in het ROM, maar de BIOS gegevens die je verandert staan in de CMOS.

Verder geeft het ROM instructies tot het laden van het eerste deel van het besturingssysteem. De gegevens die op het ROM staan kunnen niet gewist worden tenzij het een **EEPROM** is (**Electronically Erasable and Programmable**) ROM. In deze EEPROM's kunnen wel wijzigingen aangebracht worden, tegenwoordig zijn deze wijzigingen steeds vaker nodig, deze wijzigingen moeten aangebracht worden bij het aanbrengen van een nieuwe harde schijf of het vergroten van het interne geheugen. Doormiddel van het (EEP)ROM wordt de computer hiervan op de hoogte gesteld.

RAM

Het andere onderdeel van het interne geheugen is het **RAM**, dit is het **Random Acces Memory**, ook wel het werkgeheugen genoemd. Hier worden de tijdelijke gegevens en instructies opgeslagen, In tegenstelling tot het ROM kun je bij het RAM altijd de bestanden wijzigen, dit gebeurt namelijk voortdurend. De grootte van het interne geheugen bepaalt voor een deel ook de snelheid van je computer, als het interne geheugen namelijk te klein is zal de processor de benodigde gegevens van de harde schijf moeten halen en aangezien het feit dat de leessnelheid van de harde schijf trager is dan die van het intern geheugen neemt dit meer tijd in beslag. Gangbare groottes van het RAM zijn 512 MB, 1024 MB, 2048 MB of 4096 MB.



EDO-RAM

EDO staat voor **Extended Data Out** en is een type RAM dat opgehaalde data langer beschikbaar houdt op de data bus maar wel op zo'n manier dat er tegelijk gewerkt kan worden aan het ophalen van volgende data. EDO-RAM is alleen sneller dan gewoon RAM bij het lezen uit het geheugen en niet bij het schrijven.

Cachegeheugen

Om een computer nog sneller te laten werken heeft men weer iets speciaals uitgevonden, het **cachegeheugen**. Het cachegeheugen is het geheugen waarin vaak herhaalde opdrachten worden opgeslagen. Het cachegeheugen is 50 keer zo snel als het interne geheugen, maar ook veel duurder, daarom is er altijd maar een relatief klein cachegeheugen ingebouwd.

Het cachegeheugen stapelt alle instructies/data die naar de processor gaan op (totdat het vol is en dan verwijderd hij de eerste instructies weer). Als de processor iets nodig heeft kijkt hij eerst in het cachegeheugen, vindt hij daar wat ie nodig heeft dan hoeft hij niet meer verder te zoeken. Aangezien cachegeheugen snel toegankelijk (15 ns) geheugen is en de processor niet meer verder naar data of instructies hoeft te zoeken verbetert dit dus de prestaties van het systeem. Cachegeheugen kan extern (op het moederbord) zijn en is dan 128, 256 of 512 Kb, of het kan intern (in de processor zelf) zijn en is dan 1 MB groot (anno 2005). Het voordeel van intern cachegeheugen is dat de processor nog sneller bij de instructies/data kan komen. Over het algemeen werkt interne cache dus het snelst. Interne en externe cache kan ook worden gecombineerd (Pentium machines).

Tegenwoordig is er **pipelined burst cache** wat inhoudt dat de cache ervan uit gaat dat de instructies en data gegevens achter elkaar staan. Door de processor met 1 adressering een heel 'block' data binnen te laten halen wordt een aanzienlijke snelheidswinst geboekt.

Virtueel geheugen

Op een computer draaien natuurlijk ook vaak hele grote of heel veel programma's, die niet in het interne geheugen passen. Hier heeft met een trucje op gevonden: men laat een deel van de harde schijf als intern geheugen functioneren, dat wil zeggen, zorgen dat je het programma toch kan gebruiken, weliswaar iets trager. Het deel van de harde schijf dat schijnbaar als werkgeheugen wordt gebruikt noemt men ook wel **virtueel geheugen**. Alleen functies die op een bepaald moment actief gebruikt worden staan dan in het werkgeheugen.

Opdracht 5.2



Zoek met behulp van een zoekprogramma naar een geschikte afbeelding van het moederbord, waarop zich de processor, ROM (BIOS / CMOS) en RAM geheugen bevindt.

5.3 Extern geheugen

Het extern geheugen is de media waarop verwerkte gegevens kunnen worden vastgelegd, met andere woorden, extern geheugen is de apparatuur waarop je programma's, documenten, muziek etc. op kan slaan.

We onderscheiden 2 soorten gegevens dragers:

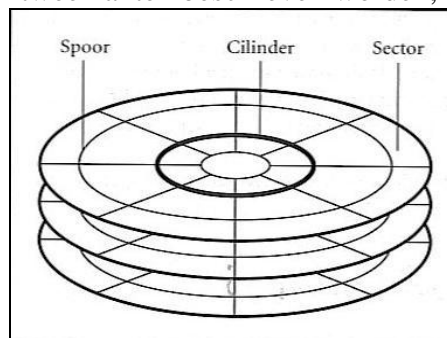
- **Magnetische** gegevensdragers (harde schijf, floppy, ZIP, JAZ)
- **Optische** gegevensdragers (CD en DVD)
- **Flashgeheugen** (USB, Compact Flash Card)

Magnetische gegevensdragers

Magnetische gegevensdragers gebruiken magnetisch materiaal om gegevens vast te leggen, dit wordt o.a. gebruikt bij een harde schijf.

- **Harde schijf:**

Elke pc heeft een harde schijf, hierop staan zaken zoals het besturingssysteem, softwareprogramma's en de geproduceerde data. Een harde schijf is een magneetschijf, die is ingedeeld in sporen en sectoren. Zodra je iets wilt lezen of opslaan beweegt de lees-/schrijfkop heel snel boven het oppervlak van de draaiende schijf. Deze zoekt de sporen en sectoren die nodig zijn om de gegevens te lezen die jij nodig hebt. In het geval dat je iets op de harde schijf wilt opslaan gaat de schrijfkop op zoek naar lege sporen en sectoren. De ingenomen sporen en sectoren worden bijgehouden in de **FAT** tabel (**File Allocation Table**). Eigenlijk bestaat een harde schijf uit magneetschijven die boven elkaar liggen in een afgesloten behuizing. Elk van deze schijven kan aan twee kanten beschreven worden, door zijn eigen schrijfkop.



figuur 5.3 de harde schijf

Hierboven zie je dat een magnetische schijf ook nog bestaat uit cilinders. Een cilinder is een boven elkaar gelegen spoor van alle schijfkanten gezamenlijk.

- **Diskette:**

Een diskette is een hard vierkant schijfje waarin een magnetische gegevensdrager zit. Deze gegevensdrager wordt de laatste tijd steeds minder gebruikt, want er kan maar 1,44 MB op, terwijl je tegenwoordig net zo makkelijk dingen opslaat op USB devices of op optische gegevensdragers zoals de cd-r(w) of de dvd-r(w), want deze gegevensdragers hebben veel meer opslagcapaciteit.

- **ZIP / JAZ – disk:**

De ZIP-disk en JAZ-disk zijn vergelijkbaar met floppy en harde schijf. Voor deze varianten zijn ook interne en externe drives nodig.

- **TAPE:**

Deze geheugenvorm die lijkt op een cassettebandje wordt nog gebruikt voor het maken van backups van grote hoeveelheden gegevens, zoals bij netwerkserver.

Optische gegevensdragers

Optische gegevensdragers werken met behulp van een laserstraal. De laserstraal tast de schijf af op zoek naar de juiste informatie, deze vinden ze door dat de straal op een bepaalde manier teruggekaatst wordt.

- **Cd-rom**

Een cd-rom is in feite het zelfde als een cd alleen dan met data beschreven i.p.v. met audio. Een cd-rom heeft een opslagcapaciteit van 650 of 700 MB. Daarom worden veel programma's ook op cd-rom geleverd.

- **CD-R en CD-RW**

Compact Disc-Recordable (CD-R), hierop kun je audio en data branden, dit gebeurt door middel van een brandprogramma zoals Nero of Sonic. Het nadeel van een 'recordable disc' is dat je maar eenmalig kan branden, hier heeft men natuurlijk iets op gevonden: Compact Disc-ReWritable (CD-RW), deze disc's kan je weer 'leggen' en er vervolgens weer nieuwe audio of data op branden. Een CD-R(W) heeft een opslagcapaciteit van 650 of 700 MB.

- **DVD-R, DVD-RW, Blu Ray DVD**

Op een DVD kan je 4,7 GB aan data kwijt. Meestal vind je op DVD's alleen films, maar steeds vaker komt software ook op DVD te staan omdat programma's steeds groter en uitgebreider worden en dus meer geheugen nodig hebben. Ook bij DVD's heb je de gewone 'Recordables' en de 'ReWritables'.

Flashgeheugen

Onder **flashgeheugen** verstaat men extern geheugen op basis van de EEPROM-techniek. Deze techniek maakt het mogelijk om d.m.v. één programmeeractie op verschillende plekken in het geheugen te schrijven of te wissen. Flashgeheugen is niet-vluchtig geheugen: het behoudt de data als de spanning wordt afgezet.

De naam "flash" is ontstaan, omdat dit type EEPROM in één keer (in een flits) volledig of gedeeltelijk gewist kan worden, om er vervolgens iets anders in te schrijven.

Er zijn twee types flashgeheugen: NOR- en NAND-flash, gebaseerd op de schakelingen die worden gebruikt om een data-item op te slaan.

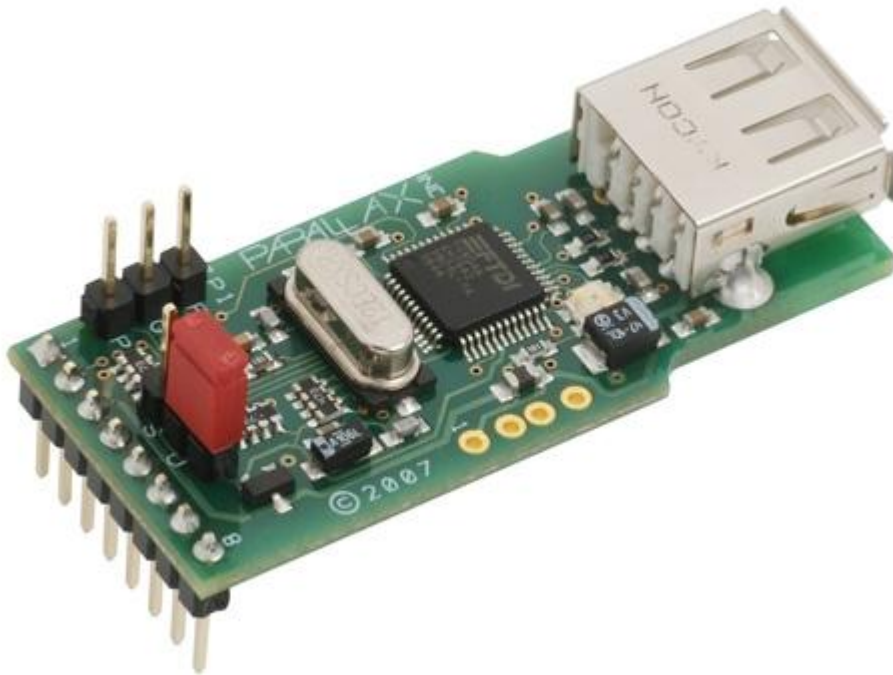
Flashgeheugen wordt onder andere gebruikt als BIOS-ROM in pc's, in MP3-spelers en USB-sticks. Het wordt ook gebruikt in geheugenkaarten voor digitale camera's, mobiele telefoons en PDA's.



Flash Card geheugen uit je digitale camera (of uit een ander apparaat) kan ook met een aparte **flash card reader** worden gelezen.

Er bestaan readers die je in de systeemkast kunt inbouwen en readers die je via de USB poort extern kunt aansluiten.

Opdracht 5.2



Een voorbeeld van flashgeheugen is de USB-stick (zie afbeelding). Zoek uit hoe het opslaan op en lezen vanaf een USB-stick in zijn werk gaat.

5.4 Opslagcapaciteit, zoektijd en doorvoersnelheid

Opslagcapaciteit

Elke gegevensdrager heeft zijn eigen opslagcapaciteit, dit is bepaald aan de hand van de toepassing van de gegevensdrager en de duurzaamheid ervan. Opslagcapaciteit wil zeggen: de hoeveelheid MB/GB er op de betreffende gegevensdrager past.

De gegevensdrager met de grootste opslagcapaciteit is de Harde schijf (anno 2007 ± 120 GB), die met de minste opslagcapaciteit is het Cachegeheugen (anno 2007 ± 1 MB).

Zoektijd

Hierbij gaat het om de snelheid van de betreffende gegevensdrager, dit gaat per gemiddelde tijd die nodig is om gegevens op te zoeken: zoektijd of toegangstijd. De toegangstijd van een harde schijf is 4 à 6 milliseconde, dit is $4/1000$ à $6/1000$ seconde. De toegangstijd van een cd-rom is (anno 2007) ongeveer 40 milliseconde. Het werkgeheugen is veel sneller, deze kent (anno 2007) maar liefst een toegangstijd van 50 à 80 nanoseconde, dat is 50 à 80 miljardste seconde.

Doorvoersnelheid

Dit is de snelheid waarmee een gegevensdrager gegevens transporteert. Ook wel overdrachtssnelheid genoemd. De doorvoersnelheid van een harde schijf is (anno 2007) 5 à 13 MB per seconde. De doorvoersnelheid van een cd-romspeler (anno 2007) 0,5 à 3 MB per seconde.

5.5 Samenvatting

Een computer heeft geheugens nodig om gegevens op vast te leggen. We onderscheiden verschillende soorten geheugens:

- Het intern geheugen: Het interne geheugen van een computer zorgt ervoor dat de processor de gegevens krijgt die deze nodig heeft voor het uitvoeren van zijn berekeningen.
 - Het ROM, waar vandaan alleen gegevens gelezen kunnen worden.
 - Het RAM, het werkgeheugen van de computer.
 - Cachegeheugen, een sneller maar vele malen kleiner werkgeheugen.
 - Virtueel geheugen, een deel van de harde schijf dat werkt als intern geheugen.

- Het extern geheugen: Extern geheugen is een gegevensdrager waarop verwerkte gegevens vastgelegd kunnen worden. We onderscheiden hierin twee soorten, te weten de magnetische gegevensdrager en de optische gegevensdrager.
 - Magnetische gegevensdrager:
Deze gegevensdrager gebruikt magnetisch materiaal om de gegevens op op te slaan. Voorbeelden zijn de harde schijf, diskette, ZIP disk en JAZ disk.
 - Optische gegevensdrager:
Optische gegevensdragers werken met behulp van een laserstraal. Voorbeelden zijn de CD en DVD
 - Flash gegevensdrager:
Flash geheugens is chipgeheugen dat waarvan het geheugen in blokken wordt gevuld en gelezen. Voorbeelden zijn BIOS-ROM in pc's, het geheugen van MP3-spelers en USB-sticks. Ook wordt het gebruikt in geheugenkaarten voor digitale camera's, mobiele telefoons en PDA's.

Al deze geheugens hebben een bepaalde opslagcapaciteit, zoektijd en doorvoersnelheid.

- Opslagcapaciteit is het aantal MB of GB dat je op je gegevensdrager kwijt kan.
- Bij zoektijd gaat het om de snelheid van de betreffende gegevensdrager, dit gaat per gemiddelde tijd die nodig is om gegevens op te zoeken: zoektijd of toegangstijd.
- Doorvoersnelheid is de snelheid waarmee een gegevensdrager gegevens transporteert.