[Het inwendige van de pc](http://www.instruct-online.nl/student_pagina.php?p=6159" \t "inhoud)

**Gegevens zijn voor een computer niets anders dan reeksen van enen en nullen. Wat komt er allemaal kijken bij de verwerking van die enen en nullen? We nemen een kijkje in het inwendige van een computer om te ontdekken welke rol de diverse onderdelen spelen bij de verwerking.**

# Intern geheugen

In het interne geheugen van een computer worden gegevens en instructies voor de verwerking bewaard en deze worden doorgegeven aan de **processor**. De processor vormt het hart van een computer, maar de processor kan alleen wat doen als hij instructies krijgt. Deze instructies krijgt hij in de vorm van **programma’s**. Voordat de processor deze instructies kan verwerken, moeten de programma’s in het geheugen worden geladen.

Het interne geheugen bestaat uit twee soorten geheugenchips:

1. ROM
2. RAM

## ROM

Het zogeheten Read Only Memory is een gedeelte van het interne geheugen waarin gegevens staan die alleen gelezen (‘read only’) kunnen worden. Het ROM speelt een grote rol tijdens het opstarten van de computer. Er wordt bijvoorbeeld aan de computer opgedragen om een aantal hardwaretests uit te voeren. Ook het instellen van de belangrijkste onderdelen, zoals de harde schijf en de grafische kaart, gebeurt met behulp van instructies uit het ROM. Verder wordt opdracht gegeven tot het laden van de eerste onderdelen van het besturingssysteem.

De gegevens in het ROM-geheugen worden niet gewist, ook niet als de pc wordt uitgezet.

### EEPROM

De chips die je in het ROM aantreft, zijn meestal EEPROM’s: **Electronically Erasable and Programmable ROM**. Net als de USB-stick is een EEPROM een vorm van flashgeheugen: door middel van elektrische spanning kunnen gegevens gewist worden en nieuwe gegevens toegevoegd. Als je de harde schijf vervangt of het interne geheugen uitbreidt, moeten de EEPROM’s aangepast worden.

Het lijkt tegenstrijdig: read-only geheugen dat wel gewist en aangepast kan worden. Het read-only aspect heeft echter vooral betrekking op het feit dat de computer bij het opstarten alleen leest uit het ROM. Als de nieuwe hardware door middel van flashen eenmaal ‘bekendgemaakt’ is aan de EEPROM’s, blijven deze tijdens het opstarten onveranderd; dit in tegenstelling tot het RAM.

Belangrijke zaken die via het ROM worden bewaard of uitgevoerd, zijn:

* **BIOS**. Dit staat voor Basic Input/Output System (‘basis invoer/uitvoer-systeem’). Dit omvat de gegevens die de computer nodig heeft om met de belangrijkste randapparaten (harde schijf, toetsenbord en dergelijke) te kunnen werken.
* **POST** (Power On Self Test). Wanneer de computer opstart, worden de processor, het geheugen en een aantal andere zaken getest. Deze tests worden samen POST genoemd. Het POST-programma wordt in gang gezet door het BIOS.
* **Setup**. Door tijdens het opstarten van de computer een bepaalde toets of toetsencombinatie in te drukken kom je in de ‘Setup’: een programma dat allerlei menu’s op het scherm weergeeft. Met deze menu’s kun je de gegevens in het BIOS op een eenvoudige manier veranderen. De nieuwe instellingen kunnen vervolgens naar de EEPROM worden weggeschreven.

### BIOS aanpassen

Er zijn twee mogelijkheden om de gegevens in het BIOS aan te passen:

1. Via het **Setup-programma**. Hier kun je instellingen aanpassen. De keuze uit de instellingen ligt vast in het BIOS; je kunt dus alleen kiezen wat aangegeven is.
2. Door middel van **flashen**. Het kan voorkomen dat de keuze die jij wilt maken niet in de Setup wordt aangeboden. In dat geval moet je de software van het BIOS geheel vervangen.

## RAM

1. Random Access Memory is het gedeelte van het interne geheugen waarin tijdelijk gegevens en instructies worden opgeslagen. Het wordt ook wel het **werkgeheugen** van de computer genoemd. Er zijn twee belangrijke verschillen met ROM:
2. Een wezenlijk kenmerk van **RAM** is dat de gegevens erin doorlopend worden gewijzigd.
3. De gegevens in het RAM gaan verloren als de pc wordt uitgezet. Dus ook als de stroom uitvalt! Ben je op dat moment ergens mee bezig zonder dat er tussentijds iets opgeslagen is, dan ben je het gemaakte werk kwijt. We noemen het RAM dan ook een vorm van vluchtig geheugen; het ROM is niet-vluchtig, oftewel persistent.

De capaciteit van het interne geheugen wordt uitgedrukt in **gigabytes** (bij oudere systemen in megabytes). De grootte van het interne geheugen is belangrijk: hoe meer gegevens daarin opgeslagen kunnen worden, hoe sneller de computer kan werken.

1. Als het interne geheugen te klein is, zal de processor de benodigde gegevens van en naar de harde schijf moeten halen en brengen. Dat kost meer tijd omdat de **toegangssnelheid** van de harde schijf veel groter is dan van het geheugen.

(1) Het moederbord

De pc’s van tegenwoordig worden hoofdzakelijk als **towermodel** geleverd. Aan een van de zijkanten van een towermodel bevindt zich een grote printplaat. Hierop is een doolhof van chips, koperen leidingen en aansluitpunten voor onderdelen aangebracht. Deze plaat wordt moederbord genoemd (in het Engels: motherboard of systemboard).

De belangrijkste functie van het moederbord is dat het alle andere onderdelen met elkaar verbindt. De processor, het geheugen, de harde schijf, het diskettestation en de cd/dvd-speler worden niet direct met elkaar verbonden, maar worden op de bedrading van het moederbord aangesloten.

Alle onderdelen waarvan de computer gebruik maakt, moeten (direct of indirect) met het moederbord verbonden zijn. Anders kan de processor ze niet besturen. De uitgangen aan de achterkant van de computer (waarop de monitor, het toetsenbord en andere apparaten aangesloten kunnen worden) zijn dus de ‘stopcontacten’ van het moederbord.

(1) De centrale verwerkingseenheid (CVE)

De centrale verwerkingseenheid is het hart van de pc: deze bestuurt het hele computersysteem. Bij een mini, mainframe of supercomputer zijn er doorgaans verschillende processors die voor de verwerking zorgen. De gemiddelde pc heeft echter maar één **processor**: de **CVE**. Deze ene processor regelt alle gegevensverwerking in de pc. Daarmee zorgt de processor voor de besturing van de computer én voor het uitvoeren van berekeningen.

In feite kun je de CVE splitsen in:

1. een besturingsorgaan
2. een rekenorgaan

De CVE wordt ook wel CPU genoemd, de afkorting van het Engelse Central Processing Unit. ‘Centrale verwerkingseenheid’ is een letterlijke vertaling van deze Engelse term.

(2) Taken

De taken van de processor zijn bijvoorbeeld:

* het ophalen van opdrachten en gegevens uit het interne geheugen;
* het laten uitvoeren van berekeningen door het rekenorgaan;
* het opslaan van resultaten in het computergeheugen;
* het regelen van de uitvoer van gegevens, bijvoorbeeld naar beeldscherm of printer.

(2) Dual en quad core

Sommige duurdere pc’s hebben weliswaar één processor, maar die werkt met twee of vier zogenoemde cores (‘kernen’). Alle kernen kunnen apart instructies verwerken, mits de gebruikte software dit ondersteunt en zelfstandig opdrachten aan elke kern toewijst. De term waarmee dit wordt aangeduid, is **dual core (2)** of **quad core (4)**.

Als het besturingssysteem en de software dual/quad core processing ondersteunen kan de pc gemakkelijker en sneller meerdere taken tegelijk uitvoeren. Zo kun je bijvoorbeeld tegelijkertijd muziek downloaden, een game spelen en een virusscan uitvoeren. Hiermee kan een snelheidswinst van ruim 50 procent worden geboekt ten opzichte van een systeem dat niet met dual core is uitgerust.

Twee voorbeelden van quad core processors:

* Intel Core 2 Quad
* AMD Opteron 64

(2) Snelheid van een processor

Of een processor ‘snel’ genoemd kan worden, heeft te maken met de snelheid waarmee hij gegevens verwerkt: de verwerkingssnelheid. De verwerkingssnelheid (ook wel rekensnelheid genoemd) heeft betrekking op de hoeveelheid instructies die een computer in één seconde kan verwerken. Daarom wordt deze snelheid uitgedrukt in **mips**: Miljoenen Instructies Per Seconde.

Behalve over de verwerkingssnelheid kun je bij een computer ook spreken van de kloksnelheid. Deze wordt bepaald door de **klokchip**, die een vast aantal malen per seconde een puls aan de processor geeft om (als een dirigent) alle verwerkingsstappen synchroon te laten lopen. Het aantal pulsen per seconde, dus de kloksnelheid, drukken we uit in **Hertz** (Hz).

De verwerkingssnelheid is dus iets anders dan de kloksnelheid. Voor het uitvoeren van een instructie zijn namelijk vaak meerdere pulsen van de klok nodig. Om hoeveel pulsen dit gaat, is afhankelijk van het type processor en het type instructie.

De kloksnelheid van moderne pc’s bedraagt meer dan 3 GigaHertz, dat wil zeggen 3.000.000.000 pulsen per seconde.

Ter vergelijking: de eerste consumenten-pc, die een 8088-processor bezat, had een kloksnelheid van 5-8 MHz!

(2) Cachegeheugen

De producenten van computers zijn voortdurend op zoek naar manieren om een processor sneller te maken. De toepassing van dual core, die hierboven genoemd is, is een methode om dit te bereiken. Ook de aanwezigheid van **cachegeheugen** draagt bij aan een snellere gegevensverwerking.

Het ophalen van instructies en gegevens uit het interne geheugen kost tijd. Die tijd kan verkort worden door de instructies en gegevens op te slaan in extra snel werkgeheugen, dat de processor rechtstreeks kan gebruiken en dat dicht bij die processor (of zelfs erin) zit. Dit noemen we het **cachegeheugen** van de processor. Door gebruik van het cachegeheugen worden de prestaties van de computer sterk vergroot. Het is wel een stuk duurder dan het gewone werkgeheugen.

(1) Bus

Om gegevens van het interne geheugen naar de processor of de randapparatuur te brengen, moet er een verbinding tussen die onderdelen zijn. Zo’n verbinding noemen we een bus. Zonder bus kunnen de onderdelen van de computer niet met elkaar communiceren. Wanneer je bijvoorbeeld via je toetsenbord een e-mailtje invoert, gaan de aanslagen (in de vorm van nullen en enen) via de bus naar de processor.

Een **bus** is dus een fysieke verbinding

* tussen de processor en het interne geheugen óf
* tussen de processor en de randapparatuur.

De belangrijkste bus is de **systeembus**, ook wel **local bus** of **front side bus** (FSB) genoemd. Deze verbindt de processor met het interne geheugen. De andere bussen, die de communicatie tussen de randapparaten verzorgen, worden de **I/O-bussen** genoemd

Binnen de FSB (en ook binnen de I/O-bussen) onderscheiden we drie verschillende bussen:

1. de databus
2. de adresbus
3. de controlbus

(2) Databus

Over de **databus** worden de te verwerken gegevens verstuurd tussen de processor, het geheugen en andere apparaten. De snelheid waarmee de gegevens op de databus worden gezet, hangt af van de klokchip. Daarnaast geldt hoe breder de databus, hoe meer bits tegelijkertijd verstuurd kunnen worden en hoe sneller de computer werkt. De databus wordt ook wel **processorbus** genoemd.

(2) Adresbus

Wanneer via de databus gegevens verzonden worden, moet het moederbord weten waar deze gegevens naartoe moeten. Via de **adresbus** wordt het adres van de geheugenplaats meegestuurd. De breedte van deze bus is bepalend voor het maximale aantal plaatsen in het RAM dat geadresseerd kan worden en daarmee voor de maximale hoeveelheid geheugen die gebruikt kan worden.

(2) Controlbus

Via de controlbus – die ook wel **besturingsbus** wordt genoemd – worden de aanwijzingen verstuurd hoe de gegevens van de databus verwerkt moeten worden, dus wat de processor ermee moet doen. De klokchip bepaalt de snelheid waarmee deze aanwijzingen worden gegeven.

(1) De werking van de processor

Een computer doet niets zonder een programma. Een **computerprogramma** bestaat uit een groot aantal instructies die gedetailleerd beschrijven wat een processor moet doen. Een **instructie** kunnen we beschouwen als een nauwkeurig beschreven stap in een totaal van uit te voeren handelingen.

Een voorbeeld: wanneer we willen dat de computer twee getallen optelt, moeten deze getallen uit het interne geheugen worden opgehaald en – via de bussen – naar de processor worden gebracht. Het resultaat van de optelling moet uit de processor naar het interne geheugen worden overgebracht.

De processor verwerkt daarvoor twee soorten opdrachten:

1. Rekenopdrachten   
   Hierbij gaat het niet alleen om **rekenkundige bewerkingen** zoals wij die kennen (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, enzovoort), maar ook om **logische bewerkingen** zoals vergelijken (is groter dan, is gelijk aan). De CVE is voortdurend aan het rekenen en vergelijken als hij bij het sorteren van een gegevensbestand bijvoorbeeld moet bepalen of mevrouw K.P. Oosterhof vóór de heer J.G. Miedema moet komen.
2. In- en uitvoeropdrachten  
   In- en uitvoeropdrachten vallen onder de besturingstaak van de CVE. Hierbij moet je denken aan het doorvoeren van gegevens van en naar het geheugen, bijvoorbeeld het opslaan van een document op de harde schijf.

Vrijwel alle bestaande computers werken volgens het Von Neumann-principe. Dit houdt in dat er een scheiding is tussen de verwerkingseenheid en het geheugen voor de opslag van instructies en gegevens. John Von Neumann was een Hongaarse wis- en natuurkundige die leefde in de eerste helft van de 20e eeuw.

Bron: [www.instruct-online.nl](http://www.instruct-online.nl), Fundament Informatica