



Scholengroep  
Sint-Maarten

**SINT-MAARTENINSTITUUT**  
CAHIER-REEKS OVER INFORMATICATOEPASSINGEN  
**NETWERKEN & IT** **5 NIT**

# **Cahier 1 A: Module Computerbeheer**

## **Beheer van Computersystemen en Netwerken**



## **Samenvatting**

Deze cursus werd ontwikkeld met L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X en is bestemd voor de leerlingen van het voorlaatste jaar **Netwerken & IT** van het **Sint-Maarteninstituut (SMI)** te Aalst.

Deze cursus is samengesteld op basis van tientallen jaren lespraktijk op school, aangevuld met diverse bronnen (internet, boeken, tijdschriften, navormingen). In de mate van het mogelijk zijn telkens de correcte bronvermeldingen, in toepassing van het auteursrecht, opgenomen. Eventuele vergetelheden mogen de auteur via de school gemeld worden.

De cursus is auteursrechtelijk beschermd door de Creative Commons licentie - versie "Naamsvermelding -NietCommercieel -GelijkDelen 4.0 Internationaal (CC BY-NC-SA 4.0)", zoals beschreven in <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.nl> en voorgesteld door .

In de tabel hieronder vind je de verschillende aanpassingen sinds de eerste versie.

Datum	Aanpassing
2022-09-01	Eerste versie van het schooljaar 2021-2022 klaar voor verspreiding op Smartschool en voor afdruk.

# Inhoudsopgave

<b>I Inleiding: verkenning van de werkomgeving</b>	<b>I-1</b>
<b>1 Afspraken rond 'Leren Leren'</b>	<b>I-3</b>
1.1 Overzicht van de leerstof . . . . .	I-3
1.2 Handboeken . . . . .	I-5
1.2.1 5 Netwerken & IT . . . . .	I-5
1.2.2 6 Netwerken & IT . . . . .	I-5
1.3 Lesmateriaal . . . . .	I-5
1.4 Notities . . . . .	I-6
1.5 Bij afwezigheid . . . . .	I-6
1.6 Taken . . . . .	I-7
1.7 Toetsen . . . . .	I-7
1.8 Examens . . . . .	I-7
1.9 Evaluatie van de attitudes . . . . .	I-8
1.10 Specifieke opmerkingen . . . . .	I-8
<b>2 Overzicht van taken en toetsen in 5 NIT</b>	<b>I-19</b>
<b>3 Schriftelijk rapporteren op verschillende wijzen</b>	<b>I-21</b>
3.1 Deftig schriftelijk rapporteren . . . . .	I-21
3.2 Welke elementen worden gequoteerd? . . . . .	I-21
3.2.1 De vorm van het verslag . . . . .	I-21
3.2.1.1 Het verplicht sjabloon . . . . .	I-21
3.2.1.2 De opgelegde structuur . . . . .	I-21
3.2.2 Inhoud van het verslag . . . . .	I-22
3.2.3 Opmaak van het verslag . . . . .	I-23
3.2.4 Hoe wordt nu zo'n werkje gequoteerd ? . . . . .	I-24
3.3 Alternatieve evaluatievormen . . . . .	I-24
3.4 De eventuele alternatieven . . . . .	I-24
<b>4 Virtual Machine, it's a reality</b>	<b>I-25</b>
4.1 Testen in alle veiligheid . . . . .	I-25
4.2 Samenvatting van dit hoofdstuk . . . . .	I-25
4.3 Voor- en nadelen van virtualisatie . . . . .	I-27
4.4 Theoretische achtergrond . . . . .	I-28
4.4.1 Containers als alternatief . . . . .	I-28
4.4.2 Baisonderscheidl native/bare-metal of hosted . . . . .	I-28
4.4.3 Virtualisatie in een breder kader . . . . .	I-29
4.4.3.1 Geheugen virtualisatie . . . . .	I-29
4.4.3.2 Netwerkvirtualisatie . . . . .	I-29
4.4.3.3 Opslagvirtualisatie . . . . .	I-29
4.4.3.4 Werkstation virtualisatie . . . . .	I-30
4.4.3.5 Servervirtualisatie . . . . .	I-30
4.4.4 De virtualisaties van een computersysteem . . . . .	I-30

4.4.4.1	Native virtualisatie . . . . .	I-30
4.4.4.2	Emulatie . . . . .	I-30
4.4.4.3	Paravirtualisatie . . . . .	I-30
4.4.4.4	Besturingssysteemvirtualisatie . . . . .	I-30
4.4.4.5	Applicatievirtualisatie . . . . .	I-31
4.4.5	Besluit . . . . .	I-31
4.5	Praktijkervaring met VMWare . . . . .	I-32
4.5.1	Virtualisatie in BIOS activeren . . . . .	I-33
4.5.1.1	Bij Intel processoren . . . . .	I-33
4.5.1.2	Bij AMD processoren . . . . .	I-33
4.5.2	Het configuratiebestand in een notendop . . . . .	I-33
4.5.3	Own or be owned . . . . .	I-36
4.5.4	Welke bestanden heb je minimaal nodig? . . . . .	I-37
4.5.5	Move or copy? . . . . .	I-38
4.5.6	Verder werken aan een virtuele machine op een andere locatie . . . . .	I-38
4.5.7	Werken met de grafische interface van VMware . . . . .	I-39
4.5.7.1	De netwerkomgeving aanpassen . . . . .	I-39
4.5.7.2	Een harde schijf aanpassen of toevoegen aan de virtuele machine! . . . . .	I-40
4.5.7.3	Het toegewezen geheugen via grafische interface aanpassen . . . . .	I-41
4.5.7.4	USB apparatuur aankoppelen en veilig verwijderen . . . . .	I-41
4.5.8	Wat moet je kennen en kunnen . . . . .	I-42
4.6	Verkingsopdracht . . . . .	I-42

## II Elektriciteitsleer II-1

<b>1 De basisbegrippen van de elektriciteitsleer</b>	<b>II-3</b>
1.1 Het Bohr-Rutherford atoommodel . . . . .	II-3
1.2 Elektronen in beweging . . . . .	II-6
1.3 Basisbegrippen uit de elektriciteitsleer . . . . .	II-8
1.4 De elektrische lading . . . . .	II-8
1.5 De elektrische stroomzin . . . . .	II-9
1.6 De elektrische spanning . . . . .	II-9
1.6.1 De gelijkspanning . . . . .	II-10
1.6.2 De wisselspanning . . . . .	II-10
1.7 Frequentie en periode . . . . .	II-10
1.8 De elektrische stroom . . . . .	II-11
1.8.1 De gelijkstroom . . . . .	II-11
1.8.2 De wisselstroom . . . . .	II-11
1.8.2.1 Een zuivere ohmse belasting . . . . .	II-11
1.8.2.2 Een inductieve belasting . . . . .	II-11
1.8.2.3 Een capacitive belasting . . . . .	II-11
1.9 De weerstand . . . . .	II-12
1.10 De elektrische arbeid . . . . .	II-13
1.11 Het elektrisch vermogen . . . . .	II-13
1.12 Het menselijk lichaam . . . . .	II-14
1.13 De halfgeleider . . . . .	II-14
1.14 Het dielectricum . . . . .	II-15
<b>2 De stroomkring: V, I, R en P toegepast</b>	<b>II-17</b>
2.1 Een eenvoudige stroomkring . . . . .	II-17
2.2 De wet van Ohm in de stroomkring . . . . .	II-17

2.2.1 De serieschakeling van weerstanden . . . . .	II-18
2.2.2 De parallelschakeling van weerstanden . . . . .	II-19
2.2.3 Het correct uitmeten van spanning en stroom . . . . .	II-19
2.3 De warmteontwikkeling als gevolg van stroom en weerstand . . . . .	II-20
<b>3 De aarding</b>	<b>II-23</b>
<b>4 Geleiders en isolatoren</b>	<b>II-25</b>
<b>5 Het gevaar van elektrostatische ontlading</b>	<b>II-27</b>
<b>6 Het LED lampje</b>	<b>II-29</b>
6.1 De kenmerken van het LED lampje . . . . .	II-29
6.2 Een demonstratie van een schakeling met LED lampjes . . . . .	II-30
6.3 Andere mogelijkheden . . . . .	II-32
6.3.1 Een voltmeter met LED lampjes . . . . .	II-32
6.3.2 Tafelverlichting . . . . .	II-33
<b>7 De prijs van je computergebruik</b>	<b>II-35</b>
7.1 De stroomvoorziening bij je thuis . . . . .	II-35
7.2 De zoektocht naar de actuele elektriciteitsprijs . . . . .	II-35
7.3 De elektriciteitsleveranciers onderling vergelijken . . . . .	II-38
7.4 Het verbruik van mijn computer . . . . .	II-38
<b>8 Besluit</b>	<b>II-39</b>
<b>III Computerbeheer</b>	<b>III-1</b>
<b>1 De bouwstenen van de pc</b>	<b>III-3</b>
1.1 Inleiding . . . . .	III-3
1.2 Computer bouwen . . . . .	III-4
1.3 Het model van Von Neumann . . . . .	III-7
1.4 De talstelsels . . . . .	III-9
1.5 Het hexadecimaal talstelsel . . . . .	III-9
1.6 Het binair talstelsel . . . . .	III-11
1.7 De conversie van talstelsel . . . . .	III-12
1.7.1 Van binair naar decimaal . . . . .	III-12
1.7.2 Van decimaal naar binair . . . . .	III-12
1.7.3 Van hexadecimaal naar decimaal . . . . .	III-13
1.7.4 Van decimaal naar hexadecimaal . . . . .	III-13
1.7.5 Van octaal naar decimaal . . . . .	III-14
1.7.6 Van decimaal naar octaal . . . . .	III-14
1.8 Wat moet je kennen en kunnen? . . . . .	III-14
1.9 Codering . . . . .	III-15
1.9.1 De computerverwerking: binair opslaan . . . . .	III-15
1.9.2 Informatie uit binaire data halen . . . . .	III-15
1.9.2.1 De Morsecode . . . . .	III-15
1.9.2.2 Minimaal aantal tekens bepalen . . . . .	III-16
1.9.2.3 EBCDIC . . . . .	III-17
1.9.2.4 Concordantie ASCII-EBCDIC . . . . .	III-18
1.9.3 ASCII . . . . .	III-18
1.9.4 Mogelijkheden . . . . .	III-19

1.9.4.1	Het coderen . . . . .	III-19
1.9.4.2	Het sorteren . . . . .	III-19
1.9.4.3	E-mailbijlagen verzenden . . . . .	III-19
1.9.5	8 bits-ASCII . . . . .	III-20
1.9.6	UNICODE . . . . .	III-20
1.9.7	Wat moet je kennen? . . . . .	III-21
<b>2</b>	<b>Het moederbord</b>	<b>III-23</b>
2.1	De verkenning van het moederbord . . . . .	III-23
2.1.1	Van oud naar nieuw . . . . .	III-23
2.1.2	De componenten van het moederbord oplijsten . . . . .	III-26
2.1.3	Een actueel moederbord opzoeken . . . . .	III-27
2.1.4	De componenten op een actueel moederbord benoemen . . . . .	III-28
2.2	De computerbehuizing . . . . .	III-31
2.2.1	De rol van de behuizing . . . . .	III-31
2.2.2	De verschillende mogelijkheden . . . . .	III-31
2.2.3	De montage van de onderdelen . . . . .	III-32
2.2.4	Wat moet je kennen en kunnen? . . . . .	III-34
2.3	Hoe wordt een moederbord gemaakt? . . . . .	III-35
2.4	De vergelijking van moederborden . . . . .	III-37
2.4.1	Het stappenplan bij de keuze . . . . .	III-37
2.4.2	Kiezen voor latere groei . . . . .	III-37
2.4.3	Mini-ITX: compacte moederborden die iets duurder zijn . . . . .	III-37
2.4.4	De grootte van het moederbord . . . . .	III-38
2.4.5	De processorsocket . . . . .	III-38
2.4.6	De verschillende chipsets . . . . .	III-38
2.5	Een aantal praktijkvoorbeelden . . . . .	III-40
2.5.1	Lowbudgetmoederbord . . . . .	III-40
2.5.1.1	Anoniem moederbord . . . . .	III-40
2.5.1.2	Gigabyte GA-A320M-H . . . . .	III-41
2.5.1.3	Mining moederbord van Krëfel . . . . .	III-42
2.5.1.4	Synthese . . . . .	III-43
2.5.2	Mid range moederborden . . . . .	III-45
2.5.2.1	Een goede prijs/kwaliteitsverhouding: MSI B450 Tomahawk . . . . .	III-46
2.5.2.2	Een MSI B360 Moederbord . . . . .	III-48
2.5.2.3	Synthese . . . . .	III-50
2.5.3	High end moederborden . . . . .	III-51
2.5.3.1	Prima performantie: Gigabyte Z390 Aorus Pro Wifi . . . . .	III-51
2.5.3.2	Z390 AORUS XTREME WATERFORCE . . . . .	III-53
2.5.3.3	Synthese . . . . .	III-54
2.5.4	Moederborden voor servergebruik . . . . .	III-55
2.5.5	Conclusie . . . . .	III-59
2.6	De vormfactor . . . . .	III-61
2.6.1	De actuele moederborden: ATX vormfactor . . . . .	III-61
2.6.2	De oudere moederborden . . . . .	III-66
2.6.2.1	AT-moederborden . . . . .	III-66
2.6.2.2	LPX-moederborden . . . . .	III-66
2.6.2.3	BTX-moederborden . . . . .	III-67
2.6.3	De laptop . . . . .	III-70
2.7	De chipset . . . . .	III-71
2.7.1	Wat is de chipset? . . . . .	III-71
2.7.2	Het belang van een goede keuze . . . . .	III-71

2.7.3	De drie functies van de chipset . . . . .	III-71
2.7.4	De historische evolutie van de chipset . . . . .	III-72
2.7.4.1	Stap 0: Diverse losse chips . . . . .	III-72
2.7.4.2	Stap 1: North- en Southbridge . . . . .	III-72
2.7.4.3	Stap 2: De hubstructuur . . . . .	III-74
2.7.4.4	Stap 3: Platform Controller Hub (PCH) . . . . .	III-76
2.7.5	Midrange moederbord met chipset B360 (Intel) . . . . .	III-78
2.7.6	Actueel: high end moederbord met Z370 chipset . . . . .	III-79
2.8	De DMA controller . . . . .	III-81
2.9	IRQ . . . . .	III-83
2.10	De busstructuur . . . . .	III-87
2.11	lezen en schrijven op een bus . . . . .	III-89
<b>3</b>	<b>De processor</b> . . . . .	<b>III-91</b>
3.1	Welke processor kies je? . . . . .	III-91
3.2	De kenmerken van de processor . . . . .	III-93
3.2.1	de plaatsing op het moederbord . . . . .	III-94
3.2.2	De behuizing . . . . .	III-94
3.2.3	De kloksnelheid . . . . .	III-95
3.2.4	De cache . . . . .	III-96
3.2.5	TDP . . . . .	III-96
3.2.6	De instructieset . . . . .	III-96
3.2.7	De adresruimte . . . . .	III-96
3.2.8	32 of 64 bits processor . . . . .	III-97
3.2.9	Een hulpprocessor . . . . .	III-97
3.3	De werking van de processor . . . . .	III-99
3.3.1	De ALU . . . . .	III-100
3.3.2	De CU . . . . .	III-100
3.3.3	de registers . . . . .	III-100
3.3.4	De accumulator . . . . .	III-101
3.3.5	De Program counter . . . . .	III-101
3.3.6	Het instructieregister . . . . .	III-101
3.4	Performantieverbetering van de processor . . . . .	III-103
3.4.1	caching . . . . .	III-103
3.4.2	prefetching . . . . .	III-104
3.4.3	pipelining . . . . .	III-104
3.4.4	Dynamic branch prediction . . . . .	III-105
3.4.5	Out of order execution . . . . .	III-105
3.4.6	Hyper threading . . . . .	III-106
3.4.7	Multi core . . . . .	III-107
3.4.8	Gebruik van DDR geheugen . . . . .	III-108
3.5	Wat moet je kennen en kunnen? . . . . .	III-108
<b>4</b>	<b>Het geheugen</b> . . . . .	<b>III-109</b>
4.1	Inleiding . . . . .	III-109
4.2	Overzicht van de verschillende soorten geheugen . . . . .	III-109
4.3	De geheugenpyramide . . . . .	III-110
4.4	Read Only Memory (ROM) . . . . .	III-111
4.5	Random Access Memory (RAM) . . . . .	III-115
4.5.1	Het statisch geheugen . . . . .	III-115
4.5.1.1	De indeling van level 1 tot level 4 . . . . .	III-115
4.5.1.2	Het gebruik van de cache bij het inlezen van gegevens . . . . .	III-116

4.5.2	Het dynamisch geheugen . . . . .	III-117
4.5.2.1	De identificatie van het geheugen . . . . .	III-117
4.5.2.2	De soorten geheugen . . . . .	III-118
4.6	De geheugenadressering . . . . .	III-119
4.6.1	De algemene werking . . . . .	III-119
4.6.2	De geheugenadressering bij multicore processoren . . . . .	III-120
4.7	Geheugen in je pc . . . . .	III-121
4.8	Conclusie . . . . .	III-121
<b>5</b>	<b>Voeding en koeling</b>	<b>III-123</b>
5.1	De voeding . . . . .	III-123
5.1.1	De kenmerken van de voeding . . . . .	III-123
5.1.1.1	De vormfactor . . . . .	III-123
5.1.1.2	Het vermogen in Watt . . . . .	III-124
5.1.1.3	De efficiëntie van de voeding . . . . .	III-124
5.1.1.4	De modulaire bouw van een voeding . . . . .	III-125
5.1.2	De rol van de voeding . . . . .	III-126
5.1.3	De betekenis van de signalen . . . . .	III-126
5.1.4	Welke voeding kies je? . . . . .	III-128
5.1.5	De verschillende connectoren . . . . .	III-130
5.1.5.1	De aansluiting met het moederbord . . . . .	III-130
5.1.5.2	Extra voeding voor de CPU . . . . .	III-130
5.1.5.3	Extra voeding voor de grafische kaart . . . . .	III-132
5.1.5.4	De Molex stekker . . . . .	III-133
5.1.5.5	De voeding voor SATA . . . . .	III-133
5.1.6	Labo: het uitmeten van de voeding . . . . .	III-134
5.1.7	Aanbevolen vermogen . . . . .	III-135
5.1.8	De rol van de batterij . . . . .	III-135
5.1.8.1	De batterij op het moederbord . . . . .	III-136
5.1.8.2	De batterij van de laptop . . . . .	III-136
5.1.9	De noodvoeding of UPS . . . . .	III-137
5.2	De ideale voeding voor de ideale pc . . . . .	III-141
5.2.1	De eigen pc . . . . .	III-141
5.2.2	De computer in KMO omgeving . . . . .	III-143
5.2.3	De voeding . . . . .	III-144
5.3	De koeling . . . . .	III-145
5.3.1	De rol van de koeling . . . . .	III-145
5.3.2	De verschillende mogelijkheden . . . . .	III-145
5.3.2.1	Passieve koeling met koellichaam . . . . .	III-146
5.3.2.2	Actieve koeling met lucht als koelmiddel . . . . .	III-146
5.3.2.3	Actieve koeling met water als koelmiddel . . . . .	III-146
5.3.2.4	Passieve koeling met stikstof als koelmiddel . . . . .	III-147
5.3.2.5	Alternatieve koeltechnieken : thermo-ektriciteit . . . . .	III-148
5.3.2.6	Alternatieve koeltechnieken : faseverandering . . . . .	III-149
5.3.3	De koeling van een laptop . . . . .	III-150
5.3.4	Het gebruik van koelpasta . . . . .	III-150
<b>6</b>	<b>Opslagmedia</b>	<b>III-151</b>
6.1	Inleiding . . . . .	III-151
6.1.1	Basisbegrippen . . . . .	III-151
6.1.2	Overzicht van de verschillende soorten opslagmedia . . . . .	III-157
6.1.3	Het verschil tussen geheugen en opslagmedia . . . . .	III-158

6.2 Magnetische opslag . . . . .	III-159
6.2.1 Inleiding . . . . .	III-159
6.2.2 Het opslaan van gegevens . . . . .	III-160
6.2.3 De snelheid van de harde schijf . . . . .	III-161
6.2.3.1 Het begrip 'interleaving' . . . . .	III-162
6.2.4 De indeling van de data: gebruik van sporen, sectoren en cilinders . . . . .	III-163
6.2.5 Technische informatie . . . . .	III-165
6.2.6 De evolutie bij de opslagtechnieken . . . . .	III-167
6.2.6.1 Longitudinale opslag . . . . .	III-167
6.2.6.2 Het gevaar van het superparamagnetisch effect . . . . .	III-167
6.2.6.3 Perpendicular recording (loodrechte opslag) . . . . .	III-169
6.2.6.4 De toekomst: mogelijks Heat-assistent magnetic recording . . . . .	III-169
6.2.7 De hybride harde schijf . . . . .	III-169
6.2.8 Het gebruik van tapes . . . . .	III-170
6.3 Optische opslag . . . . .	III-173
6.3.1 De drie lagen van het materiaal . . . . .	III-173
6.3.2 De opslag van gegevens . . . . .	III-173
6.3.3 Het lezen van de gegevens . . . . .	III-174
6.3.4 De evolutie van CD-rom tot Blu-ray . . . . .	III-174
6.4 Flash geheugen . . . . .	III-178
6.4.1 De beperkte levensduur . . . . .	III-178
6.4.2 Het opslaan van gegevens . . . . .	III-179
6.5 Tools gebruiken . . . . .	III-181
6.5.1 De diskeditor: het uitlezen van data op de harde schijf . . . . .	III-183
6.5.2 Schijfinformatie . . . . .	III-185
6.5.3 Datarecuperatie . . . . .	III-187
6.5.4 Handen uit de mouwen: zelf aan de slag gaan met tools . . . . .	III-189
<b>7 Inleiding tot het gebruik van randapparatuur</b>	<b>III-191</b>
7.1 Overzicht . . . . .	III-191
7.1.1 Situering in de cursus . . . . .	III-191
7.1.2 Organogram . . . . .	III-192
7.1.3 De doelstellingen van dit cursusdeel . . . . .	III-193
<b>8 Drivers en controllers</b>	<b>III-195</b>
8.1 De wisselwerking tussen moederbord en randapparaat . . . . .	III-195
8.1.1 De basisbegrippen . . . . .	III-195
8.1.2 De situering van dit cursusdeel . . . . .	III-195
8.1.3 De controller . . . . .	III-196
8.1.4 De driver . . . . .	III-196
8.1.5 Waar vind je de correcte driver? . . . . .	III-196
8.1.6 De stuurprogramma's bij Windows 10 . . . . .	III-197
8.1.7 Case study: de correcte driver voor Intel Wireless AC 8260 . . . . .	III-197
8.1.8 Wat moet je weten / kunnen? . . . . .	III-201
<b>9 De connectoren</b>	<b>III-203</b>
9.1 Situering van dit hoofdstuk in de leerstof . . . . .	III-203
9.2 Basisbegrippen . . . . .	III-203
9.3 De verklaring van basisbegrippen . . . . .	III-206
9.3.1 het verschil tussen algemene en specifieke connectoren . . . . .	III-206
9.3.2 Het verschil tussen een poort en een connector . . . . .	III-207
9.3.3 Wat moet je kennen of kunnen? . . . . .	III-207

9.4 De parallele poort . . . . .	III-209
9.5 De seriële poort . . . . .	III-210
9.6 PS/2 connector . . . . .	III-212
9.7 USB poort . . . . .	III-213
9.7.1 Het gebruik van de USB poort . . . . .	III-213
9.7.2 De verschillende versies van USB . . . . .	III-213
9.7.3 Onderhoud van de USB connector . . . . .	III-215
9.7.4 Wat als een USB toestel niet meer werkt . . . . .	III-215
9.7.4.1 Controle van de connector . . . . .	III-215
9.7.4.2 Controle via Apparaatbeheer . . . . .	III-215
9.7.5 De verschillende USB connectoren . . . . .	III-218
9.7.6 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-219
9.8 FireWire poort . . . . .	III-220
9.8.1 Wat is FireWire? . . . . .	III-220
9.8.2 De geschiedenis van FireWire . . . . .	III-220
9.8.3 De voor- en nadelen van FireWire . . . . .	III-221
9.8.4 De vorm van de connectoren . . . . .	III-221
9.8.4.1 Voor FireWire 400 . . . . .	III-222
9.8.4.2 Voor FireWire 800 . . . . .	III-223
9.8.5 Wat moet je weten en/of inzien? . . . . .	III-223
9.9 eSATA poort . . . . .	III-224
9.9.1 Wat is eSATA? . . . . .	III-224
9.9.2 De eSATA connector . . . . .	III-224
9.9.3 De eSATAp connector . . . . .	III-224
9.9.4 De kabels . . . . .	III-225
9.9.5 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-225
9.10 Thunderbolt . . . . .	III-226
9.10.1 Wat is Thunderbolt? . . . . .	III-226
9.10.2 De voordelen van Thunderbolt . . . . .	III-227
9.10.3 De Thunderbolt connector . . . . .	III-228
9.10.4 Wat moet je weten en/of kennen? . . . . .	III-229
9.11 Overzichtstabel . . . . .	III-229
9.12 De standaarden voor beeldschermen . . . . .	III-230
9.13 VGA . . . . .	III-233
9.13.1 Wat is een VGA connector? . . . . .	III-233
9.13.2 De RAMDAC chip . . . . .	III-233
9.13.3 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-233
9.14 DVI . . . . .	III-234
9.14.1 Wat is een DVI connector? . . . . .	III-234
9.14.2 Wat zijn de verschillende mogelijkheden? . . . . .	III-234
9.14.3 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-235
9.15 HDMI . . . . .	III-236
9.15.1 Wat is een HDMI connector? . . . . .	III-236
9.15.2 Wat zijn de verschillende mogelijkheden? . . . . .	III-236
9.15.3 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-237
9.16 DisplayPort . . . . .	III-238
9.16.1 Wat is een DisplayPort connector? . . . . .	III-238
9.16.2 Wat zijn de verschillende mogelijkheden? . . . . .	III-238
9.16.3 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-238
9.17 Verdere aanvullingen . . . . .	III-239

10.1 Situering van dit cursusdeel . . . . .	III-241
10.2 De basisbegrippen . . . . .	III-241
10.3 De geluidskaart . . . . .	III-243
10.3.1 De werking van de geluidskaart . . . . .	III-243
10.3.2 Een voorbeeld van een recente geluidskaart . . . . .	III-245
10.3.3 De aansluitingen op de geluidskaart . . . . .	III-246
10.3.4 De 5.1 kanaalsopstelling . . . . .	III-247
10.3.5 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-247
10.4 De grafische kaart . . . . .	III-249
10.4.1 Wat is een grafische kaart? . . . . .	III-249
10.4.2 Digitale of analoge aansluiting . . . . .	III-249
10.4.3 De kenmerken van de grafische kaart . . . . .	III-250
10.4.4 DirectX . . . . .	III-250
10.4.5 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-250
10.5 De netwerkkaart . . . . .	III-253
10.6 Andere kaarten . . . . .	III-254
<b>11 Input</b>	<b>III-255</b>
11.1 Het toetsenbord . . . . .	III-255
11.1.1 De onderdelen van het toetsenbord . . . . .	III-255
11.1.2 De varianten van de toetsenborden . . . . .	III-256
11.1.2.1 In Frankrijk . . . . .	III-256
11.1.2.2 Het Query toetsenbord . . . . .	III-256
11.1.2.3 Het Dvorak toetsenbord . . . . .	III-257
11.1.2.4 Het gamerstoetsenbord . . . . .	III-257
11.1.2.5 Het ergonomisch toetsenbord . . . . .	III-257
11.1.2.6 Andere mogelijkheden . . . . .	III-258
11.1.3 De werking van het toetsenbord . . . . .	III-258
11.1.4 Het kiezen van een toetsenbord . . . . .	III-259
11.1.5 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-259
11.2 De muis . . . . .	III-261
11.2.1 Basisbegrippen . . . . .	III-261
11.2.2 Geschiedenis . . . . .	III-261
11.2.3 De werking van de muis . . . . .	III-261
11.2.3.1 De mechanische muis . . . . .	III-262
11.2.3.2 De optische muis . . . . .	III-264
11.2.3.3 De muis bij laptopgebruik . . . . .	III-265
11.2.4 De verbinding met de pc . . . . .	III-265
11.2.5 De keuze van de geschikte muis . . . . .	III-266
11.2.6 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-266
11.3 Aanraakschermen . . . . .	III-267
11.3.1 De verschillende mogelijkheden . . . . .	III-267
11.3.2 De capacitieve aanraakschermen . . . . .	III-267
11.3.3 De surface acoustic wave aanraakschermen . . . . .	III-268
11.3.4 De infrarood aanraakschermen . . . . .	III-268
11.3.5 De resistieve aanraakschermen . . . . .	III-269
11.3.6 De near field imaging aanraakschermen . . . . .	III-269
11.3.7 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-270
<b>12 Output</b>	<b>III-271</b>
12.1 Beeldschermen en de rol van polarisatie . . . . .	III-271
12.1.1 Documentatie . . . . .	III-271

12.1.2 De basisbegrippen . . . . .	III-272
12.1.3 Wat is licht? . . . . .	III-274
12.1.4 De polarisatie van het licht . . . . .	III-275
12.1.5 Het begrip polarisatie en het gebruik van beeldschermen . . . . .	III-276
12.1.6 Het begrip polarisatie en LCD schermen . . . . .	III-277
12.2 Het overzicht van de beeldschermen . . . . .	III-279
12.2.1 De CRT-schermen: verouderd . . . . .	III-279
12.2.2 Het LCD scherm . . . . .	III-281
12.2.2.1 De 3 types van een LCD scherm . . . . .	III-281
12.2.2.2 De verschillende mogelijkheden . . . . .	III-281
12.2.2.3 De kenmerken van een LCD scherm . . . . .	III-283
12.2.3 Het TFT scherm . . . . .	III-284
12.2.4 Het LED scherm . . . . .	III-284
12.2.5 Het OLED scherm . . . . .	III-284
12.2.6 Sythesetabel . . . . .	III-285
12.2.7 Tips bij aankoop van een scherm . . . . .	III-286
12.2.8 De activeren van dode pixels . . . . .	III-288
12.2.9 De kleuren op je monitor . . . . .	III-289
12.2.9.1 Monochroom . . . . .	III-289
12.2.9.2 Een bit per kleur en per pixel . . . . .	III-289
12.2.9.3 Meerdere bits per pixel . . . . .	III-289
12.2.10 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-289
12.3 De videoprojector (Beamers) . . . . .	III-291
12.3.1 De werking van de beamer . . . . .	III-291
12.3.2 Waarmee rekening houden bij aankoop? . . . . .	III-292
12.3.3 Wat betekent de waarde 'ANSI Lumen'? . . . . .	III-292
12.3.4 Wat betekent de waarde 'resolutie'? . . . . .	III-293
12.3.5 Wat betekent de waarde 'aspect ratio'? . . . . .	III-293
12.3.6 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-293
12.4 Printers en afdrukapparaten . . . . .	III-295
12.4.1 De basisbegrippen . . . . .	III-295
12.4.2 Kennismaking met het onderwerp . . . . .	III-297
12.4.3 Het begrip 'resolutie' . . . . .	III-297
12.4.4 Naald- en matrixprinter . . . . .	III-301
12.4.4.1 De werking van de matrixprinter . . . . .	III-301
12.4.4.2 De voor- en nadelen van de matrixprinter . . . . .	III-301
12.4.5 De inktjetprinter . . . . .	III-302
12.4.5.1 De werking van de inktjetprinter . . . . .	III-302
12.4.5.2 De kenmerken van de inktjetprinter . . . . .	III-304
12.4.6 De laserprinter . . . . .	III-305
12.4.6.1 De werking van de laserprinter . . . . .	III-305
12.4.6.2 De kenmerken van een laserprinter . . . . .	III-306
12.4.7 De 3-D printer . . . . .	III-307
12.4.7.1 De werking van de 3D-printer . . . . .	III-307
12.4.8 De kostprijs van het afdrukken: kies ik een laser- of inktjetprinter? . . . . .	III-308
12.4.9 De plotter . . . . .	III-309
12.4.10 Wat moet je weten en/of kunnen? . . . . .	III-309
12.5 De luidspreker . . . . .	III-311
12.5.1 De werking van de luidspreker . . . . .	III-311
12.5.2 De kenmerken van de luidspreker . . . . .	III-312
12.5.3 De verbinding met de computer . . . . .	III-313

12.5.4 Wat moet je weten en/of inzien? . . . . .	III-313
12.6 De webcam . . . . .	III-315
<b>13 Ergonomie</b>	<b>III-317</b>
13.1 Wat is ergonomie? . . . . .	III-317
13.2 De situering van dit hoofdstuk . . . . .	III-318
13.3 De wetgeving . . . . .	III-318
13.4 Ergonomie in een computeromgeving . . . . .	III-320
13.4.1 De gevaren van computergebruik . . . . .	III-320
13.4.2 Wat is RSI? . . . . .	III-320
13.4.3 Hoe kan je RSI vermijden? . . . . .	III-320
13.4.4 Hoe kan je RSI behandelen? . . . . .	III-321
13.4.5 Het carpaal tunnel syndroom . . . . .	III-321
13.4.6 De ideale houding . . . . .	III-322
13.4.7 De werkruimte . . . . .	III-323
13.4.7.1 De bureautafel . . . . .	III-323
13.4.7.2 De bureaustoel . . . . .	III-324
13.4.7.3 Het toetsenbord . . . . .	III-324
13.4.7.4 De computermuis . . . . .	III-324
13.4.7.5 Het beeldscherm . . . . .	III-325
13.4.7.6 De verlichting . . . . .	III-325
13.4.7.7 De invulling van je arbeidstijd . . . . .	III-325
13.4.7.8 Je werkruimte . . . . .	III-326
13.5 Wat moet ik kennen of kunnen? . . . . .	III-326
<b>14 Probleemoplossen</b>	<b>III-329</b>
14.1 Het plan van aanpak . . . . .	III-329
14.2 De situering van dit hoofdstuk . . . . .	III-329
14.3 Het stappenplan uitwerken . . . . .	III-331
14.4 Flowcharts . . . . .	III-333
14.4.1 De voeding . . . . .	III-333
14.4.2 De videokaart . . . . .	III-334
14.4.3 Het moederbord-CPU-geheugen . . . . .	III-335
14.4.4 De harde schijf (IDE) . . . . .	III-336
14.4.5 De cd-rom en DVD speler . . . . .	III-337
14.4.6 De geluidskaart . . . . .	III-338
14.4.7 De modem . . . . .	III-339
14.4.8 De netwerkkaart . . . . .	III-340
14.5 casestudy: 911PC00 start niet meer op . . . . .	III-341
14.6 Wat moet ik kennen of kunnen? . . . . .	III-342
<b>IV Projecten en lab-opdrachten</b>	<b>IV-1</b>
<b>1 De eigen PC-configuratie</b>	<b>IV-3</b>
1.1 Situering van deze opdracht . . . . .	IV-3
1.2 De doelstellingen . . . . .	IV-3
1.3 Samenvatting van deze opdracht . . . . .	IV-3
1.4 Takkverdeling binnen de klas . . . . .	IV-4
1.5 Uitwerking van deze opdracht . . . . .	IV-4
1.5.1 Je bespreekt een laptop . . . . .	IV-4
1.5.2 Je bespreekt een zelf samengestelde computer . . . . .	IV-5

1.5.2.1	Het moederbord . . . . .	IV-5
1.5.2.2	De processor . . . . .	IV-7
1.5.2.3	Het geheugen . . . . .	IV-7
1.5.2.4	De computerbehuizing . . . . .	IV-8
1.5.2.5	De computervoeding . . . . .	IV-8
1.5.2.6	De software . . . . .	IV-9
1.5.2.7	Eventuele andere onderdelen . . . . .	IV-9
1.6	Afwerking . . . . .	IV-10
1.7	Quotering en evaluatie . . . . .	IV-10
<b>2</b>	<b>Project ICT-actualiteit</b>	<b>IV-11</b>
2.1	Situering van deze opdracht . . . . .	IV-11
2.2	Doelstelling van deze opdracht . . . . .	IV-11
2.3	Samenvatting van deze opdracht . . . . .	IV-11
2.4	De onderwerpen per leerling . . . . .	IV-12
2.5	De uitwerking van de opdracht . . . . .	IV-12
2.5.1	Informatie verzamelen . . . . .	IV-12
2.5.2	Het samenstellen van een verhaal . . . . .	IV-13
2.5.3	Uitschrijven van de tekst . . . . .	IV-13
2.5.4	De montage van het materiaal . . . . .	IV-13
2.6	Het eindproduct . . . . .	IV-14
2.6.1	Tussentijds indienen . . . . .	IV-14
2.7	Quotering en evaluatie . . . . .	IV-14
<b>3</b>	<b>Nadere kennismaking met randapparatuur</b>	<b>IV-15</b>
3.1	Situering van deze opdracht . . . . .	IV-15
3.2	Samenvatting van deze opdracht . . . . .	IV-15
3.3	De doelstellingen van deze opdracht . . . . .	IV-16
3.4	De beschrijving van deze opdracht . . . . .	IV-16
3.5	De uitwerking . . . . .	IV-17
3.6	Taakverdeling . . . . .	IV-17
3.7	Evaluatiecriteria . . . . .	IV-19
3.8	Bij onduidelijkheden . . . . .	IV-19
<b>4</b>	<b>ICT-tools voor het beheer van computerhardware</b>	<b>IV-21</b>
4.1	Situering van deze opdracht . . . . .	IV-21
4.2	Samenvatting van deze opdracht . . . . .	IV-21
4.3	De doelstellingen van deze opdracht . . . . .	IV-22
4.4	Beschrijving van de opdracht . . . . .	IV-22
4.4.1	De zoektocht naar een tool . . . . .	IV-22
4.4.2	De mogelijkheden van de tool . . . . .	IV-22
4.4.3	De mogelijke categorieën van tools . . . . .	IV-22
4.5	De uitwerking van deze opdracht . . . . .	IV-23
4.6	Evaluatiecriteria . . . . .	IV-24
4.7	Bij onduidelijkheden . . . . .	IV-24
<b>5</b>	<b>Project CISCO academy</b>	<b>IV-25</b>
5.1	Het opstarten van de van de CISCO academy . . . . .	IV-25
5.1.1	Verschillende mogelijkheden om een cursus te volgen . . . . .	IV-25
5.1.2	De eerste cursus . . . . .	IV-25
5.1.3	Volharding is niet evident . . . . .	IV-25
5.1.4	Bijkomende cursussen . . . . .	IV-26

5.1.5 Samenvatting . . . . .	IV-26
------------------------------	-------

**V Bijlagen****V-1**

*Pagina voor eigen notities.*

## **Deel I**

# **Inleiding: verkenning van de werkomgeving**



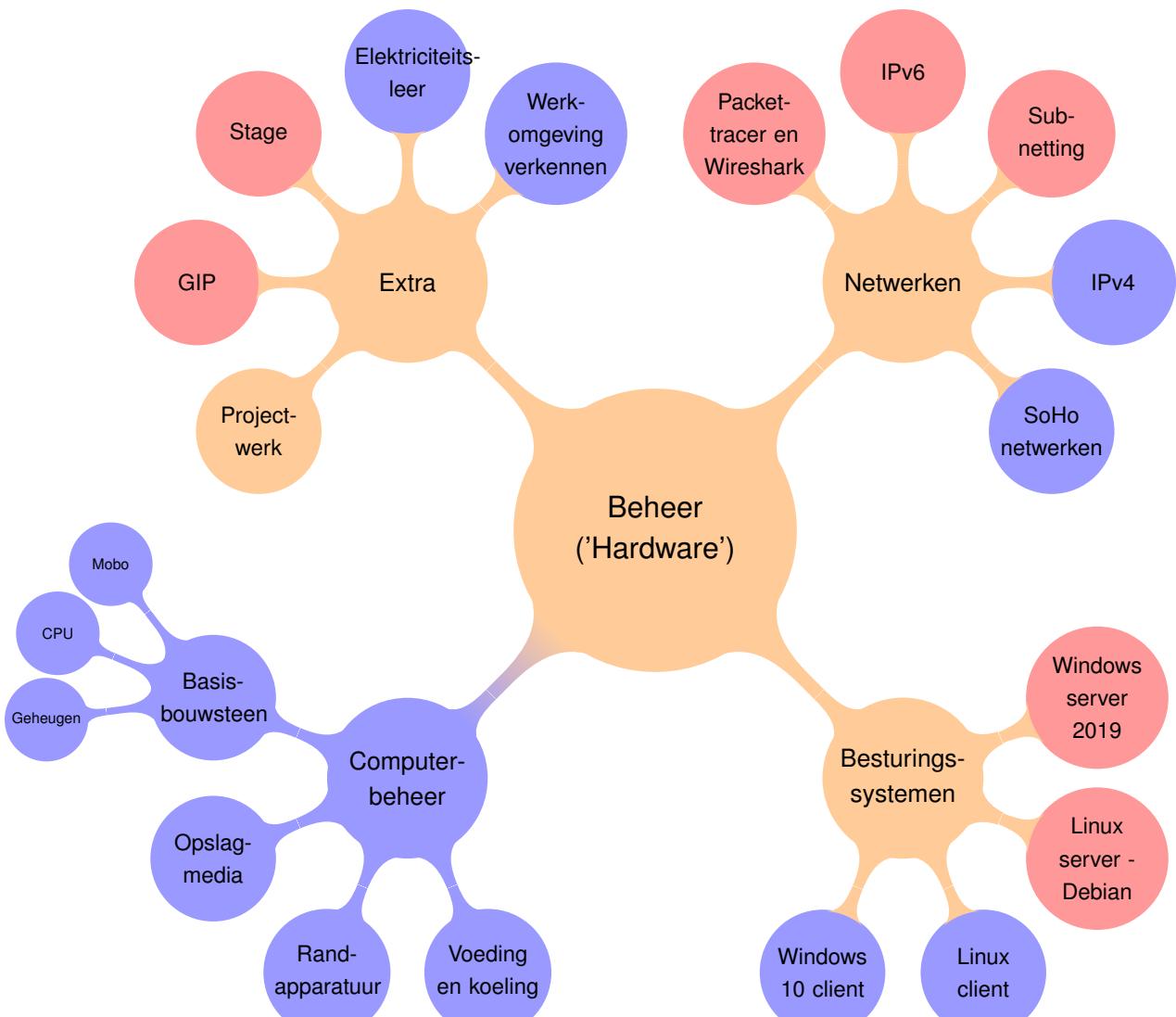
# 1 Afspraken rond 'Leren Leren'

## 1.1 Overzicht van de leerstof

Het schema op de volgende pagina toont je het overzicht van de leerstof.

- de knooppunten in het **oranje**, zoals 'Besturingssystemen', zijn onderdelen die zowel in 5 NIT als in 6 NIT aan bod komen.
- knooppunten in het **blauw**, zoals 'Computerbeheer', zijn onderdelen die enkel of hoofdzakelijk in 5 NIT aan bod komen.
- knooppunten in het **rood**, zoals 'Windows server 2019', zijn onderdelen die enkel of hoofdzakelijk in 6 NIT aan bod komen.

De leerstof in het **5<sup>de</sup> jaar** start met 'computerbeheer' gedurende bijna volledig het eerste trimester. De leerstof in het **6<sup>de</sup> jaar** start met Windows server 2019.



## 1.2 Handboeken

### 1.2.1 5 Netwerken & IT

Aantal lesuren : 5

Leermiddelen:

1. Notities en elektronische presentaties van de leerkracht
2. Toegang tot de website van de **Cisco Academy** <https://www.netacad.com/> voor het programma **Packet Tracer** en de verschillende online cursussen

Bijkomend materiaal (documentatie)

1. [1] Goris *Sleutelboek Computerhardware 2.0*
2. [2] Goris *Sleutelboek Computernetwerken 2.0*

In eerste instantie zullen de elektronische presentaties gebruikt worden. Het is niet nodig om deze handboeken aan te schaffen. We werken met werkblaadjes van de leerkracht.

### 1.2.2 6 Netwerken & IT

Aantal lesuren : 5

Leermiddelen:

1. Notities en elektronische presentaties van de leerkracht
2. Toegang tot de website van de **Cisco Academy** <https://www.netacad.com/> voor het programma **Packet Tracer** en de verschillende online cursussen
3. [6] Smits *Netwerkbeheer met Windows Server 2019, deel 1*

Je kan dit boek via de school aankopen of zelf bestellen (boekhandel of online). Het boek werd ook de vorige jaren gebruikt. Je kan het dus eventueel overkopen van een oud leerling. De vorige edities van het handboek ([4] Smits *Netwerkbeheer met Windows Server 2012 en Windows 8, deel 1* en [5] Smits *Netwerkbeheer met Windows Server 2016, deel 1*) zijn verouderd en niet langer bruikbaar.

## 1.3 Lesmateriaal

Als materiaal heb je nodig:

1. schrijfpapier A4, bij voorkeur geperforeerde bladen
2. drietal *bruikbare* balpennen
3. ringmap met indeling per vak/ deelvak en hoofdstuk.
4. een vijftal bestekmapje, ongeacht de kleur, om taken in te dienen
5. potlood om eventueel in het handboek iets bij te schrijven
6. markeerstift
7. USB sleutel van minimaal 2 GB om werkbestanden op te slaan

8. USB sleutel van minimaal 16 GB. In 5 NIT gebruik je die USB stick bij het project van besturingssystemen met Windows 10 'on the go'). in 6 NIT voor de giptaak van '*het Zwitser zakmes*.
9. een externe harde schijf of een USB sleutel van bij voorkeur 32 GB in 6 NIT voor het project Windows server 2019 en de daarmee verbonden GIP taak. In het tweede semester, kan je deze USB stick hergebruiken voor de GIP-taak over Linux server

Je hebt geen speciaal huiswerk- of toetsenbladen nodig. Toetsen worden gemaakt op vooraf gedrukte opgaven.

## 1.4 Notities

1. Worden geëvalueerd : regelmatig te tonen,
2. Zelfstandig noteren/ cursus/
3. Indeling rubrieken ; volgens module /hoofdstuk
4. Elke les meebrengen: alleen de nota's van de huidige module en lesdeel

Als je voor een grotere overhoring of te vaak voor kleinere toetsen een onvoldoende haalt, en ook bij de inhaalmomenten niet naar behoren presteert, volgt een verplichte remediëring. Als eerste stap zal je verplicht en dat minstens wekelijks aan de vakleerkracht je eigen notities en lessamenvattingen moeten tonen. Je zal ook een overzichtstekening maken (*een mindmap*) van een hoofdstuk of groter lesdeel. Dit kan je -kort- tijdens de les tonen aan je leerkracht. Op afspraak onder de middag wordt de remediëring verder gezet. Je ouders en je titularis zijn via Smartschool hiervan op de hoogte.

## 1.5 Bij afwezigheid

Ook bij afwezigheid kan je op Smartschool het lesonderwerp vinden en de taken of toetsen die leerkracht opgaf. Bij terugkeer na een afwezigheid kom je zelf en op eigen initiatief bij de vakleerkracht. Je toont niet alleen je schoolagenda met de toestemming om de klas te betreden (zie stempel van het secretariaat) maar ook voor afspraken over de achterstallige toetsen en taken. In principe kan je een niet-gemaakte toets de eerste les dat je terugkomt afleggen. In de praktijk zal in samenspraak met de leerkracht een inhaalmoment **onder de middag** vastgelegd worden. De volgend principes gelden:

1. Een kleine toets of kleine (klassikale) taak wordt normaal niet ingehaald
2. Een grotere toets en/of overhoring worden wel ingehaald. Een grotere huistaak wordt wel ingediend. Concrete afspraak maak je met de vakleerkracht.
3. (Voor de zesdes) Een GIP-taak wordt altijd ingediend, zelfs als je er geen punten meer voor kan krijgen wegens te extreme laattijdigheid. Het GIP reglement bepaalt dat je bij afwezigheid toch je GIP taak indient op het opgelegde moment in de versie van dat ogenblik en dat bij terugkeer op school je het (*aangepast*) werk ingediend. Die laatste versie is dan *tijdig* en wordt gequoteerd. In specifieke gevallen kunnen er andere afspraken tussen ouders, vakleerkracht en school gemaakt worden.

4. Bij onwettige afwezigheid op het vastgelegde inhaalmoment of niet indienen van de opgelegde taak, is de quitering '0' op de gemiste evaluatie.

## 1.6 Taken

1. Aantal per jaar (ongeveer): 10 tal
2. Aard: zowel opzoekingswerk, afronden van taken in de klas als groepswork. Taken worden in de klas ingeleid, gestart en thuis afgewerkt
3. Vaste afgiftedag: na afspraak in de klas en afhankelijk van andere taken en schoolwerk.
4. Bij groepstaken dient **elk lid** van de groep de taak in de eigen uploadmap van Smartschool in. In inleiding en/of nabespreking staat de groepssamenstelling en de taakverdeling
5. Tellen mee voor dagelijks werk

## 1.7 Toetsen

1. Vaste dag: te bepalen in functie van lesrooster.
2. Zowel kleine toetsen (herhaling vorige les of van leerstof huidige week) als grotere overhoringen (leerstof van een aantal weken)
3. Verwittigd: grotere overhoringen na onderlinge afspraak (ongeveer maandelijks).
4. Niet verwittigd : toetsen over leerstof van de vorige les
5. Correctie gebeurd in twee stappen: het klassikaal overlopen onmiddellijk na de toets en nadien grondige bespreking in de klas na quitering door leerkracht
6. Gequoteerde toetsen worden meegegeven met de leerlingen en moeten terug op school afgegeven worden op het einde van elk semester(dit wordt eveneens gequoteerd).

## 1.8 Examens

Er zijn examens op het einde van elk trimester. Dus niet alleen op het einde van het eerste en het derde trimester maar ook een partieel examen (eind van het tweede trimester).

De examenvragen liggen in het verlengde van de toetsvragen en het leerplan [3]

De examens in het vijfde jaar zijn schriftelijk. Het praktische gedeelte wordt in de klas tijdens het schooljaar getoetst.

De examens in het zesde jaar zijn deels schriftelijk en deels mondeling (praktijk toegepast op respectievelijk de Windows server 2019 en Linux Debian). Op het einde van het schooljaar heb je standaard als voorlaatste examen een schriftelijk gedeelte (Linux ) en als laatste examen een mondelinge gespreksproef onder meer over over je schriftelijk examen van de dag voordien, over het praktijkgedeelte van de leerstof en specifieke GIP taken over het deelvak 'beheer'.

## 1.9 Evaluatie van de attitudes

De attitude-evaluatie gebeurt op basis van volgende elementen :

1. houding in de les (meewerken, storend gedrag, al dan niet klaarleggen van de school-agenda...)
2. activiteit tijdens labo-opdrachten (gericht met taak bezig of eerder zo snel mogelijk 'andere programma's gebruiken')
3. stiptheid bij afgifte van taken)
4. nauwgezetheid bij het maken en bij de afgifte van diverse taken en remediëringsoefeningen

Deze elementen spelen mee bij de quotering voor dagelijks werk.

## 1.10 Specifieke opmerkingen

De leerlingen zorgen ervoor dat ze zelfstandig notities nemen, bijwerken en -houden. Ze beschikken over voldoende cursusmateriaal. De schoolagenda wordt nauwgezet gebruikt als plannings- en opvolgingsinstrument. Voor de zesdes geldt dit invullen als onderdeel van hun GIP. Niet vergeten om bij elke les je schoolagenda zichtbaar op de bank klaar te leggen.

## Referenties

- [1] Marc Goris. *Sleutelboek Computerhardware 2.0*. ISBN Kleur : 978 16 1627 169 5; ISBN Zwart-Wit : 978 16 1627 168 8. Eigen beheer. URL: <http://www.sleutelboek.eu/> (zie pag. I-5, I-30).
- [2] Marc Goris. *Sleutelboek Computernetwerken 2.0*. ISBN Kleur : 978 16 1627 215 9; ISBN Zwart-Wit : 978 16 1627 212 8. Eigen beheer. URL: <http://www.sleutelboek.eu/> (zie pag. I-5).
- [3] Leerplan toegepaste informatica derde graad tso, *informaticabeheer*. URL: <http://ond.vvkso-ict.com/leerplannen/doc/Informaticabeheer-2015-003.pdf> (zie pag. I-7).
- [4] Jan Smits. *Netwerkbeheer met Windows Server 2012 en Windows 8, deel 1*. Brinkman uitgeverij. ISBN: 978 90 5752 220 8. URL: <http://www.netwerk-smets.nl/splash2012/> (zie pag. I-5).
- [5] Jan Smits. *Netwerkbeheer met Windows Server 2016, deel 1*. Brinkman uitgeverij. ISBN: 978 90 5752 360 1. URL: <http://www.netwerk-smets.nl/splash2016/> (zie pag. I-5).
- [6] Jan Smits. *Netwerkbeheer met Windows Server 2019, deel 1*. Brinkman uitgeverij. ISBN: 978 90 5752 397 7. URL: <http://www.netwerk-smets.nl/splash2019/> (zie pag. I-5).

*Pagina voor eigen notities.*

Onderdeel	Klas/ datum	Opmerking
<b>Competentie 1 - Een geschikte computerconfiguratie samenstellen en beoordelen, een bestaande computerconfiguratie aanpassen aan gestelde eisen</b>		
<b>Deelcompetentie 1.1 - Begrippen in verband met stroom, spanning, weerstand en vermogen toelichten en correct hanteren</b>		
1.1.1 De begrippen elektrische lading, stroom, weerstand, vermogen, spanning en elektrische arbeid toelichten.		
1.1.2 De symbolen en eenheden van spanning, stroom, weerstand, vermogen en elektrische arbeid correct gebruiken.		
1.1.3 De invloed van het toevoegen van vermogen op de totale stroom en op het ontwikkelen van warmte toelichten.		
1.1.4 De soorten spanningen en stromen omschrijven, onder meer gelijkspanning en -stroom, wisselspanning en -stroom.		
1.1.5 Het begrip aarding toelichten.		
1.1.6 Enkele goede geleiders en isolatiematerialen opnoemen.		
1.1.7 Het begrip ESD toelichten en enkele maatregelen opsommen om de gevolgen van ESD te minimaliseren.		
1.1.8 De begrippen periode, frequentie en bandbreedte en hun onderling verband toelichten.		
<b>Deelcompetentie 1.2 - De werking van een computer met zijn basiscomponenten toelichten</b>		
1.2.1 In het inwendige van een actuele computer de belangrijkste componenten aanwijzen, benoemen en hun functie omschrijven.		
1.2.2 Het gegevenstransport tussen verschillende componenten op een moederbord toelichten, onder meer processor, bussen, geheugen.		
1.2.3 De belangrijkste componenten van een processor toelichten en hun samenhang schematisch weergeven, onder meer stuurorgaan, rekenorgaan, enkele registers, klok, cachegeheugen.		
1.2.4 De belangrijkste stappen: halen, interpreteren en uitvoeren, van de verwerking van eenvoudige instructies beschrijven en de functie van de klok daarbij toelichten.		
1.2.5 De soorten intern geheugen toelichten onder meer cachegeheugen, werkgeheugen.		
1.2.6 De basiswerking van het intern geheugen en de geheugenaadressering toelichten.		
1.2.7 Het onderscheid tussen (intern) geheugen en permanente gegevensopslag (storage) toelichten.		
<b>Deelcompetentie 1.3 - De functie en belangrijke karakteristieken van optionele componenten toelichten</b>		
1.3.1 De functie en belangrijke karakteristieken van de gangbare optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld beeldscherm, grafische kaart, muis, toetsenbord, printer, scanner ...		
1.3.2 De verschillende standaarden voor de interne en externe aansluiting van optionele componenten toelichten en de		

corresponderende connectoren en symbolen herkennen.		
1.3.3 Het principe van stroom via usb toelichten.		
1.3.4 De functie van een controller en een driver toelichten.		
1.3.5 Belangrijke eenheden voor technische specificaties van optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld bit, byte, rpm, inch, dpi, ppm, ppi, Hz, bps, ANSI lumen ...		
1.3.6 De functie, belangrijke eigenschappen, voordelen en nadelen van actuele opslagmedia toelichten.		
1.3.7 De kenmerken en toepassingsgebieden van een aantal moderne batterijtypes toelichten en vergelijken.		

#### **Deelcompetentie 1.4 - Een optimale samenstelling realiseren van een computer rekening houdend met vooraf bepaalde vereisten**

1.4.1 Van een computer de systeemspecificaties vaststellen, onder meer type processor, capaciteit van opslagmedia en intern geheugen, aangesloten componenten en uitbreidingsmogelijkheden.		
1.4.2 Verschillende actuele processoren en combinaties toelichten en deze vergelijken op basis van de performantie en het toepassingsgebied.		
1.4.3 Actuele types intern geheugen toelichten in functie van hun gebruik.		
1.4.4 Het belang van koeling van verschillende componenten toelichten.		
1.4.5 De verschillende mogelijkheden om in koeling te voorzien toelichten, bijvoorbeeld lucht, water, passief, actief.		
1.4.6 Aan de hand van technische specificaties diverse uitvoeringen van optionele componenten vergelijken.		
1.4.7 Rekening houdend met het beoogde gebruik, kostprijs en performantie, een voorstel formuleren om een computer samen te stellen of te actualiseren.		
1.4.8 De algemene evolutie van hardware opvolgen.		

#### **Deelcompetentie 1.5 - Eenvoudige manipulaties aan een computer uitvoeren**

1.5.1 De vereiste voorzorgsmaatregelen bij de manipulatie van computercomponenten toelichten en toepassen.		
1.5.2 Bij de installatie van nieuwe componenten, rekening houden met compatibiliteit, standaardisering en bedrijfszekerheid.		
1.5.3 Verschillende componenten fysiek aansluiten op of in een computer, configureren binnen het besturingssysteem, de werking controleren en zo nodig bijsturen bijvoorbeeld intern geheugen, opslagmedia, uitbreidingskaart.		
1.5.4 De performantie en stabiliteit van een bestaande computer analyseren met gebruik van tools.		
1.5.5 Gelijk- en wisselspanning correct uitmeten.		

## **Competentie 2 - Besturingssystemen en toepassingssoftware installeren, configureren en onderhouden**

### **Deelcompetentie 2.1 - Doel en functie van een besturingssysteem toelichten**

2.1.1 Het onderscheid tussen systeemprogrammatuur en toepassingsprogrammatuur toelichten.		
2.1.2 De functies van een besturingssysteem toelichten.		
2.1.3 Het onderscheid tussen een clientbesturingssysteem en een serverbesturingssysteem toelichten en illustreren met enkele actuele besturingssystemen.		
2.1.4 Aan de hand van een eenvoudig didactisch model de modulaire architectuur van een actueel besturingssysteem toelichten.		
2.1.5 Het principe en de voordelen van multitasking en multithreading toelichten.		
2.1.6 De betekenis en het nut van virtueel geheugen toelichten.		
2.1.7 Veel gebruikte systemen voor tekencodering toelichten, onder meer ASCII en Unicode,		
2.1.8 De belangrijkste gevolgen van tekencodering toelichten.		

### **Deelcompetentie 2.2 - Een client besturingssysteem installeren, configureren en onderhouden**

2.2.1 De compatibiliteit van een computer met een specifiek besturingssysteem controleren.		
2.2.2 Een client besturingssysteem installeren en configureren volgens opgelegde vereisten.		
2.2.3 Het belang van en de mogelijkheden om het client besturingssysteem up-to-date te houden toelichten.		
2.2.4 De betekenis van de belangrijkste instellingen van het besturingssysteem toelichten en hun draagwijdte correct inschatten.		
2.2.5 De verschillende niveaus van formatteren toelichten en de draagwijdte van deze operaties correct inschatten.		
2.2.6 Een gegeven systeem formatteren, het partitioneren en partities aanpassen.		
2.2.7 De functie en de werking van de mogelijke bestandsbeheersystemen toelichten.		
2.2.8 Mogelijke fouten in het bestandsbeheersysteem opsporen en deze zo nodig herstellen.		
2.2.9 Een aantal belangrijke bestanden en mappen lokaliseren onder meer systeem- en gebruikersmappen.		
2.2.10 Het opstartproces van een pc interpreteren en toelichten.		
2.2.11 Bij probleemsituaties tijdens het opstartproces gericht ingrijpen.		
2.2.12 Belangrijke waarden in bios interpreteren en eventueel wijzigen bijvoorbeeld opstartvolgorde, in- en uitschakelen van on board apparatuur, wachtwoord instellen.		
2.2.13 Maatregelen om het verbruik van een computersysteem te beperken toelichten en uitvoeren.		

<b>Deelcompetentie 2.3 - Lokale gebruikersinterfaces configureren</b>		
2.3.1 Gebruikersprofielen toelichten, instellen, aanpassen en verwijderen.		
2.3.2 De elementen van de grafische gebruikersinterface aanpassen aan de wensen van de gebruiker.		
2.3.3 De koppeling maken of verbreken tussen bestandstypes en de toepassing waarmee ze geopend worden.		
2.3.4 De toegang tot het gebruik van softwarepakketten voor sommige gebruikers wel en voor anderen niet toelaten.		
<b>Deelcompetentie 2.4 - Bewerkingen uitvoeren op mappen en bestanden</b>		
2.4.1 Toelichten waarom sommige gegevens centraal en andere lokaal bewaard worden.		
2.4.2 Mappen en bestanden vlot en efficiënt creëren, kopiëren, verplaatsen, zoeken, hernoemen en verwijderen zowel in een grafische omgeving als aan de opdrachtprompt.		
2.4.3 De begrippen comprimeren, decomprimeren toelichten en toepassen.		
2.4.4 De verschillende gradaties van wissen toelichten.		
2.4.5 Gewiste mappen herstellen.		
2.4.6 Gewiste of beschadigde bestanden herstellen.		
2.4.7 Offline en online synchronisatie van mappen of bestanden toelichten en toepassen.		
<b>Deelcompetentie 2.5 - Een softwarepakket installeren en onderhouden</b>		
2.5.1 Toepassingssoftware installeren, configureren en de-installeren.		
2.5.2 Het belang van (automatische) updates van toepassingssoftware toelichten.		

## **Competentie 3 - Een netwerk hard- en softwarematig samenstellen, documenteren, configureren, beveiligen, beheren en onderhouden**

### **Deelcompetentie 3.1 - Begrippen en kenmerken in verband met een actuele netwerkarchitectuur toelichten**

3.1.1 De diensten die in een netwerk kunnen aangeboden worden toelichten.		
3.1.2 Het principe van client/server toelichten.		
3.1.3 Een lagenmodel hanteren als referentiekader bij het toelichten van communicatie tussen knooppunten.		
3.1.4 De soorten transportmedia van een netwerk beschrijven en de eigenschappen met elkaar vergelijken onder meer coax, utp, stp, glasvezelkabel, datatransport over het elektriciteitsnet en draadloze connectie.		
3.1.5 Kenmerken van een actuele netwerkarchitectuur toelichten.		
3.1.6 Actuele fysische en logische netwerktopologieën toelichten.		
3.1.7 Enkele begrippen met betrekking tot de omvang van netwerken toelichten onder meer LAN, WAN.		
3.1.8 De functie van VPN toelichten.		
3.1.9 De functie van een communicatieprotocol toelichten.		
3.1.10 Een actueel communicatieprotocol toelichten.		
3.1.11 De noodzaak van adressering en de structuur van sommige adresstypes toelichten, onder meer MAC en IP.		
3.1.12 De mogelijke technieken van adressering in een actuele netwerkarchitectuur toelichten.		
3.1.13 De begrippen subnet en subnetmasker en de functie ervan toelichten.		
3.1.14 De functie van de belangrijkste componenten van een netwerk toelichten, onder meer workstation, server, repeater, access point, switch, router, gateway, noodbatterij, backbone, SAN, NAS ...		
3.1.15 De begrippen collision domain en broadcast domain toelichten.		
3.1.16 Het begrip routing toelichten.		
3.1.17 Het schema van een actueel computernetwerk tekenen en de belangrijkste componenten aanwijzen		
3.1.18 Een netwerkschema evalueren en indien nodig optimaliseren.		
3.1.19 De voor- en nadelen van virtualisatie van clients en servers toelichten.		
3.1.20 Het begrip cloud met zijn toepassingen toelichten.		

### **Deelcompetentie 3.2 - Componenten in een netwerk installeren**

3.2.1 Een netwerk met de passende componenten hardwarematig samenstellen en installeren rekening houdend met de factoren die de performantie van het netwerk beïnvloeden.		
3.2.2 Het belang van en de mogelijkheden om het server besturingssysteem up-to-date te houden toelichten.		
3.2.3 Courante netwerkbesturingssystemen opsommen en in		

algemene bewoordingen toelichten.		
3.2.4 Een netwerkbesturingssysteem installeren.		
3.2.5 De opstartprocedure van een server interpreteren en toelichten.		
3.2.6 Een netwerkstation, componenten en randapparaten op een bestaand netwerk aansluiten.		
3.2.7 Een bijkomende serverdienst installeren en beheren in een operationeel netwerk.		
3.2.8 Gefundeerde keuzes voorstellen om een netwerk te creëren of uit te breiden.		
3.2.9 De oorzaken en gevolgen van elektromagnetische interferentie toelichten.		

### **Deelcompetentie 3.3 - Beheerstaken in een servergestuurd netwerk uitvoeren**

3.3.1 Toegangs- en gebruikersrechten instellen, wijzigen en beheren.		
3.3.2 Gebruikersprofielen instellen en wijzigen, rekening houdend met de gemaakte afspraken.		
3.3.3 Bronnen beschikbaar stellen op een netwerk.		
3.3.4 Werking van DNS toelichten en instellen.		
3.3.5 Werking van DHCP toelichten en instellen.		
3.3.6 Vanop afstand beheerstaken uitvoeren op een server of een werkstation.		
3.3.7 Bepalen welke gebeurtenissen op een netwerk automatisch geregistreerd worden in een logboek en een logboek raadplegen en interpreteren.		
3.3.8 Het nut van back-ups en enkele back-upstrategieën toelichten en met elkaar vergelijken.		
3.3.9 Een eenvoudige back-up uitvoeren en terugplaatsen.		

### **Deelcompetentie 3.4 - Beheerstaken van een servergestuurd netwerk automatiseren**

3.4.1 Toelichten in welke context het gebruik van scripts aangewezen is.		
3.4.2 Belangrijke objecten toelichten en in een script gebruiken.		
3.4.3 Taken binnen een netwerkomgeving automatiseren, bijvoorbeeld bestandsbeheer, profielen, aanmeldingsscripts, het beheer van gebruikers, gebruikersgroepen, toegangs- en gebruikersrechten.		
3.4.4 Taken voor het beheer van serverdiensten op bepaalde tijdstippen automatisch laten uitvoeren.		

### **Deelcompetentie 3.5 - Een netwerk beveiligen**

3.5.1 De gevolgen van een slecht beveiligd netwerk toelichten.		
3.5.2 Actuele technieken om op onrechtmatige wijze toegang te krijgen tot een netwerk of schade aan te richten, toelichten.		
3.5.3 Maatregelen om een netwerk te beveiligen toelichten onder meer antivirus en firewall.		
3.5.4 Oorzaken van fysische beschadigingen van een netwerk toelichten onder meer elektriciteitsuitval, brand, waterschade,		

omgevingstemperatuur.		
3.5.5 De kenmerken en het nut van een UPS toelichten.		
3.5.6 De mogelijkheden van de beveiliging van een draadloos netwerk toelichten en toepassen.		

## **Competentie 7 - Het computergebruik in een organisatie ondersteunen.**

### **Deelcompetentie 7.1 - Configureren en beheren van kantoorpakketten ter ondersteuning van gebruikers**

7.1.1 Inzicht verwerven in de instellingen, de implicaties ervan op het functioneren van het pakket toelichten en gewenste aanpassingen doorvoeren.

7.1.2 Een kantoorpakket configureren volgens de wensen en de noden van de gebruikers.

### **Deelcompetentie 7.2 - De wettelijke voorschriften toepassen en de gebruikers hierover informeren.**

7.2.1 De wettelijke voorschriften m.b.t. tot ergonomie toelichten en toepassen.

7.2.2 Mogelijke gevolgen van het negeren van ergonomische voorschriften toelichten.

7.2.3 De wettelijke voorschriften in verband met auteurs-, portret- en citaatrecht en de wet op de privacy toelichten en toepassen.

7.2.4 Ethisch en juridisch verantwoord met informatie, computerapparatuur en -software omgaan.

### **Deelcompetentie 7.3 - Gebruikers in een organisatie begeleiden, ondersteunen en opleiden in verband met computertoepassingen**

7.3.1 Zich een softwarepakket zelfstandig eigen maken.

7.3.2 Een bondige en duidelijke handleiding opstellen over het gebruik van hardware of software.

7.3.3 Nieuwe mogelijkheden van bestaande toepassingen exploreren.

7.3.4 Een digitale interface opstellen waarmee gebruikers een probleem kunnen melden.

7.3.5 Gebruikers individueel of in groep instrueren in het gebruik van hardware of software.

7.3.6 Gericht ondersteuning geven op niveau van de gebruiker.

7.3.7 Een didactisch verantwoorde presentatie geven over het gebruik van nieuwe hardware of software.

7.3.8 Op een correcte manier mondeling en schriftelijk communiceren.

### **Deelcompetentie 7.4 - Samenwerken aan één bron**

7.4.1 Met meerdere personen samenwerken aan eenzelfde document met gebruik van onder meer opmerkingen, revisie, versiebeheer.

7.4.2 Gebruik maken van een communicatieplatform onder meer agenda, berichten ...

7.4.3 Online delen van mappen of bestanden toelichten en toepassen.

## 2 Overzicht van taken en toetsen in 5 NIT

Nr. Naam:

Hieronder staat het overzicht van de diverse quoteringen in cronologische volgorde. De vermelde datum is :

- bij een **taak**: de datum van opgave
- bij een **overhoring of toets**: de datum van die overhoring of toets

Het resultaat van de evaluatie duid je zelf aan in de twee rechterkolommen:

- **OV** staat voor **onvoldoende**
- **V/G/ZG** staat voor de evaluaties '**voldoende**', **goed** en **zeer goed**.

Heb je aan de evaluatie (taak; toets; inhaaloverhoring) niet deelgenomen, dan vul je er niets in.

Nr	Datum in	Onderwerp	Naam	Taak	Toets	OV	V/G/ZG
1	2021-09-07	Project ICT	Project 1: ICT-actua	X			
2	2021-09-30	Elektriciteitsleer	Overhoring van theorie en toepassing		X		
3	2021-10-05	Studietaak	De actuele pc	X			
4	2021-10-19	Project ICT	Project PC-configuratie	X			
5	2021-10-19	Computerbeheer	Het moederbord: benoemen van onderdelen		X		
6	2021-10-21	Project ICT	Project ICT-actua: actualiseren van dossier	X			
7	2021-10-21	Elektriciteitsleer	Inhaaloverhoring / remedieringsoverhoring		X		
8	2021-11-10	Computerbeheer	Inleiding en het moederbord		X		
9	2021-11-18	Computerbeheer	De processor		X		
10	2021-11-25	Computerbeheer	Het geheugen		X		

*vervolg op volgende pagina*

Nr	Datum in	Onderwerp	Naam	Taak	Toets	OV	V/G/ZG

## 3 Schriftelijk rapporteren op verschillende wijzen

### 3.1 Deftig schriftelijk rapporteren

Je zal ook dit jaar een aantal 'schrijfopdrachten' krijgen, meestal onder de vorm van een verslag na het uitvoeren van een praktijkopdracht of voor een GIP-opdracht. Elk verslag zal anders maar toch zijn er een aantal 'rode draden', een aantal aandachtspunten die steeds terugkeren. Deze tekst geef je een aantal richtlijnen en tips.

De quitering van een verslag bestaat altijd uit twee delen:

**Inhoud** dit onderdeel verschilt van verslag tot verslag en vormt circa 60% van de eindbeoordeling

**Vorm** de **structuur** en de manier **waarop** je iets beschrijft, is wel algemeen voor elk schriftelijk verslag. Dit telt mee voor ca. 40% van de eindbeoordeling.

### 3.2 Welke elementen worden gequoteerd?

#### 3.2.1 De vorm van het verslag

##### 3.2.1.1 Het verplicht sjabloon

**Sjabloon** Er zijn opgelegde sjablonen beschikbaar, zowel voor korte verslagen als voor grotere taken (GIP):

- voor **grotere taken** vanaf ongeveer 5 pagina's met een vast titelblad
- voor **kleinere taken** een verplichte hoofding zoals op overhoringspapier. Dit sjabloon is het meest gebruikte.

Beide sjablonen vind je op Smartschool, zowel in MS Word als in OpenOffice formaat. Je vult aan waar nodig met jouw naam en klasnummer, correcte naam van het vak, correcte benaming van de opdracht (zie individuele opgave). Controleer ook de andere gegevens, zoals het schooljaar. In de opgave vind je de nodige instructies welk sjabloon je moet gebruiken

##### 3.2.1.2 De opgelegde structuur

De structuur moet beantwoorden aan volgende eisen

**Inleiding** Dit is het begin van het verslag. Je wekt de interesse van de lezer. Hierin omschrijf je het **onderwerp** van dit verslag, bespreek je kort wat de lezer mag verwachten. Bij

groepswerkjes vermeld je hier de namen van de andere leden. Indien van toepassing vermeld je ook datum, tijd en/of gebruikte pc.<sup>1</sup>

**Centraal gedeelte**<sup>2</sup>. Dit is het belangrijkste deel van het verslag. In dit deel bespreek je het **verloop** van de taak in een **logische volgorde**. Dit kan **chronologisch** zijn **maar ook thematisch**. De opdracht helpt je hierbij wel.

Bijvoorbeeld bij het verslag over het programma **Poledit** vermeld je de bijkomende informatie, zoals je die op Internet kon vinden, beschrijf je installatiewijze van het programma en de uitgevoerde testen (zowel geslaagde als mislukte). Vergeet ook niet om eventuele belangrijke opmerkingen te noteren bv. *bij de toegangscontrole is het belangrijk dat je de gebruiker ook creëert via Start → Instellingen → configuratiescherm → gebruikers.*

Eventuele opgelegde vragen worden ook in dit deel beantwoord. Ook uitgebreide opmerkingen over het verslag horen in dit gedeelte thuis.

Dit gedeelte is onderverdeeld in **paragrafen** met de nodige **witregels**. Een mogelijke indeling kan zijn eerst het verloop van het practicum bespreken en daarna de verschillende vragen beantwoorden (vraag per vraag).

Het is duidelijk dat je gebruik maakt van de **nodige witregels** om de tekst **leesbaar** te houden.

**Besluit** Dit is de afsluiting van het verslag. Hier herhaal je het onderwerp van het verslag en vat je de **resultaten** van je werkje in **ongeveer één zin samen** (bv. dit kan zijn 'alles is mislukt, we zijn er niet in geslaagd om . te doen ondanks het volgen van de instructies').

Een lezer die alleen maar vluchtig de verslagen leest, **beperkt** zich meestal tot het doornemen van de **inleiding** en het **besluit**. Daarom moeten die onderdelen expliciet aanwezig zijn. Een inleiding dient om de lezer te overtuigen om het verslag te lezen terwijl een besluit in één (of enkele zinnen) het volledig practicum en/of verslag samenvat.

**Nabespreking** In dit gedeelte is ruimte voor de 'emotionele' kant en beantwoord je vragen zoals : wat deze opdracht *gemakkelijk of moeilijk?* Hoeveel tijd heb je er aan besteed? Hoe was de samenwerking in groep? Wat waren de voornaamste hinderpalen om deze opdracht tot een goed einde te brengen? Wat heb je zelf geleerd?..... . De nabespreking zal standaard één tot vijf zinnen lang zijn.

### 3.2.2 Inhoud van het verslag

De inhoud moet voldoen aan een aantal voorwaarden

**Volledigheid** Ga volgende zaken na:

<sup>1</sup>een voorbeeld: *het nemen van een back-up is belangrijke gewoonte om je gegevens te beschermen. Elke leerling zocht een eigen tool op Internet en ik koos voor PcBackup. Hieronder vind je een verslag van de testen die ik op 10 november 2019 in lokaal 911 op pc PC05 hiermee uitgevoerd heb.*

<sup>2</sup>Je zorgt zelf voor een passende titel en ondertitels. Het is een totaal gebrek aan fantasie om hier 'centraal gedeelte' of 'midden' te gebruiken. Bij een gebrek aan inspiratie kan je nog '**uitwerking**' gebruiken.

- Heb je alle vragen beantwoord?
- Heb je alle onderdelen van de opgave behandeld?
- Staan de gebruikte bronnen er bij?
- Belangrijke stappen mag je niet vergeten.<sup>3</sup>

**Correctheid** Je neemt geen veronderstelling voor waar aan; je gebruikt de correcte formules, met correcte eenheden en grootheden.

**Nauwkeurigheid** Staat er voldoende details in je werkje? Heb je op een correcte manier bronnen van bv internet geciteerd? Gebruik je correcte eenheden en grootheden?

### 3.2.3 Opmaak van het verslag

De **opmaak** is zeer belangrijk om een **eerste positieve indruk** te maken. Dit betekent niet dat je verplicht bent om alles uit te typen. Een verslag dat je in de studie moet maken en daarna moet afgeven, kan je nu eenmaal niet typen, maar kan zeker wel een verzorgde opmaak hebben. Wat verstaat men onder een goede opmaak? Hieronder staan een aantal aandachtspunten. Als leidraad beschik je over de NBN normen.

- Het werkje wordt **getypt** afgeleverd. De enige uitzondering geldt voor de werkjes die in de studie worden gemaakt en op het einde van de studie worden aangeleverd. (Die werkjes worden gemaakt op A4 huiswerkbladen of op voorgedrukte bladen).
- **Verzorgde bladschikking** op een formaat A4 (ook zonder computer kan je dit bereiken). Dit betekent onder andere :
  - voldoende interlinie (interlinie anderhalf leest gemakkelijker dan interlinie één)
  - verzorgde bladspiegel (linkermarge van 2,5 cm)
  - mooi lettertype (bv. arial 12 pt of verdana 12 pt).
  - het gebruik van leestekens (punt einde van een zin) en hoofdletter bij het begin van een zin.

Kortom alles wat je kunt met MS Word of andere tekstverwerker zoals Open Office bereiken.

- Maak gebruik van **spellingscontrole** (of woordenboek)
- Controleer even of die letter 'd' toch geen 't' moet worden (of omgekeerd) Je kent de regels nog om de fameuze 'dt' fouten te vermijden ?
- Zinsbouw : zorg bij voorkeur voor **niet te lange zinnen**. Het is aangenamer om eerder een aantal kortere zinnen te lezen dan één zin met de grootte van een paragraaf. De lezer kan zich bij lange zinnen moeilijker concentreren (wat is nu alweer het onderwerp, waarover gaat deze zin,..)
- Koptekst (eerste blad): hierin plaats je de gegevens zoals die op een huiswerkblad staan.

---

<sup>3</sup>Bij het gebruik van RAID op een virtuele machine moet je eerst extra harde schijven toevoegen, als onderdeel van de configuratie van je virtuele machine. Deze stap moet je ook beschrijven.

Bij de leerkracht kan je een voorbeeldsjabloon bekomen. Dit sjabloon gebruik je **alleen** voor het **eerste** blad

- Voettekst. Hierin vermeld je gegevens zoals de datum, paginanummer, naam van jouw document, school en klas. Je kan inspiratie halen uit eerder gekregen documentatiemateriaal. Zie ook het opgelegde sjabloon.

### 3.2.4 Hoe wordt nu zo'n werkje gequoteerd ?

Dat is geen eenvoudige opgave. Tijdig inleveren bepaalt slechts voor een deel het totaal puntenaantal (en zit reeds verrekend in het aantal 'extra studie-uren' )

Veel belangrijker is de manier waarop het verslag is opgebouwd (structuur, inhoud, correctheid en volledigheid). Volledigheid betekent het beantwoorden van alle (extra) vragen en betekent ook de bruikbaarheid van het verslag bij open boek evaluaties.

Bij quotering blijft correctheid en volledigheid het belangrijkste onderdeel.

## 3.3 Alternatieve evaluatievormen

Het schriftelijk rapporteren blijft belangrijk maar er zijn ook andere manieren om feedback te bezorgen, zoals een **elektronische presentatie**, bijvoorbeeld in **PowerPoint**, een **filmpje**, een **poster**,... Hieronder vind je de richtlijnen en tips voor die werkjes. Ook deze werkjes worden tijdig in de correcte uploadmap op Smartschool geplaatst.

## 3.4 De eventuele alternatieven

*Gamification* is een nieuw modewoord. Als mogelijke uitwerking kan je een interactieve test maken zoals op [www.educaplay.com](http://www.educaplay.com). Er zijn talrijke mogelijkheden zoals met de originele Engelstalige benamingen: Riddle, Fill in the Blanks, Collection, Crossword, Dialogue, Dictation, Interactive Map, Jumbled Word, Jumbled Sentence, Slide show, Matching Game, Matching Columns Game, Matching Mosaic Game, Wordsearch Puzzle, Quiz, Alphabet game Videoquiz. Specifieke instructies krijg je later tijdig.

# 4 Virtual Machine, it's a reality

## 4.1 Testen in alle veiligheid

Op school leer je werken met een nieuw besturingssysteem zoals Linux of Windows server 2019 of wil je experimenteren met bepaalde Windows 10 instellingen. Thuis moet je ook kunnen oefenen maar zonder risico voor eigen computerapparatuur. Je kan dit bereiken door bv een oudere computer speciaal voor dergelijke experimenten te reserveren maar niet iedereen heeft die luxe.

Op school zal je leren werken met een **virtuele machine**: dat is een 'computer binnen een andere computer (*de gastheer*)'. Een virtuele machine is een fictieve computer die dank zij een computerprogramma zoals Virtual Box of VMware draait op een fysische computer. De virtuele machine gebruikt bronnen (zoals processor, harde schijf ruimte, geheugen) van de fysische computer en bestaat uit een of meerdere bestanden op de harde schijf van de fysische computer. Op school gebruiken we hiervoor de gratis versie **VMware Workstation Player**.

Een **virtuele machine** is een afzonderlijke werkomgeving waarbinnen een eigen besturingssysteem of een toepassingsprogramma kan functioneren.<sup>1</sup>. Er zijn drie accenten bij het gebruik:

- zo efficiënt mogelijk gebruik maken van systeembronnen door bijvoorbeeld een of meerdere fysische computers te vervangen door virtuele machines op eenzelfde gastheer
- het minimaliseren van gebruikskosten zoals de stroomkosten
- het optimaliseren van systeembeheer en beveiliging

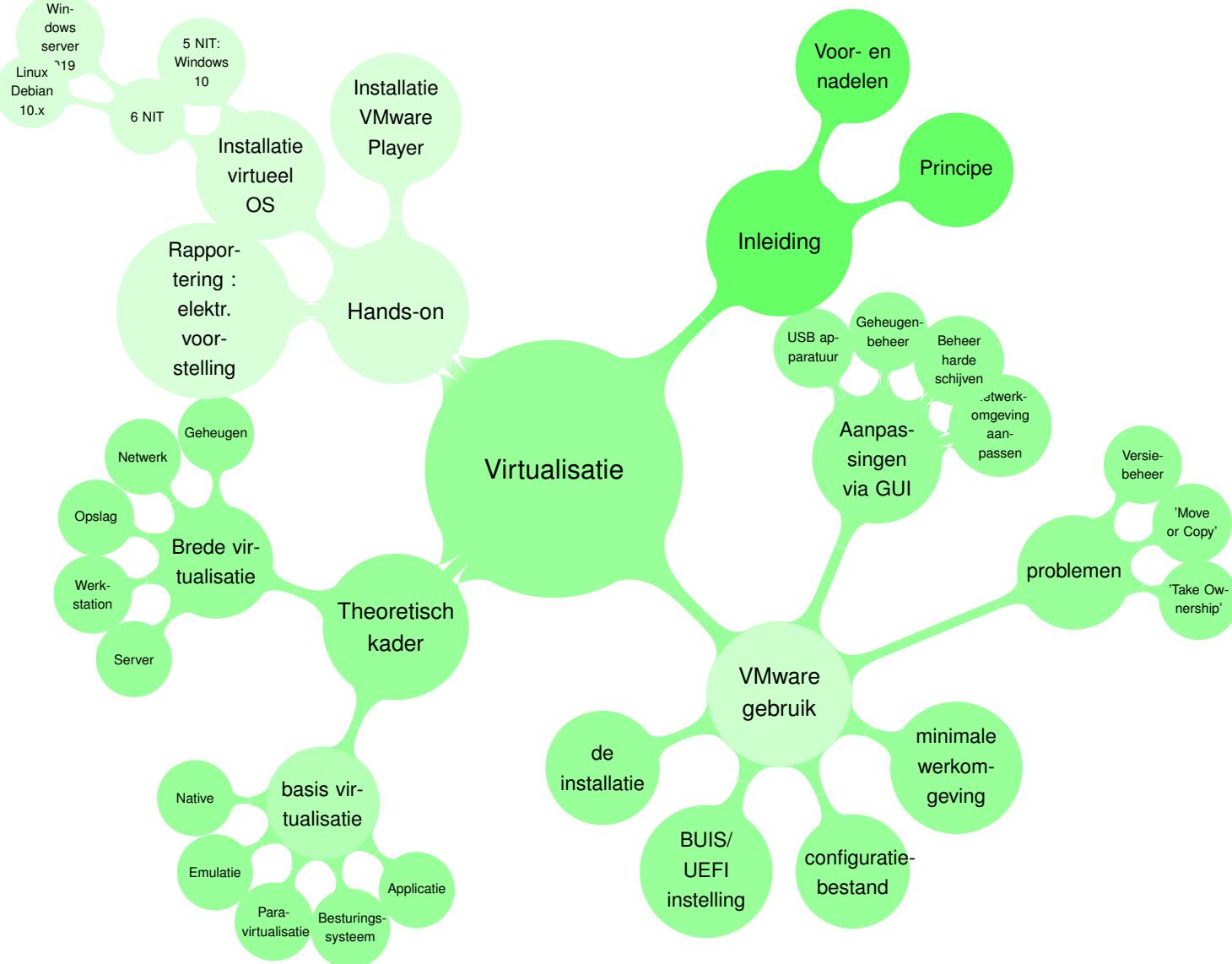
## 4.2 Samenvatting van dit hoofdstuk

Na een **inleiding**, krijg je een **theoretisch kader** over het **principe van virtualisatie**, zowel in de **brede** betekenis van het woord als toegepast op virtualisatie van een **besturingssysteem**. Daarna krijg je een overzicht van het **gebruik** van **VMware** met de meest voorkomende problemen. Het cursusdeel sluit af met een **thuisinstallatie** van VMware en een besturingssysteem zoals Windows 10 of Windows server 2019.

De figuur hieronder toont je de structuur van dit hoofdstuk.

---

<sup>1</sup>[http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/129483/12/12\\_chapter%207.pdf](http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/129483/12/12_chapter%207.pdf)



## 4.3 Voor- en nadelen van virtualisatie



### 3.1.19 De voor- en nadelen van virtualisatie van clients en servers toelichten.

Het gebruik van virtualisatie heeft zowel voor- als nadelen. Tracht de tabel aan te vullen via een gerichte Internetzoektocht. Vergeet niet de correcte bronvermelding. <sup>2</sup> <sup>3</sup>

Voordelen	Nadelen
Flexibel en dus efficiënter gebruik van systeembronnen, zoals CPU, geheugen en opslagcapaciteit	Wildgroei aan te beheren servers want door de eenvoud om een virtuele server op te starten, is er gevaar dat er teveel virtuele servers draaien om het geheel nog efficient te overzien
Vereenvoudigd beheer van verschillende servers vanop één computertoestel	Performant netwerk is nodig. Je werkt immers niet meer lokaal maar via het netwerk op een virtuele server, of bij uitbreiding, in de cloud
Automatisatie van routinetaken	Licentiebeleid bij virtualisatie is niet altijd vanzelfsprekend.

Tabel 4.1: Overzicht van de voor- en nadelen van het gebruik van virtualisatie

- ? Noteer zowel twee voordelen als twee nadelen van het werken met virtualisatie. Vul aan met je eigen ervaring

<sup>2</sup><https://nl.mobbybusiness.com/2423pros-and-cons-of-virtualization>, geconsulteerd op 2019/07/09

<sup>3</sup><https://www.techzine.be/blogs/33101/de-voor-en-nadelen-van-virtualisatie.html>, geconsulteerd op 2019/07/09

## 4.4 Theoretische achtergrond

Er zijn verschillende soorten virtualisatie, elk met een eigen invalshoek. In dit cursusdeel worden verschillende soorten van virtualisatie toegelicht.

### 4.4.1 Containers als alternatief

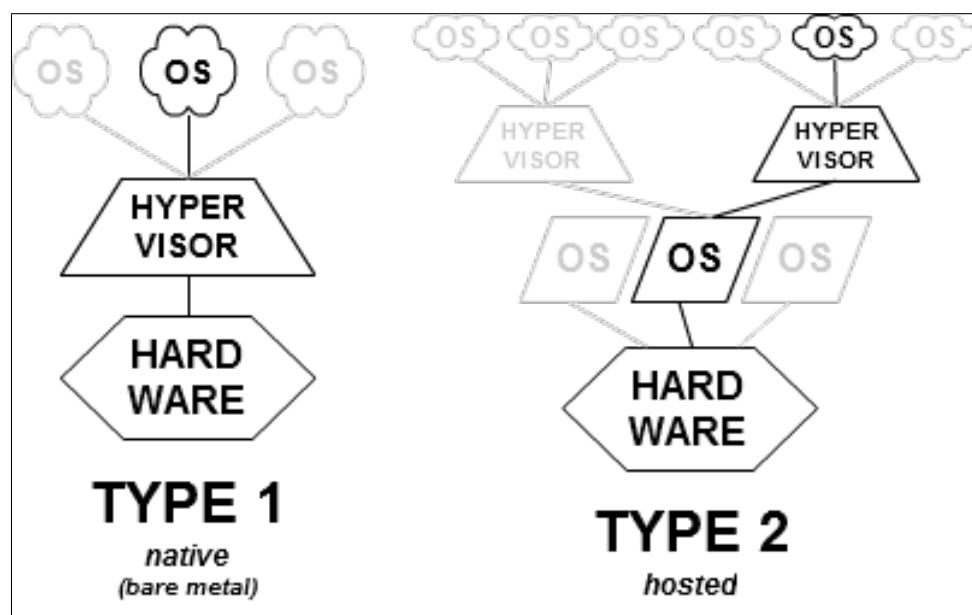
Virtualisatie is een vlag (*eine term*) die verschillende ladingen dekt. Onlangs spreekt met ook van **containers** zoals **Dockers**<sup>4</sup>. Het uittesten van containers wordt een project voor 6 NIT, gepland in de loop van het tweede semester.

### 4.4.2 Baisonderscheid! native/bare-metal of hosted

Wikipedia<sup>a</sup> maakt een hoofdonderscheid tussen twee types van virtualisatie:

- type1: **native or bare-metal hypervisors** Deze hypervisors grijpen dadelijk op de hardware van de gastheer voor het beheer van de virutale machine. Een voorbeeld van Microsoft is Hyper-V.
- type 2: **hosted hypervisors** . Deze hypervisors zijn niets meer dan een toepassingsprogramma dat op een klassiek besturingssysteem draait zoals elk ander programma. De virtuele machine is niets meer dan een draaiend proces op de gastcomputer. Voorbeelden zijn: VMware Workstation, VMware Player, VirtualBox voor Linux en MS Windows. Parallels Desktop is voor Mac.

<sup>a</sup><https://en.wikipedia.org/wiki/Hypervisor>



Figuur 4.1: Twee types van virtualisatie

Wij gebruiken type 2 van virtualisatie.

<sup>4</sup><https://www.docker.com/>

<sup>5</sup><https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15873551>, geconsulteerd op 2019-07-09

In de praktijk is het niet altijd eenvoudig om een zuiver onderscheid tussen beide types te maken en merkt men mengvormen op: zo werkt de Kernelbased virtual machine (KVM) onder Linux als een type 1 hypervisor omdat van het rechtstreeks inbouwen van deze modules in de kernel maar anderzijds draaien ook andere toepassingsprogramma's op de gastcomputer en is er zo competitie bij het gebruik van de systeembronnen van de gastcomputer. Om die laatste reden is deze vorm van virtualisatie dan eerder een type twee.

#### 4.4.3 Virtualisatie in een breder kader

Naast het gebruik van virtuele machines, zijn er ook andere onderdelen van de computerinfrastructuur die je virtueel kan maken. Hieronder volgt een opsomming van diverse accenten bij virtualisaties, die ruimer is dan alleen maar de 'virtuele computer'. De opsomming is genomen uit het projectwerk van **Michel Van Scharen en Wouter Van den Bossche**.<sup>6</sup>

##### 4.4.3.1 Geheugen virtualisatie

In een hedendaagse pc is de grootte van het werkgeheugen meestal tussen de 4 GB en de 16 GB. Vaak is dit onvoldoende en wordt een deel van de harde schijf als bestand (bij Windows) of een afzonderlijke partitie (bij Linux) als wisselbestand of swapfile / swappartition gebruikt. De toegang tot dit virtueel geheugen is trager dan de toegang tot het werkgeheugen (RAM) maar het vermindert dat de computer faalt als het fysisch geheugen onvoldoende is.

Als je met meer dan één virtuele machine op eenzelfde gastheer werkt, dan kan je dat fysisch geheugen ook virtualiseren zodat het door de verschillende virtuele machines als reeel geheugen kan gebruikt worden in functie van de noden.

##### 4.4.3.2 Netwerkvirtualisatie

In de module **netwerken** leren we wat Virtuele Lokale netwerken (**VLAN**) zijn. Dit zijn voorbeelden van externe netwerkvirtualisatie.

Bij het gebruik van virtuele machines, passen we de techniek van **interne netwerkvirtualisatie**. Bij de keuze van 'Local host' of 'LAN' als instelling van de netwerkkaart, dan ontstaat geen echt verkeer op het netwerk maar blijft alle netwerkcommunicatie beperkt tot de lokale communicatie tussen virtuele machine(s) onderling en met het gastbesturingssysteem.

##### 4.4.3.3 Opslagvirtualisatie

Bij **opslagvirtualisatie** is er een laag tussen het fysieke opslagmedium (bv de harde schijf) en het besturingssysteem. Het is niet meer nodig dat het opslagmedium fysisch verbonden is met de computer (zoals bij Direct Attached Storage of **DAS**) maar kan op een andere locatie fysisch opgeslagen worden, zoals bij Storage Area Network (**SAN**)

<sup>6</sup>Michel Van Scharen Module en Wouter Van den Bossche , *Uitwisselbaarheid van Virtuele Machines tussen de Servervirtualisatieplatformen Xenserver (Citrix) en Hyper-V (Microsoft)*, projectwerk voor opleiding HBO5 Informatica cvo VTI schooljaar 2010-2011

#### 4.4.3.4 Werkstation virtualisatie

De **werkstation virtualisatie** is de klassieke vorm van virtualisatie. Hierbij is het mogelijk om op een gastcomputer meer dan één besturingssysteem terzelfde tijd laten functioneren. (Het besturingssysteem van ) de virtuele machine communiceert niet rechtstreeks met de hardware van de gastcomputer maar via de software.

#### 4.4.3.5 Servervirtualisatie

De **servervirtualisatie** is een virtualisatie waarbij diverse serverdiensten op een virtuele machine uitgevoerd worden, en vaak ook afzonderlijk: één serverdienst per virtuele machine.

### 4.4.4 De virtualisaties van een computersysteem

In het sleutelboek [1] maakt Marc Goris het onderstaand onderscheid.

#### 4.4.4.1 Native virtualisatie

Bij **native virtualisatie** maakt de virtuele machine rechtstreeks gebruik van de processor van de gastheer. Het levert goede prestaties op maar het virtueel besturingssysteem moet geschikt zijn voor die processor. Dit betekent bv dat een besturingssysteem zoals voor een mainframe niet overweg kan met de processorinstructies van een gewone pc en dus niet op die manier kan geïnstalleerd worden op de virtuele machine.

#### 4.4.4.2 Emulatie

Bij **emulatie** wordt een volledige computer, inclusief processor, na gebootst (*geëmuleerd*). Op die manier kan je gelijk welk besturingssysteem virtueel gebruiken maar het is erg belastend voor de gastheer. Een voorbeeld is **Bochs** <http://bochs.sourceforge.net/>.

Strikt genomen is emulatie geen vorm van virtualisatie maar staat er los van.

#### 4.4.4.3 Paravirtualisatie

Bij **paravirtualisatie** maakt de virtuele machine rechtstreeks gebruik van niet alleen de processor, zoals bij native virtualisatie, maar ook van geheugen en harde schijf ruimte. Het besturingssysteem voor zowel de virtuele machine als de gastheer moeten voor dezelfde hardware ontwikkeld zijn. Een bijkomende eis is dat de broncode van het besturingssysteem moet vrijgegeven zijn. In de praktijk kan je deze virtualisatie met Linuxbesturingssystemen uitvoeren.

Paravirtualisatie is een speciaal geval van bare-metal virtualisatie.

#### 4.4.4.4 Besturingssysteemvirtualisatie

Bij **besturingssysteemvirtualisatie** delen het besturingssysteem van virtuele machine en van gastheer dezelfde kernel. Voor deze virtualisatie kan je , zoals bij paravirtualisatie, Linux gebruiken maar met bijkomende eis dat het besturingssysteem van virtuele machine én van gastheer dezelfde (Linux-)kernelversie gebruiken.

#### 4.4.4.5 Applicatievirtualisatie

Bij **applicatievirtualisatie** draait de gebruikte toepassing in een virtuele, afgeschermd omgeving. Deze techniek wordt onder de naam van **sandbox** toegepast bij anti-malwareprogramma's om mogelijks schadelijke software in een afzonderlijke omgeving uit te voeren en alle niet expliciet toegewezen systeembronnen zijn dan niet toegankelijk voor het uitgevoerde programma.

#### 4.4.5 Besluit

In functie van de context waarin je werkt, heeft de term **virtualisatie** verschillende betekenissen. De voornaamste staan hierboven. In het vervolg van de cursus beperken we ons tot het praktisch gebruik van **VMWare player**.

## 4.5 Praktijkervaring met VMWare

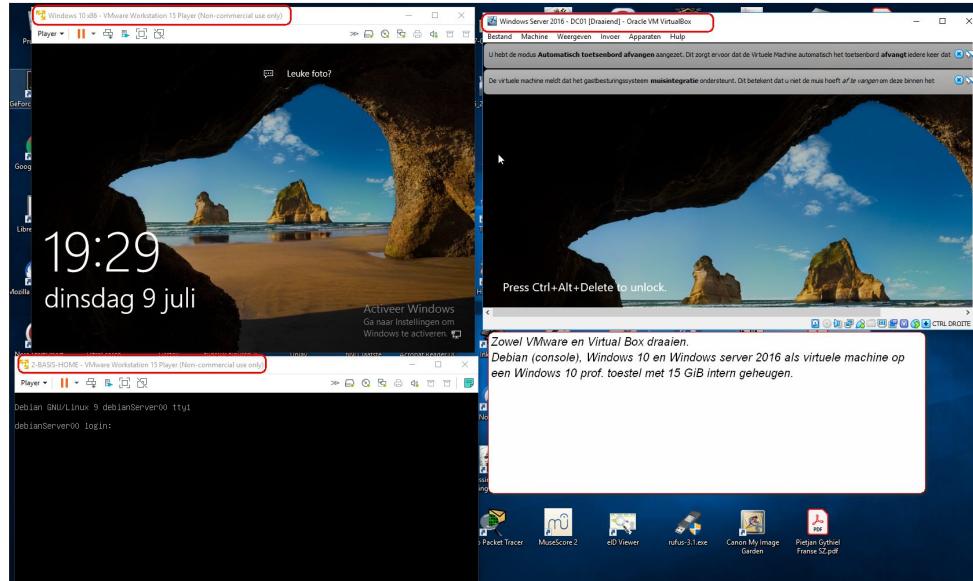
De voor- en nadelen van virtualisatie van clients en servers, kan je het best ervaren door de praktijk. We gebruiken tijdens de lessen in het 5<sup>de</sup> jaar een virtuele omgeving met Windows 10. In het 6<sup>de</sup> jaar gebruik je de virtualisatie voor de server (Windows server 2019 en Linux Debian 10.0, en bij voldoende systeembronnen, samen met de virtualisatie van de client. Ook in de laboklas proberen we met een Linux host de virtualisatie uit.

Er wordt van de leerling een actieve kennis verwacht van de basisconfiguratie van VMware. De installatie zelf voer je thuis uit en eventueel in de laboklas.

Een vergelijking tussen de diverse virtuele omgevingen vind je bijvoorbeeld bij <http://heather.cs.ucdavis.edu/~matloff/vm.html>

Op school hebben we de keuze gemaakt om VMware (workstation) Player te gebruiken. De discussie **Virtual box of VMware** is in het voordeel van **VMware** geëindigd. De installatie van beide programma's levert performantieverlies of mogelijk conflicten op. Dit is de ervaring van ICT op school en de hoofdreden van slechts een van beide te gebruiken.

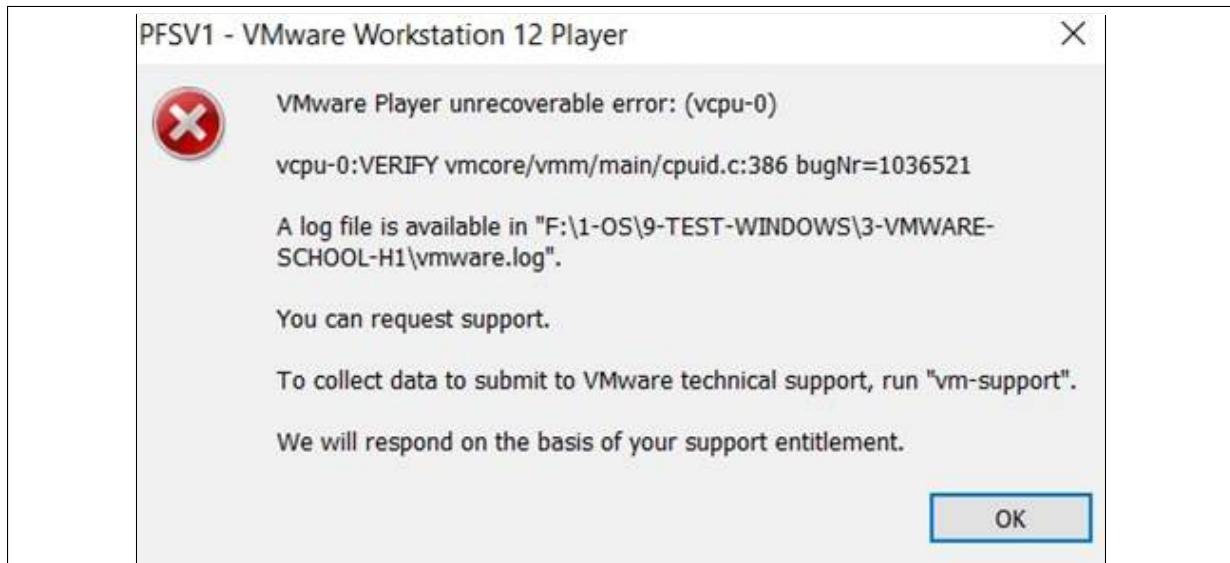
Op de pc van de lesgever thuis staan zowel VMWare Workstation Player als Virtual Box en het werkt zonder problemen, zij het dat zelden of nooit beide programma's terzelfder tijd gebruikt worden. Als leerling heb je ook de keuze maar voor een vlotte uitwisselbaarheid van virtuele machines tussen school en thuis, wordt je toch sterk aangeraden om **VMware** te gebruiken.



Figuur 4.2: Drie draaiende virtuele machine, VMware zowel als Virtual Box

### 4.5.1 Virtualisatie in BIOS activeren

Om zelf met virtuele machines te kunnen werken, moet je eerst in je BIOS een instelling actief zetten. Zonder deze instelling kan je wel programma's zoals VMware Workstation Player installeren maar je kan geen virtuele machines gebruiken. De figuur hieronder toont je de foutbericht.



Figuur 4.3: De foutbericht bij VMware

Afhankelijk van de processor (Intel of AMD) moet je een andere instructie in de BIOS activeren.

#### 4.5.1.1 Bij Intel processoren

Je moet de instructie **Intel VT-x** activeren.

#### 4.5.1.2 Bij AMD processoren

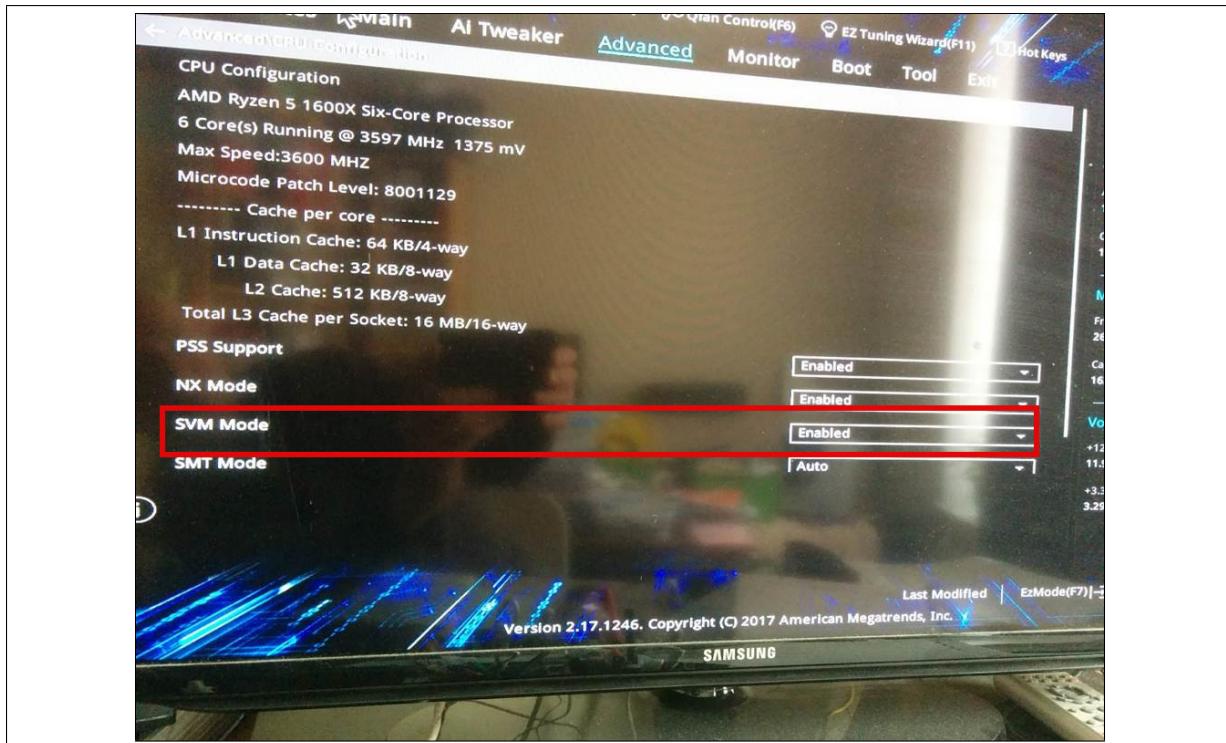
Je moet de instructie **AMD-V** of **SVM** activeren.

Hieronder vind je de schermafdruk met de nodige aanpassing van de waarde **SVM modus enabled** in de Bios van een AMD computer.

### 4.5.2 Het configuratiebestand in een notendop

- 🎯 2.2.10 *Het opstartproces van een pc interpreteren en toelichten.*
- 🎯 2.2.11 *Bij probleemsituaties tijdens het opstartproces gericht ingrijpen.*
- 🎯 2.2.12 *Belangrijke waarden in bios interpreteren en eventueel wijzigen bijvoorbeeld opstartvolgorde, in- en uitschakelen van on board apparatuur, wachtwoord instellen.*

Als leidraad bij een aantal vragen, vind je hieronder een uittreksel uit het configuratiebestand. Je moet de betekenis van de voornaamste regels kennen. Hiervoor heb je de nodige witruimte. Belangrijk zijn de begrippen: **bootdelay**, **bootvolgorde** en de displaynaam. Let ook op de



Figuur 4.4: De oplossing bij AMD processor (Ryzen):enable SVM

versies van de virtuele machine. Je vindt informatie in onderstaande bronnen <http://www.sanbarrow.com/vmx/vmx-minimal.html>,

**Lijn 2** : Deze parameter verwijst naar de VMware workstations versies 5 en 5.5. Normaal zal je deze waarde niet moet aanpassen en volstaat het om de volgende parameter wel aan te passen.

**Lijn 3** : Dit verwijst naar de versie van VMWare.<sup>7</sup> De huidige waarde is 16; vroegere waarden zijn 14, 12, 11 en 10. Bij gebruik van een virtuele machine, gemaakt met een recentere versie dan waarop je die wil afspelen, moet je deze parameter veranderen tot bv 12 of 10.

**Lijn 4** : Deze parameter verwijst naar de **boot vertraging**, uitgerukt in milliseconden.

**Lijn 5** : Deze parameter verwijst naar de **bootvolgorde**. In dit voorbeeld zal eerst de harde schijf opgestart worden.

**Lijn 6** : Deze parameter verwijst naar de volgorde waarin de harde schijven moeten afgelopen worden. Dit is vooral van belang bij die virtuele machines met meer dan één harde schijf, zoals in het labo over RAID. Met het gebruik van deze parameter kan je vermijden

<sup>7</sup><https://kb.vmware.com/s/article/1003746>, geconsulteerd op 2019/07/09

```
1 .encoding = "windows-1252"
2 config.version = "8"
3 virtualHW.version = "14"
4 bios.bootdelay = "20000"
5 bios.bootOrder = "hdd,cdrom,floppy,ethernet5,ethernet2"
6 bios.hddOrder = "scsi0:0,sata0:0,scsi2:2,scsi0:1,ide1:0"
7
8 displayName = "Windows Server 2016-groep12"
9 guestOS = "windows9srv-64"
10 nvram = "Windows Server 2016.nvram"
11 virtualHW.productCompatibility = "hosted"
12 gui.exitOnCLIHLT = "FALSE"
13
14 sound.present = "TRUE"
15 vcpu.hotadd = "TRUE"
16 memsize = "2048"
17 mem.hotadd = "TRUE"
18 scsi0.virtualDev = "lsisas1068"
19 scsi0.present = "TRUE"
20 sata0.present = "TRUE"
21 scsi0:0.fileName = "Windows Server 2016.vmdk"
22 scsi0:0.present = "TRUE"
23 sata0:1.deviceType = "cdrom-image"
24
25 scsi0:1.fileName = "Windows Server 2016-SCSI2-vmdk.vmdk"
26 scsi0:1.present = "TRUE"
27 sata0:0.fileName = "Windows Server 2016-SATA.vmdk"
28 sata0:0.present = "TRUE"
29 ide0:0.fileName = "Windows Server 2016-IDE.vmdk"
30 ide0:0.present = "TRUE"
31 ide0:0.redo = ""
32 sata0:0.redo = ""
33 scsi0:1.redo = ""
34 usb.present = "TRUE"
35 ehci.present = "TRUE"
36 usb_xhci.present = "TRUE"
37 ethernet0.connectionType = "nat"
```

dat het computersysteem wil opstarten van een harde schijf waarop geen bootomgeving geïnstalleerd is.

**Lijn 8** : De **displayname** is de vrij te kiezen naam waarmee je virtuele machine in het overzichtslijstje staat. Bij groepsverken zoals de GIP krijg je een verplichte naam.

**Lijn 9** : Deze parameter houdt verband met de versie van VMware. Elke versie van VMware heeft een beperkte lijst van 'ondersteunde besturingssystemen'. Je kan echter perfect een besturingssysteem, zoals de laatste Debian 10.0 installeren op een oudere installatie van VMware, alleen zal je niet de keuze hebben om 'Debian 10' te kiezen maar moet je 'Debian 9' selecteren. Op zich heeft dat geen invloed want de keuze zorgt alleen voor dat bepaalde default waarden, zoals de grootte van het werkgeheugen van de virtuele machine. Je kan de waarden zelf nog tijdens de installatie aanpassen.

Als je een virtuele machine, gemaakt op een recentere versie van VMware, afspeelt op een oudere installatie, zal je mogelijks deze waarde moeten aanpassen (*downgraden*). De gemaakte virtuele machine zal dan op die oudere installatie bruikbaar zijn.

**Lijn 10** : Deze parameter verwijst naar de naam van het bestand met de **non-volatile random-access memory** en bevat de BIOS instructies. Dit bestand mag je wissen, het wordt automatisch bij de start van de virtuele machine terug aangemaakt.

**Lijn 16** : Deze parameter verwijst naar de grootte van het intern geheugen en kan je in blokken van 4KB ook manueel aanpassen. Op school kan het gebeuren dat je deze waarde moet verlagen als er te weinig systeembronnen zijn bij het opstarten van je computersysteem.

**Lijn 19** : Deze parameter leert ons dat de SCSI controller nr 0 actief is. Deze parameter op **false** zetten, zorgt ervoor dat alle verbonden harde schijven (bv lijn 21) offline zijn.

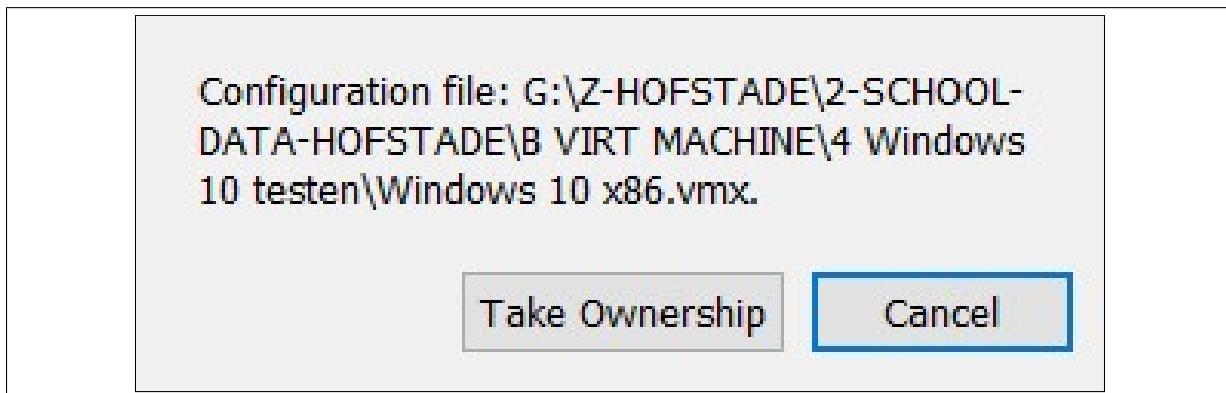
**Lijn 21-22** : Deze twee parameters zorgen ervoor dat de virtuele harde schijf **Windows Server 2016.vmdk**, verbonden met controller SCSI:0, actief is.

**Lijn 37** : Deze parameter leert ons dat de netwerkkaartinstellingen op **NAT** staan en dus niet op **bridge of host only**. De aanpassing kan via de GUI of rechstreeks in dit bestand.

#### 4.5.3 Own or be owned

Het werken in een virtuele omgeving verloopt niet altijd foutloos. Je vindt hieronder een aantal situaties waarbij je moet beschrijven wat die fout/opmerking betekent. Je motiveert ook je keuze

Bij het opstarten van de virtuele machine krijg je in een welbepaalde situatie onderstaand scherm. Noteer hieronder in welke situatie je dit scherm kan tegenkomen en wat de eventuele aanpassing is die je moet doen.



**Oorzaak** Er zijn twee mogelijke oorzaken:

- een foutief afgesloten virtuele machine zorgt dat er een aantal mappen en bestanden niet verwijderd zijn. Een voorbeeld is de map met extensie **Ick**
- de gekozen virtuele machine is al actief en per ongeluk wil je die een tweede keer opstarten. Dit kan niet

**Remedie** Je controleert of de gekozen virtuele machine al opgestart is. Is dit niet opgestart, dan verplaats je de mappen en bestanden met extensie **Ick** naar een map **Archief**.<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Het is veiliger om overbodige bestanden te verplaatsen naar een map zoals 'Archief' dan die bestanden te verwijderen. Als je het verkeerde bestand zou wissen, bestaat immers het gevaar dat je de volledige installatie opnieuw moet doen.

#### 4.5.4 Welke bestanden heb je minimaal nodig?

 2.2.9 *Een aantal belangrijke bestanden en mappen lokaliseren onder meer systeem- en gebruikersmappen.*

Hieronder vind je een figuur van de verschillende bestanden voor een virtuele machine van Windows 10 client. Door plaatsgebrek moet je de overbodige bestanden wissen en enkel de noodzakelijke bestanden overhouden.

Doorstreep op de onderstaande figuur de overtollige bestanden. Zet aan linkerkant van de noodzakelijke bestanden een pijltje om er de aandacht op te vestigen. In de ruimte onder de figuur noteer je hoeveel bestanden je wilt overhouden. Dat cijfer plaats je in een kader (of omcirkel dat getal). Vervolgens motiveert je eventuele keuzes.

Oplossing: Alle bestanden mogen doorstreept worden, behalve **vmx = controle bestand** en **vmdk=harde schijf bestanden**. Indien de harde schijf gesplitst is en uit meerdere bestanden bestaat, moet je die allemaal ook behouden.

Name	Date modified	Type	Size
caches	07/01/2018 18:34	File folder	
Windows 10 x86.vmx.lck	10/06/2018 20:30	File folder	
vmware.log	05/08/2017 19:28	Text Document	278 KB
vmware-0.log	01/05/2017 15:55	Text Document	309 KB
vmware-1.log	01/05/2017 11:42	Text Document	329 KB
vmware-2.log	31/05/2016 21:49	Text Document	386 KB
Windows 10 x86.nvram	05/08/2017 19:28	NVRAM File	9 KB
Windows 10 x86.vmdk	05/08/2017 19:28	Virtual Machine Di...	28.961.728
Windows 10 x86.vmsd	22/05/2016 17:22	VMSD File	0 KB
Windows 10 x86.vmx	05/08/2017 19:28	VMware virtual ma...	4 KB
Windows 10 x86.vmxf	22/05/2016 21:43	VMXF File	5 KB
Windows 10 x86-f60ce3ad.vmem	31/05/2016 21:15	VMEM File	1.482.752
Windows 10 x86-f60ce3ad.vmss	05/08/2017 19:28	VMware suspende...	258.962 KB

#### 4.5.5 Move or copy?

Bij het werken in een virtuele omgeving, kreeg je af en toe de onderstaande boodschap. Je kan kiezen uit 'move', 'copy' en 'cancel'. Noteer hieronder de onderliggende oorzaak van die keuze.



Noteer hieronder je **motivatie voor een bepaalde keuze. wat kies je en waarom kies je dit?**

Bij 'copy' krijg je andere netwerkkaartinstellingen dan het oorspronkelijk bestand omdat men wil vermijden dat er twee virtuele machines metzelfde parameters in het netwerk actief zijn.

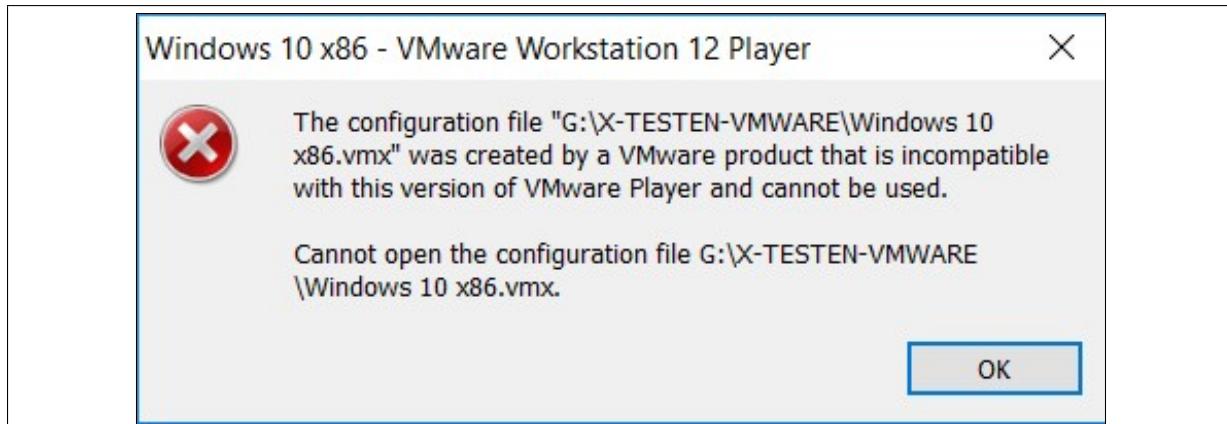
Kies alleen voor 'move' als je de bestanden verplaatst hebt en dat er geen gevaar bestaat dat een gekopieerde versie ervan op een andere plaats wordt herstart.

#### 4.5.6 Verder werken aan een virtuele machine op een andere locatie

Bij een aantal GIP groepjes vorig jaar lukte het niet om een virtuele machine, thuis gemaakt, op school te gebruiken. Je kreeg onderstaande foutbericht.

Noteer hieronder hoe je dit probleem als nog kon oplossen.

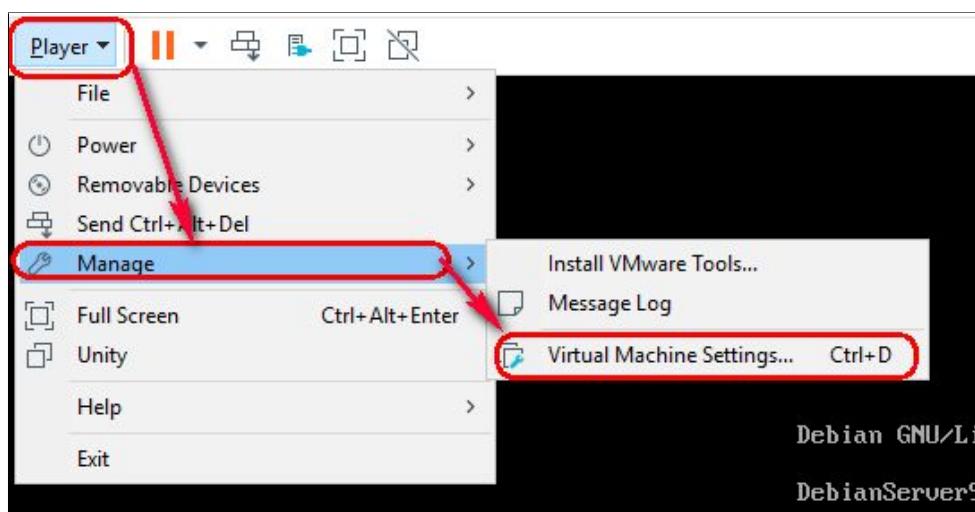
Er moeten in het configuratiebestand een of twee parameters aangepast worden: config.version = '8' en/of virtualHW.version = '10'. Het volstaat om de vermelde getallen over te nemen en opnieuw te proberen.



#### 4.5.7 Werken met de grafische interface van VMware

Een aantal handelingen moet je niet noodzakelijk via het vmx-bestand uitvoeren maar kan je via de grafische interface.

De nodige aanpassing kan je doorvoeren, door de grafische interface te gebruiken.



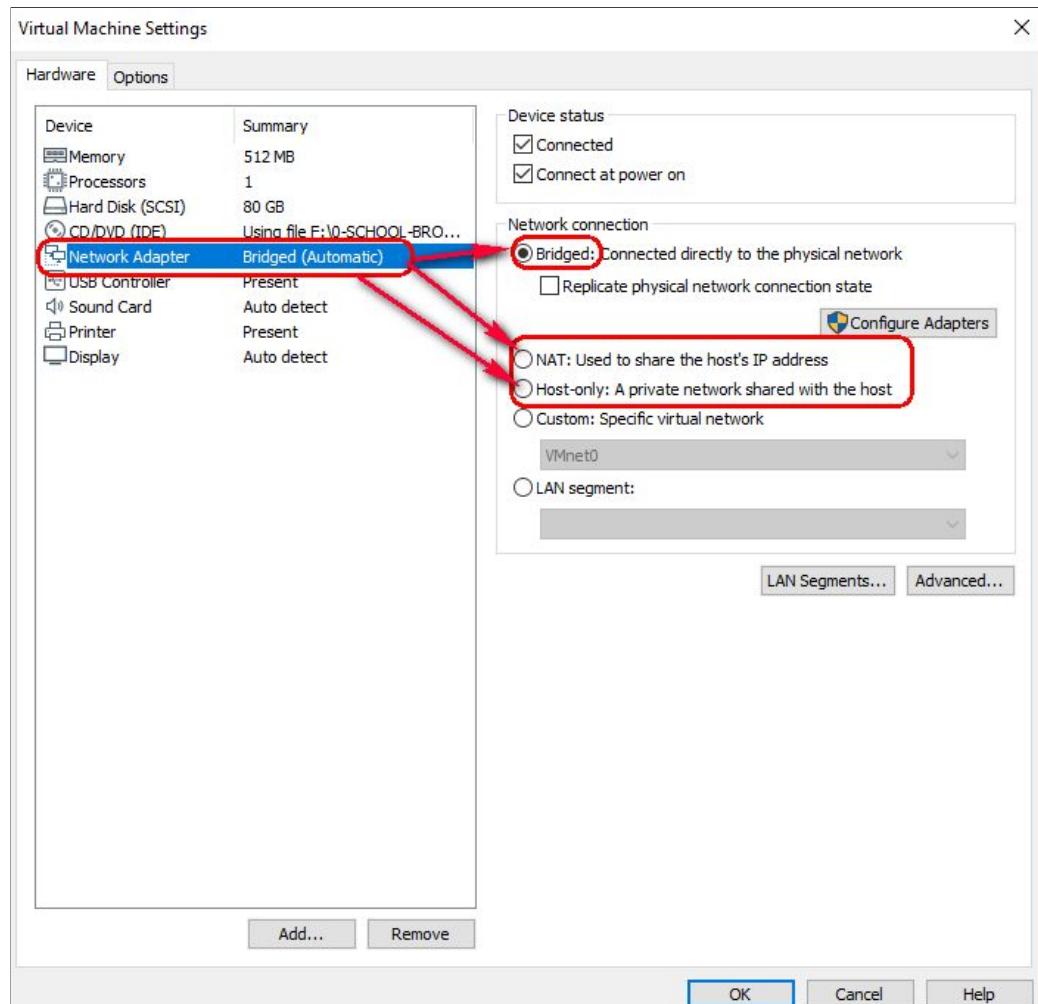
Figuur 4.5: Aanpassen van de instellingen via GUI

##### 4.5.7.1 De netwerkomgeving aanpassen

Je kan voor de netwerkomgeving van de virtuele machine 3 mogelijkheden gebruiken:

- **bridge**: de virtuele machine wordt als een gewone computer in het computernetwerk opgenomen. Je merkt niet dat het een virtuele machine is. In de lesklas op school is deze instelling niet toegelaten. Thuis is dit de voorkeurinstelling. In de laboklas hangt het van de opdracht af.
- **NAT**: de virtuele machine is verborgen achter een router en maakt via de omweg van de router, deel uit van het gewone computernetwerk. Er is een verbinding tussen de gastheer en de gast pc: beide toestellen hebben een IP v4 adres in hetzelfde netwerk.
- **Host Only**: de virtuele machine is verborgen achter een router en maakt geen deel uit

van het gewone computernetwerk. Er is wel een verbinding tussen de gastheer en de gast pc: beide toestellen hebben een IP v4 adres in hetzelfde netwerk.

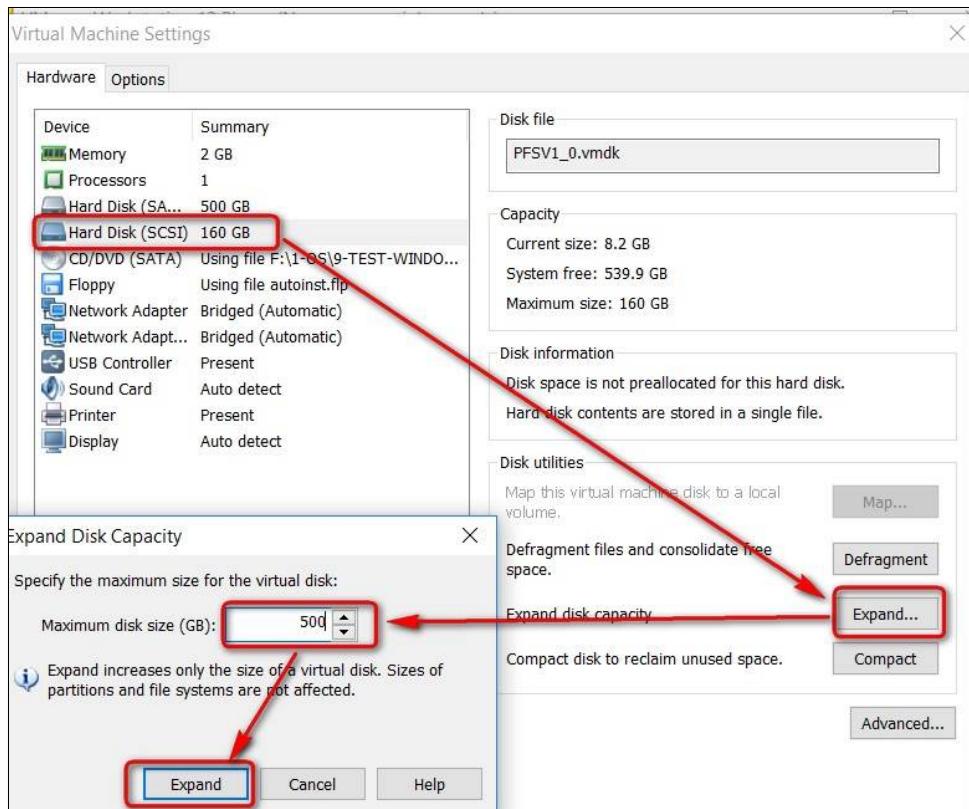


Figuur 4.6: Het aanpassen van de netwerkomgeving

#### 4.5.7.2 Een harde schijf aanpassen of toevoegen aan de virtuele machine

Je kan op een eenvoudige manier de aanwezige harde schijven aanpassen en zelfs uitbreiden.

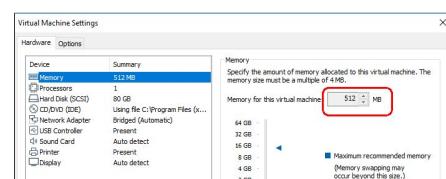
Analoog voeg je een nieuwe harde schijf toe. Je volgt de wizard zonder veel problemen.



Figuur 4.7: Aanpassingen aan de harde schijf

#### 4.5.7.3 Het toegewezen geheugen via grafische interface aanpassen

Op een eenvoudige manier kan je de grootte van het werkgeheugen van de virtuele machine aanpassen. De waarde kan je aanpassen per 4 KB.

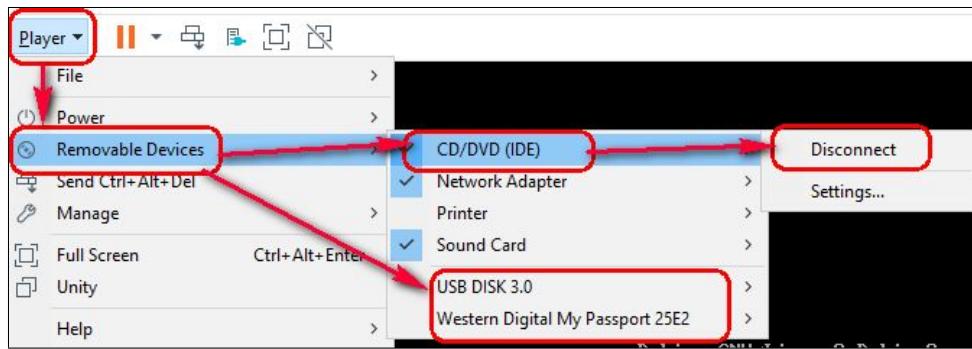


Figuur 4.8: Het aanpassen van het werkgeheugen van de virtuele machine

#### 4.5.7.4 USB apparatuur aankoppelen en veilig verwijderen

Op de figuur hiernaast zie je hoe je een DVD station kan verwijderen van de virtuele machine. Je merkt dat de DVD gekoppeld is aan de virtuele machine en hoe je dit veilig kan verwijderen..

Je ziet ook dat de externe harde schijf (MyPassport) en de USB-stick niet aangesloten zijn. Om deze te gebruiken moet je ze eerst 'connecten' met de virtuele machine..



Figuur 4.9: Randapparatuur koppelen en ontkoppelen

#### 4.5.8 Wat moet je kennen en kunnen

- ? Bespreek een schermafdruk van een melding van VMware, zoals '*I copied it / I moved it*'.  
Verklaar waarom je die boodschap krijgt, en welke keuze de meest aangewezen keuze is.
- ? Bespreek de betekenis van bepaalde opties uit het configuratiebestand van VMware
- ? Bespreek de betekenis van de voornaamste bestanden van een virtuele machine

## 4.6 Verkingsopdracht

In het onderdeel **Projecten** vind je de opdracht om thuis een correcte virtuele werkomgeving voor te bereiden.

# **Deel II**

# **Elektriciteitsleer**



# 1 De basisbegrippen van de elektriciteitsleer



1.1.1 *De begrippen elektrische lading, stroom, weerstand, vermogen, spanning en elektrische arbeid toelichten.*

Deze cursus is een algemene inleiding op **elektriciteitsleer**, die je in een opleiding zoals bijvoorbeeld tot **professioneel bachelor in de ICT** veel grondiger en diepgaander zult krijgen.

In deze cursus zijn ook een aantal stroomkringen getekend. Er zijn diverse programma's beschikbaar om elektrische schema's te tekenen. Op computer kan je gebruik maken van **Tinycad** op <https://sourceforge.net/projects/tinycad/>. Je kan ook webbased oplossingen gebruiken, vaak pas na aanmelding met een Google- of Facebookaccount. Een aantal van de tekeningen in deze cursus zijn gemaakt met het pakket **Circuitikz**, onderdeel van **LATEX**. Gebruik je zelf andere pakketten of heb je tips, mag je die altijd doorgeven als aanvulling op deze cursus

## 1.1 Het Bohr-Rutherford atoommodel

Je weet nog uit de lessen Natuurwetenschappen dat alle materie opgebouwd is uit atomen. Elk atoom bestaat uit een kern van niet-geladen **neutronen** en positief geladen **protonen**. Daar rond bewegen negatief geladen **elektronen**. De elektronen cirkelen rond de kern en bevinden zich op wel bepaalde afstanden, in een **orbitaal**, ook wel **schil** genoemd. Er zijn zes orbitalen. In dit model spreekt men van k, l, m, o, p en q. -orbitalen die zich telkens verder en verder van de kern bevinden. In elk orbitaal kan slechts maximaal een bepaald aantal elektronen bevatten: in het eerste orbitaal, het k-orbitaal maximaal 2. In het tweede orbitaal, het l-orbitaal maximaal 8. In het algemeen: in het  $n^{\text{de}}$  orbitaal  $= 2 * n^2$  elektronen. Elk van die orbitalen kunnen kleine energievergiffen optreden. Men spreekt van (sub-)orbitalen en onderscheid s, p, d en f orbitaal met respectievelijk maximaal 2, 6, 10 en 14 elektronen.

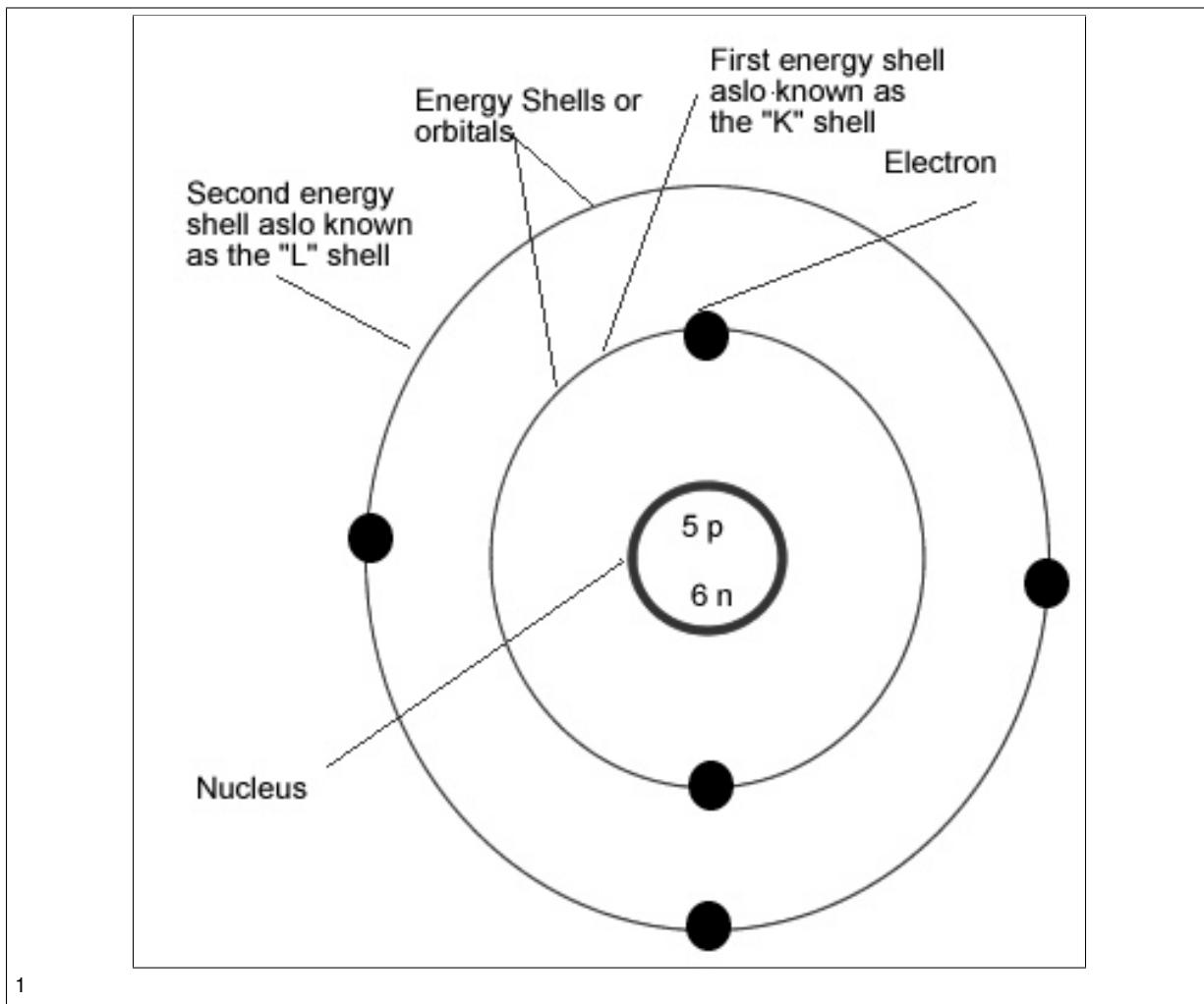
Hoe verder een orbitaal van de kern verwijderd is, hoe hoger het energieniveau in die schil. Als een elektron van een verdere naar een dichtere schil 'springt', komt een deel energie als straling vrij. Deze straling, gekendmerkt door zijn **golflengte**, is typisch voor het betreffende atoom en detecteerbaar als dusdanig. Het energieniveau wordt aangeduid met de term **ionisatiepotentiaal**: de elektrische potentiaal die nodig is om een elektron van het atoom te verwijderen.

In de figuur 1.1 op pagina II-4 merk je de voorstelling van een Boor atoom (afkorting B). Er zijn 5 protonen, dus 5 elektronen en 6 neutronen. In de tabel van Mendeljev (figuur 1.2 op pagina II-5) zie je het atoomgetal 5 en het atoomnummer voor Boor is 10,8 of afgerond 11.

- het **atoomgetal** is gelijk aan het aantal **protonen** en is gelijk aan het aantal **elektronen**

- de **atoommassa** rond je af naar de dichtstbijzijnde eenheid. Dit is de **som** van **het aantal neutronen en het aantal protonen**.

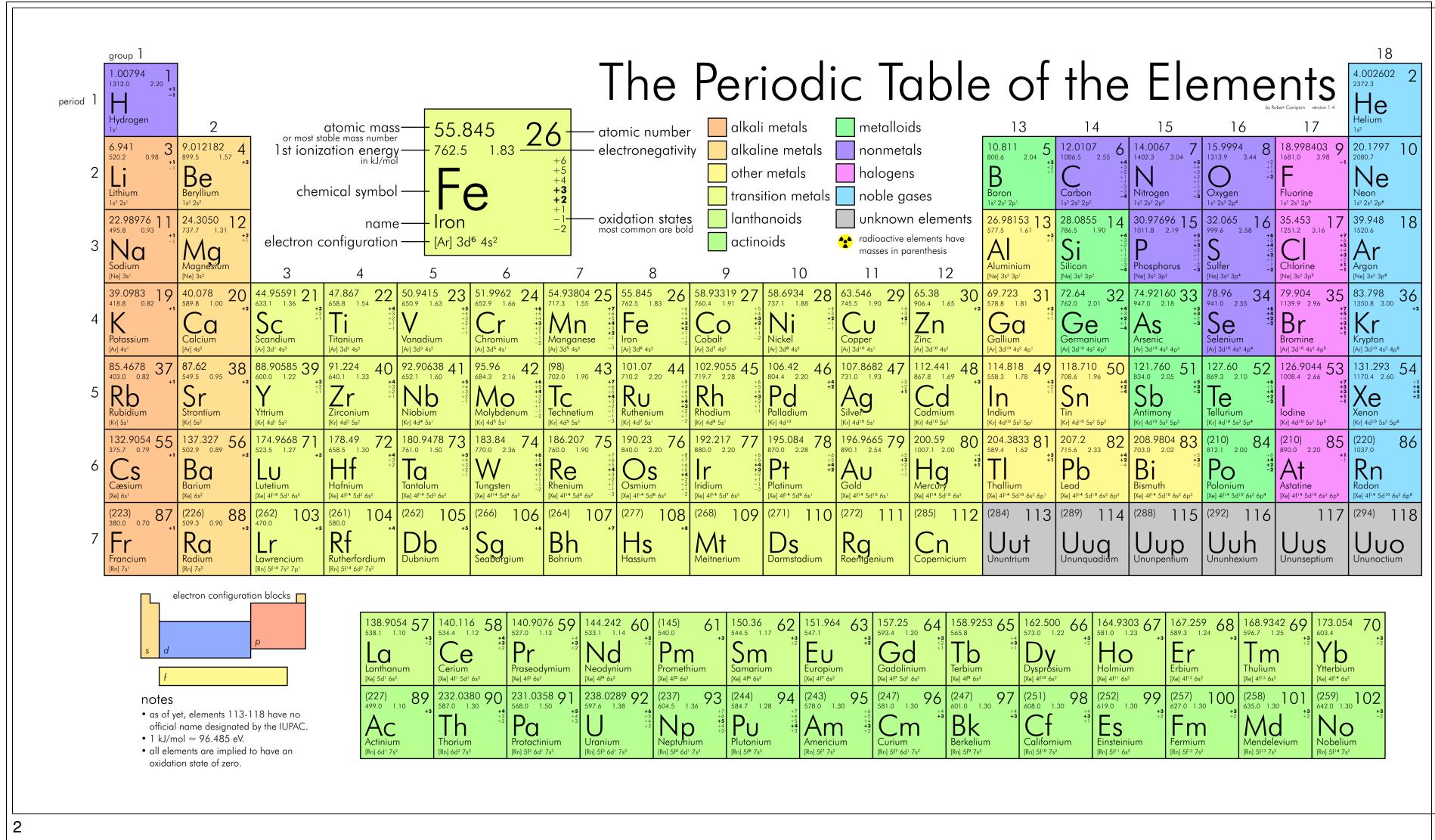
De verdeling van de elektronen over de verschillende orbitalen is als volgt:  $1s^2 2s^2 2p^1$



Figuur 1.1: Atoommodel van Bohr-Rutherford:

Ladingen van verschillend teken trekken elkaar aan, ladingen van hetzelfde teken stoten elkaar op. Je herkent dit principe bij de magneet (noord-en zuidpolen). De aantrekkingskracht tussen de positief geladen kern en het negatief geladen elektron, zorgt voor de beweging van het elektron rond de kern. Je kan dit vergelijken met de beweging van de maan rond de aarde. De aarde trekt de maan aan die daardoor in een baan rond de aarde beweegt.

In een normale situatie is het aantal protonen gelijk aan het aantal elektronen en heeft het atoom dus geen resterende positieve of negatieve lading. Het aantal protonen vind je terug in de **tabel van Medeljev** als 'atoomnummer'. Die tabel leert ons dat bv koper (Cu) 29 als atoomnummer heeft.



Figuur 1.2: Tabel van Mendeljev

## 1.2 Elektronen in beweging

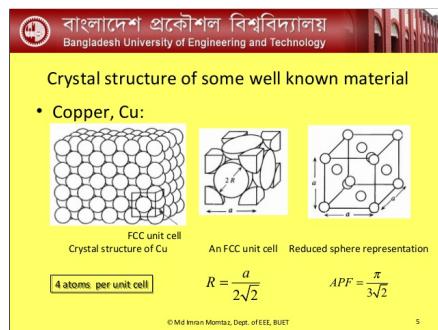
Vereenvoudigd komt materie in die (aggregatie-)toestanden voor: vast, vloeibaar en gas, waar tussen overgangen mogelijk zijn: zo is *smelten* de overgang van vast naar vloeistof.

In vaste vorm onderscheiden we **kristallijn** materiaal en **amorf** materiaal. Kristallijn materiaal betekent dat de **atomen** zich in een **kristalstructuur** gaan ordenen. Bijvoorbeeld ijzer (Fe) neemt de vorm aan van een kubus ruimte gecenterd kristal: een kubus met op alle hoekpunten een Fe-atoom en een negende atoom in het centrum van de kubus. Het **Atomium** in Brussel is de voorstelling van zo'n Fe-atoom. Andere structuren, zoals kubisch vlakken gecenterd, zijn mogelijk.

Het koperatoom (Cu) (figuur 1.3 op pagina II-6) heeft een kubus vlakken gecenterde structuur. In deze schikking is er een Cu atoom op elk hoekpunt van de kubus als ook in het midden van elk vlak.

De hoekatomen worden door vier kubussen gedeeld. De atomen in het midden van een vlak door twee atomen.<sup>a</sup>

<sup>a</sup><https://www.slideshare.net/lazmahmud/crystal-structures-34982506>



Figuur 1.3: cu-kristalstructuur

Het aantal elektronen in de buitenste schil, de **valentie-elektronen**, varieert. Slechts een beperkt aantal atomen hebben een buitenste schil die volledig opgevuld is. We vinden die atomen helemaal rechts op de tabel van Mendeljev (zie pagina II-5). Ze hebben de eigenschap om geen chemische reacties met andere stoffen aan te gaan, zij zijn **inert**. Een van de toepassingen is het gebruik van **Argon** als **brandblusmiddel** in computerraumtes.

De andere atomen proberen om de buitenschil volledig vol of volledig leeg te krijgen, afhankelijk van het aantal elektronen in rust in deze schil. Neemt het atoom elektronen op, dan krijgt ze resulterend een negatieve lading; verliest een atoom een elektron, dan krijgt het resulterend een positieve lading.

Bij **metalen** zoals Cu, Fe,... zijn er minder dan vier elektronen in de buitenste schil. Bij Cu is er één, bij Fe en Zn zijn er twee valentie-elektronen. Door het afstoten van respectievelijk een of twee elektronen is de atoomstructuur stabiever en krijgt het een positieve lading.

Afhankelijk van het **ionisatiepotentiaal** komt een elektron in de buitenste schil al dan niet gemakkelijk los en kan het willekeurig verspringen naar een andere plaats in het kristalrooster. **Metalen** hebben als kenmerk dat ze een lage ionisatiepotentiaal hebben. Elektronen uit de buitenste schil kunnen dus gemakkelijker verspringen. Een positief geladen atoom blijft over.

Bij **verhoging van de temperatuur** stellen we vast dat er **gemakkelijker** elektronen vrij komen. Bij het aanleggen van een potentiaalverschil (*een spanningsverschil*) tussen twee punten, merken we een elektronenstroom in één zelfde richting: naar de postieve lading van het potentiaalverschil. Elektronen worden door een positieve lading aangetrokken en door een ne-

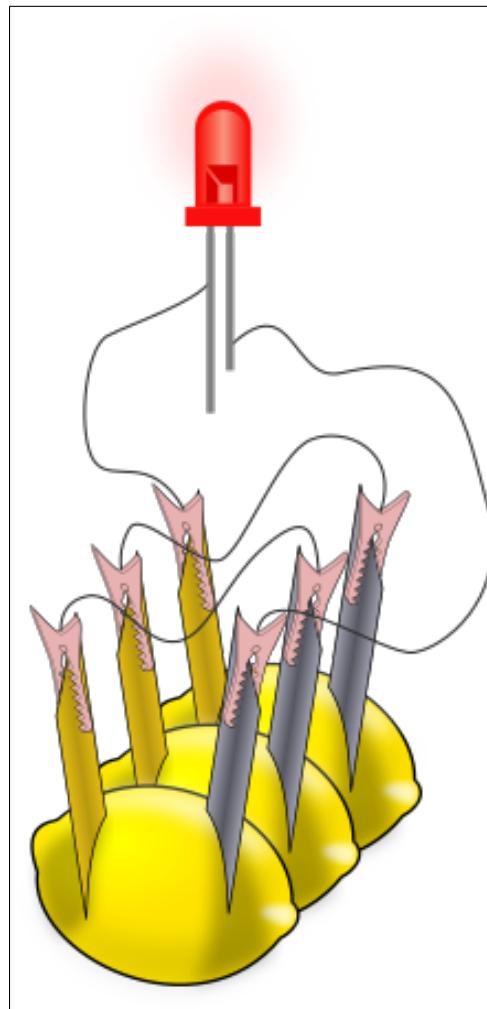
negatieve lading afgestoten. De richting waarin de elektronen zich voortbewegen onder invloed van een potentiaalverschil, noemt men **de stroomrichting**.

Je kent wellicht het experiment om een batterij te maken uit een citroen of appel, een koperen munt en een verzinkte nagel (of zinkplaatje).

Je steekt die beide stukjes metaal in het stuk fruit zonder dat ze elkaar raken. Beide metalen verbind je met een stukje koperdraad aan een voltmeter. Door het zuur van de citroen ontstaat een oxidatiereactie bij Zn waardoor  $Zn^{2+}$  ionen ontstaan. Zn heeft nu 2 vrije elektronen die door de koperdraad naar het koperen muntstuk vloeien. De weg doorheen de koperdraad is de weg van de minste weerstand voor de elektronen.

Aan het Cu muntstuk ontstaat een chemische reactie met de binding van  $2H^{+}$ -ionen met twee elektronen van Cu (dit is een reductie reactie). Deze batterij levert een spanning van 0.9 V en een stroomsterkte van circa 1 mA op.<sup>a</sup>

<sup>a</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Lemon\\_battery](https://en.wikipedia.org/wiki/Lemon_battery)



Figuur 1.4: Citroenbatterij met LED lampje

Er zijn meer dan één citroen nodig om een LED lampje te laten branden. Op de figuur 1.4 zie je drie citroenen. Een enkele citroen levert te weinig spanning en stroom op om een LED lampje te laten branden. De kabel loopt altijd van de positieve pool (Cu) naar de negatieve pool (Zn) van de volgende batterij. De LED lamp heeft twee metalen pinnen met een duidelijk lengte verschil. De langste pin is de plus en moet je verbinden met de positieve klem van de batterij. De negatieve heeft de kortste contactpin en moet uiteindelijk aangesloten worden op de negatieve klem van de batterij.

Als je bij gelijkaardige experimenten werkt met de spanning van 5 V uit je computer, dan mag je dit zeker gebruiken. Alleen moet je in serie met de LED lamp een weerstand plaatsen. Die weerstand noemt men een **voorschakelweerstand** en beperkt de spanningsval over de LED tot een aanvaardbare waarde, die de LED aankan.

Dit wordt later nog verder uitgewerkt en in de les gedemonstreerd.

### 1.3 Basisbegrippen uit de elektriciteitsleer

 1.1.1 De begrippen elektrische lading, stroom, weerstand, vermogen, spanning en elektrische arbeid toelichten.

In de onderstaande tabel (tabel 1.1) vind je de voornaamste basisbegrippen uit deze module. Uit de natuurwetenschappen weerhouden we de benaming van de kolommen.<sup>3</sup>

Grootheid <sup>4</sup>	Omschrijving	Eenheid	Symbol
Elektr. lading	de natuurkundige grootheid die aangeeft hoe een deeltje wordt beïnvloed door elektrische en magnetische velden <sup>5</sup>	Coulomb (C)	Q
Stroom(-sterkte)	de hoeveelheid lading die per tijdseenheid doorheen een geleider of halfgeleider stroomt	Ampere (A)	I
Spanning	Het potentiaalverschil tussen twee punten	Volt(V)	U
Weerstand	materiaaleigenschap dat de moeilijkheid weergeeft waarmee een elektrische stroom doorheen een materiaal kan stromen onder invloed van een spanning.	Ohm( $\Omega$ )	R
Arbeid	Dit is de stroom die onder invloed van een potentiaalverschil gedurende een bepaalde periode stroomt.	Joule (J) -> kWh	W
Vermogen	Dit is de arbeid per tijdseenheid: de hoeveelheid energie dat een elektrisch toestel verbruikt (of opwekt) per tijdseenheid	Watt(W)=J/s	P

Tabel 1.1: Basisbegrippen uit de elektriciteitsleer

### 1.4 De elektrische lading

Dit begrip zal vooral bij **statische elektriciteit** merkbaar zijn. Je kent ongetwijfeld het experiment waarbij je over een ballon wrijft met een wollen doek. Je bent dan in staat om papier-snippers aan te trekken. Door het wrijven zorg je ervoor dat er elektronen naar de ballon gaan, waardoor de ballon een negatieve lading heeft. Papier heeft evenveel postieve als negatieve ladingen. De negatieve lading van een ballon zal de positieve lading van het papier aan trekken (en de negatieve ladingen afstoten). Als ballon en papier dicht genoeg zijn en de ballon heeft voldoende negatieve ladingen, dan wordt het papier aangetrokken want de aantrekkingskracht is dan groter dan de zwaarte kracht.<sup>6</sup>

<sup>3</sup>Volgende definities gelden:

**grootheid** Dit is eigenschap die je kunt meten met een maatgetal en een eenheid  
**maatgetal** Dit is het aantal eenheden  
**eenheid** Dit is de maat waarin je een grootheid meet.

<sup>6</sup>[http://www.stroomopwaarts.be/sites/stroomopwaarts.be/files/deel2\\_word\\_elektrisch\\_inspecteur\\_2\\_nieuw.pdf](http://www.stroomopwaarts.be/sites/stroomopwaarts.be/files/deel2_word_elektrisch_inspecteur_2_nieuw.pdf)

Afhankelijk van je kledij, schoeisel, vloerbekleding, vochtigheidsgraad, ... kan je ook zelf een positieve of negatieve lading hebben.

Voor zover bekend komt elektrische lading in de natuur alleen voor in gehele veelvouden van de elementaire lading  $e$ . Deze is gelijk aan de lading van het proton en heeft een waarde van (afgerond)  $1,6 \times 10^{-19} C$ . Het elektron heeft precies dezelfde lading, maar met een negatief teken.

## 1.5 De elektrische stroomzin

De stroom is de verplaatsing van ladingsdragers doorheen een geleider of halfgeleider onder invloed van een potentiaalverschil (*spanningsverschil*).

In een klassieke gesloten stroomkring zijn de ladingsdragers **elektronen** die van de negatieve pool naar de positieve pool stromen. De **stroomzin** is dus van 'min' naar 'plus'. Vooraleer het begrip 'elektron' bekend was, waren de wetenschappers overtuigt dat de stroom door positief geladen delen werd overgebracht en dat de stroom liep van 'plus' naar 'min': van de positieve pool naar de negatieve pool. Dit beschouwde men toen als 'de stroomzin'. Dit kwam in conflict met later inzicht, waarbij de elektronen zich in tegenovergesteld richting begeven.

Men voerde nadien het begrip **conventionele stroomzin** in. De **conventionele stroomzin** is de stroomzin doorheen een gesloten stroomkring van de positieve naar de negatieve pool.

## 1.6 De elektrische spanning



1.1.4 *De soorten spanningen en stromen omschrijven, onder meer gelijkspanning en -stroom, wisselspanning en -stroom.*

De elektrische spanning is het potentiaalverschil tussen twee punten.

De **potentiaal** van een punt is de **hoeveelheid potentiële energie per eenheid van lading** in dat punt, uitgedrukt in Joule per Coulomb wat gelijk is aan 'Volt'.

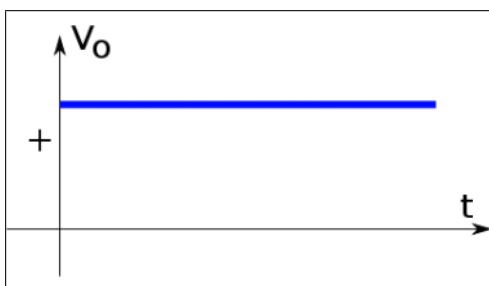
Het potentiaalverschil is de arbeid die nodig is om een lading van 1 Coulomb van één punt naar een ander punt te brengen en wordt uitgedrukt in Volt.

We onderscheiden twee vormen van spanning,

### 1.6.1 De gelijkspanning

**gelijkspanning** is een potentiaalverschil tussen twee punten die niet van teken veranderd maar wel van grootte kan veranderen.

In theorie houdt het altijd dezelfde waarde aan en is een horizontale rechte , evenwijdig met de x-as. De waarde op de y-as is de waarde van de spanning. In de praktijk zal de waarde van de spanning afnemen in functie van de tijd en<sup>a</sup> afhankelijk van het type van stroombron.



Figuur 1.5: Gelijkspanning

<sup>a</sup><http://www.nl.wikisage.org/wiki/Gelijkspanning>

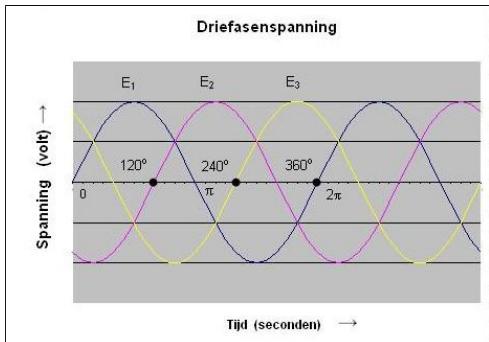
In een computer gebruiken we gelijkspanningen van 3.3V, 5V en 12V. De USB-poorten kunnen een voeding afleveren van 5V, wat met een extra weerstand er bij, ideaal is om een LED-lampje te laten branden of een externe USB-schijf van spanning te voorzien.

Gelijkspanning wordt bijvoorbeeld door een batterij geleverd. In de computer zal de **voeding** zorgen voor de omzetting van een wisselstroom van 220 V naar de nodige gelijkstroomen.

### 1.6.2 De wisselspanning

**wisselspanning** is een potentiaalverschil tussen twee punten dat in functie van de tijd op een **regelmatige wijze van teken wisselt**. In de praktijk wordt een sinus-functie gevuld.

Op de figuur 1.6 zie je drie sinusfuncties, die elk het verloop van de spanning in één van de drie fasedraden van een driefasestroomnet, voorstellen. Elke fase is een verschuiving van  $120^\circ$  of  $2/3\pi$  - radialen



Figuur 1.6: Driefasen wisselspanning

<sup>a</sup>

<sup>a</sup><http://www.nl.wikisage.org/wiki/Wisselspanning>

- ? Bespreek de begrippen spanning, gelijkspanning, wisselspanning.

## 1.7 Frequentie en periode



1.1.8 *De begrippen periode, frequentie en bandbreedte en hun onderling verband toelichten.*

De **frequentie** is het aantal keren per seconde dat eenzelfde gebeurtenis voorvalt. In het ons geval is dat bv het aantal keer per seconde dat de spanning een maximale positieve waarde bereikt. De eenheid van de periode is **Herz** , afgekort als **Hz** en is gelijk aan  $1/s$  .

De **periode** is de tijd in seconden tussen twee terugkerende gebeurtenissen, bv de tijd tussen het bereiken van de maximale positieve waarde, of de tijd tussen het kruisen van de grafiek

met de x-as tijdens de stijgen van de spanning.<sup>7</sup>

Er is een verband tussen frequentie en periode:  $periode = 1/frequentie$

## 1.8 De elektrische stroom



1.1.4 *De soorten spanningen en stromen omschrijven, onder meer gelijkspanning en -stroom, wisselspanning en -stroom.*

- ? Bespreek de begrippen stroom, gelijkstroom, wisselstroom.

### 1.8.1 De gelijkstroom

Gelijkstroom is de stroom met constante stroomrichting. Dit betekent niet dat de waarde van stroom niet kan veranderen maar enkel dat de stroomrichting dezelfde blijft. Deze stroom wordt gebruikt bij elektronicatoepassingen, waaronder het inwendige van de computer.

Gelijkstroom wordt vaak met de Engelse benaming 'Direct Current' of **DC** aangeduid.

### 1.8.2 De wisselstroom

Wisselstroom is de stroom met een wisselende stroomrichting en volgt dezelfde frequentie als de wisselspanning waarmee het in verhouding staat. Het zijn beiden sinusoïden.

Wisselstroom wordt vaak met de Engelse benaming 'Alternating Current' of **AC** aangeduid.

#### 1.8.2.1 Een zuivere ohmse belasting

Als de wisselspanning dadelijk een wisselstroom tot gevolg heeft in een gesloten stroomkring, zoals bij een gewone (lineaire) weerstand, dan starten de sinuscurve van stroom en spanning op hetzelfde moment.

#### 1.8.2.2 Een inductieve belasting

Als de wisselstroom pas na verloop van tijd volgt als reactie op de wisselspanning, zeggen we dat de 'stroom naijt' op de spanning. Dit kan als er geen gewone weerstand maar bij inductieve belasting: er is een weerstand tegen het vloeien van de stroom en pas na enige tijd vloeit de stroom. Een **spoel**, onderdeel van een transformator, is zo'n component.

#### 1.8.2.3 Een capacitieve belasting

Als we in een elektrisch circuit **condensatoren** hebben, merken we dat ze zich gedragen als batterij wanneer de spanningsbron wegvalt. Zonder wisselspanning ontladen ze zich en geven

<sup>7</sup>Als je de periode op een grafiek aanduidt, kan je best de tijd nemen tussen twee opeenvolgende maximale waarden van de functie. Analoog neem je de tijd tussen twee opeenvolgende minimale waarden.

Dit is eenvoudiger dan de snijpunt van de grafiek met de x-as. Immers in een periode heb je maar één keer een maximale waarde maar twee maal een snijpunt met de x-as (eenmaal voor de stijgende en eenmaal voor de dalende flank)In plaats van de maximale waarde

aanleiding tot een stroom. Dit wordt gebruikt bij **gelijkrichters** om de sinusfunctie van de spanning af te vlakken.

Bij capacitieve belasting merken we dat de wisselstroom voorijlt op de wisselspanning.

## 1.9 De weerstand

Behalve in het geval van supergeleiding, wat bij temperaturen net boven het absolute nulpunt van 0K of  $-273^{\circ}\text{C}$  mogelijk is, zal de elektrische stroom doorheen een materiaal een afremming (*een weerstand*) ondervinden. Die weerstand is oneindig groot bij isolatoren. De weerstand bij geleiders hangt van een aantal zaken af:<sup>8</sup>

- het materiaal: elke materiaal heeft een eigen elektrische weerstandswaarde, bv Cu: heeft als elektrische weerstand  $167,4 \frac{\Omega}{\text{m}}$
- de lengte : hoe langer de afstand, hoe hoger de weerstand
- de dwarssectie, bv de diameter bij cirkelvormige geleiders: hoe groter de dwarssectie, hoe lager de weerstand.

Bij elektronica-projecten zoals met Arduino en Raspberry gebruik je weerstanden zoals op figuur hiernaast. Het maximaal vermogen dat dergelijke weerstanden aankunnen is grootteorde 0,25 W en zullen nooit in een netwerk op 220V kunnen gebruikt worden. Daar bestaan andere weerstanden voor.



Figuur 1.7: Foto van een weerstand

a

<sup>a</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Kleurcodering\\_voor\\_elektronica](https://nl.wikipedia.org/wiki/Kleurcodering_voor_elektronica)

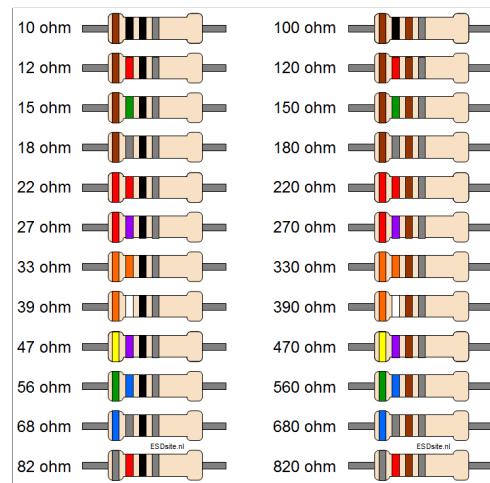
	zilver	goud	zwart	bruin	rood	oranje	geel	groen	blauw	violet	grijs	wit
Mantis, eerste 2 of 3 ringen			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vermenigvuldigingsfactor, volgende ring	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$	$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$		
Tolerantie, meestal laatste ring	10%	5%		1%	2%			0,5%	0,25%	0,1%	0,05%	
Temperatuurafhankelijkheid, meestal vijfde ring				1%	0,1%	0,01%	0,001%					
Ezelsbruggetje			Zij	BRengt	ROzen	Op	GErrits	GRaf	Bij	Vles	GRIJS	Weer

Figuur 1.8: Kleurenschaal voor decodering weerstanden

<sup>8</sup>dit is de Wet van Pouillet

Niet elke weerstand bestaat. Er bestaan diverse tabellen met toegelaten waarden. Hiernaast vind je zo'n voorbeeld voor de weerstanden van 10 tot en met 820 ohm en hun kleurencode (als toepassing op bovenstaande tabel). Als je berekeningen maakt bv, schakeling van weerstanden in serie en/of parallel, dan moet je de bekomen waarde aanpassen aan een van de beschikbare waarden. Als je een hogere weerstandswaarde kiest, zal de stroom doorheen de stroomkring lager zijn. Dit is misschien een veiligere keuze. Dit moet je altijd in je nabespreking bij zo'n oefening explicet vermelden.

<sup>9</sup>



Figuur 1.9: toegelaten weerstandswaarden

- ?
- Bespreek het begrip (elektrische) weerstand.

## 1.10 De elektrische arbeid

Arbeid en energie zijn twee verwante begrippen, beiden in Joule(J) uitgedrukt. Energie is een eigenschap van materie zoals de potentiële energie dat een voorwerp heeft, louter op basis van de hoogte waarop het zich bevindt. Arbeid is de combinatie (*rekenkundig het product*) van de kracht en de afstand die nodig is om een voorwerp op die hoogte te brengen/ te houden.

Arbeid kan je omschrijven als de energie die van de ene energiebron in de andere wordt omgezet. Arbeid kan je omschrijven als de totale hoeveelheid energie die omgevormd wordt.

Arbeid: de stroom die door een potentiaalverschil gedurende een bepaalde tijd stroomt. Een aangeleide eenheid is kWh. Jaarlijks wordt de totale hoeveelheid kWh door je energieleverancier gefactureerd. Dit bedrag is de verbruikte energie die omgezet is tot bijvoorbeeld de opwarming van water, het draaien van motoren zoals mixer en wasmachine enzoverder .

De kostprijs is afhankelijk van de elektriciteitsleverancier en de diverse belastingen. Als vuistregel kan je stellen dat  $1 \text{ kWh} = 0.3 \text{ EUR}$  <sup>10</sup>

## 1.11 Het elektrisch vermogen

Uit de lessen natuurkunde weet je wellicht nog dat het **vermogen** gelijk is aan de **arbeid per tijdseenheid**. In de elektriciteitsleer geldt dat  $\text{vermogen} = \text{stroom} * \text{spanning}$  en wordt uitgedrukt in Watt.

Je kan geen uitspraak doen over wat verbruikt er meer: een lamp van 100 W of een LED lamp van 5 W als ze allebei dezelfde lichtsterkte (in Lumen) uitstralen. <sup>11</sup>

<sup>9</sup><https://www.esdsite.nl/elektronica/kleurcode1.html>

<sup>10</sup>Deze prijs is een afronding naar het hogerliggend tiental van het tarief van Ecopower <https://www.ecopower.be/elektriciteit>

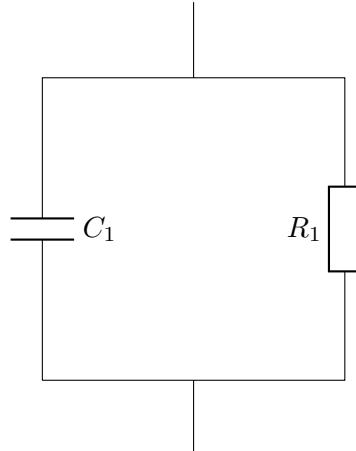
<sup>11</sup>De reden is dat de duurtijd van gebruik ontbreekt. Beiden hebben een verschillend vermogen maar de kostprijs

- ? Bespreek het begrip 'elektrisch vermogen'.
- ? Bereken en bespreek het elektrisch vermogen op basis van waarden van spanning, stroom of weerstand.

## 1.12 Het menselijk lichaam

Het menselijk lichaam kan je voorstellen door een **parallelschakeling** van een condensator  $100\text{pF}$  met een weerstand van  $1.5\text{k}\Omega$ <sup>a</sup>

<sup>a</sup><https://www.esda.org/assets/Uploads/documents/FundamentalsPart5.pdf>, geconsulteerd op 2018/07/25



Afhankelijk van het materiaal waarmee je statische elektriciteit opwekt, word je overwegend positief of negatief geladen.<sup>12</sup> Wrijf je met een **wollen doek**, dan krijgt het wol een positieve lading en jij dus een negatieve lading.

## 1.13 De halfgeleider

In de elektriciteitsleer maak je een onderscheid tussen geleiders en isolatoren. In de elektronica werken we met **halfgeleiders**. Een **halfgeleider** is een materiaal dat bijzondere elektrische eigenschappen heeft en vormt de basis voor elektronica-componenten zoals de **diode**, de **transistor**, de IC (of chips) en zo ook van de computerprocessor.

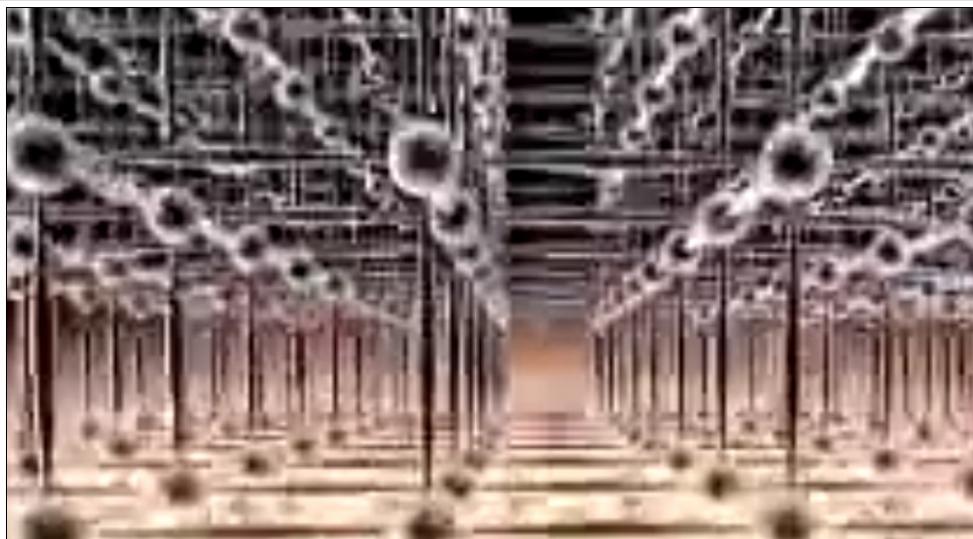
De figuur 1.10 op pagina II-15 toont een Siliciumkristal, gemaakt uit vloeibaar zuiver Si. Si is afgeleid van zand na zuivering. Elke Si atoom heeft vier elektronen in de buitenste schil die een covalente binden aangaan met de vier elektronen van een buuratomen. Daardoor hebben de elektronen niet de neiging om zich te verplaatsen onder invloed van een potentiaalverschil (Si is een niet-geleider).

In dit kristalrooster brengt een laserstraal vreemde atomen aan, waaronder Fosfor (P) en Boor (B). Fosfor heeft in totaal 5 elektronen in de buitenste schil ( $3s^23p^3$ ) en zal voor 4 elektronen een covalente binding en het 5de elektron is losser gebonden en dus vrij om te bewegen. Er is een overschat aan elektronen. Dit noemt met 'n-silicium'. Boor is drie elektronen in de buitenste schil ( $2s^22p^1$ ) en zal proberen een elektron te lenen. Zo ontstaat in het Si-rooster een tekort aan vrij elektronen en dus een 'gat'. Dit noemt met 'p-silicium'.<sup>14</sup>

van gebruik, is afgeleid van de verrichte arbeid. Het vermogen (in Watt) vermenigvuldigd met de tijdsduur (in sec) levert je de verbruikte energie, en dus de verrichte arbeid op.

<sup>12</sup>[http://www.electrostatics.net/articles/static\\_build\\_up\\_on\\_people.htm](http://www.electrostatics.net/articles/static_build_up_on_people.htm)

<sup>14</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Halfgeleider\\_\(elektronica\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Halfgeleider_(elektronica))



13

Figuur 1.10: Een detailfoto van een Si-kristalrooster

In plaats van P en B kan je ook andere elementen met dezelfde kenmerken nemen.

Elektronische componenten zijn combinaties van die p- en die n-overgangen. Bijvoorbeeld:

- de combinaties 'pnp' en 'nnp' zijn transistoren
- de combinatie 'np' vormt de basis voor de diode en een bijzondere vorm van de diode: de LED.

? Bespreek het begrip **halfgeleider**

## 1.14 Het dielectricum

Het diëlectrum is een stof of materiaal dat sterk elektrisch isolerende eigenschappen heeft omdat het een slechte geleider is. Er zijn vrijwel geen vrije elektronen beschikbaar voor geleiding. Een condensator bestaat onder andere uit dit materiaal.

Bij een zeer hoge spanningsverschil over het diëlectricum kan er **doorslag** ontstaan en hierdoor geleiding. Een voorbeeld is de bliksem: normaal is lucht een slechte geleider maar bij hoge potentiaalverschillen tussen de wolken of tussen een wolk en de aarde kan er ontlading ontstaan en een bliksem zichtbaar worden.

? Bespreek het begrip **dielectricum**

*Pagina voor eigen notities.*

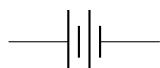
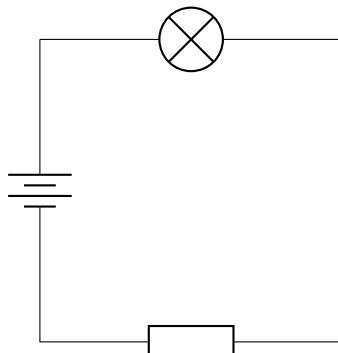
## 2 De stroomkring: V, I, R en P toegepast



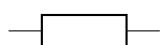
1.1.2 De symbolen en eenheden van spanning, stroom, weerstand, vermogen en elektrische arbeid correct gebruiken.

### 2.1 Een eenvoudige stroomkring

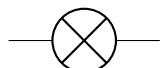
Hieronder vind je een afbeelding van een zeer eenvoudige stroomkring die bestaat uit een spanningsbron (batterij), een lamp en een weerstand. Op deze figuur moet je de (conventionele) stroomzin aanduiden, en de symbolen en eenheden van spanning, stroom en weerstand kunnen aanduiden.



Dit is het symbool voor gelijkspanning. Het lange 'been' staat voor de plus pool, het korte been voor de negatieve pool.



Links zie je het Europees symbool voor weerstand; rechts het Amerikaanse. Je moet beide symbolen herkennen. De weerstanden die wij gebruiken hebben geen polariteit. Er is geen voorkeursrichting bij het gebruik ervan in een stroomkring.



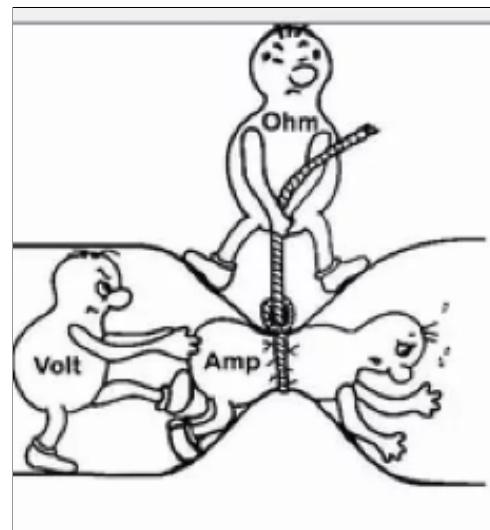
Dit is het symbool voor lamp. De lamp heeft zelf ook een weerstand.

### 2.2 De wet van Ohm in de stroomkring

Een **stroomkring** is een gesloten weg die de stroom aflegt. De stroom vertrekt van de pluspool van de batterij, en gaat via de geleider naar de verschillende componenten in de stroomkring. Dit kunnen onder andere weerstanden, spoelen, condensatoren, halfgeleiders zijn. In de uitgewerkte voorbeelden werken we met een **batterij** en een of meerdere **weerstanden**. In een dergelijke stroomkring is er een verband tussen spanning, stroom en weerstand. Dit is de **wet van Ohm**

De wet van Ohm legt een verband tussen spanning , stroom en weerstand:

- als de **spanning** toeneemt, zal ook de **stroom** stijgen. Immers het potentiaalverschil dat de vrije elektronen in een bepaalde richting doet bewegen verhoogt waardoor de elektronenstroom ook toeneemt.
- als de **weerstand** stijgt, zal de **stroom** dalen. De weerstand hindert de elektronenstroom.



Figuur 2.1: De wet van Ohm

a

<sup>a</sup><https://video.scholieren.com/video/7621/weerstanden-in-schakelingen-bepaald-met-de-wet-van-ohm>

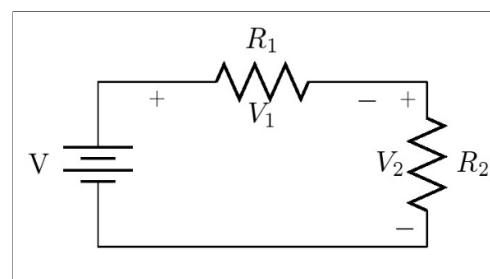
De **wet van Ohm** is  $U = R * I$

- ? Bereken de waarde van spanning, stroom, weerstand in een stroomkring, op basis van de wet van Ohm
- ? Bereken de vervangwaarde van de weerstand bij een serieschakeling van weerstanden.
- ? Bereken de vervangwaarde van de weerstand bij een parallelenschakeling van weerstanden.

## 2.2.1 De serieschakeling van weerstanden

De serieschakelingen van weerstanden is een vaak voorkomende combinaties. Het klassieke voorbeeld zijn de lampjes in de kerstboom.<sup>1</sup>

Bij een serieschakeling van weerstanden is de elektrische stroom door elke weerstand dezelfde. Er is nergens verlies van stroom. De totale spanning zal wel verdeeld worden over de verschillende weerstanden.  $V_{tot} = V_1 + V_2$  Als je de wet van Ohm toepast, is bij elke weerstand de verhouding  $U/R$  gelijk.



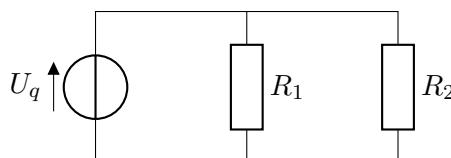
Figuur 2.2: Serieschakeling van weerstanden

We delen de verhouding van de spanning door de stroom  $I$  die overall dezelfde is. De verhouding  $\frac{\text{Spanning}}{\text{Stroom}}$  levert de gekende waarde van de weerstand op.  $\frac{V_{tot}}{I} = \frac{V_1}{I} + \frac{V_2}{I} \rightarrow R_{tot} = R_1 + R_2$

Nadien kan je de spanningsval over elke weerstand bepalen.

<sup>1</sup><https://tex.stackexchange.com/questions/177043/how-to-avoid-the-poles-of-the-voltages-to-overlap-the-resistors>

## 2.2.2 De parallelschakeling van weerstanden



Bij een **parallelschakeling** van weerstanden, is de spanningsval over elke weerstand dezelfde en zal de stroom doorheen elke weerstand verschillend zijn. We passen ook hier de wetten van Ohm toe om de stroom en de vervangweerstand te bepalen.

De berekening verloopt analoog:  $I_{tot} = I_1 + I_2$

We delen vervolgens elke term door de spanning  $V$  die overal dezelfde is.  $\frac{I_{tot}}{V} = \frac{I_1}{V_1} + \frac{I_2}{V_2}$

*Spanning/Stroom levert Weerstand Dus  $\frac{I}{U} = \frac{1}{R}$*

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

## 2.2.3 Het correct uitmeten van spanning en stroom



1.5.5 *Gelijk- en wisselspanning correct uitmeten.*

De stroom meet je met een ampère meter, de spanning meet je met een voltmeter.



Figuur 2.3: De spanningsmeter



Figuur 2.4: De ampere meter

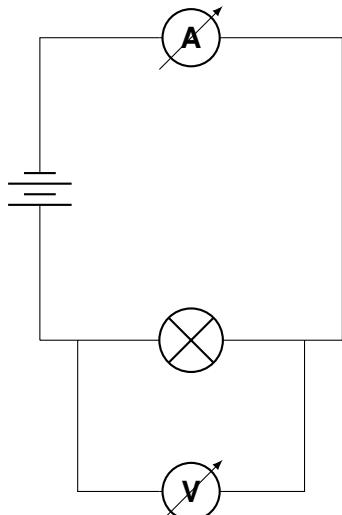
Algemene tips bij het gebruik van meettoestellen:

- let op de schakeling 'AC /DC'
- begin van een hogere maximale meetwaarde naar een lagere meetwaarde. Je hebt dan de minste kans om je toestel te beschadigen.
- Bij de ampermeter kan je ook de stroomkabel 'in de tang' nemen en zo een meetwaarde bekomen door gebruik te maken van het **magnetisch veld** dat een **wisselstroom** in een

**geleider** veroorzaakt.

Hieronder vind je een figuur waarbij je zowel de stroom als de spanning in een gesloten stroomkring met gelijkspanning, kan meten.

De stroom meet je door het meettoestel in de stroomkring op te nemen. Immers de volledige stroom moet door het meettoestel gaan.



Het uitvoeren van de meting mag zelf de stroomkring zo weinig mogelijk verstören. Dit betekent dat de spanningsval over het meettoestel minimaal moet zijn, en daardoor de weerstand van het meettoestel moet zo klein mogelijk zijn.//

De spanning(/spanningsval) meet je door het meettoestel in serie over het onderdeel te plaatsen waarover je de spanningsval wilt meten. Ook in dit geval wil je de andere waarden zo weinig mogelijk verstören. De volledige stroom moet dus zo goed mogelijk door de weerstand gaan en zo weinig mogelijk door het meettoestel.

In dit geval betekent het dat de **weerstand** van de spanningsmeter zo **hoog** mogelijk moet zijn, om zo te vermijden dat er een te groot deel van de stroom doorheen het meettoestel vloeit.

Als demonstratie en later in het hoofdstuk over de **voeding** zullen we de spanning meten van een voeding van een computer.

- ?      Meet de spanning en de stroom in een stroomkring.

## 2.3 De warmteontwikkeling als gevolg van stroom en weerstand



### 1.1.3 De invloed van het toevoegen van vermogen op de totale stroom en op het ontwikkelen van warmte toelichten.

Bij de Wet van Ohm rekenen we met spanning, stroom en weerstanden. Een klassiek voorbeeld is een spanning van 5 V, een weerstand van 100 Ohm en hierdoor volgt dat de stroom gelijk is aan 0.05A.

De weerstand moet dus een vermogen verwerken van  $5 * 0.05 = 0,25$  Watt. De klassieke weerstanden kunnen een vermogen aan van 1 tot 2 W. Het effect van dat vermogen is het warm worden van de weerstand.

Als je dezelfde weerstand zou gebruiken in een stroomkring met wisselspanning (wat op zich geen probleem) maar met een waarde van 230 V, is het vermogen totaal anders. Op de eerste plaats wordt de stroom in deze kring  $230/100 = 2,3$  A en is het ontwikkeld vermogen gelijk aan  $230 * 2,3 = 529W$ , wat door dit type van weerstand nooit verwerkt kan worden. De weerstand oververhit en gaat onmiddellijk stuk.

In computersystemen is de warmteafvoer een belangrijke factor om de levensduur van de componenten te behouden.

*Pagina voor eigen notities.*

### 3 De aarding



#### 1.1.5 Het begrip aarding toelichten.

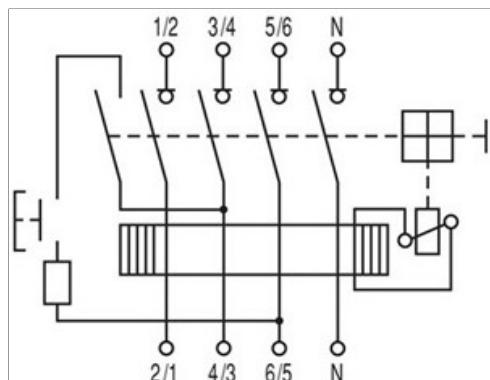
Hierboven vond je de definitie van potentiaal en potentiaalverschil. Vaak wordt als referentiewaarde 'de aarding' genomen met een potentiaal van 'nul Volt' en voorgesteld door een aantal symbolen, gelijkaardig  $\equiv$  of  $\perp$ .

In het klaslokaal merk je op dat, zowel als thuis, de stopcontacten voorzien zijn van een metalen pin: de aardingspin. De binnenhuisinstallatie moet voldoen aan de eisen van het **algemeen reglement op de elektrische installatie (AREI)**.

Deze **aardingspin** vermindert het gevaar op elektrocutie. Wanneer een elektrisch toestel slecht geïsoleerd is, bv door een beschadiging van de isolatie of slechte aansluiting met een elektrisch toestel, dan loop je gevaar als je een metalen onderdeel van het toestel aanraakt. Bij correcte installatie zal dat metalen deel verbonden zijn met de aardingsdraad in de voedingskabel en via de stekker in het stopcontact verbonden met de aardingspin. Een stroom die via de aardingsdraad loopt zal afgevoerd worden naar de aarding van de binnenhuisinstallatie. Bovendien zal de verplichte **differentieel schakelaar** in je schakelkast dit stroomverlies opmerken en onmiddellijk de stroomkring onderbreken.<sup>1</sup>



Figuur 3.1: 4 polige differentieelschakelaar 300 mA



Figuur 3.2: Elektrisch schakelschema van de differentieelschakelaar

Op de differentieelschakelaar is er boven de 'aan/uit' hendel een testknop. Zo test je of de schakelaar nog correct werkt.

<sup>1</sup><https://gigatek.be/nl/vynckier-fps-differentieel-schakelaar-type-s-4p-40a-300ma--gen604122>

*Pagina voor eigen notities.*

## 4 Geleiders en isolatoren



### 1.1.6 Enkele goede geleiders en isolatiematerialen opnoemen.

Hierboven heb je al een reeks materialen gezien die goede **geleiders** zijn (voor elektriciteit). Metalen met onder meer Cu, Fe zijn goede geleiders. Contactpunten van insteekkaarten krijgen vaak een heel dun laagje goud (Au) om betere overdracht van het elektrisch signaal te waarborgen. Ook andere materialen kunnen elektrische stroom goed geleiden zoals grafiet (koolstof).

**Isolatoren** zijn materialen waar de elektronen niet door de invloed van een potentiaalverschil voor geleiding kunnen zorgen. Voorbeelden zijn droge lucht, steen, glas, keramiek, hout, kunststoffen zoals PVC <sup>1</sup> en Teflon <sup>2</sup>(in de mantel van de elektrische kabels).

In moderne kantoren worden de elektrische kabels (voor stroom, dataverkeer) samen met het nodige buizen en ander installatiemateriaal voor ventilatie en verwarming bij voorkeur geplaatst in de verhoogde vloer en in het verlaagd plafond. Deze ruimte noemt men het **plenum**. Dank zij deze ruimte kan je veel ordelijker een kantoorruimte uitbouwen maar bij brand zal de brand zich veel sneller kunnen verplaatsen doorheen de ruimte.

Bij het verbranden van een PVC isolatiemantel rond een elektrische kabel, ontstaat het giftige Chloorgas. Dit effect is er niet bij gebruik van Teflon als isolatie rond de elektrische kabel.

Kabels met een onbrandbare mantel noemt men **plenumkabels** en die kabels kies je bij voorkeur voor het plenum. Kabels met een mantel uit een brandbaar materiaal zoals PVC noemt men **niet-plenumkabels** en gebruik je beter niet in het plenum.

---

<sup>1</sup>polyvinylchloride

<sup>2</sup>met als stofnaam polytetrafluoretheen

*Pagina voor eigen notities.*

## 5 Het gevaar van elektrostatische ontlading



1.1.7 *Het begrip ESD toelichten en enkele maatregelen opsommen om de gevolgen van ESD te minimaliseren.*

**Elektrostatische ontlading** of afgekort **ESD** (Electrostatic discharge) is het plots ontstaan van een elektrische stroom tussen twee elektrisch geladen voorwerken. De stroom ontstaat door **contact** tussen twee voorwerken, een **kortsluiting** of door een **doorbraak van het diëlektrium** tussen beiden<sup>1</sup>. In bepaalde gevallen merk je een vonk op.

Bij het werken met computers is ESD een reëel gevaar om elektronische componenten te beschadigen.

Je **beschermt** je door te zorgen dat je **hetzelfde potentiaal** als je computer hebt. In theorie werk je met een polsbandje dat verbonden is met de computerkast en/of met een antistatisch matje waarop je computermateriaal rust.

In de praktijk zorg je voor hetzelfde potentiaalverschil als de computer en je raakt de computerkast aan. Je kan jezelf ook eerst zo goed mogelijk ontladen door de aardingspin van het stopcontact aan te raken.

In elk geval raak je de verschillende chips en de contactpinnen van geheugenchips of insteekkaartjes nooit aan (er is trouwens ook corrosiegevaar). Het ernaar wijzen kan in bepaalde gevallen al schade veroorzaken.

---

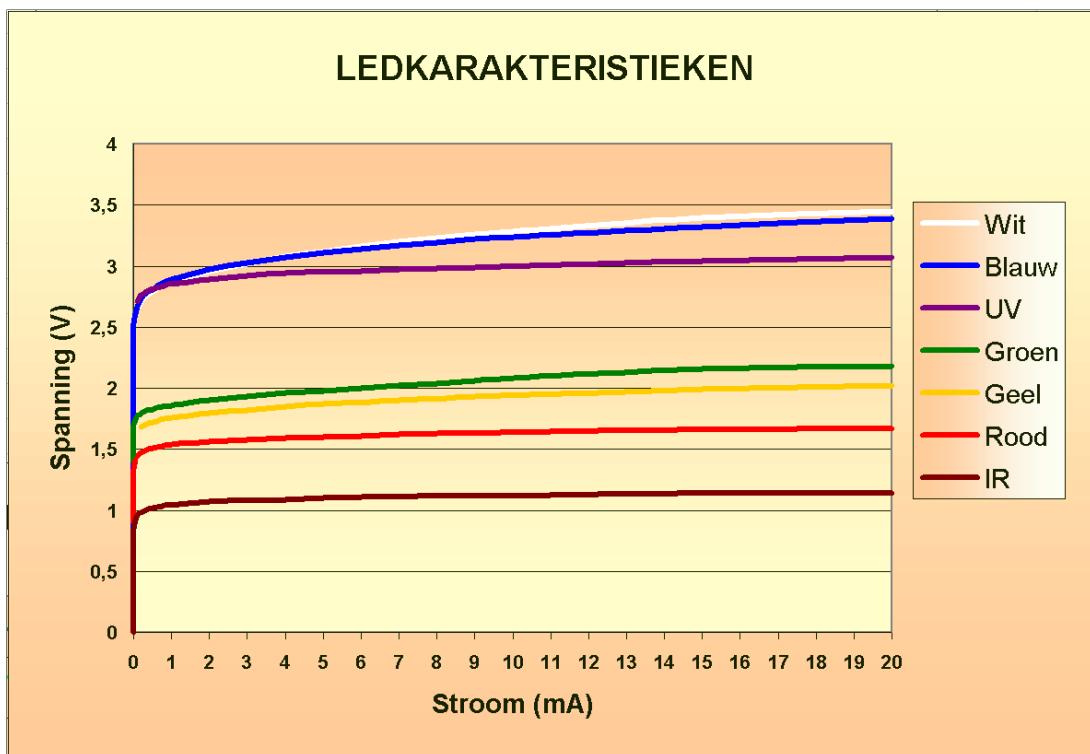
<sup>1</sup>hiervoor is geen contact nodig maar enkel dat de voorwerpen zich onderling op een korte afstand bevinden

*Pagina voor eigen notities.*

## 6 Het LED lampje

### 6.1 De kenmerken van het LED lampje

In de figuur 6.1 hieronder vind je de richtwaarden voor de spanning en stroom van het LED lampje, in functie van de kleur. De waarden liggen afgerond tussen 1V en 3.7 V. Dit betekent dat er nooit de volledige spanning van een USB poort (5 V) door het LED lampje mag gaan.



Figuur 6.1: Karakteristieken van het LED lampje

<sup>1</sup> Uit Wikipedia komt het volgend citaat over de elektrische kenmerken van het led lampje

*In elektronisch opzicht zijn leds en andere halfgeleiderdiodes interessante componenten omdat er een nagenoeg constante spanningsval over de aansluitingen optreedt, anders dan bij ohmse weerstanden. Een IR-led gedraagt zich bijvoorbeeld als een supereure zenerdiode van ongeveer 1,1 V.*

*Een led mag daarom nooit zonder meer op een spanningsbron worden aangesloten. Er dient altijd een stroombegrenzer aanwezig te zijn, zoals een transistor of een eenvoudige weerstand, omdat een led in feite een diode is. Over de led zal een spanning vallen, afhankelijk van het type led zo'n 1,1 V voor infrarode leds tot wel 3,5 V bij witte en blauwe leds (zie grafiek).*

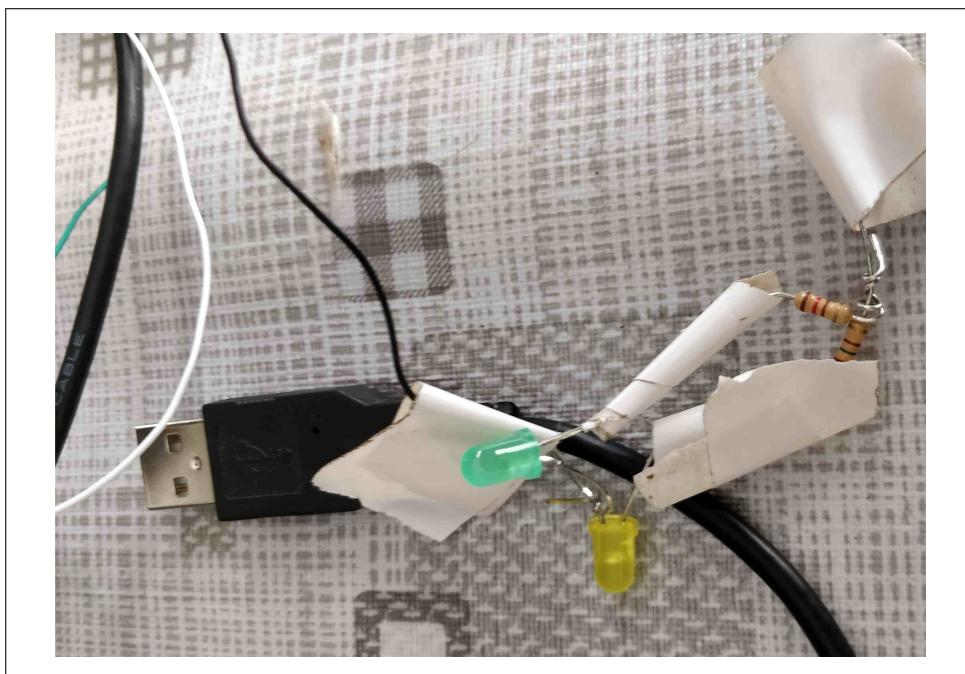
*De standaardstroom door een led is **20 mA continu**, maar de meeste leds kunnen **10-30***

<sup>1</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Led#/media/File:Ledkarakteristieken.png>

*mA verwerken. Het is overigens heel goed mogelijk om pulsvormige stromen tot wel 1 A te gebruiken als de gemiddelde stroom maar binnen de veilige grenzen blijft. In het geval van constante gelijkstroom laat de grootte van de stroombegrenzende weerstand zich volgens de wet van Ohm als volgt berekenen<sup>2</sup>*

## 6.2 Een demonstratie van een schakeling met LED lampjes

Hieronder vind je een foto van een knutselwerkje van LED lampjes met weerstanden. Op basis van de karakteristieken op figuur hierboven kan je berekenen welke waarde weerstand ongeveer moet hebben. Controleer dit met de gebruikte waarde en met wat je vindt op internet.



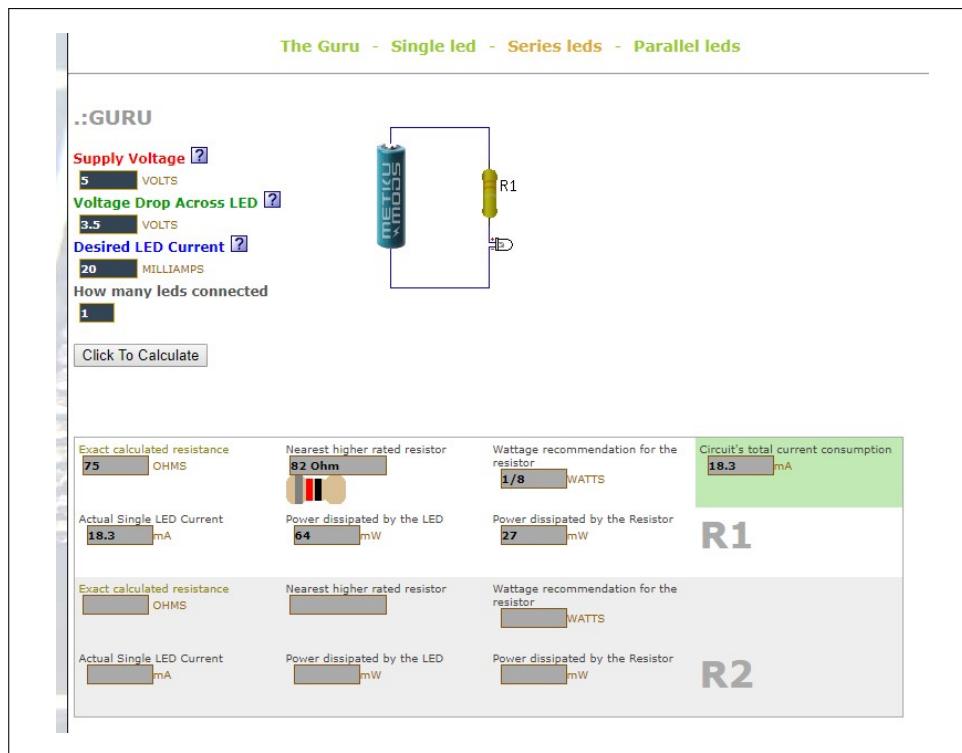
Figuur 6.2: Schakeling met LED lampjes

Je vindt op internet diverse websites waar je analoge berekeningen kan visualiseren en laten maken. Het voorbeeld links komt van de website <http://ledcalc.com/>.

Zoals je al door hebt, stelt de figuur 6.3 op pagina II-31 een schakeling voor met **batterij**, **weerstand** en **LED**.<sup>3</sup>

<sup>2</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Led>

<sup>3</sup>Deze figuur was een van de keuzevragen uit het examen tijdens het schooljaar 2020-2021. Zelfs met deze hint erbij, was het niet voor elke leerling evident om de figuur te kunnen verklaren en in de cursus te situeren.



Figuur 6.3: Uitrekenen van spanning en stroom in stroomkring met LED lampje

### Opdracht 1

Gebruik de mogelijkheden van de website <http://ledcalc.com/> om **complexere schema's** te maken, bijvoorbeeld combinaties van **serie-** en/of **parallelschakelingen** van LED lampjes.

Ga ook op zoek naar andere, soortelijke websites en noteer de belangrijkste urls hieronder met een korte beschrijving van de mogelijkheden.

1. • url:  
  
• Bespreking:
2. • url:  
  
• Bespreking:

*Opdracht 1: Schakelingen met LED en weerstanden tekenen*

## 6.3 Andere mogelijkheden

Een aantal mogelijkheden van schakelingen met LED lampjes vind je hieronder. Jullie aanvullingen zullen in de volgende versie eveneens opgenomen worden.

### 6.3.1 Een voltmeter met LED lampjes

Op het internet vind je verschillende voorbeelden van schakelingen met LED lampjes. Dit voorbeeld is gekozen als illustratie van het praktisch nut van LED lampjes.



Figuur 6.4: Een voltmeter op basis van LED lampjes

a

<sup>a</sup><https://www.youtube.com/watch?v=hwRKxwrK6mc>

Op <https://www.youtube.com/watch?v=hwRKxwrK6mc>, geconsulteerd op 2 januari 2021, leer je hoe je met een **schakeling van LED lampjes, condensatoren en weerstanden** een voltmeter kunt maken.

#### Opdracht 2

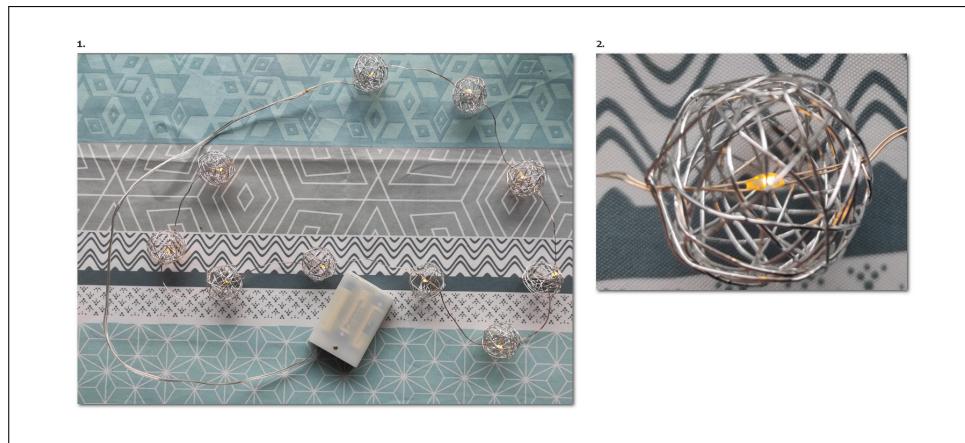
Gebruik de mogelijkheden van de website <http://ledcalc.com/> om **complexere schema's** te maken, bijvoorbeeld combinaties van **serie-** en/of **parallelschakelingen** van LED lampjes. Ga ook op zoek naar andere, soortelijke websites en noteer de url hieronder met een korte beschrijving van de mogelijkheden.

1.     • url:  
  
      • Bespreking:
  
2.     • url:  
  
      • Bespreking:

*Opdracht 2: Schakelingen met LED en weerstanden tekenen*

### 6.3.2 Tafelverlichting

Als eenvoudige versiering vind je op de tafel mogelijks een verlichting zoals op de figuur 6.5 op pagina II-33.



Figuur 6.5: LED lampjes als tafelverlichting

De voeding is **4,5 V**, geleverd door drie batterijen van 1,5 V. Er zijn **tien witte LED** lampjes op dit snoer.

#### Opdracht 3

Bespreek wat je observeert op de foto 6.5 op pagina II-33.

Bespreek op welke wijze de lampjes geschakeld zijn. *A priori mogelijkheden: parallel en serieel*.

*Opdracht 3: LED verlichting op tafel*

*Pagina voor eigen notities.*

## 7 De prijs van je computergebruik

-  2.2.13 Maatregelen om het verbruik van een computersysteem te beperken toelichten en uitvoeren.

### 7.1 De stroomvoorziening bij je thuis

Als voorbereiding vind je hieronder enkele vragen over de elektrische installatie bij je thuis. Je kan de antwoorden in de tabel noteren of elders.

#### Opdracht 4

Noteer hieronder de situatie bij je thuis:

- hebben jullie zonnepanelen ? Weet je welk vermogen KWp de installatie heeft?
- hebben jullie een **digitale teller** of een **analoge teller** met een horizontaal wielje dat kan terugdraaien?
- Hebben jullie een elektriciteitstarief dat de ganse dag hetzelfde blijft of is er een onderscheid tussen dag- en nachtverbruik. Op een **analoge teller** zijn er bij een **onderscheid** tussen dag- en nachtverbruik twee meetwaarden, waarvan de ene overdag in de week 'optelt' en de andere enkel in het weekend en tijdens de nachturen. Het hebben van twee telwerken is niet voldoende, ze moeten ook beiden 'tellen'.

*Opdracht 4: Situatie thuis beschrijven*

### 7.2 De zoektocht naar de actuele elektriciteitsprijs

Bij de **discusses** over het **aanschaffen** van een **laptop** in plaats van een **desktopcomputer**, komt vaker de **kostprijs** van het **gebruik** van de **computer** als argument naar boven. Zeker met de **huidige stroomprijzen**, kan het **laten branden** van een **computer**, bv om te *minen*, thuis meer wrevel opleveren dan dat je via het *minen* nu kan verdienen.<sup>1</sup>

In een voetnoot hoger in deze cursus vind je als referentie de prijs bij **Ecopower** van een **KWh**, afgerond **30 eurocent**. Deze waarde was jarenlang geldig, maar zelfs in deze periode klopt dat

<sup>1</sup>Dit cursusdeel is in september 2022 toegevoegd naar aanleiding van de hoogoplopende energieprijzen.

niet meer. Zelfs de energieleverancier **Ecopower** is verplicht om zijn prijs voor een deel van de **veel te hoge marktprijs** in de periode **2022-2023** te laten afhangen.

Als je later *op kot gaat* of zelf een woning huurt, moet je vaak op zoek gaan naar de voor jou voordeligste energieleverancier. Je vindt een lijst op de website van organisaties zoals de Vreg <https://vtest.vreg.be/>. Als voorbeeld is de firma **Elegant** gekozen (website: <https://www.elegant.be>). Je zoekt actief op de website (zonder je persoonlijke gegevens ergens in te vullen!) tot je de **tariefkaart** terugvindt. Op 11 september 2022 vond je dit met als link <https://www.elegant.be/media/2567/2022-09-01-tariefkaart-be-smart.pdf>.

Op de figuur 7.1 hiernaast zie je de basiskostprijs van de elektriciteit. Deze prijs is nog beperkt afhankelijk van het type teller: heb je een **dag/nachtteller** die je vroeger een merkbaar goedkoper tarief ga tussen 21u00 en 6u00 uur, dan valt dit verschil bijna volledig weg.

Het eerste tarief is voor mensen die geen verschil tussen dag en nachttarief hebben.

Het onderste tarief is dat voor hun klanten die zich 's nacht elektrisch verwarmen en enkel dan die stroom verbruiken.

We onthouden het tarief **54,07 eurocent**, zonder dag/nacht teller.

Het **injectietarief** krijgen hun klanten die een **digitale teller** hebben en hun productie die ze niet zelf gebruiken, verkopen aan de elektriciteitsleverancier.

De figuur 7.2 toont je hoe de elektriciteitsleverancier zijn prijzen berekent: op welke index hij zich baseert. Ter info: voor de gasprijs zijn er twee grote referenties: de Belgische prijs van Zeebrugge (de meest voordelige volgens Paul D'Hoore in een VTM nieuwsuitzending in augustus 2022) en de meest gebruikte prijs in Nederland. Deze figuur helpt ons om de verschillende energieleveranciers te vergelijken.

Op deze figuur (en op de volledige tariefkaart) staat wel dat de prijzen variabel zijn maar niet hoelang de vermelde prijs op figuur 7.1 geldt: is dat **één maand**, is dat **drie maanden** zoals bij andere leveranciers, is dat **dagelijks**? Die onzekerheid is een factor waarmee je moet rekening houden en zeker bij stijgende prijzen.

BE SMART			
Variabel - 1 jaar Periode september 2022 Inclusief BTW			
	Groene stroom Consumptie (incl. 6% btw)	Injectie <sup>a</sup> (incl. 0% btw)	Aardgas Consumptie (incl. 6% btw)
Energiekos:	24h piek dal	54,07 c€/kWh 55,99 c€/kWh 52,63 c€/kWh	25,25 c€/kWh 26,14 c€/kWh 24,57 c€/kWh
	excl. nacht	52,63 c€/kWh	-
Vaste vergoeding	21,90 €/jaar	0,00 €/jaar	21,90 €/jaar

\* De injectietarieven zijn enkel in Vlaanderen van toepassing indien u voor dit specifieke regime koopt bij uw leverancier of indien uw installatie binnen dit regime valt. Meer informatie op <https://www.vreg.be/Hulp/leugeleveringscontract>

Figuur 7.1: De basisprijs van stroom

a

<sup>a</sup><https://www.elegant.be>, geconsulteerd op 2022-09-11

<u>Uw tariefformule voor elektriciteit:</u>	<b>Consumptie</b>	<b>Injectie</b>
enkelvoudige teller: $1.12 \times \text{BELPEX}_{RLP} + 3$		$(1.12 \times \text{BELPEX} + 3) \times 0.5$
dubbele teller piek: $1.16 \times \text{BELPEX}_{RLP} + 3$		$(1.16 \times \text{BELPEX} + 3) \times 0.5$
dubbele teller dal: $1.09 \times \text{BELPEX}_{RLP} + 3$		$(1.09 \times \text{BELPEX} + 3) \times 0.5$
exclusief nacht: $1.09 \times \text{BELPEX}_{RLP} + 3$		$(1.09 \times \text{BELPEX} + 3) \times 0.5$
<b>Belpex</b> is de Belgische stroombeurs. De parameter $\text{BELPEX}_{RLP}$ wordt als volgt gedefinieerd: het daggemiddelde van de RLP-gewogen Belpexuurprijs. De RLP-weging gebeurt op basis van het gemiddelde van alle Belgische RLP waarden (publicatie door Synergrid). Bovenstaande tabel toont de verkoopprijs gebaseerd op de meest recente waarde van de parameter $\text{BELPEX}_{RLP}$ , die van augustus 2022, zijnde 452,784 €/MWh. Voor injectie is de meest recente waarde van de parameter $\text{BELPEX}$ die van augustus 2022, zijnde 448,133 €/MWh.		
<u>Uw tariefformule voor aardgas: <math>1.05 \times \text{ZTP}_{RLP} + 3</math></u>		
<b>ZTP staat voor "Zeebrugge Trading Point"</b> De parameter $\text{ZTP}_{RLP}$ wordt als volgt gedefinieerd: is de RLP-gewogen dagprijzen van ZTPH Day Ahead. De RLP-weging gebeurt op basis van het gemiddelde van alle Belgische RLP waarden (publicatie door Synergrid). De ZTP Day Ahead prijzen worden dagelijks gepubliceerd, bij gebrek aan publicatie nemen we de waarde van de dag voordien. Bovenstaande tabel toont de verkoopprijs gebaseerd op de meest recente waarde, die van augustus 2022, zijnde 188,420 €/MWh.		

Figuur 7.2: De berekeningswijze van de prijs van elektriciteit (en gas)

a

<sup>a</sup><https://www.elegant.be>, geconsulteerd op 2022-09-11

De onderstaande figuur 7.3 leert je de extra heffingen die lokale, regionale en federale overheden bovenop de stroomprijs nemen.

Aalst behoort tot de regio van **Intergem**: **8,43 eurocent** komt erbij voor de **distributiekosten**

De **federale** overheid heft 0,23306, 1,44160 en 0,075 = **1,75 eurocent** per KWh

De **regionale** overheid heft **2,648 eurocent** per KWh

In totaal heffen de diverse overheden afferond **10,45 eurocent / KWh** extra.

De totale prijs per KWh komt dan op afferond **64,52 eurocent / KWh**.

Controleer altijd of de vermelde prijzen **BTW inclusief** zijn.

De BTW voet is in de winter 2022-2023 nog **6%**, anders is het **21%**. Voor privépersonen wordt normaal altijd de prijs **BTW inbegrepen** vermeld.

Bovendien zijn er nog **vaste belasting** van **0,45 EUR per maand** als er iemand **gedomicilieerd** is. Op je kot in Gent betaal je **extra 8,49 EUR per maand**, zelfs zonder iets te verbruiken.

Heb je zonnepanelen, dan betaal je jaarlijks 61,32 EUR per KWp vermogen van je installatie. Voor een grote installatie is dat maximaal 613,20 EUR belasting.

Nettarieven elektriciteit		Nettarieven aardgas	
	Distributiekosten (aann.)	Vaste term.	Distributiekosten
	2dn. piek dal ex-nacht	3dn. nacht	T1 (1-5000 kWh) T2 (5001-10000 kWh) of meer KWh
MEG	7,18	7,54	5,77 5,06 26,60
MELGH	1,64	1,64	1,64 1,64 1,64
GASWEST	11,99	11,99	7,88 6,75 10,48
FLUVIUS ANTWERPEN	7,87	7,87	5,77 4,36 12,22
IMEWO	9,42	9,42	6,87 5,24 12,22
FLUVIUS LIMBURG	6,55	6,55	5,83 5,24 12,22
FLUVIUS WEST	11,94	11,94	7,28 6,00 12,22
<b>INTERGEM</b>	<b>8,43</b>	<b>8,43</b>	<b>6,16</b> 4,72 <b>12,22</b>
NETBELEX	9,63	9,63	7,06 5,33 12,22
OPW			68,68 1,16
- Brabant Wallon	9,74	10,36	5,80 4,68 15,67
- Est	11,08	11,87	7,92 6,35 15,67
- Hainaut	10,46	11,44	7,71 5,93 15,67
- Luxembourg	10,56	11,56	8,00 5,51 15,67
- Mouscron	9,99	10,61	6,13 4,96 15,67
- Namur	11,33	12,03	6,88 5,60 15,67
- Verviers	11,80	13,98	6,92 5,67 15,67
REGE	11,87	12,53	9,90 9,90 21,22
SIBELGAS	10,27	10,25	7,63 5,70 12,22
TECTO RESA	10,00	11,19	6,05 5,24 27,98
			76,87
<b>Belastingen, heffingen, toeslagen op elektriciteit</b>	<b>0,23306 €/kWh</b>		
Federale Accijns	Verbruik 0 - 20.000 kWh 0,44160 €/kWh		
Aanbieding/vergoeding (WA)	<b>0,075 €/kWh</b>		
Bijdrage energiefonds (VLA)	<b>0,45 €/maand</b>		
	<b>0,45 €/maand</b>		
<b>Groene stroom en WKK</b>	Deze bijdrage dient ter ondersteuning van de investeringen in groene stroom en in Vlaanderen ook ter ondersteuning van warmteverschaffing op 'WKK'. Deze quota worden opgelegd door de gewenste overheden en gelden voor:		
Waals Gewest	Waals Gewest 2,648 €/kWh		
Vlaams Gewest	Vlaams Gewest 2,648 €/kWh		
<b>Transportkosten aardgas</b>	De transportkosten voor aardgas werden in 2022 geschat op 0,133 €/kWh (inc. BTW). Deze kosten zijn gebaseerd op de Pegaso.		
	Energiebedrijf 0,10577 €/kWh Federale accijns 0,05742 €/kWh Aanbieding/vergoeding (WA) 0,00750 €/kWh		

Figuur 7.3: De extra lasten op de stroommrijs

a

<sup>a</sup><https://www.elegant.be>, geconsulteerd op 2022-09-11

### 7.3 De elektriciteitsleveranciers onderling vergelijken

In deze periode kan de elektriciteitsprijs sterk verschillen volgens het contract (vast/variabel, oud/jong) Daarom is het van belang dat je die informatie van een willekeurige leverancier kan terugvinden en interpreteren.

In de **klas** gaan we de **verschillende leveranciers** in **Vlaanderen en Brussel** onderling **vergelijken**. **Criteria** zijn op de eerste plaats de **prijs** en op de tweede plaats de **service** en eventuele extra diensten die de leverancier aan biedt, zoals het onderhoud van de ketel die gratis of tegen een kleine kostprijs gebeurd. Tenzij ze failliet gaan, bied elke leverancier je stroom aan. Je zal nooit zonder vallen. Er is altijd een (*duur*) vangnet van de netbeheer; in Vlaanderen Fluvius.

#### Opdracht 5

Hierboven is de werkwijze om de kostprijs van de elektriciteit bij **Elegant** besproken.

Herhaal deze opdracht voor een andere energieleverancier.

Dit is een klasopdracht waarbij de leerlingen een energieleverancier aangewezen krijgen via bv **wheel of names**- techniek

*Opdracht 5: De informatie van een energieleverancier analyseren*

### 7.4 Het verbruik van mijn computer

Na afloop van deze voorbereiding ken je dus de prijs per KWh. Hoeveel verbruikt één uur computergebruik? In slaapstand en bij werking.

Deze waarde bepalen we via een **speciaal toestel**, een **vermogensmeter**, ook **Wattmeter** genoemd, dat je in het stopcontact steekt. Het experiment wordt ook in de klas gedaan met een laptop (gedurende een lesuur), een vaste computer in de computerklas en een in de laboklas.

Op voorhand houden we vooral rekening met het vermogen van de voeding.



<https://www.energids.be/nl/vraag-antwoord/hoeveel-verbruikt-een-computer-en-hoeveel-co2-vertegenwoordigt-dat/54/> leert ons het gemiddeld vermogen van een **computer** (ca **200 W**) en een **laptop (50 tot 100 W)** Een vaste computer een ganse maand (30 dagen) laten branden, kost dan gemiddeld  $200 * 24 * 30 * 64,52 / 100 / 1000 =$  afgerond **93 EUR**, met het tarief zoals hierboven berekend

## Opdracht 6

Maak een analoge berekening van de kostprijs van je computergebruik. Hiervoor bepaal je eerst volgende parameters:

- wat is het **werkelijk verbruik** van je **computer**. Je maakt het onderscheid in **rust** en **werkend**. Als benadering mag je de hoger vermelde waarde gebruiken
- **hoeveel uur** staat je computer aan? Doe je hem bijvoorbeeld 's nachts uit? **Bepaal** een daggemiddelde, week- en **maandgemiddelde**
- wat is **jouw elektriciteitstarief** per **KWh**, alle belastingen inbegrepen?

*Opdracht 6: De kostprijs van één maand computergebruik*



Laat geen onnodige elektrische toestellen branden, zelfs niet in stand by. De kostprijs van dit comfort is veel te hoog

## 8 Besluit

In dit cursusdeel heb je een basiskennis van elektriciteitsleer gekregen. De verschillende typevragen samen met de doelstellingen zijn richtinggevend voor wat je op een toets of examen mag verwachten.

*Pagina voor eigen notities.*

## **Deel III**

# **Computerbeheer**

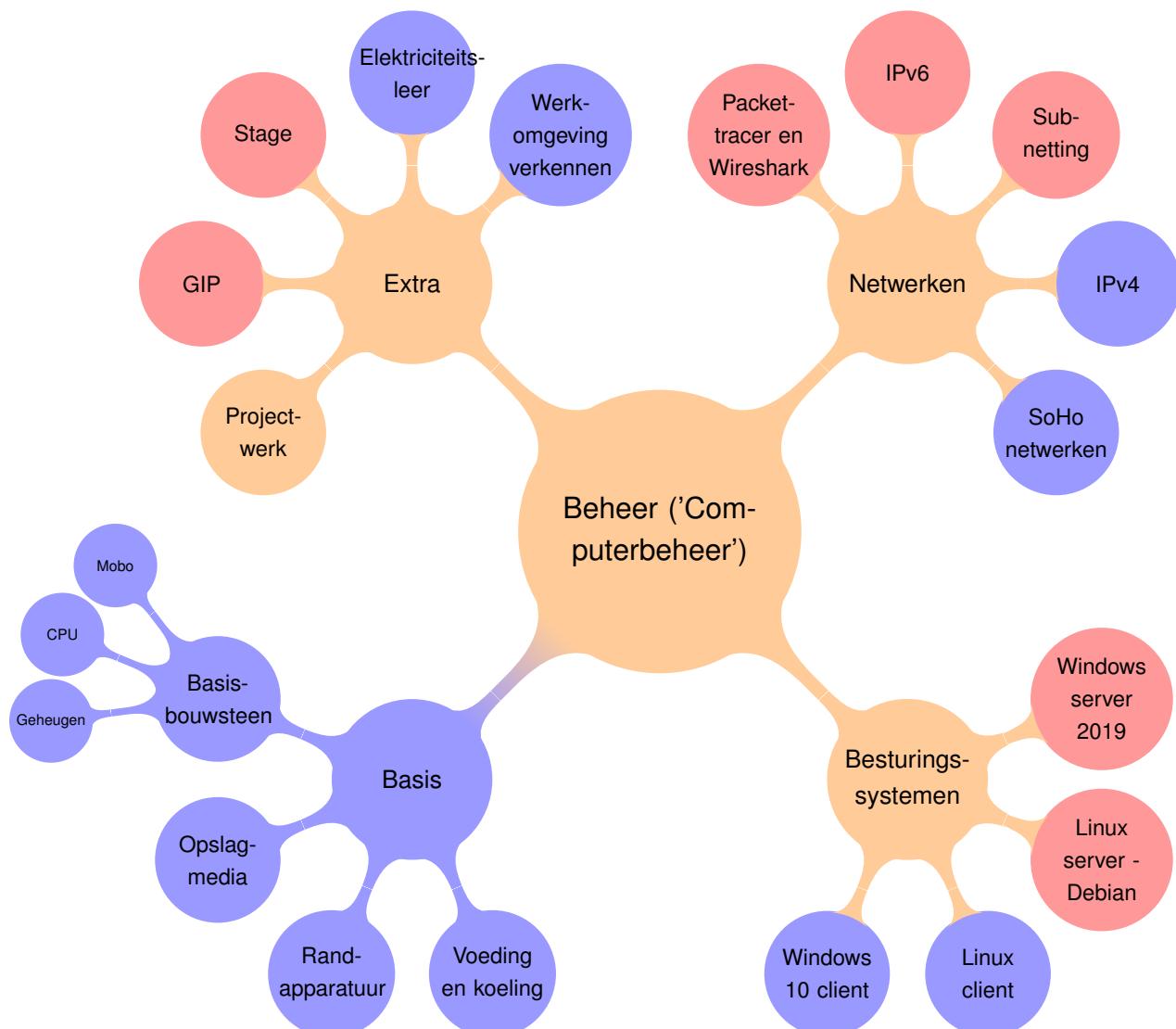


# 1 De bouwstenen van de pc

## 1.1 Inleiding

Met dit cursusdeel word je voor het eerst in de leerstof van *hardware* echt ondergedompeld. Het is een belangrijk hoofdstuk met de nodig (aanvulling op eerdere) basiskennis, nodig bijvoorbeeld voor een stage in een computerwinkel volgend jaar. De leerinhouden krijg je gedurende de rest van het **eerste trimester** in het **vijfde** jaar.

De leerstof kan je als volgt indelen:



## 1.2 Computer bouwen

In deze cursus is het niet op de eerste plaats de bedoeling dat je de nodige handelingen aanleert om zelf een computer te bouwen. We leren je theoretisch en praktisch hoe je de nodige voorzichtigheid aan de dag moet leggen bij het werken aan computers. Je herinnert je wellicht nog de gevaren van **ESD**. (doelstelling 1.5.1)<sup>1</sup>

Je zal in lokaal 911 op oudere computers leren om een harde schijf, dvd-speler, geheugen en eventueel zelfs processor, koeling en moederbord te verwisselen tussen twee gelijkaardige computers (doelstelling 1.5.3)<sup>2</sup>

Het uitmeten van spanning en stroom kwam aan bod in de module elektriciteitsleer en wordt geherhaald in het hoofdstuk over de voeding (doelstelling 1.5.5).<sup>3</sup>

Wat je nodig hebt en waarop je moet letten, leer je vooral in de hoofdstukken over moederbord en processor en in het hoofdstuk over de uitbreidingsanalyse. (doelstelling 1.5.2).<sup>4</sup>

Doorheen de cursus zal je vaak ook met tools werken, waaronder tools om de performantie en stabiliteit van een bestaande computer te analyseren. (doelstelling 1.5.4).<sup>5</sup>

---

1



1.5.1 De vereiste voorzorgsmaatregelen bij de manipulatie van computercomponenten toelichten en toepassen.

2



1.5.3 Verschillende componenten fysiek aansluiten op of in een computer, configureren binnen het besturingssysteem, de werking controleren en zo nodig bijsturen bijvoorbeeld intern geheugen, opslagmedia, uitbreidingskaart.

3



1.5.5 Gelijk- en wisselspanning correct uitmeten.

4

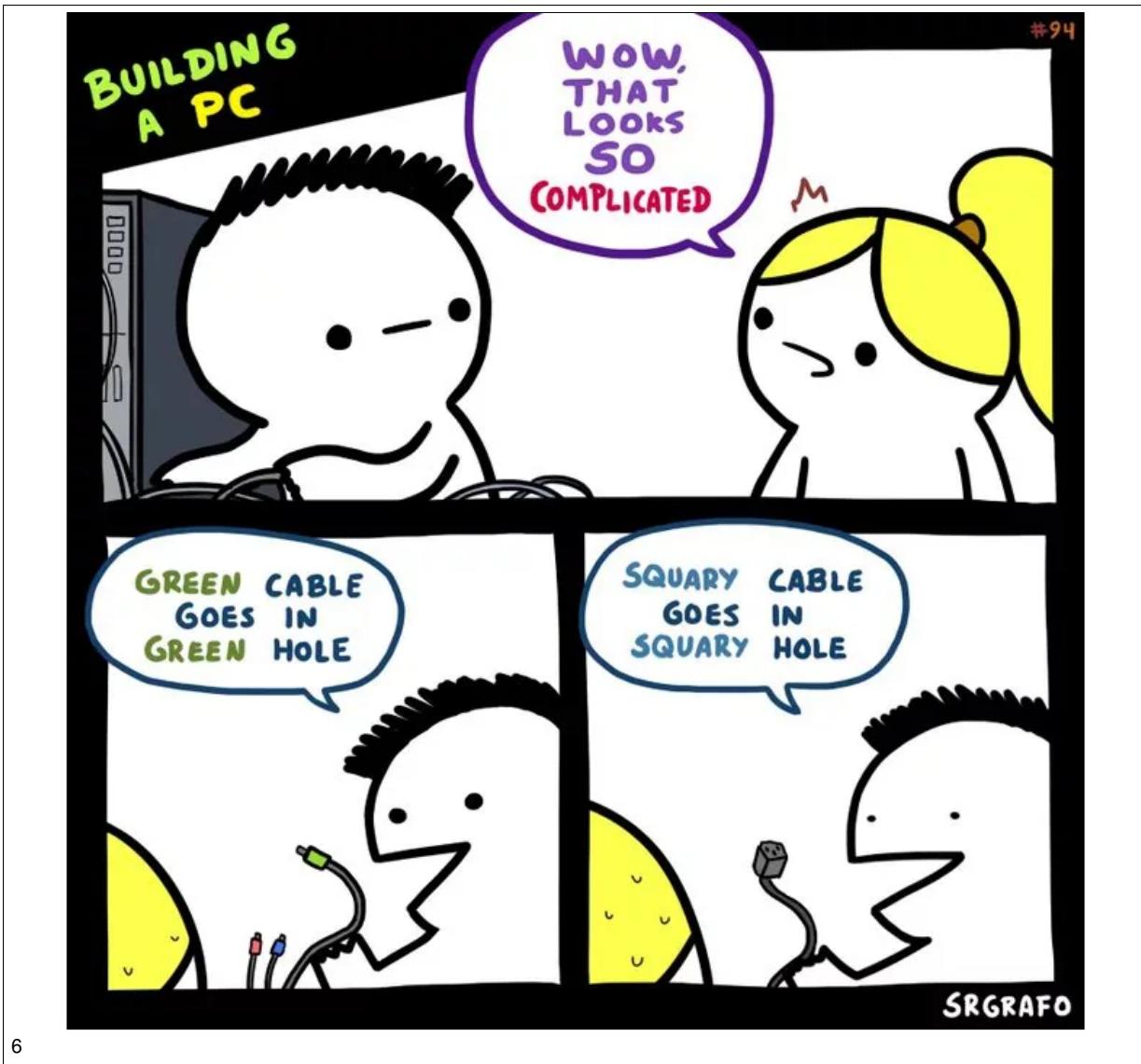


1.5.2 Bij de installatie van nieuwe componenten, rekening houden met compatibiliteit, standaardisering en bedrijfszekerheid.

5



1.5.4 De performantie en stabiliteit van een bestaande computer analyseren met gebruik van tools.



6

Figuur 1.1: Basisprincipe bij montage van computeronderdelen

Bovenstaande figuur is afkomstig van oudleerlingen. Op basis van hun ervaring en -vereenvoudigd komt het samenstellen van een pc neer op wat de tekening je leert. Als je het ooit zelf van plan bent en niet kunt wachten tot je stage in een computerwinkel volgend jaar, dan veel succes!

*Pagina voor eigen notities.*

### 1.3 Het model van Von Neumann

In de loop van deze cursus komen we John Von Neumann nog een tweetal keer tegen. Het idee van een computer ontstond in de 1945 en is nog altijd geldig.<sup>7</sup> <sup>8</sup>

Zijn basismodel van een computer bestaat volgens hem uit volgende onderdelen :

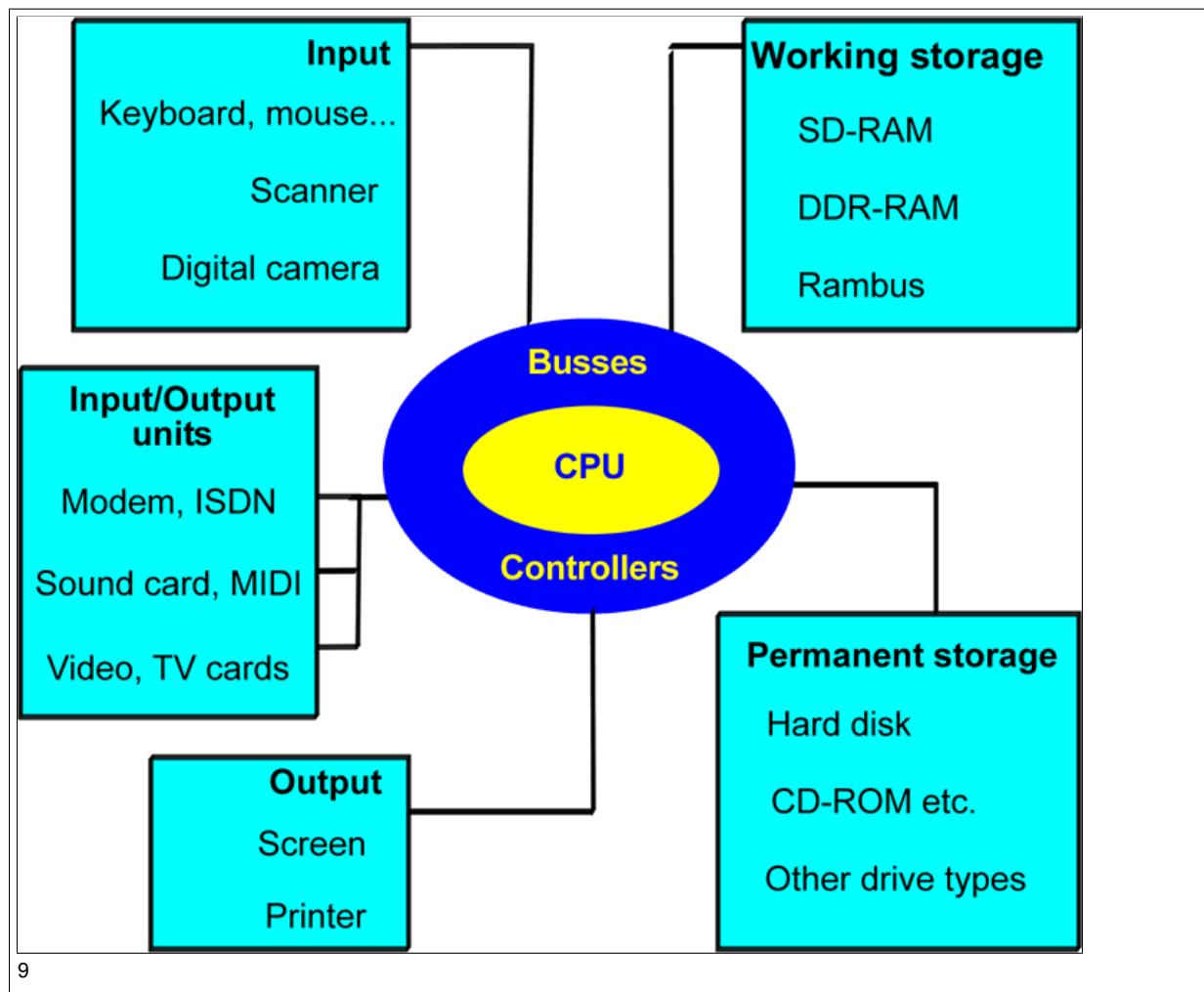
- CPU
- input
- output
- **werkgeheugen** of tijdelijke opslagruimte
- permanent geheugen of vaste **opslagruimte**

De CPU haalt stap voor stap zijn instructies uit het geheugen. Ook kan de CPU het geheugen benutten voor (tijdelijke) opslag van gegevens. Uitvoer gaat naar een van de randapparaten. De werking van de CPU is gebaseerd op het **Turing principe**, waarbij instructies een voor een opgehaald en uitgevoerd worden. Dit komt later nog verder aan bod

---

<sup>7</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Von\\_Neumann-architectuur](https://nl.wikipedia.org/wiki/Von_Neumann-architectuur)

<sup>8</sup><http://www.karbosguide.com/books/pcarchitecture/chapter02.htm>



Figuur 1.2: Model van Von Neumann

## 1.4 De talstelsels

- 2.1.7 Veel gebruikte systemen voor tekencodering toelichten, onder meer ASCII en Unicode,
- 2.1.8 De belangrijkste gevolgen van tekencodering toelichten.

In de lagere school heb je kennismegemaakt met het **decimaal**, ook soms **tiendelig** genoemd, talstelsel. Het getal 395 interpreteerde je als '3 hondtallen, 9 tientallen en 5 eenheden'.

De computer werkt volgens het **binair** principe. De opslag van data op de harde schijf vertaalt zich fysisch als de magnetische oriëntatie van een microscopisch klein gebied op een van de schijven van die harde schijf. In functie van die oriëntatie is de waarde van die bit '0' of '1'.

Het transport van data op het moederbord van de computer verloopt via bussen, die je ziet als de gekleurde lijnen aan de onderkant van je moederbord. Die bus kan je beschouwen als een aantal elektrische kabels die als een geleider de data doorgeven. Door binair te werken heb je minder last van stoorsignalen en interferentie. Een 'hoge spanning' zal dan de binaire waarde '1' zijn, een lage spanning de binaire waarde '0'.

In de inleiding hebben we besproken wat een veilig wachtwoord is en hoe je er een kon samenstellen aan de hand van Excelformules. We hebben hiervoor ook de **ASCII tabel** gebruikt. Dit is een conventie om elk teken om te zetten in een decimaal getal die in de computer vertaalt wordt onder binaire vorm. Concreet voorbeeld: hoofdletter **U** heeft als decimale waarde **85** en onder binaire vorm **1010101**. Dank zij de ASCII tabel slagen we erin om éénduidig bij een huistaak voor Nederlands op de computer 'ergens op de harde schijf' binair op te slaan en nadien nog onaangepast af te halen.

In diezelfde ASCII tabel vinden we ook nog andere talstelsels: het **hexadecimaal** en het **octaal** talstelsel. De voorstelling van dezelfde letter 'U' is dan hexadecimaal gelijk aan **55** en in het octaal stelsel gelijk aan **125**.

De inhoud van een harde schijf bekijk je normaal met programma's zoals **Verkenner**. Je ziet dan de verschillende mappen van een harde schijf met haar inhoud: submappen en bestanden.

Als we met speciale programma's (zoals het gratis programma **wxHexEditor**<sup>10</sup>) de harde schijf stukje per stukje gaan bekijken, overlopen we elk deeltje van die harde schijf (elke **sector**). Die informatie is **binair** maar wordt hexadecimaal getoond. Je zal zowel letters en tekens terugvinden maar ook controletekens die je niet als letters of cijfers kan weergeven, bijvoorbeeld de decimale waarde **27** die het **ESC** signaal weergeeft. Waar mogelijk, zie je in een afzonderlijk scherm de alfanumeriek waarde van de inhoud van die sector van je harde schijf.

## 1.5 Het hexadecimaal talstelsel

Het **hexadecimaal** talstelsel telt 16 waarden, te tellen vanaf cijfer **nul**. Je leert de onderstaande conversietabel van buiten.

<sup>10</sup><https://sourceforge.net/projects/wxhexeditor/>

Bij het gebruik van deze tabel mag je niet vergeten dat je vanaf 'nul' moet tellen.

Elk hexadecimaal getal wordt door **4** bits voorgesteld.

Hexadecimale getallen zal je vaak als paar (in het **mac adres**) of in veelvouden van 2 (per vier bij een IPv6 adres) aantreffen.

Voor 2 hexadecimale getallen heb je dus in totaal 8 bits nodig.

8 bits vormen samen **een byte**. Elke element van de ASCII tabel wordt op je harde schijf in 8 bits opgeslagen, ook als er minder bits nodig zijn. De resterende bits (aan de linkerkant) zijn dan 'nul' (voorloopnul zoals je kent uit de wiskunde).

Hexadecimaal	Decimaal
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
A	10
B	11
C	12
D	13
E	14
F	15

## 1.6 Het binair talstelsel

Het binair talstelsel telt twee mogelijkheden '0' of '1'. Omdat er twee mogelijkheden zijn, heeft het talstelsel als grondtal **2**.

In de tabel hiernaast zie je de machten van het grondtal. Je kent deze tabel van buiten of kan ze voldoende vlot afleiden of narekenen op een stukje kladpapier.

De rechterkolom toont je telkens de verschillende mogelijkheden: zo heb je met 3 bits, 8 verschillende combinatiemogelijkheden , te beginnen van 000 tot 111

Met 4 bits heb je 16 mogelijkheden, en dit is de basis van het **hexadecimale stelsel**.

Elk element van de ASCII tabel bevat 8 bits. Je leest uit de tabel af dat er 266 mogelijkheden zijn. Omdat we tellen vanaf **nul** is de hoogste numerieke waarde **255**; dit is het binair getal **11111111**, 8 keer binair'1'.

$n$	$2^n$
0	1
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256
9	512
10	1024
11	2048
12	4096

Uit de tabel leer je dat  $2^{10}$  gelijk is aan **1024**. In het tiendelig talstelsel spreken we van 'kilo', 'mega', 'giga' . Zo is **kilo** gelijk aan **1000**. Bijvoorbeeld **1 km is 1000 meter**.

Begrip	Afkorting	Waarde decimaal	Waarde binair
kilo	K	$1000 = 10^3$	$1024 = 2^{10}$
mega	M	$10^6$	$2^{20}$
giga	M	$10^9$	$2^{30}$
tera	T	$10^{12}$	$2^{40}$
peta	P	$10^{15}$	$2^{50}$

Als je een harde schijf of USB stick met een bepaalde grootte in Verkenner controleert, zie je dat er veel minder opslagruimte is dan beloofd. Op de verpakking van de harde schijf lees je (wellicht in kleine letters) dat bij de omrekening van de grootte van de harde schijf het decimale stelsel werd gebruikt. Bij de omrekening van Byte naar KB deelt de fabrikant van harde schijven door 1000 in plaats van 1024, waardoor je een groter eindresultaat bekomt en dus een schrijfbaar grotere opslagcapaciteit. Bij Verkenner gebruikt men de **binaire waarde**.

## 1.7 De conversie van talstelsel

Je moet in staat zijn om binair, hexadecimaal en octaal te converteren naar de decimale tegenwaarde en terug. Je zal geen kettingoefening krijgen van bv binair naar hexadecimaal.

Als basisformule onthoud je  $11 = 3$

Hieronder vind je de principes van binair naar decimaal en omgekeerd. Daarna pas je die principes toe op een willekeurige andere conversie, bv van oktaal naar decimaal. Controleer jezelf:

- als je converteert van een talstelsel zoals het decimaal naar een talstelsel met minder mogelijkheden per eenheid (zoals het oktaal en het binair), dan zal het resulterend getal na conversie groter zijn.
- als je converteert van een talstelsel zoals het decimaal naar een talstelsel met meer mogelijkheden per eenheid (zoals het hexadecimaal), dan zal het resulterend getal na conversie kleiner zijn.

Bij de vergelijking  $11 = 3$  weet je door bovenstaand principe dat 3 het decimale getal is en 11 het binair getal.

### 1.7.1 Van binair naar decimaal

Je gebruikt de machten van het **grondtal**.

Je begint te tellen van links naar rechts, je start met de macht 'nul'.

```

1 11 converteer je als
2 1 * 2^1 + 1 * 2^0 =
3 1 * 2      + 1 * 1      =
4 2 +1 = 3

```

Listing 1.1: Voorbeeld van conversie van decimaal naar binair

### 1.7.2 Van decimaal naar binair

Je deelt door het **grondtal 2**. Je past de **gehele deling** toe: je gebruikt geen getallen na de komma, maar werkt met een rest.

```

1 3 / 2 = 1 rest 1
2 1 /2 = 0 rest 1

```

Listing 1.2: Voorbeeld van conversie van decimaal naar binair

Het resultaat is telkens de restwaarde, genoteerd van **rechts naar links**. In dit voorbeeld is de binaire waarde gelijk aan **11**.

Een ander voorbeeld

```

1 25 / 2 = 12 rest 1
2 12 / 2 = 6 rest 0
3 6 / 2 = 3 rest 0
4 3 / 2 = 1 rest 1
5 1 / 2 = 0 rest 1
6
7 Eindresultaat : het decimaal getal 25 is gelijk aan het binair getal 11001

```

Listing 1.3: Voorbeeld van conversie van decimaal getal 25 naar binair

Er zijn twee vaak voorkomende fouten:

- het resultaat wordt **verkeerdelijk van rechts naar links** genoteerd
- de laatste stap wordt overgeslagen: je moet doorgaan totdat je 'nul' bekomt als resultaat van de deling. Die rest is dan het meest linker getal dat je moet noteren in je antwoord.

### 1.7.3 Van hexadecimaal naar decimaal

Je gebruikt de machten van het grondtal 16.

```

1 3E converteer je als
2
3 3* 16^1 + E * 16^0 =
4 3* 16^1 + (14) * 16^0 =
5 3 * 16 + 14 * 1=
6 48 + 14 = 62
7
8 Eindresultaat : het hexadecimaal getal 3E is gelijk aan het decimaal getal 62

```

Listing 1.4: Voorbeeld van conversie van hexadecimaal getal 3E naar decimaal

Een **veel voorkomende fout** is dat een leerling éérst de letter **E** omvormt naar **14** en dan de volgende foutieve formule gebruikt  $3 * 16^3 + 1 * 16^1 + 4 * 16^0$

### 1.7.4 Van decimaal naar hexadecimaal

Je deelt door het grondtal 16.

```

1 168 converteer je als
2
3 168 / 16 = 10 rest 8
4 10 / 16 = 0 rest 10
5
6 10 komt overeen met het hexadecimaal teken A
7
8 Eindresultaat : het decimaal getal 168 is gelijk aan het hexadecimaal getal A8

```

Listing 1.5: Voorbeeld van conversie van decimaal getal 168 naar hexadecimaal

### 1.7.5 Van octaal naar decimaal

Je gebruikt de machten van het grondtal 8.

```

1 46 converteer je als
2
3 4* 8^1 + 6 * 8^0 =
4 4* 8^1 + 6 * 1 =
5 4 * 8 + 6 * 1=
6 32 + 6 = 38
7
8 Eindresultaat : het octaal getal 46 is gelijk aan het decimaal getal 38

```

Listing 1.6: Voorbeeld van conversie van octaal getal 46 naar decimaal

### 1.7.6 Van decimaal naar octaal

Je deelt door het grondtal 8.

```

1 168 converteer je als
2
3 168 / 8 = 21 rest 0
4 21 / 8 = 2 rest 5
5 2 / 8 = 0 rest 2
6
7
8 Eindresultaat : het decimaal getal 168 is gelijk aan het octaal getal 250

```

Listing 1.7: Voorbeeld van conversie van decimaal getal 168 naar octaal

## 1.8 Wat moet je kennen en kunnen?

Hieronder vind je een aantal typevragen, zoals je ze op de toets en wellicht ook later op een examen kan krijgen.

- ? Converteer een getal tussen twee talstelsels. Een ervan is altijd het decimale
- ? Koppel drie getallen met gelijke waarde maar in drie verschillende talstelsels aan het correcte talstelsel
- ? Motiveer of een gegeven waarde (bv A8) kan behoren tot een gegeven talstelsel (bv oktaal)

## 1.9 Codering



2.1.7 Veel gebruikte systemen voor tekencodering toelichten, onder meer ASCII en Unicode,

### 1.9.1 De computerverwerking: binair opslaan

Onder andere in het cursusdeel over talstelsels en de conversie tussen de verschillende talstelsels (zie De talstelsels op pagina III-9) leerde je dat alle **gegevens**<sup>11</sup> op een computer onder **binaire** vorm opgeslagen worden. Omdat de binaire voorstelling geen evidente zaak is en zekerheid heeft op tal van schrijffouten, leerde je de conversie van binair talstelsel naar **octaal**, **decimaal** en het **hexadecimaal** talstelsel. Deze conversie vereenvoudigt het voorstellen van de binaire gegevens maar laat nog altijd niet toe om op een vlotte manier met gegevens te werken.

### 1.9.2 Informatie uit binaire data halen

Om **informatiedata** te kunnen halen, moet je een éénduidig verband kunnen leggen tussen een **teken** en de **binaire voorstelling** ervan. Hiervoor zijn er verschillende technieken, sommige met een **vast lengte** en andere technieken met **variabele lengte**<sup>12</sup>.

#### 1.9.2.1 De Morsecode



[https://www.youtube.com/watch?v=iy8BaMs\\_JuI](https://www.youtube.com/watch?v=iy8BaMs_JuI)



<https://www.youtube.com/watch?v=D8tPkb98Fkk>

Zelfs zonder dat je een verleden bij een jeugdbeweging hebt, dan kan je toch al kennis gemaakt hebben met **Morse code** als een manier om een boodschap door te geven. Een eerste kennismaking met Morse code vind je in <https://www.youtube.com/watch?v=EmXsSSHcns>. Een leuke maar niet zo evidente manier om deze code te onthouden vind je in <https://www.youtube.com/watch?v=D8tPkb98Fkk>. Bekijk het filmpje, je vindt er ook de reden waarom deze code **niet gebruikt** wordt om bv een **tekst** op je computer **op te slaan**.

<sup>11</sup>De termen **gegevens** en **data** mag je als **synoniem** beschouwen. Data (of gegevens) moet je interpreteren om aan informatie te geraken.

<sup>12</sup>Met **lengte** wordt hier het **aantal bits** bedoeld.

Hieraast (figuur 1.3) toont je de **Morse code** en een techniek om de betekenis van elk symbool te onthouden.

De **punten en streepjes** die bij elke letter horen, onthoud je door een woord te splitsen in lettergrepen: bevat de lettergreep een **0-klank**, dan zet je een streep. Als de lettergreep een andere klank bevat, dan zet je een punt.

Om de Morse-code te leren kan je elke letter van het alfabet een woordje onthouden: Voor elke lettergreep van dat woord met een o moet je een streep schrijven. De andere lettergrepen krijgen een punt. Voorbeeldje: letter c = onthouwoord: coca cola = morse code - - - .																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">letter</th> <th style="text-align: left;">woord</th> <th style="text-align: left;">morse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>a</td><td>allo</td><td>- -</td></tr> <tr><td>b</td><td>bokkenwagen</td><td>-----</td></tr> <tr><td>c</td><td>coca cola</td><td>--- -</td></tr> <tr><td>d</td><td>dakwerker</td><td>- - -</td></tr> <tr><td>e</td><td>een</td><td>.</td></tr> <tr><td>f</td><td>frutverkoper</td><td>--- -</td></tr> <tr><td>g</td><td>grootmoeder</td><td>- - - -</td></tr> <tr><td>h</td><td>heikenspringer</td><td>---</td></tr> <tr><td>i</td><td>iemand</td><td>..</td></tr> <tr><td>j</td><td>jan-oom-domoor</td><td>--- -</td></tr> <tr><td>k</td><td>kammerlaas</td><td>- - -</td></tr> <tr><td>l</td><td>limonade</td><td>--- -</td></tr> <tr><td>m</td><td>motor</td><td>---</td></tr> </tbody> </table>	letter	woord	morse	a	allo	- -	b	bokkenwagen	-----	c	coca cola	--- -	d	dakwerker	- - -	e	een	.	f	frutverkoper	--- -	g	grootmoeder	- - - -	h	heikenspringer	---	i	iemand	..	j	jan-oom-domoor	--- -	k	kammerlaas	- - -	l	limonade	--- -	m	motor	---
letter	woord	morse																																								
a	allo	- -																																								
b	bokkenwagen	-----																																								
c	coca cola	--- -																																								
d	dakwerker	- - -																																								
e	een	.																																								
f	frutverkoper	--- -																																								
g	grootmoeder	- - - -																																								
h	heikenspringer	---																																								
i	iemand	..																																								
j	jan-oom-domoor	--- -																																								
k	kammerlaas	- - -																																								
l	limonade	--- -																																								
m	motor	---																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">letter</th> <th style="text-align: left;">woord</th> <th style="text-align: left;">morse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>n</td><td>noten</td><td>- -</td></tr> <tr><td>o</td><td>oorlogsvloot</td><td>---</td></tr> <tr><td>p</td><td>papschollieper</td><td>- - -</td></tr> <tr><td>q</td><td>quorico</td><td>- - - -</td></tr> <tr><td>r</td><td>revolver</td><td>---</td></tr> <tr><td>s</td><td>sacristie</td><td>---</td></tr> <tr><td>t</td><td>ton</td><td>-</td></tr> <tr><td>u</td><td>uniform</td><td>---</td></tr> <tr><td>v</td><td>verkennertroep</td><td>---</td></tr> <tr><td>w</td><td>weersopkomst</td><td>---</td></tr> <tr><td>x</td><td>xondizero</td><td>---</td></tr> <tr><td>y</td><td>yorkbliffohyork</td><td>---</td></tr> <tr><td>z</td><td>zonsdergang</td><td>---</td></tr> </tbody> </table>	letter	woord	morse	n	noten	- -	o	oorlogsvloot	---	p	papschollieper	- - -	q	quorico	- - - -	r	revolver	---	s	sacristie	---	t	ton	-	u	uniform	---	v	verkennertroep	---	w	weersopkomst	---	x	xondizero	---	y	yorkbliffohyork	---	z	zonsdergang	---
letter	woord	morse																																								
n	noten	- -																																								
o	oorlogsvloot	---																																								
p	papschollieper	- - -																																								
q	quorico	- - - -																																								
r	revolver	---																																								
s	sacristie	---																																								
t	ton	-																																								
u	uniform	---																																								
v	verkennertroep	---																																								
w	weersopkomst	---																																								
x	xondizero	---																																								
y	yorkbliffohyork	---																																								
z	zonsdergang	---																																								

Figuur 1.3: Morsecode

a

<sup>a</sup><https://www.yumpu.com/nl/document/read/20399718/docufiche-telegraaf>

Ondertussen zal je al gemerkt hebben dat de **Morse code** niet geschikt is om bv je huiswerk voor Engels op de computer op te slaan. De code is dan wel **binair** maar de **variabele lengte** maakt het moeilijk om de decodering uit te voeren. Een klassiek voorbeeld: is ... dit kan zowel de letter **S** als de tekenreeks **EEE** zijn. De **rust** tussen twee letters ontbreekt.

We moeten overstappen op een code met **vaste lengte**. Hoeveel tekens hebben we nodig?

### 1.9.2.2 Minimaal aantal tekens bepalen

Zoals in het deel De Morsecode op pagina III-15 leerde, heb je een vaste lengte nodig om tekens in een binaire code eenduidig om te vormen. Hoeveel bits heb je minimaal nodig? De onderstaande tabel toont je de machten van twee, als geheugensteuntje.

$n$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$2^n$	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

Tabel 1.1: Overzicht van de machten van 2

Wat willen we converteren?

- voor de letters: 26 mogelijkheden
- voor de cijfers: 10 mogelijkheden

Alleen al voor de letters van het alfabet en de tien cijfers, heb je al **36** mogelijkheden. De eerstvolgende macht van 2 is  $2^6$  is **64**. Je hebt dus een code van **6 tekens** nodig, alleen al om de letters en cijfers binair te kunnen decoderen. Dit is echter een **ondergrens**. Bij het bepalen van de minimale lengte van je codetabel, moet je het volgende in rekening brengen:

- je houdt rekening met het verschil tussen hoofd- en kleine letters: dus in totaal **52 tekens**.  
Als je ook de speciale tekens in rekening brengt, zoals é of è, is dit nog slechts een ondergrens.
- je blijft rekening houden met **10 cijfers**

- je houdt ook rekening met leestekens, zoals komma, punt, punt-komma, dubbel punt, vraagteken, uitroep teken. Dit zijn alleen al **6 tekens**
- er zijn ook nog speciale tekens, zoals **spatie**, &,@, # en nog veel meer tekens die je ook op je toetsenbord vindt.
- bovendien hou je rekening met **stuurcodes** zoals **CR**, (carriage return)**LF** (line feed) , **BELL** (geluidssignaal) die afstammen uit de tijd van de typemachine, de telex en de eerste printers.

Op basis van bovenstaande redenering heb je minstens **7 bits** nodig om de bekende tekens in een binaire code om te zetten. Je kan nu een *willekeurige* coderingstabell opstellen, waarbij je telkens éénduidig bepaald met welke binaire code een bepaald letter overeenstemt. Bij een-der welke communicatie bijvoorbeeld het verzenden van een bestand tussen twee computers, moeten beide computers dezelfde codetabel gebruiken.

In het verleden zijn er verschillende codetabellen ontwikkeld.

### 1.9.2.3 EBCDIC

De computerfirma **IBM** had in 1964 een codetabel voor het gebruik op zijn mainframe computers. Het is een code van **8 bits** die je op de figuur 1.4 terugvindt onder **hexadecimale vorm**. De eerste 4 bits (het eerste hexadecimale teken) heet **de zone** en stelt de **tekencategorie** voor. De laatste 4 bits, de **digit**, duiden het **specifieke teken** aan.<sup>13</sup>. Kijk ook eens op de pagina van IBM: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/zosbasics/com.ibm.zos.zappldev/zappldev\\_14.htm](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/zosbasics/com.ibm.zos.zappldev/zappldev_14.htm)

Op de figuur 1.4 hiernaast kan je (onder hexadecimale vorm) de code afleiden voor de voornaamste tekens.

Zo leer je dat de letter **A** gelijk is aan de code **C1x** met x als verwijzing dat de code hexadecimaal is. Op de letter **I** met code **C9x** volgt alfabetisch wel de letter **J**, niet met de code **D0x** wat je zou verwachten maar met de code **D1x**.

Je leert ook dat eerst de kleine letters en dan pas de grote letters een code krijgen.

		1st hex digit															
		2nd hex digit															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	DLE	DS		SP	&	-										0
1	SOH	DC1	SOS				/		a	j			A	J			1
2	STX	DC2	FS	SYN					b	k	s		B	K	S	2	
3	ETX	TM							c	l	t		C	L	T	3	
4	PF	RES	BYP	PN					d	m	u		D	M	U	4	
5	HT	NL	LF	RS					e	n	v		E	N	V	5	
6	LC	BS	ETB	UC					f	o	w		F	O	W	6	
7	DEL	IL	ESC	EOT					g	p	x		G	P	X	7	
8	CAN								h	q	y		H	Q	Y	8	
9	EM								i	r	z	'	I	R	Z	9	
A	SMM	CC	SM			C CENT	!	:									
B	VT	CU1	CU2	CU3			\$	,	#								
C	FF	IFS		DC4	<	*	%	@									
D	CR	IGS	ENQ	NAK	(	)	-	'									
E	SO	IRS	ACK		+	:	>	=									
F	SI	IUS	BEL	SUB		-	?	"									

Figuur 1.4: EBCDIC codetabel van IBM

Van deze tabel zijn er ook varianten, waarbij je bijkomende tekens, zoals { en } aantreft. Deze code is ondertussen al lang verouderd. Het is in deze cursus vermeld als voorbeeld dat er ook andere tabellen dan de **ASCII** codetabellen gebruikt werden.

<sup>13</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/EBCDIC>, geconsulteerd op 2020-10-04

Uit <https://www.coursehero.com/file/prj22j/EBCDIC-and-BCD-are-still-in-use-by-IBM-mainframes/>  
blijkt dat **IBM** deze codetabel nog altijd gebruikt.

#### 1.9.2.4 Concordantie ASCII-EBCDIC

Op internet vind je verschillende tabellen en programmeerhulpjes om de conversie tussen EB-CDIC en ASCII mogelijk te maken. De figuur 1.5 is hiervan een voorbeeld.<sup>14</sup>

EBCDIC – Hexadecimal high order byte EBCDIC – Hexadecimal low order byte Displayed – lower case alphabet character	8 8 8 8 8 8 8 8 8 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 A A A A A A A A 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
ASCII – Hexadecimal high order byte ASCII – Hexadecimal low order byte	6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A
EBCDIC – Hexadecimal high order byte EBCDIC – Hexadecimal low order byte Displayed – UPPER case alphabet character	C C C C C C C C C C D D D D D D D D D D D D E E E E E E 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
ASCII – Hexadecimal high order byte ASCII – Hexadecimal low order byte	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A
EBCDIC – Hexadecimal high order byte EBCDIC – Hexadecimal low order byte Displayed – numeric character	F F F F F F F F F F 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
ASCII – Hexadecimal high order byte ASCII – Hexadecimal low order byte	3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
EBCDIC – Hexadecimal high order byte EBCDIC – Hexadecimal low order byte Displayed – special character	4 5 7 7 5 6 5 7 4 5 5 4 6 6 4 6 7 5 4 7 6 6 7 B E B B 6 7 C 4 D A 0 A F B B C 0 D D D C E B 0 B 1 A E C E E F C A 0 B 0 D 9 0 F 0 1 ! " # \$ % & ' ( ) * + , - . / : ; < = > ? @ [ \ ] ^ ` {   } ~
ASCII – Hexadecimal high order byte ASCII – Hexadecimal low order byte	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3 3 4 5 5 5 5 6 7 7 7 7 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F A B C D E F 0 B C D E F 0 B C D E

15

Figuur 1.5: Conversie tussen EBCDIC en ASCII

Het spreekt vanzelf dat je dit zeker niet van buiten moet leren. Het is voldoende dat je weet dat er eenduidige conversiemogelijkheden bestaan.

#### 1.9.3 ASCII

De eerste versie van **ASCII** was een **7 bit code** zoals je ziet op figuur 1.10 op pagina III-22. Ook in deze tabel heb je speciale tekens, zoals de **spatie** met als hexadecimale code **20x**.

Je merkt op dat **volgorde** anders is dan bij EBCDIC: eerst de **cijfers**, dan de **hoofdletters** en ten slotte de **kleine letters**. De cijfers en letters zijn allemaal in de *logische volgorde* zonder onderbreking bij de letters (wat je wel vindt bij EBCDIC). Als je bijvoorbeeld bij de decimale waarde van de letter **A**, het getal **65**, 12 bij telt, en dus **77** bekomt dan is de overeenkomende letter **M**, wat overeenkomt met de **13<sup>de</sup>** letter van het alfabet en  $1 + 12 = 13$ . Bij EBCDIC was dit niet voor elke letter het geval.

Als je de binaire voorstelling van de hoofdletters en de kleine letters vergelijkt, dan valt op dat er slechts één bit (de tweede van links te tellen) van waarde veranderd. Deze bit is **nul** bij de **hoofdletters** en is **1** bij de kleine letters. Deze bit is de **vijfde bit** want je telt van rechts naar links en vanaf nul te beginnen.

In de tabel 1.10 op pagina III-22

<sup>14</sup>[http://mtm2018.mybluemix.net/references/references\\_character\\_encoding.html](http://mtm2018.mybluemix.net/references/references_character_encoding.html), geconsulteerd op 2020-10-04

Op het kasticket (figuur 1.6 hiernaast) merk je dat de voornaam niet correct is weergegeven.

In plaats van de letter **ë** zie je een symbool waarmee je tabellen kan tekenen.

Om dit te verklaren,

U werd geholpen door Apr Stagiair  
Raphael Boel

Figuur 1.6: Fout teken op kasticket

## 1.9.4 Mogelijkheden



#### **2.1.8 De belangrijkste gevolgen van tekencodering toelichten.**

#### **1.9.4.1 Het coderen**

De allereerste toepassing van het gebruik van ASCII is het **coderen** van de **tekst** in een **binaire vorm**.

#### 1.9.4.2 Het sorteren

Op basis van de ASCII tabel kan je vlot **sorteren**. De letters staan in **alfabetische volgorde**. Bij het sorteren kan je elk teken **vervangen** door de **ASCII waarde** ervan. Je sorteert in oplopende volgorde: eerst het kleiner getal, dan het groter getal. Je start met de eerste letter, van links te tellen.

## Bijvoorbeeld :

#### **1.9.4.3 E-mailbijlagen verzenden**

Een **e-mail** was initieel **gewoon tekst** die je verstuurde, en werd in een **7bis ASCII** gecodeerd. **Later** werd de mogelijkheid om **bijlage** mee te verzenden **toegevoegd**. Dit zijn bijvoorbeeld een figuur, een tekstdocument, een computerprogramma. Deze bijlagen zijn opgesteld in een **8 bits code**. Deze bijlagen worden omgevormd worden in **7 bits ASCII code**.

Mailprogramma's kunnen ook een andere codevorm gebruiken: **base-64**. Dit is een zes bit code vorm waarbij alleen maar hoofdletters, kleine letters en 10 cijfers, aangevuld met + en / worden gebruikt.

Je ziet een voorbeeld op de figuur 1.7 hiernaast

In de bron van een e-mail kan je ook andere codetabellen aantreffen.

Op de figuur 1.8 hiernaast zie je een voorbeeld

Figuur 1.7: Voorbeeld van BASE64 codering van e-mailbijlage

```
--_336ebda1-61b3-484b-b5d5-d717fe5d378e
Content-Type: text/html; charset=utf-8
Content-Transfer-Encoding: quoted-printable
```

Figuur 1-8: Mail is in LIET 8 goedkoop

De **UTF-8** (dit staat voor 8-bit Unicode Transformation Format) is een manier om **Unicode**-tekens op te slaan als een stroom van bytes, een zogenaamde tekencodering. Alternatieven zijn UTF-16 en UTF-32. UTF-8 is een tekencodering met variabele lengte: niet elk teken gebruikt evenveel bytes. Afhankelijk van het teken worden 1 tot 4 bytes gebruikt.<sup>16</sup>

### 1.9.5 8 bits-ASCII

In de praktijk gebruiken we een **8 bits ASCII** code. Door het toevoegen van de 8<sup>ste</sup> bit zijn er 128 mogelijkheden. Dit noemen we **extended ASCII**. Alleen was het niet eenvoudig om hiervoor een algemene regeling af te spreken en kreeg je een veelvoud van codelijsten.



<https://www.ascii-codes.com/>, waar je verschillende varianten vindt

De basis vormt **IBM** die de ASCII tabel uitgebreid heeft voor het gebruik op de **personal computer**, die IBM gelanceerd heeft in, 1981 en wat de basis is van elke computer zoals we die nu kennen. De ASCII variant van IBM is gekend onder de referentie **Code page 437**.<sup>17</sup>

De koppeling tussen de binaire code en het overeenkomend teken is echter niet eenduidig. Er zijn verschillende **codetabellen**, zoals je kan zien op de onderstaande figuur

Bron: [https://www.youtube.com/watch?v=l-pQH\\_krD0M](https://www.youtube.com/watch?v=l-pQH_krD0M)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOI	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2	SP	!	#	\$	%	&	'	(	)	*	,	-	/	,	-	
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	<	>	?		
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	]	^	_	~
6	'	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	r	q	t	s	u	v	w	x	y	z	[	]	=	-		
8	BPH	BNH	NEL	SSA	ESA	HTS	HT	VTS	PLD	PLU	RI	SSA	SSA			
9	DCS	PUZ	PUZ	STS	CEH	AWW	SPA	EPW	SOS	SCI	CSI	ST	OSC	PMC	APC	
A	nbsp;	À	Á	È	É	Ê	Í	Ó	Ð	Ñ	�	�	�	�	�	�
B	'	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�
C	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�
D	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�
E	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�
F	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�	�

18

Figuur 1.9: Voorbeeld van verschillende codetabellen

De oplossing is het gebruik van **UNICODE** dat, afhankelijk van de versie, 2 tot 4 bytes gebruikt.

### 1.9.6 UNICODE



<https://nl.wikipedia.org/wiki/Unicode>



<https://stackoverflow.com/questions/5290182/how-many-bytes-does-one-unicode-character-take>

<sup>16</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/UTF-8>, geconsulteerd op 2020-10-06

<sup>17</sup><https://www.ascii-codes.com/>, geconsulteerd op 2020-10-06

Het gebruik van ASCII is voldoende om het correct weergeven van teksten in het Engels. Met de uitbreiding tot 8 bits kon je de verschillende tekens van de andere westerse talen weergeven. Je geraakt wel in de problemen met ASCII als je bv Chinese of Arabische tekens wilt weergeven. Het Chinese schrift bestaat uit circa 25.000 tekens.

In 1991 werd de eerste standaard: **UNICODE 1.0** voorgesteld. Het is een code van 2 bytes met dus  $2^16 = 65.536$  mogelijkheden. De volgende versies, **UNICODE 2.0** waren tot meer dan één miljoen. De huidige versie van UNICODE is versie 13.0 met 143.924 gedefinieerde tekens

### 1.9.7 Wat moet je kennen?

- ? Bespreek de volgende termen: ASCII, EBCDIC, UNICODE, Morse, Base-64, MIME
- ? Bespreek drie toepassingen van het gebruik van ASCII code
- ? Bespreek de beperking van het gebruik van 7 bits ASCII code
- ? Bespreek de mogelijkheden en beperking van het gebruik van 8 bits ASCII code

# ASCII TABLE

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	\$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	.	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[END OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

## 2 Het moederbord

### 2.1 De verkenning van het moederbord

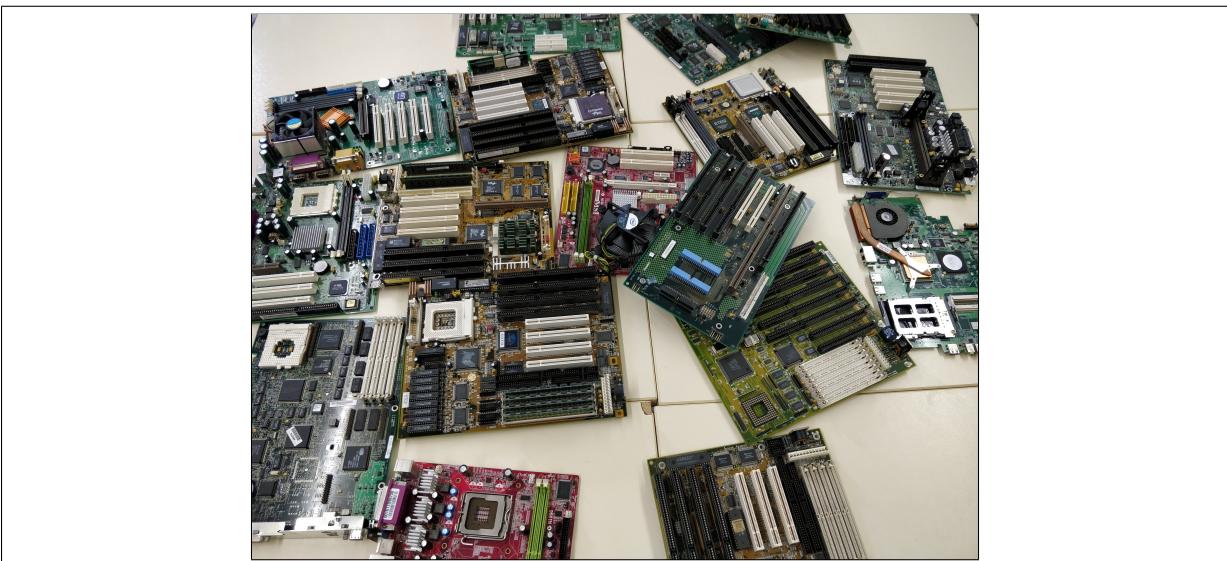


1.2.1 In het inwendige van een actuele computer de belangrijkste componenten aanwijzen, benoemen en hun functie omschrijven.

#### 2.1.1 Van oud naar nieuw

Als je terugdenkt aan de eerste les, maakte je toen al kennis met het inwendige van een desktop pc. In dit cursusdeel gaan we verder hierop in. We vertrekken van een verzameling van diverse, vooral oudere moederborden.

Een **eerste taak** is de moederborden rangschikken van 'oud' naar 'nieuw'. Merk ook de verschillen en gelijkenissen op. Later koppelen we hieraan het begrip **vormfactor**.



Figuur 2.1: Verzameling moederborden in lokaal 911

Hoe zal je hiervoor te werk gaan?

- ? Verwoord je werkwijze om moederborden te sorteren van oud naar nieuw.
- ? Benoem de componenten op een willekeurig moederbord

**Opdracht 7**

Je beschikt over een verzameling van moederborden. Een aantal zijn gelijkend, andere zijn volledig verschillend.

Ga als volgt te werk:

- Sorteer de moederborden van **oud** naar **nieuw**.
- Een aantal moederborden kan je samen nemen
- Verwoord je werkwijze en beantwoord onder andere volgende vragen:
  - *Waarom is een bepaald moederbord ouder dan een ander moederbord?*
  - *Waarom kan je twee of meer moederborden samen nemen?*
- Benoem de componenten van het moederbord die je herkent.

Deze opdracht voer je klassikaal uit.

### Een mogelijke oplossingsstrategie

Heb je volgende zaken opgemerkt? Foto's en afbeeldingen zijn voor latere hoofdstukken

- de montage van de processor (socket , ooit eens slot)
- de verschillende chips, al dan niet met koelvin
- de connectoren aan de achterkant van de moederborden
  - de oudste moederborden hebben aan de achterkant alleen een grote stekker (DIN) voor de aansluiting van een toetsenbord
  - de meest recente moederborden hebben achteraan een volledige blok voor diverse I/O waaronder USB, netwerk, geluid, ...
  - bij de moederborden voor laptops heb je niet alleen aan de achterkant maar ook aan de zijkant en/of voorkant aansluitingen
- de aansluitingen voor de voedingen
  - de aansluiting voor de voeding is bij de oudste moederborden een combinatie van twee stekkers met telkens zes contactpunten op één lijn. Bij montage zorg je ervoor dat de zwarte draden van beide voedingsstekkers zij aan zij blijven.
  - de aansluitingen voor de voeding van het moederbord: nu een 20- of 24-polige stekker (2 rijen met 10 of 12 kolommen)
- de verschillende insteeksloten voor het geheugen
- de verschillende insteeksloten voor de randapparatuur (waaronder ISA, PCI, AGP, AMR, PCIe)
- de aansluitingen voor het opslagmedia:
  - IDE (40 contactpunten voor harde schijf en CD/DVD en 32 voor floppy (nu volledig verouderd))
  - SATA

### 2.1.2 De componenten van het moederbord oplijsten

In voorgaande oefeningen heb je, mogelijks voor de eerste keer, een aantal termen gehoord. Wellicht heeft een leerling de voornaamste termen op bord geschreven en krijg je na afloop van de les een verzameling van diverse componenten, jong of oud.

In de lijst hieronder vind je de opgesomde componenten terug, aangevuld waar nodig.

Bij latere oefeningen om de componenten op een moederbord te benoemen, kan je deze lijst gebruiken.

De mogelijke onderdelen zijn:

ISA	Batterij	tor
AGP	I/O poorten	24 pin ATX voedingsconnec-
PCI	PS/2	tor
PCIe 1x	DIN stekker	Extra voeding voor CPU
PCIe 16x	USB 2	Extra voeding voor grafische
AMR	USB 3	kaart
USB	SATA	Aansluiting voor joy stick
SATA	eSATA	Aansluiting voor ventilator (3
PATA	Firewire	pins)
EIDE	VGA	Aansluiting voor ventilator (4
IDE	DVI	pins)
CPU	HDMI	Geluidskaart (chip on board)
Geheugensocket	Seriële poort	Grafische kaart (chip on
North Bridge	Parallelle poort	board) LAN (chip on board)
South Bridge	Floppy connector	
PCH (Platform Control Hub)	Connector voor HD/cd-rom	
BIOS	20 pin ATX voedingsconnec-	

Op een willekeurig moederbord, jong of oud, zal je maar een selectie van de opgesomde onderdelen terugvinden.

#### Opdracht 8

Noteer hieronder eventuele componenten die niet in de opsomming opgenomen zijn.  
Meld dit ook door aan de leerkraacht, bij voorkeur via Smartschoolbericht.

*Opdracht 8: De componenten van het moederbord opsommen*

### 2.1.3 Een actueel moederbord opzoeken

In een derde stap zoeken we een actueel moederbord. Het gekozen moederbord zal maximaal één jaar oud zijn.

#### Opdracht 9

Zoek een recent moederbord.

Je noteert de url en vul het blad met de kenmerken verder in (zie project-opdracht)  
Benoem ook de verschillende onderdelen op de foto's van dat moederbord.

*Opdracht 9: Je zoektocht naar een recent moederbord*

#### Een mogelijke oplossingsstrategie

Je bent vrij in de keuze van je moederbord . Er zijn verschillende manieren die je kan gebruiken in je zoektocht naar een geschikt moederbord.

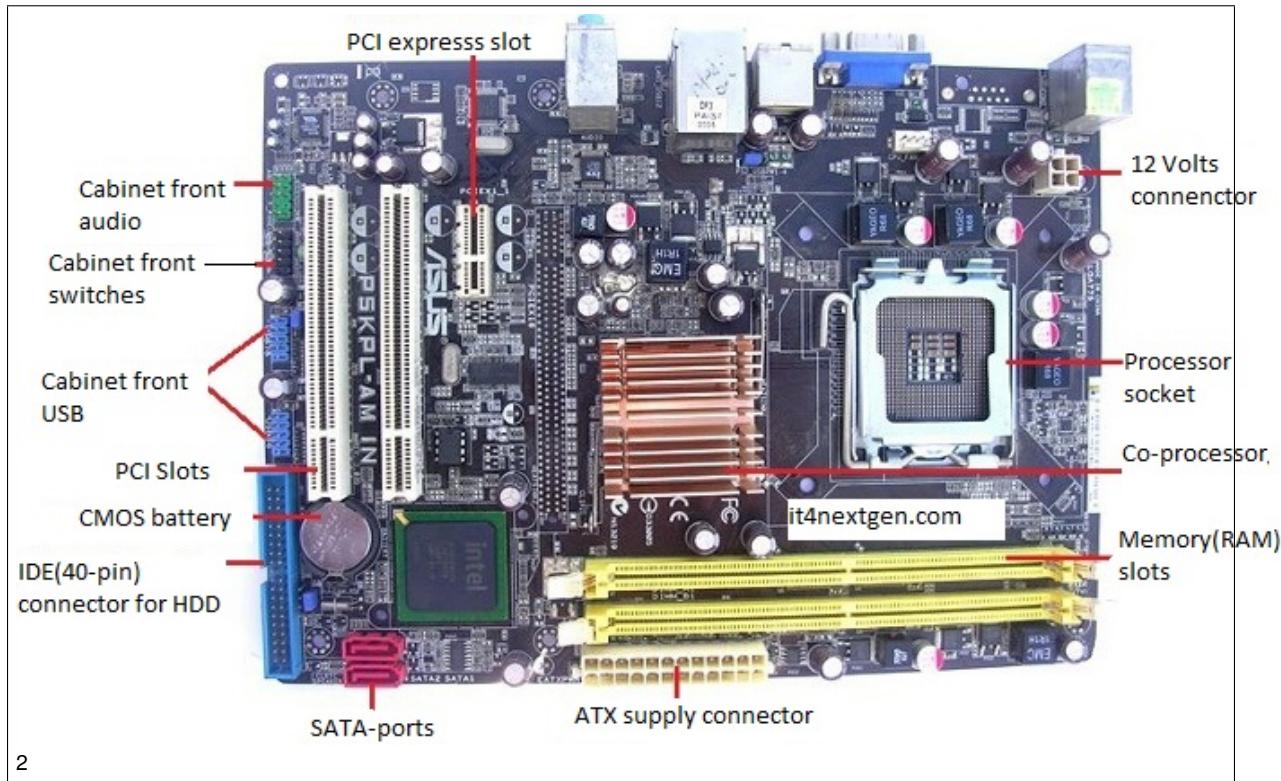
- je zoekt op **Google**
- je zoekt op de website van multimedia webwinkels, zoals [www.coolblue.be](http://www.coolblue.be) of [bol.com](http://www.bol.com)
- je zoekt op gespecialiseerde webwinkels zoals [www.toones.be](http://www.toones.be), [www.azerty.be](http://www.azerty.be), [www.alternate.be](http://www.alternate.be)
- je zoekt op gespecialiseerde websites zoals [www.tweakers.net](http://www.tweakers.net) en [hardware.info](http://hardware.info)

Bij het vergelijken van de prijs zijn grote verschillen merkbaar. Het goedkoopste moederbord is circa 50 EUR, het duurste kost ca 3.000 EUR <sup>1</sup>. Het is evident dat er verschillen zijn. Dit komt later aan bod.

<sup>1</sup>BTW inbegrepen

### 2.1.4 De componenten op een actueel moederbord benoemen

In een vierde stap gaan we verder werken met **actuele moederborden** voor desktopgebruik en moet je de voornaamste onderdelen van het moederbord kunnen benoemen. Hieronder vind je voorbeeld van een voldoende actueel moederbord.



Figuur 2.2: Componenten van een recent moederbord

Bij de nabespreking van deze figuur, merk je volgende elementen op:

- IDE connectoren voor harde schijf en/of CD-DVD lezer, zal je op actuele moederborden wellicht niet meer aantreffen
- er is slechts één PCIe slot aanwezig
- de PCI sloten zullen nu amper tot niet aanwezig zijn
- op de figuur staat 'co-processor' aangeduid. Op dit type moederbord zal het eerder **nord-bridge** zijn, onderdeel van de chipset. De **southbridge** vind je rechtsboven ten opzichte van de SATA poorten

Na voldoende oefenen, ben je in staat om moederborden op analoge wijze te beoordelen. Hieronder volgt een concreet voorbeeld.

Nr	Omschrijving	Nr	Omschrijving
1		7	
2		12	
3		13	
4		14	
5		16	
6		-	-

Tabel 2.1: De belangrijkste componenten van het moederbord

**Opdracht 10**

Op de onderstaande figuur staan diverse onderdelen aangeduid met een cijfer. Vul de onderstaande tabel verder aan. De oplossingen staan tussen andere mogelijkheden in de onderstaande tabel verstopt.

***Opdracht 10: De componenten van het moederbord***

Als je de link volgt, vind je ook de modeloplossing.

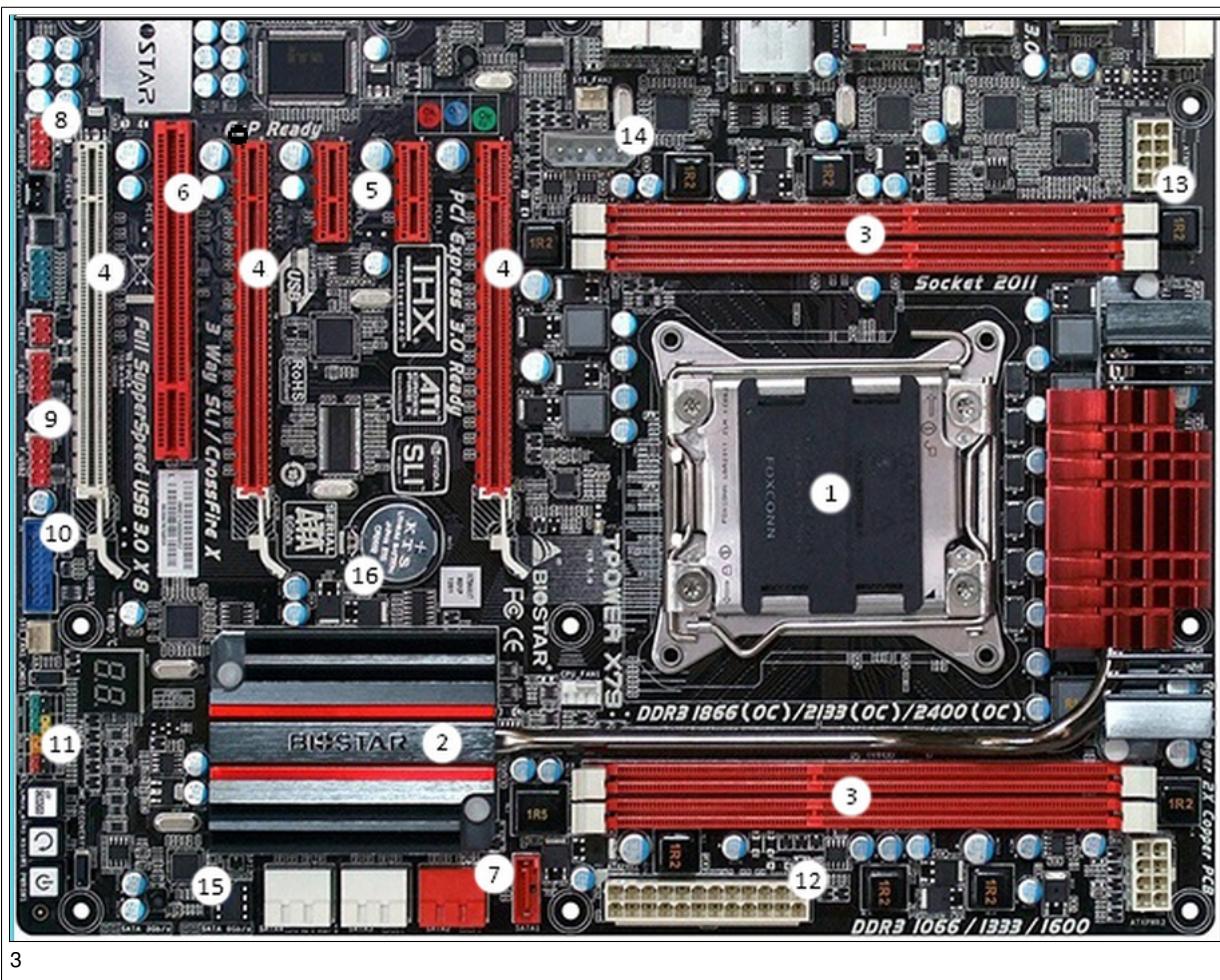
**Opdracht 11**

Ga zelf op zoek naar een analoog voorbeeld van een recent moederbord. Je mag gerust het moederbord van je eigen pc als voorbeeld nemen. Zorg er wel voor dat iedereen een ander moederbord heeft. Zorg ook zelf voor een afdruk.

Je duidt vervolgens de belangrijkste onderdelen aan met een cijfer, zoals in voorgaand voorbeeld, dat door een klasgenoot zal ingevuld worden.

Nadien overleggen jullie samen de oplossing.

***Opdracht 11: Klasoefening over het moederbord***



Figuur 2.3: Benoem de belangrijkste onderdelen

Nr	Omschrijving	Nr	Omschrijving
1		7	
2		12	
3		13	
4		14	
5		16	
6		-	-

Tabel 2.2: De belangrijkste componenten van het moederbord

## 2.2 De computerbehuizing

De **computerbehuizing**, of in het Engels **computercase** is het eerste onderdeel waar je dagelijks op kijkt. Er zijn verschillende mogelijkheden.

### 2.2.1 De rol van de behuizing

De behuizing zorgt voor volgende elementen:

- **bescherming van de interne onderdelen** tegen aanraking en beschadiging
- zorgt voor een veel betere koeling dan wanneer er geen gesloten behuizing is. De luchstromen, die de warmte moet afvoeren, wordt beter geleid.
- biedt **aansluitmogelijkheden vooraan** de computer
- heeft een **esthetisch karakter (design)**

### 2.2.2 De verschillende mogelijkheden

Uit de PowerPointpresentatie van het Sleutelboek werd onderstaande overzichtsfiguur gehaald.



Figuur 2.4: De verschillende soorten behuizingen

Als je onderling kunt vergelijken, dan merk je de verschillen tussen een servercase en een gewone tower. Anders is het onderscheid moeilijker te maken.

Het overzicht op figuur 2.4 bevat geen **desktop** toestel. Je hebt al voldoende ervaring om dergelijke behuizing correct te benoemen en het onderscheid met een **barebone** te maken.

Bij casemodding, het aanpassen van de computerkast naar eigen wens, kan je ver gaan. Vaak is er een glazen opening in een van de wanden zodat je het inwendige kunt zien. LED verlichting, weggewerkte kabels, speciale koeling,.. .. zijn mogelijkheden om je computer een eigen accent te geven.

Servers (2.6) kan je ook in een rack monteren zoals op de figuur 2.5 De servers hebben een gelijkaardige vorm die in aantal 'Units' uitgedrukt wordt. Dit is een maat voor de hoogte. 1 **unit** is gelijk aan 1inch = 2.5 cm.



Figuur 2.5: rack voor servers en andere onderdelen

a

---

<sup>a</sup><https://www.onlogic.com/be-nl/mk100b-51/>

Figuur 2.6: 1U rackmount systeem met Skylake Intel Core i3/i5/i7

a

---

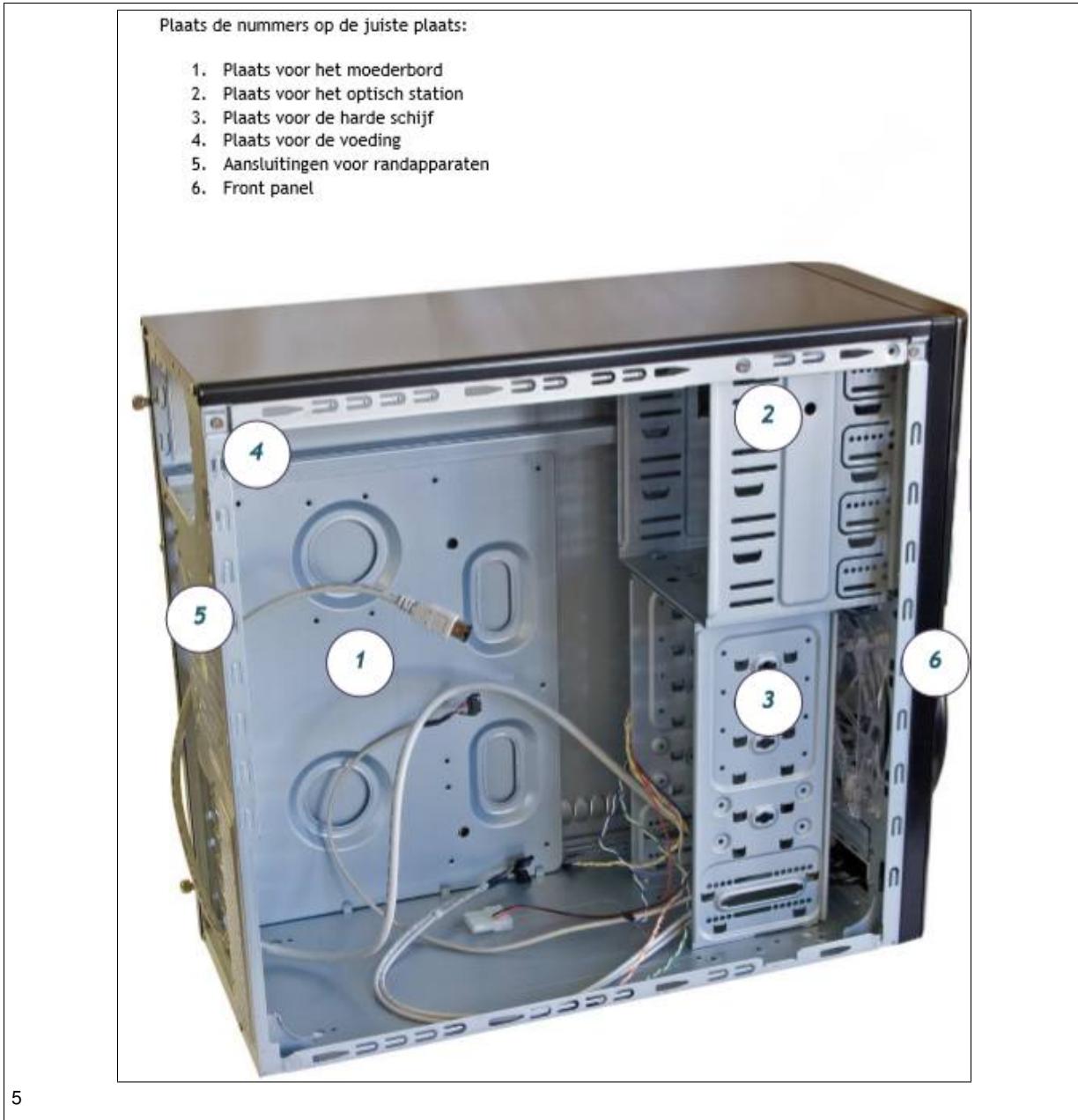
<sup>a</sup><https://www.onlogic.com/be-nl/mk100b-51/>

### 2.2.3 De montage van de onderdelen

De montage van de onderdelen zal vooral aan bod komen tijdens de stage in het laatste jaar. Basishandelingen zullen op afspraak in de laboklas mogelijk zijn.

Bij het invullen van de onderdelen werk je als volgt:

- het moederbord komt op een grote metalen plaat waar je al de voorgeboorde gaten voor de montage terugvindt.
- het verschil tussen optische stations (DVD en CD-rom) en harde schijven herken je aan de breedte: een optisch station is 3.5 inches en een harde schijf standaard 2.5 inches (voor SSD of voor laptop gebruik) en 3.5 inches (voor desktop pc's) breed
- voor de voeding is er aan de achterzijde een rechthoekige uitsparing voorzien, meestal aan de bovenkant maar kan ook aan de onderkant. Bij het demonteren van de achterwand



Figuur 2.7: De plaats van de onderdelen in de computerkast

van de pc moet je aandachtig zijn dat je de vier vijsjes waarmee de voeding aan de computerbehuizing is vastgemaakt, niet losvijst.

#### 2.2.4 Wat moet je kennen en kunnen?

- ? Benoem de verschillende soorten computerbehuizingen, waaronder desktop, barebone, tower, server case
- ? Bespreek vier argumenten om een gesloten computerbehuizing te gebruiken
- ? Wijs de montageplaats van een computeronderdeel (waaronder moederbord, harde schijf,..) in de behuizing aan

## 2.3 Hoe wordt een moederbord gemaakt?

Hieronder vind je enkele links naar YouTube waar je leert hoe een moederbord gemaakt wordt.



<https://www.youtube.com/watch?v=bR-D0eAm-PQ>



<https://www.youtube.com/watch?v=lj0oGyCso8s>

### Opdracht 12

Beoordeel beide YouTubefilmpjes hierboven.

Bespreek een zelf gevonden **YouTube**-filmpje dat het samenstellen van een moederbord bespreekt. Formuleer hieronder

- wat je **geleerd** hebt uit je filmpje
  
- wat -volgens jou- de **sterke punten** zijn
  
- wat -volgens jou- **werk- en verbeterpunten** zijn

Noteer de url: <https://www.youtube.com/watch?v=>

*Opdracht 12: Het maken van een moederbord*

*Pagina voor eigen notities.*

## 2.4 De vergelijking van moederborden

Op de website van Azerty (<sup>6</sup>) vind je een aantal tips en een bruikbaar overzicht van de verschillen tussen de hedendaagse chipsets. Op basis van hun adviezen zijn de onderstaande teksten verder uitgewerkt.

### 2.4.1 Het stappenplan bij de keuze

Hun stappenplan ziet er als volgt uit

- Je maakt eerst de keuze voor Intel of AMD **processoren**. Je kent zo je processor én de vereiste **CPU-socket** op het moederbord.
- Je bepaalt een budget tussen circa 50 EUR en 500 EUR, wat voor de meeste moederborden nu realistisch is. Je zal zeker duurdere moederborden vinden en soms zelf nog goedkopere.
- Vervolgens kies je de **chipset**. Een uitgebreidere chipset biedt vaak ondersteuning voor het overklokken van processor en geheugen, bijkomende aansluitingen (bijvoorbeeld USB en SATA) en de mogelijkheid om meerdere videokaarten te combineren in SLI.

### 2.4.2 Kiezen voor latere groei

Je moederbord zal vaak jarenlang de basis van je pc vormen. Tussendoor kun je bijvoorbeeld de processor upgraden, geheugen toevoegen en je videokaart inruilen voor een sneller model. Noodzaak om het moederbord te vervangen is er doorgaans pas als nieuwe standaarden hun intrede doen, bijvoorbeeld PCI-Express 4.0 of DDR5.

Je zult dus al gauw een paar jaar met een moederbord doen. Kijk daarom verder dan je wensen van vandaag. Twijfel je of je in de toekomst misschien een tweede videokaart in SLI wil toevoegen? Nu een moederbord met ondersteuning daarvoor kiezen, kan je dan een volledige vervangingsslag schelen.

Ook adviseren we om een moederbord te kiezen dat meer M.2-sloten en SATA-poorten bevat dan het aantal SSDs en harde schijven dat je nu aan wil sluiten, waarbij je enkele USB-poorten vrij houdt en misschien zelfs twee geheugensloten leeg laat. Zo kun je in de toekomst eenvoudig upgraden, zonder dat dat tot extra kosten leidt.

### 2.4.3 Mini-ITX: compacte moederborden die iets duurder zijn

De afgelopen jaren is steeds meer functionaliteit geïntegreerd, waardoor een losse netwerk- of geluidskaart niet meer nodig is. Het mini-ITX formaat wordt mede daarom steeds populairder. Het meet maar 17 bij 17 cm, maar bevat alles wat reguliere gebruikers tegenwoordig nodig hebben, inclusief één PCIe-slot voor een videokaart.

De beperkte ruimte op de printplaat zorgt er wel voor dat de ontwerpers met slimmere oplossingen moeten komen, waardoor mini-ITX moederborden over het algemeen net wat duurder zijn dan gewone ATX-moederborden.

<sup>6</sup><http://www.azerty.nl>, geconsulteerd op 2019/10/29

#### 2.4.4 De grootte van het moederbord

De vormfactor van je moederbord zal **ATX** zijn of een van de afgeleide formaten. Als voorbeeld van een drietal courante moederborden vind je die grootte hieronder.

De **grootte** van de moederborden zijn:

- **ATX** 30,5 x 24,4 cm
- **micro-ATX** 24,4 x 24,4 cm
- **mini-ITX** 17 x 17 cm

Deze getallen moet je niet van buiten leren maar wel de moederborden op basis van deze vorm-factor met de afmetingen kunnen sorteren van groot naar klein. In het deel over de vormfactor, leer je ook de groottes van de andere moederbordvarianten.

#### 2.4.5 De processorsocket

De keuze van het moederbord bepaalt ook de keuze van de processorsocket, zoals je kunt zien in de onderstaande tabel.

De processor socket	Intel	AMD
mid-range	LGA 1151	AM 4 (PGA 1331)
high-end	LGA 2066	TR4 (LGA 4094)

Tabel 2.3: Meestvoorkomende CPU-sockets

Op dit moment is bij AMD de socket **AM4** en bij Intel de socket **LGA1151** het meest gebruikt (zie verder) Op die manier reduceer je al de keuze van het correcte moederbord.

#### 2.4.6 De verschillende chipsets

In de tabel hieronder vind je de voornaamste verschillen:

Moederborden met een luxere chipset zijn logischerwijs duurder. Toch kunnen er ook binnen dezelfde chipset grote prijsverschillen zijn. De voordeligste modellen implementeren meestal uitsluitend de mogelijkheden die de chipset biedt en zijn ideaal voor de minder veeleisende gebruikers.

Een duurder moederbord bevat doorgaans betere kwaliteit componenten, bijvoorbeeld voor de CPU-stroomvoorziening, de geïntegreerde audio en ingebouwde netwerkkaart. Ook beschikken ze vaak over extra controllers om bijvoorbeeld meer usb-poorten aan te kunnen bieden dan standaard mogelijk is. Sommige high-end moederborden hebben zelfs Thunderbolt.

Geïntegreerde wifi, allerlei mogelijkheden voor RGB-verlichting en handige overklokfuncties (bijvoorbeeld een foutcode-schermpje of on-board power- en resetknoppen) zijn andere ty-

	Intel					AMD			
	H310	B360	H370	Q370	Z390	A320	B350 -B450	X370-X470	X570
Max. DDR4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
Max. USB 3.0	4	6	8	10	10	6	6	10	0
Max. USB 3.1	N	4	4	6	6	1	2	2	8
Max. SATA	4	6	6	6	6	4	4	6	12
Nvidia SLI	N	N	N	Y	Y	N	N	Y	Y
Overklokken	N	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y

Tabel 2.4: Overzicht van de kenmerken van courante chipsets

pische features die je wel vaak tegenkomt op een luxe moederbord, maar minder vaak op betaalbare modellen.

## 2.5 Een aantal praktijkvoorbeelden

### 2.5.1 Lowbudgetmoederbord

#### 2.5.1.1 Anoniem moederbord

Op zoek naar een goedkoop moederbord, vind je bijvoorbeeld het moederbord 2.8. De prijs is aantrekkelijk maar je vindt geen enkele productinformatie, anders dan de chipsetvermelding B75 en de kennis dat het bruikbaar is voor een Intelprocessor met socket LGA1155.



7

Figuur 2.8: Goedkoop B75 Chipset LGA1155 moederbord - zwart

Dit moederbord is niet recent:

- de chipset **B75** is bestemd voor processoren van de 7<sup>de</sup> generatie met lancering in het tweede kwartaal van 2012 <sup>8</sup>
- de socket **LGA 1155** ook H2, is een socket dat voor Intelprocessoren van het type **Sandy Bridge** <sup>9</sup> (2nd-Gen, 32nm, 2k-series) en **Ivy Bridge** <sup>10</sup> (3rd-Gen, 22nm, 3k-series) micro-architectuur. <sup>11</sup>

<sup>8</sup><https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/64030/intel-b75-express-chipset.html>, geconsulteerd op 2019/11/16

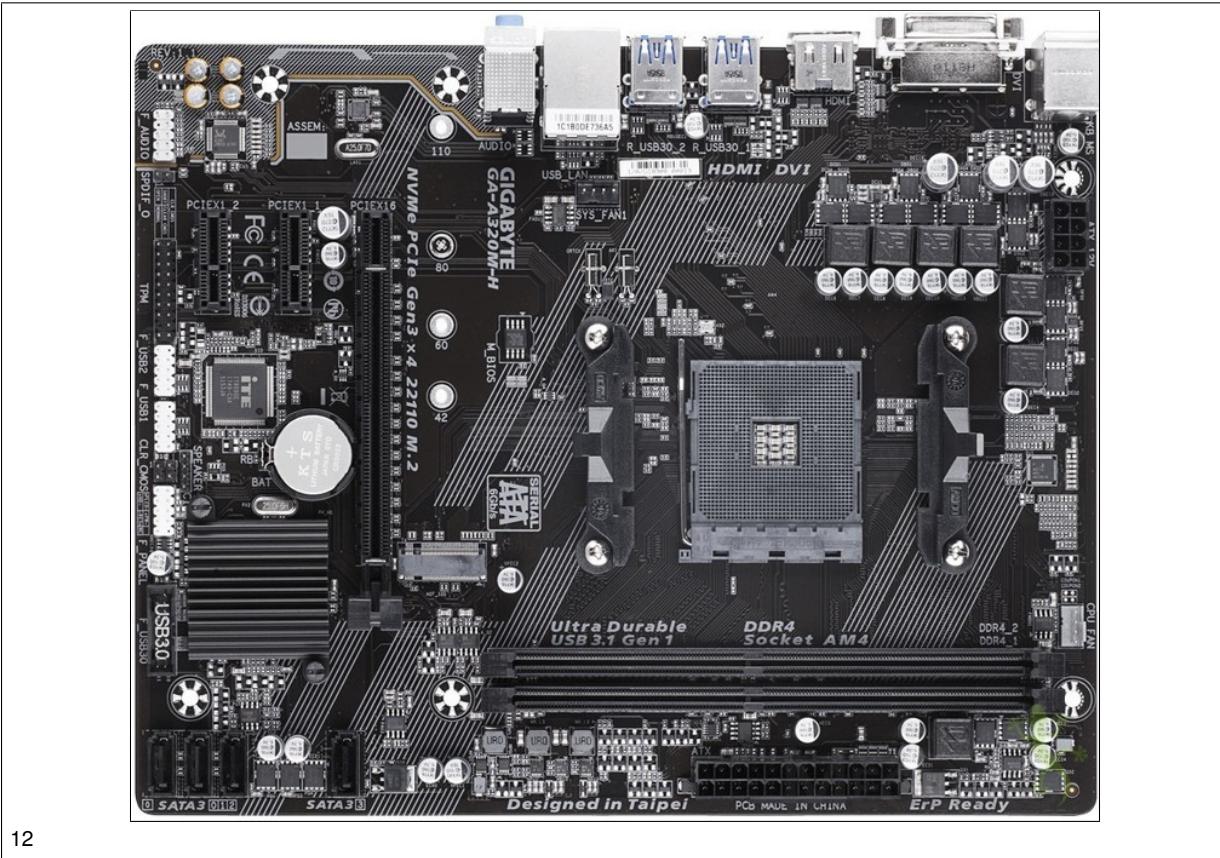
<sup>9</sup>Deze serie van processoren is de laatste die volledig Windows Vista ondersteund

<sup>10</sup>Deze serie van processoren is de laatste die volledig Windows XP en Windows server 2003 ondersteunen.

<sup>11</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/LGA\\_1155](https://en.wikipedia.org/wiki/LGA_1155), geconsulteerd op 2019/11/18

### 2.5.1.2 Gigabyte GA-A320M-H

We zoeken verder naar een geschikt moederbord met de nodige specificaties. Op de website van [www.megekko.nl](http://www.megekko.nl) kan je een ander goedkoop bordje (58 EUR) vinden .



12

Figuur 2.9: Gigabyte GA-A320M-H moederbord

Hieronder vind je de voornaamste kenmerken van dit moederbord.

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
Moederbord	Merk	Gigabyte
	Vormfactor	Micro ATX
	CPU Socket	AM4
	Chipset	A320
Geheugen	Type	DDR4
	Aantal slots	2
	Max grootte	32 GB
	Max. snelheid	3200
Insteeksloten	PCI	0
	PCIe 1x	2
	PCIe 16x	1
	M.2	1
vervolg op volgende pagina		

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
	SATA 3 (6Gbps)	4
	PS/2	2
Grafisch	DVI	1
	HDMI	1
USB	2.0	6 (2 achteraan + 4 vooraan)
	3.1	6 (4 achteraan + 2 vooraan)
Extra	RAID	0,1 en 10

Tabel 2.5: Kenmerken van het moederbord

### 2.5.1.3 Mining moederbord van Krëfel

Op de website van Krëfel vind je een ander goedkoop moederbord dat de aandacht trok door zijn aantal insteekslots. Er zijn 18 PCIe 1x sloten <sup>(13)</sup>. De kostprijs is afgerond 40 EUR .

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
Moederbord	Merk	Asus
	Vormfactor	ATX
	CPU Socket	LGA 1151
	Voedingsconnector	ATX 24 pins: 3 connectoren
	Chipset	B250
Geheugen	Type	DDR4
	Aantal slots	2 <sup>15</sup>
	Max grootte	32 GB
	Max. snelheid	2400
Insteekslots	PCI	0
	PCIe 1x	18
	PCIe 16x	1
	M.2	niet vermeld
	SATA 3 (6Gbps)	4
	PS/2	niet vermeld
Grafisch	DVI	0
	HDMI	1
USB	2.0	4
	3.2	6
Extra	RAID	neen
<i>vervolg op volgende pagina</i>		

<sup>13</sup><https://www.krefel.be/nl/p/T0127500-b250-mining-expert-intel-1151-90mb0vy0-m0eay0>, geconsulteerd op 2019/11/17

<sup>15</sup>Volgens Krëfel zijn het er 4

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
-----------	---------	------------

Tabel 2.6: Kenmerken van het moederbord

Bij nazicht op de site van Asus zowel als Tweakers (<sup>16</sup>) valt op dat er andere specificaties vermeld worden. De bovenstaande tabel werd aangepast.

#### 2.5.1.4 Synthese

Je vindt zonder veel problemen nog altijd moederborden voor weinig geld die je kan gebruiken. Een aantal moederborden zijn verouderd, maar wel nog geschikt als vervanging van een defect moederbord als je processor en werkgeheugen wilt recupereren.

Als je zelf een dergelijk moederbord zou kiezen , moet je best de gegevens van verschillende websites vergelijken: niet elke website zal je de correcte specificaties tonen.

Kijk zeker ook na welke processoren je moederbord ondersteund.

---

<sup>16</sup><https://tweakers.net/pricewatch/964391/asus-b250-mining-expert/specificaties/>, geconsulteerd op 2019/11/17



Figuur 2.10: Gigabyte GA-A320M-H moederbord

## 2.5.2 Mid range moederborden

Voor de mid range moederborden gaan we op zoek naar een moederbord tussen de 150 EUR en 250 EUR. Je kan je door verschillende websites laten leiden bij deze zoektocht. Zo heb je bijvoorbeeld:

- <https://www.techradar.com/news/computing-components/motherboards/best-motherboard-14-reviews>
- <https://www.anandtech.com/show/12072/best-motherboards>. Deze website gebruiken we voor de keuze van 'moederbord met goede prijs/kwaliteits verhouding' en 'prima performant moederbord'.
- <https://www.tomshardware.com/reviews/best-motherboards,3984.html>
- <https://pcpartpicker.com/products/motherboard/#m=7,8,18,27&X=100,15000&c=133&sort=price&page=1> Deze website kan je ook gebruiken voor een volledige pc samen te stellen.

In dit segment zitten vooral moederborden met een chipset B360 (voor Intel) of B450 (voor AMD).

### 2.5.2.1 Een goede prijs/kwaliteitsverhouding: MSI B450 Tomahawk

Dit is een voorbeeld van midrange moederbord dat je zeker ook voor gaming kunt gebruiken. De prijs is rond 170 EUR.<sup>17</sup>



18

Figuur 2.11: Midrange moederbord MSI B450

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
Moederbord	Merk	MSI
	Vormfactor	ATX
	CPU Socket	AM 4
	Voedingsconnector	ATX 24 pins
	Chipset	B450
Geheugen	Type	DDR4
	Aantal slots	4
	Max grootte	32 GB
	Max. snelheid	3466 (OC)
Insteeksloten	PCI	0
	PCIe 1x	3
	PCIe 16x	2 (1 x PCI-E 3.0 x16 slot + 1 x PCI-E 2.0 x16 slot)
	M.2	1
	SATA 3 (6Gbps)	6
	PS/2	1 (combi poort)
Grafisch	DVI-D	1
	HDMI	1
USB	2.0	6

*vervolg op volgende pagina*

<sup>17</sup><https://www.msi.com/Motherboard/B450-TOMAHAWK/Specification>, geconsulteerd op 2019/11/17

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
	3.0 <sup>19</sup>	4
	3.1 <sup>21</sup>	2
Extra	RAID	0,1 en 10

Tabel 2.7: Kenmerken van het moederbord

Dit moederbord is een degelijk moederbord voor een ganse range van AMD processoren.

<sup>19</sup>USB 3.0 kan ook USB 3.1 Gen.1 genoemd worden en heeft een datadebit van van 5Gb/s, in de praktijk 400 MB/s. Je herkent dit aan de blauwe kleur van het plaatje in de connector <sup>20</sup>

<sup>21</sup>USB 3.1 staat hier voor USB 3.1 Gen2 en heeft een datadebit van 10 Gb/s , in de praktijk ca 1241 MB/s. Hier is geen standaardafspraak voor een gekleurd plaatje.

### 2.5.2.2 Een MSI B360 Moederbord

Bij de zoektocht naar moederbord met B360 chipset en waarvan degelijke foto's te vinden zijn, kan je terecht komen bij het bordje van MSI op de website van Alternate. <sup>22</sup>



23

Figuur 2.12: Midrange moederbord MSI B360

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
Moederbord	Merk	MSI
	Vormfactor	ATX
	CPU Socket	LGA 1151
	Voedingsconnector	ATX 24 pins
<i>vervolg op volgende pagina</i>		

<sup>22</sup><https://www.alternate.be/MSI/B360-Gaming-Plus-socket-1151-moederbord/html/product/1438137>, geconsulteerd op 2019/11/17

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
	Chipset	B360
Geheugen	Type	DDR4
	Aantal slots	4
	Max grootte	64 GB
	Max. snelheid	2666 MHz
Insteeksloten	PCI	0
	PCIe 1x	4
	PCIe 16x	2
	M.2	1
	SATA 3 (6Gbps)	5
	PS/2	1 (combi poort)
Grafisch	DVI-D	1
	HDMI	1
USB	2.0	6 (2+4)
	3.0	4 (2+2)
	3.1	1
	C	1
Extra	RAID	geen ondersteuning

Tabel 2.8: Kenmerken van het moederbord

### 2.5.2.3 Synthese

<sup>24</sup> Als vuistregel kan je stellen dat deze soort moederborden

- de moederborden zijn verkrijgbaar met vormfactoren van mini ITX tot ATX
- overklokking niet toelaten bij Intel<sup>25</sup>, wel bij AMD
- de toegang tot het **werkgeheugen** heeft een aanvaardbare snelheid
  - bij Intel:
    - \* 2666 MHz zonder mogelijkheid tot overklokken
    - \* type DDR4
    - \* maximaal 64 GB ram
    - \* in maximaal 4 sloten
  - bij AMD
    - \* maximaal 64 GB ram
    - \* type DDR4
    - \* kloksnelheid is :
      - moederbord met printplaat uit 4 lagen <sup>26</sup>: 2667 MHz
      - moederbord met printplaat uit 6 lagen: 2933 MHz
- stabiele moederborden zijn
- de ondersteunde CPU's zijn
  - voor **Intel**: 8<sup>ste</sup> en 9<sup>de</sup> generatie van Intel
  - voor **AMD**: AMD Ryzen (1<sup>ste</sup> en 2<sup>de</sup>) generatie Ryzen processoren die de AM4 socket gebruiken. De uitzondering is Threadripper (die socket TR4) gebruikt.

---

<sup>24</sup><https://www.tomshardware.com/news/amd-b450-intel-b360-showdown,38667.html>, geconsulteerd op 2019/11/17

<sup>25</sup>Voor overklokken moet je de chipset **Z370** of **Z390** gebruiken

<sup>26</sup>**4 layer PCB (Printed circuit board ) motherboard** is de Engelse benaming

### 2.5.3 High end moederborden

Bij de **high end** moederborden, vind je wellicht volgende chipsets:

- AMD: X470
- Intel Z390

#### 2.5.3.1 Prima performantie: Gigabyte Z390 Aorus Pro Wifi

Dit moederbord wordt op de website van **techradar** als een prima aankoop beschouwd.<sup>27</sup>

De kostprijs is ca 210 EUR.<sup>28</sup>



Figuur 2.13: Gigabyte Z390 moederbord

<sup>27</sup><https://www.techradar.com/news/computing-components/motherboards/best-motherboard-14-reviewed-and-rated-90422>  
geconsulteerd op 2019/11/17

<sup>28</sup>[https://www.alternate.be/AORUS/Z390-PRO-WIFI-\(rev-1-0\)-socket-1151-moederbord/html/product/1483103](https://www.alternate.be/AORUS/Z390-PRO-WIFI-(rev-1-0)-socket-1151-moederbord/html/product/1483103), geconsulteerd op 2019/11/17

De onderstaande kenmerken zijn overgenomen van de website van **Tweakers** en van **Aorus**.

<sup>30</sup> en <sup>31</sup>

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
Moederbord	Merk	Asus
	Vormfactor	ATX
	CPU Socket	LGA 1151
	Processoren	Intel 8 <sup>ste</sup> en 9 <sup>de</sup> generatie
	Voedingsconnector	ATX 24 pins
	Chipset	Z390
Geheugen	Type	DDR4
	Aantal slots	4
	Max grootte	64 GB
	Max. snelheid	2666 MHz en tot 4400MHz (OC <sup>32</sup> )
Insteeksloten	PCI	0
	PCIe 1x	3
	PCIe 16x	3 (16x, 8x en 4x)
	M.2	2
	SATA 3 (6Gbps)	6
	PS/2	0
Grafisch	Display port	1
	HDMI	1
USB	2.0	2
	3.0	6
	3.1	1
	C	2
Extra	RAID	0,1,5 en 10

Tabel 2.9: Kenmerken van het moederbord

<sup>30</sup><https://tweakers.net/pricewatch/1252303/gigabyte-z390-aorus-pro-wifi/specificaties/>, geconsulteerd op 2019/11/17

<sup>31</sup><https://www.aorus.com/Z390-I-AORUS-PRO-WIFI-rev-10>, geconsulteerd op 2019/11/17

<sup>32</sup>OC staat voor **overklokk**ing

### 2.5.3.2 Z390 AORUS XTREME WATERFORCE

Dit moederbord trekt de aandacht door zijn prijs van ca 900 EUR<sup>33</sup>. Ondanks de prijs is het geen moederbord voor een servercomputer want er is maar één CPU socket van het type LGA 1151.



34

Figuur 2.14: Z390 Aorus xtreme - waterforce

De beschrijving spreekt zich tegen: maximaal 64 GB intern geheugen wordt verderop in de beschrijving maximaal 128 GB intern geheugen. Bij Tweakers<sup>(35)</sup> houdt men het ook op **64 GB** als maximale waarde

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
Moederbord	Merk	Aorus
	Vormfactor	extended ATX
	CPU Socket	LGA 1151
	Voedingsconnector	ATX 24 pins
<i>vervolg op volgende pagina</i>		

<sup>33</sup><https://www.alternate.be/AORUS/Z390-AORUS-XTREME-WATERFORCE-socket-1151-moederbord/html/product/1513443>, geconsulteerd op 2019/11/17

<sup>35</sup><https://tweakers.net/pricewatch/1295764/gigabyte-aorus-z390-xtreme-waterforce/specificaties/>, geconsulteerd op 2019/11/17

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
	Chipset	Z390
Geheugen	Type	DDR4
	Aantal slots	2
	Max grootte	64 GB
	Max. snelheid	4266
	ECC (Error correction code)	ja
Insteeksloten	PCI	0
	PCIe 1x	2
	PCIe 16x	3 (16x, 8x en 4x)
	M.2	3
	SATA 3 (6Gbps)	6
	PS/2	niet vermeld
Grafisch	DVI	0
	HDMI	1
	Thunderbolt	2
USB	2.0	6
	3.0	4
	3.1	4
	C	3
Extra	RAID	0,1,5 en 10

Tabel 2.10: Kenmerken van het moederbord

De voornaamste kenmerken van dit moederbord houden verband met het overklokken:

- de chipset laat het overklokken toe
- op het moederbord is het nodige om met **waterkoeling** optimale warmteafvoer te verzorgen. Een koelblok omvat CPU en PCH.
- met **VRM (voltage regulator module )** van een hoge kwaliteit kan je veel stabielere CPU spanningen bekomen dan met een standaard moederbord. Hierbij worden de 5V en 12 V spanning van de voeding omgevormd naar de lagere spanningen die een CPU nodig heeft

### 2.5.3.3 Synthese

De moederborden in deze categorie zijn bedoeld voor veeleisende computergebruikers die willen experimenteren met overklokken van CPU en andere onderdelen van het moederbord en die een zo stabiel en performant mogelijk systeem willen. Dit zijn nog geen moederborden voor servergebruik.

### 2.5.4 Moederborden voor servergebruik

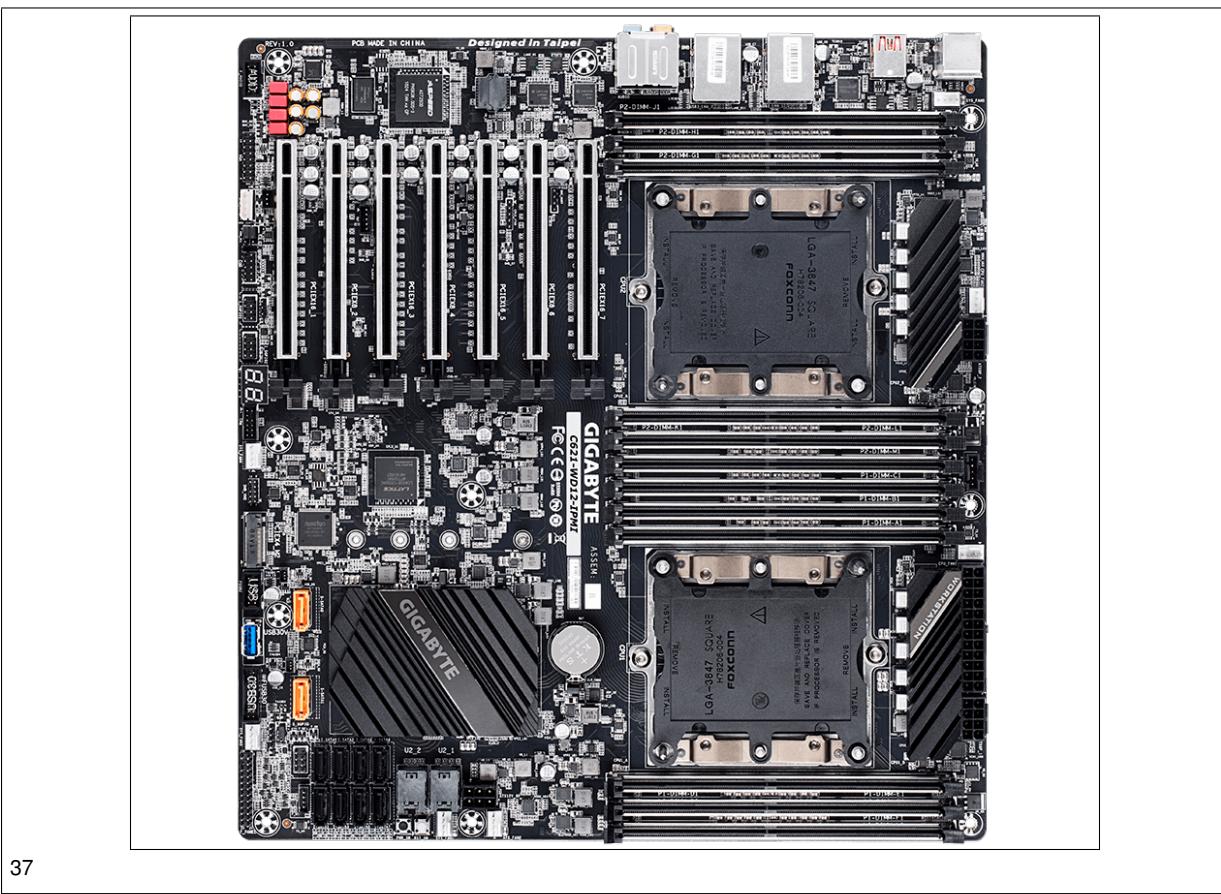
Een moederbord voor servergebruik kan je herkennen aan

- standaard meer dan één CPU socket. Je kan ook moederborden vinden voor slechts één CPU.<sup>36</sup>
- gebruik van processor zoals **Xeon**
- ander type van geheugen (ECC (error correcting code))

Je vindt voorbeelden van servermoederborden op:

- <https://www.asus.com/be-nl/Commercial-Servers-Workstations/Commercial-Server-Motherboards/>
- <https://www.gigabyte.com/Server-Motherboard>

Als voorbeeld vind je hieronder een moederbord van Gigabyte. <https://www.gigabyte.com/Server-Motherboard/C621-WD12-IPMI-rev-10>



37

Figuur 2.15: Servermoederbord C621-WD12-IPMI

<sup>36</sup>Bij de module 'Windows server 2019' leer je dat de licentievoorwaarden voor Windows servers eisen dat je altijd minstens voor twee CPU licentierechten betaalt, tenzij je werkt met de versie Windows server 2019 essentials die voor maximaal 25 gelijktijdige gebruikers geschikt is.

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
Moederbord	Merk	Gigabyte
	Vormfactor	extended ATX
	CPU Socket	LGA 3647
	Voedingsconnector	ATX 24 pins
	Chipset	C621
Geheugen	Type	DDR4
	Aantal slots	12
	Max grootte	1500 GB
	Max. snelheid	2666
	ECC (Error correction code)	ja
Insteeksloten	PCI	0
	PCIe 1x	0
	PCIe 16x	7 (4 keer 16x en 3 keer 8x )
	M.2	1
	U.2 <sup>38</sup>	2
	SATA 3 (6Gbps)	10
	PS/2	1
Grafisch	DVI	0
	HDMI	0
	VGA	1
USB	2.0	2
	3.0	7
	3.1	1
	C	1
Extra	LAN	2 RJ45
	RAID	0,1,5 en 10

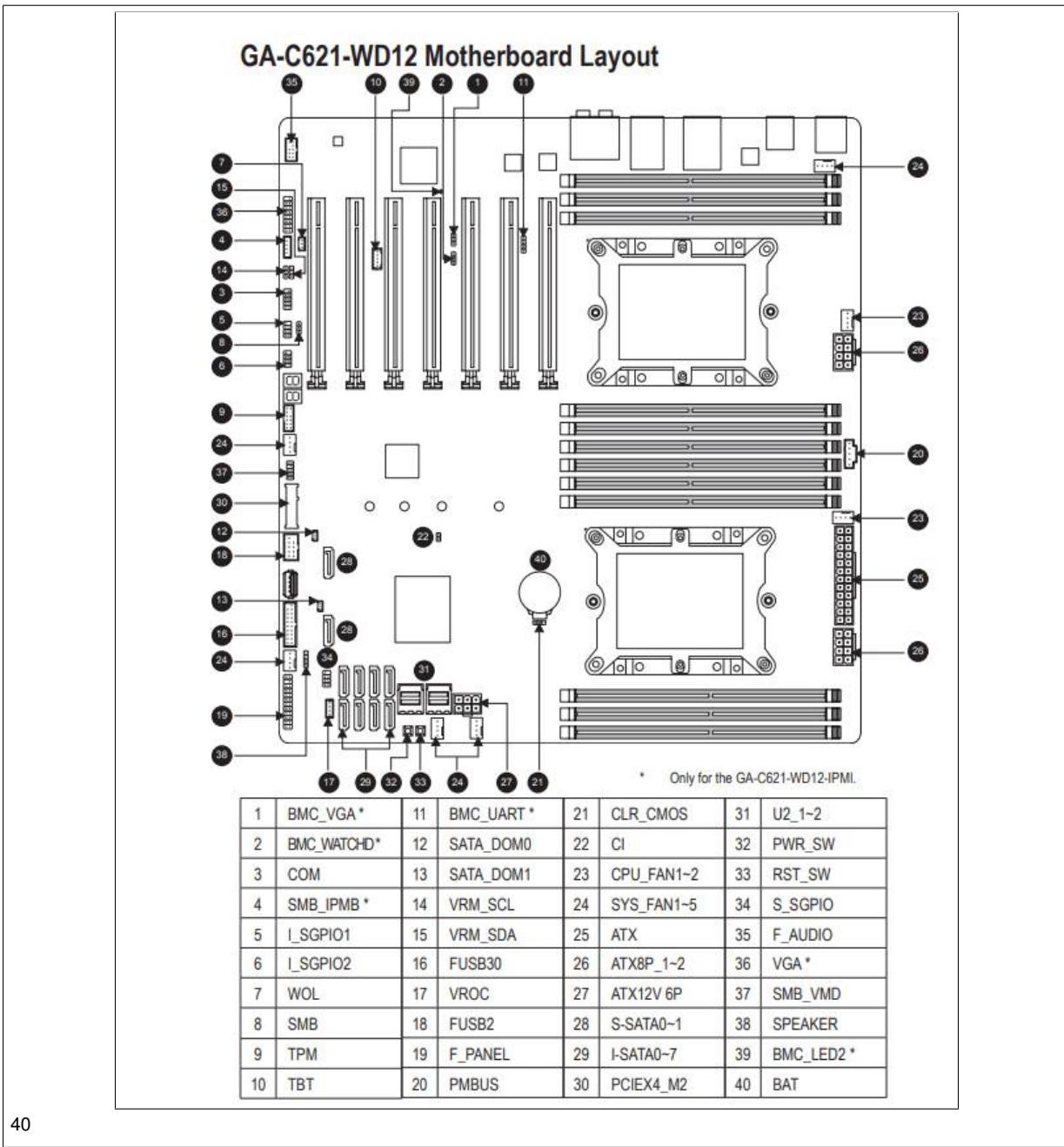
Tabel 2.11: Kenmerken van het server moederbord

Op dit moederbord zijn er 2 U.2 connectoren aanwezig. Hierop kan je een SSD schijf aansluiten. Er is een convertor mogelijk voor een U.2 randapparaat aan te sluiten op een M.2 connector. Het grote verschil is dat je op een U.2 connector een schijf kan verwisselen zonder dat de pc moet uitstaan (**hot swappable**). Dit kan niet op een M.2 connector. <sup>39</sup>

In de handleiding van een moederbord, zoals op [http://download.gigabyte.asia/FileList/Manual/server\\_manual\\_c621-wd12\\_e.pdf](http://download.gigabyte.asia/FileList/Manual/server_manual_c621-wd12_e.pdf) vind je de beschrijving van de verschillende details van het moederbord. Elk onderdeel is er benoemd, met veel meer details dan wat herkenbaar is op het moederbord op basis van locatie en vorm. Het spreekt van zelf dat je deze beschrijving

<sup>38</sup>Andere standaard voor SSD aan te sluiten.

<sup>39</sup><https://en.wikipedia.org/wiki/U.2>, geconsulteerd op 2019/11/17



Figuur 2.16: Servermoederbord C621-WD12-IPMI - details

niet moet kennen maar wel moet kunnen terugvinden en gebruiken (open boek). Het invullen van de tabel met de beschrijving is ook handiger met deze technische handleiding.

### 2.5.5 Conclusie

In dit cursusdeel zijn diverse moederborden besproken. In functie van de mogelijkheden en budget laat je best je keuze leiden door besprekingen op gespecialiseerde sites, zoals **hardware.info** of **tweakers.net**.

Een eerste keuze zal je voorkeur voor Intel of AMD zijn. Een tweede invalshoek is budget. Een derde invalshoek de toepassingen die je op die pc wilt gebruiken.

Goedkopere moederborden zijn ofwel oudere moederborden die je nog kan gebruiken om oudere hardware zoals werkgeheugen en werkende CPU te recuperen bij defect van een moederbord ofwel moederborden met beperkte uitbouwmogelijkheden.

- ? Beoordeel een moederbord op basis van de gegeven specificaties
- ? Zoek de specificaties op van een gegeven moederbord
- ? Zoek een moederbord op die aan bepaalde voorwaarden moet voldoen
- ? Motiveer je keuze van een bepaald moederbord (zie project 'moederbord zoektocht en het invullen van het online formulier)?)
- ? Sorteer de socket en de chipsets volgens midrange of high end type en volgens processor (Intel of AMD)
- ? Bespreek de verschillen tussen twee chipsets in algemene termen

*Pagina voor eigen notities.*

## 2.6 De vormfactor

-  1.2.1 *In het inwendige van een actuele computer de belangrijkste componenten aanwijzen, benoemen en hun functie omschrijven.*

Bij het labo maakte je kennis met diverse moederborden. Je merkte wellicht op dat de afmetingen (grootte) en de schikking van de componenten verschillend zijn. Je kan wel bepaalde tendensen zien, je kan dus wel bepaalde moederborden groeperen.

Bij het groeperen en nadien identificeren van de moederborden let je best op volgende kenmerken

- zoek de achterkant van het moederbord waar de Input/Output connectoren zijn.
- Oriënteer je moederbord met die connectoren weg van je, naar achter wijzend.
- zoek de positie van de processor
- zoek de positie van de geheugensloten
- zoek de positie, het type en het aantal van de diverse insteeksloten voor uitbreidingskaarten (PCI, PCIe,...)

De **vormfactor**, in het Engels **form factor** is een **eigenschap** van het **moederbord** en beschrijft de fysische kenmerken van het moederbord zoals:

- de afmetingen,
- de plaats van de openingen in het moederbord voor de montage in de computerkast,
- de schikking van de componenten op het moederbord, zoals de CPU socket, RAM sloten, de insteeksloten,...
- de I/O connectoren op de achterkant van het moederbord,
- de voeding die je moet gebruiken (in dit geval een **ATX voeding**)

De onderstaande voorbeelden zijn gehaald van de site <http://www.cpusoft.work/2010/12/baby-at.html>.

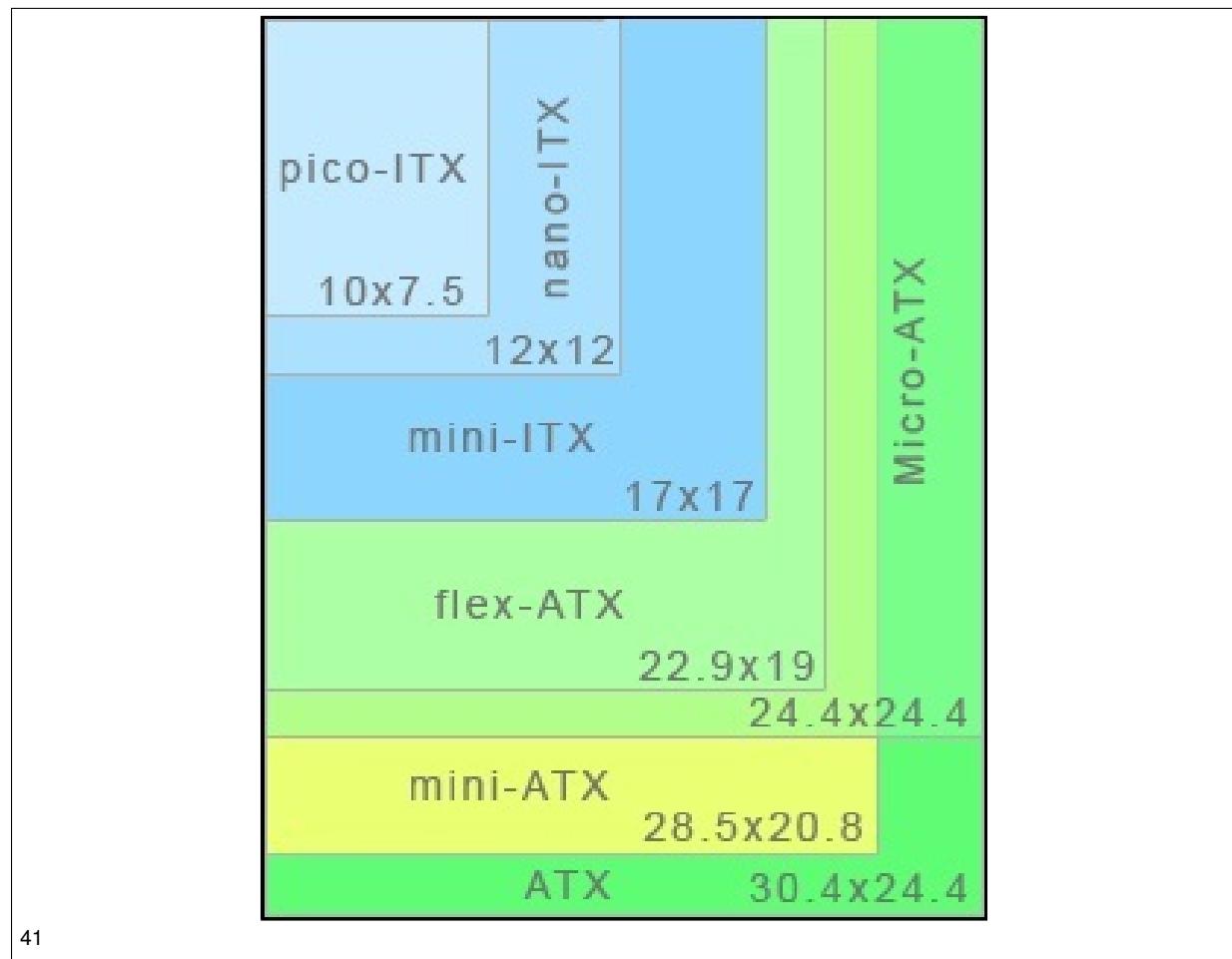
### 2.6.1 De actuele moederborden: ATX vormfactor

Sinds 1995 is het ATX moederbord op de markt en is nu nog altijd in gebruik.

De I/O connectoren zoals seriële verbindingen COM1 en COM2 (nu verouderd), parallele poort (LPT) en nu eveneens verouderd, muis, toetsenbord en USB zijn rechtstreeks op het moederbord vastgemaakt in één geheel.

Er zijn afgeleide formaten van ATX zoals micro en mini ATX, die alleen dezelfde schikking van de componenten behouden maar alleen compacter zijn en bijvoorbeeld verschillen in aantal PCI of PCIe sloten en/of SATA connectoren.

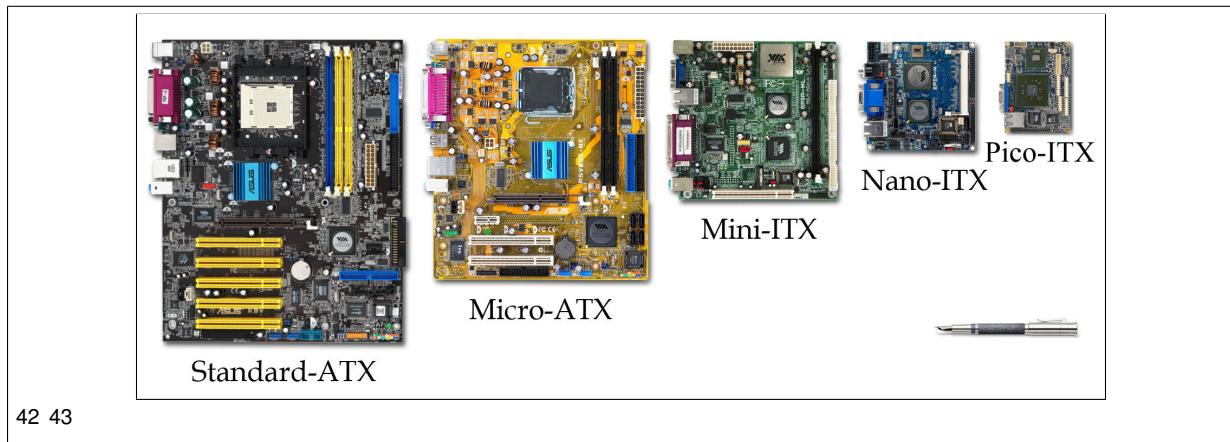
Op de onderstaande figuur 2.17 vind je de onderlinge verhouding tussen de verschillende formaten. De openingen voor de montage van de printplaat in de computerkast zijn ook zichtbaar.



Figuur 2.17: De afmetingen van de ATX moederbordvarianten

Het spreekt van zelf dat je de afmetingen niet moet kennen. Je moet wel de volgorde kennen (volgens oppervlakte van groot naar klein).

- Workstation ATX
- Extended ATX
- Standaard ATX
- Mini ATX
- Micro ATX
- Flex ATX
- Mini ITX
- Nano ITX
- pico ITX

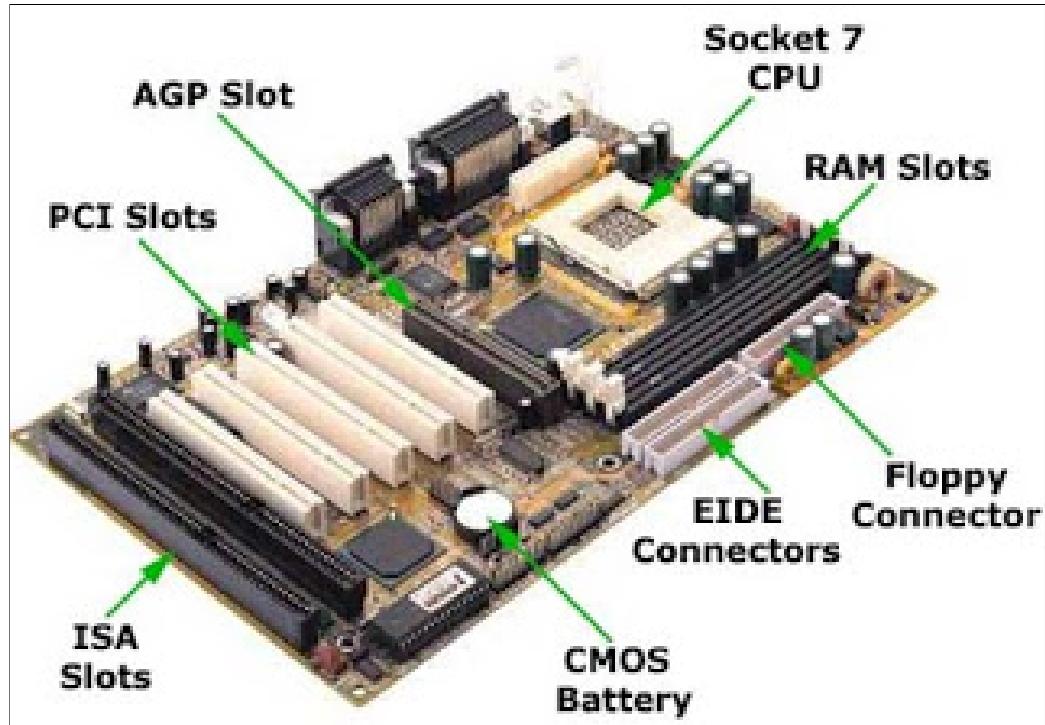


42 43

Figuur 2.18: Onderlinge vergelijking van een aantal vormfactoren

De bovenstaande figuur 2.18 toont nog beter de onderlinge verschillen in grootte van een aantal veel gebruikte ATX varianten.

Een andere afgeleide vorm is **ITX** die een geen of slechts een minimaal aantal beschikbare sloten hebben uitbreidingskaarten en maximaal aantal functies zoals grafische kaart, geluidskaart, netwerkkaart reeds on board voorzien in één of meerdere chips.

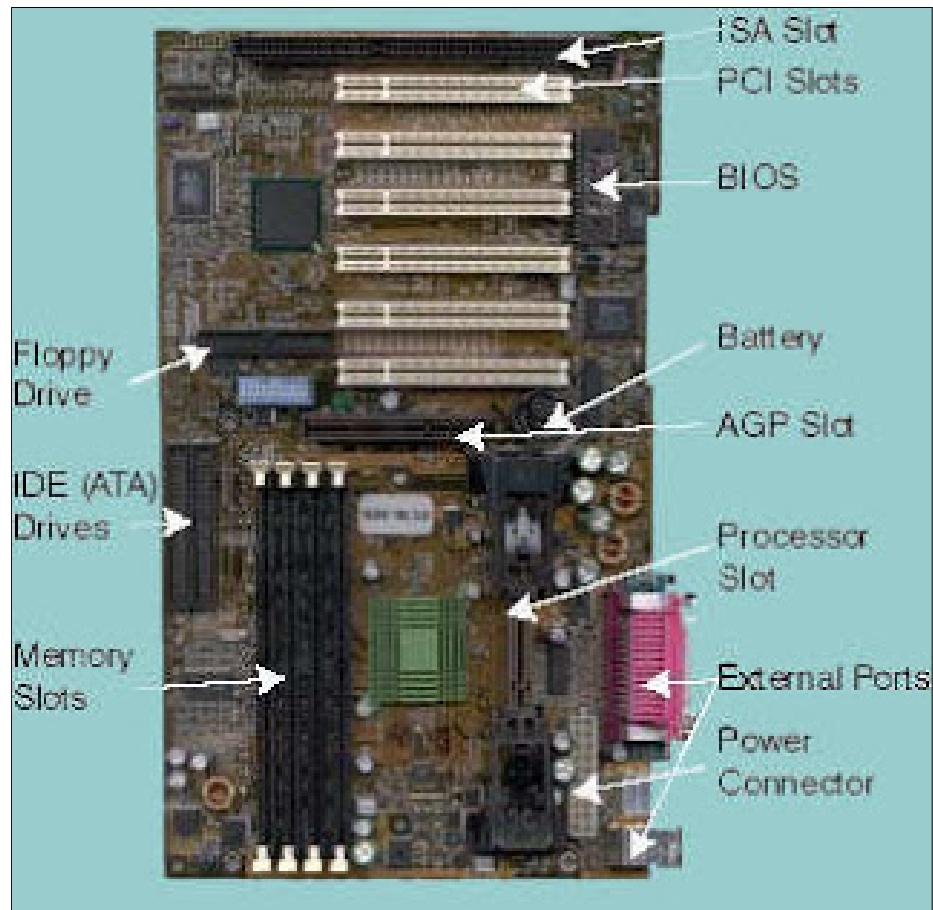


Figuur 2.19: Moederbord met ATX vormfactor

a

---

<sup>a</sup><http://www.cpusoft.work/2010/12/atx.html>



Figuur 2.20: Moederbord met ATX vormfactor

a

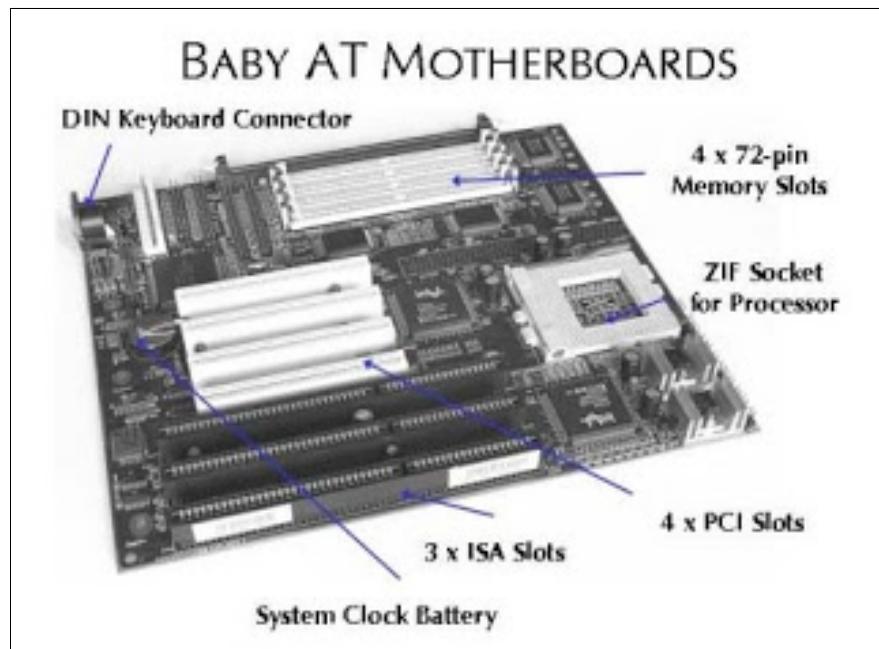
<sup>a</sup><http://www.cpusoft.work/2010/12/atx.html>

## 2.6.2 De oudere moederborden

### 2.6.2.1 AT-moederborden

De oudste generatie moederborden had enkel een aansluiting voor een toetsenbord aan de achterzijde van de pc.

Later in de cursus zul je leren dat de voeding voor dit type moederbord een **AT-voeding** is.



Figuur 2.21: Moederbord met AT vormfactor

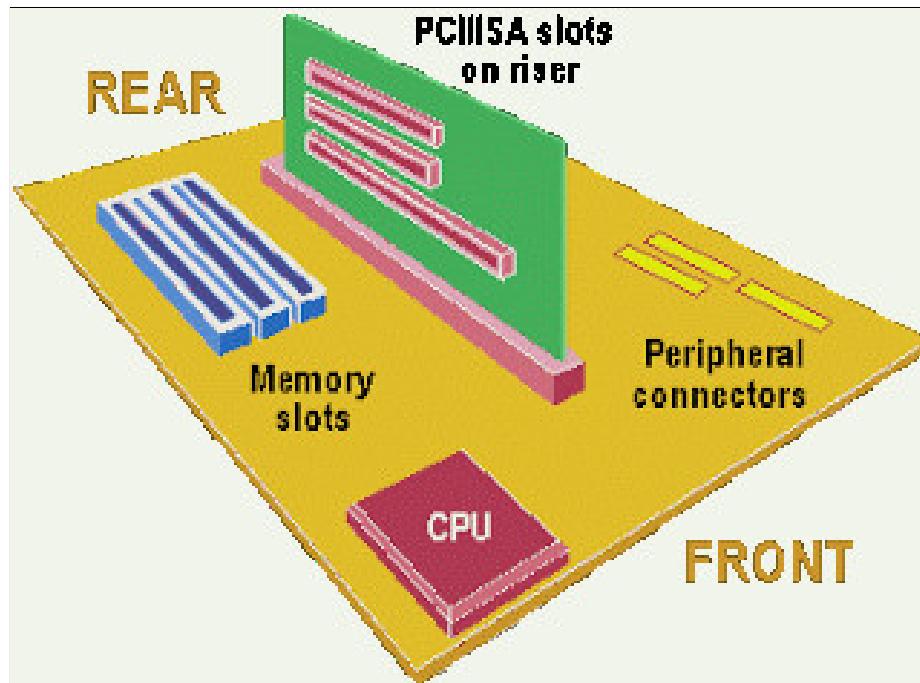
a

<sup>a</sup><http://www.cpusoft.work/2010/12/baby-at.html>

### 2.6.2.2 LPX-moederborden

Een ander, eveneens verouderd moederbord, is heeft een **LNX**-vormfactor. Deze vind je terug in computers uit de periode 1990.

Hierbij valt op dat er een speciale uitbreidingskaart in een slot op het moederbord, die men **riser** noemt, zit. De extra kaarten, zoals netwerkkaarten of grafische kaarten worden in die riser uitbreidingskaart gestoken en zijn zo evenwijdig met in plaats van loodrecht op het moederbord zelf. Deze vormfactor liet toe om compacte pc's te maken en is nu niet meer in gebruik. Ook aan de achterzijde is er een afwijkende plaatsing van de grafische output, de seriële en parallelle poort en de ps/2 connectoren voor muis en toetsenbord.

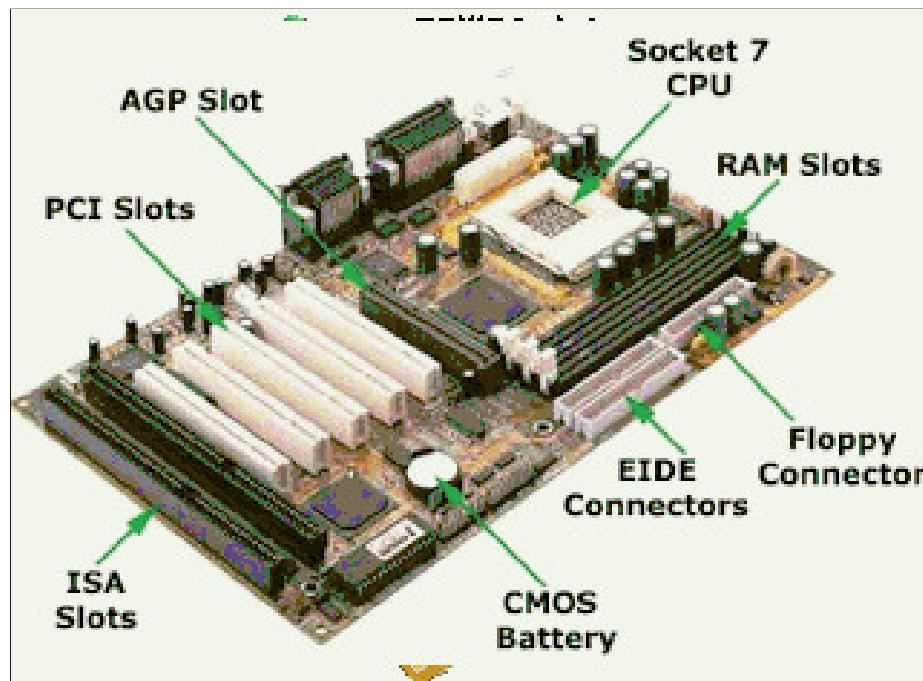


Figuur 2.22: Moederbord met LPX vormfactor

*a*


---

<sup>a</sup><http://www.cpusoft.work/2010/12/lpx.html>



Figuur 2.23: Moederbord met LPX vormfactor

*a*


---

<sup>a</sup><http://www.cpusoft.work/2010/12/lpx.html>

### 2.6.2.3 BTX-moederborden

De vormfactor **BTX** (Balanced Technology Extended) is een moederbord vormfactor die tussen 2003 en 2006 gebruikt werd. Het was bedoeld als vervanging van de vormfactor ATX die toen

reeds in gebruik was (en nog altijd is).

De belangrijkste reden voor de herschikking van de componenten was de **zo optimaal mogelijke koeling** van de onderdelen van het moederbord. De plaats van het werkgeheugen en het draaien van chipsetonderdelen en/ of processorvoet met 45 graden zijn kenmerken van deze verouderde vormfactor.

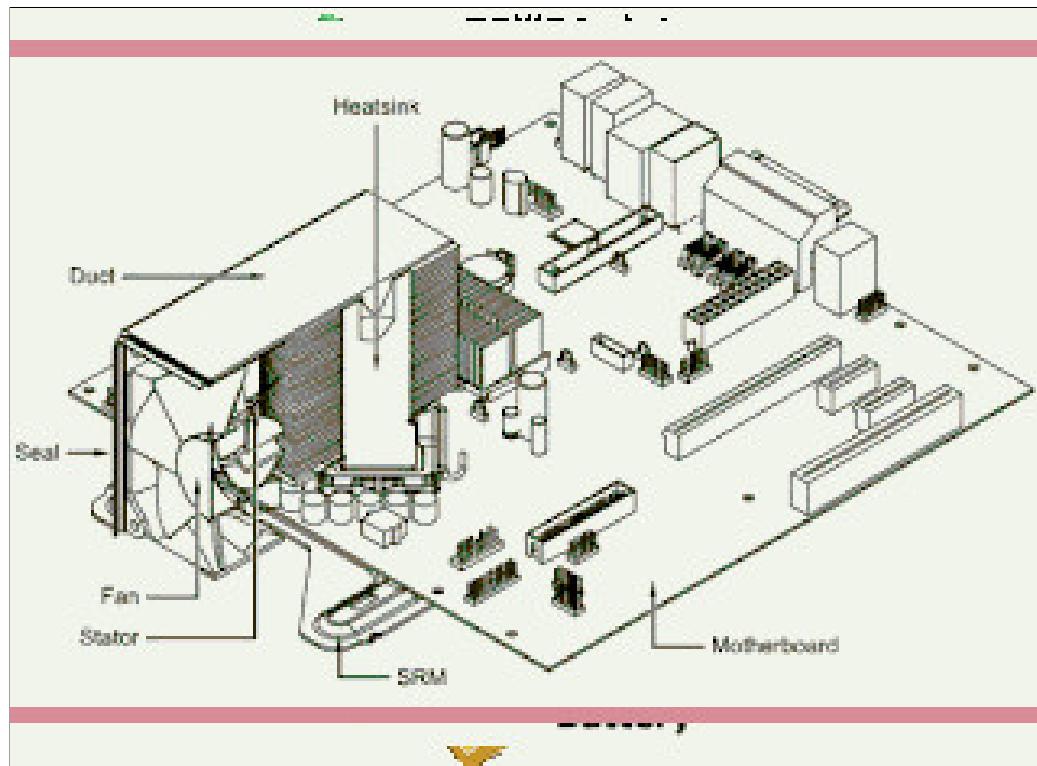


Figuur 2.24: MSI 915GMB BTX-moederbord

a

<sup>a</sup><https://nl.hardware.info/artikel/742/msi-915gmb-btx-moederbord-first-look>

Je kan op het moederbord 2.24 duidelijk zien dat alle belangrijke onderdelen als CPU, North Bridge, South Bridge en videokaart in één lijn zitten. Op dit moederbord zijn er geen PCIe x1 sloten op het moederbord. Wel is er één PCI-Express x16 slot voor de videokaart en drie normale PCI-sloten.



Figuur 2.25: Moederbord met BTX vormfactor

a

<sup>a</sup><http://www.cpusoft.work/2010/12/btx.html>

De overgang van **ATX** naar **BTX** was een klassiek voorbeeld van een **kip-ei probleem**: zolang er nog geen ruim aanbod aan goede BTX-moederborden en -behuizingen is, zullen consumenten eerder kiezen voor ATX-oplossingen. Aan de andere kant zullen fabrikanten nog niet veel BTX-producten gaan produceren zolang er nog geen vraag is.

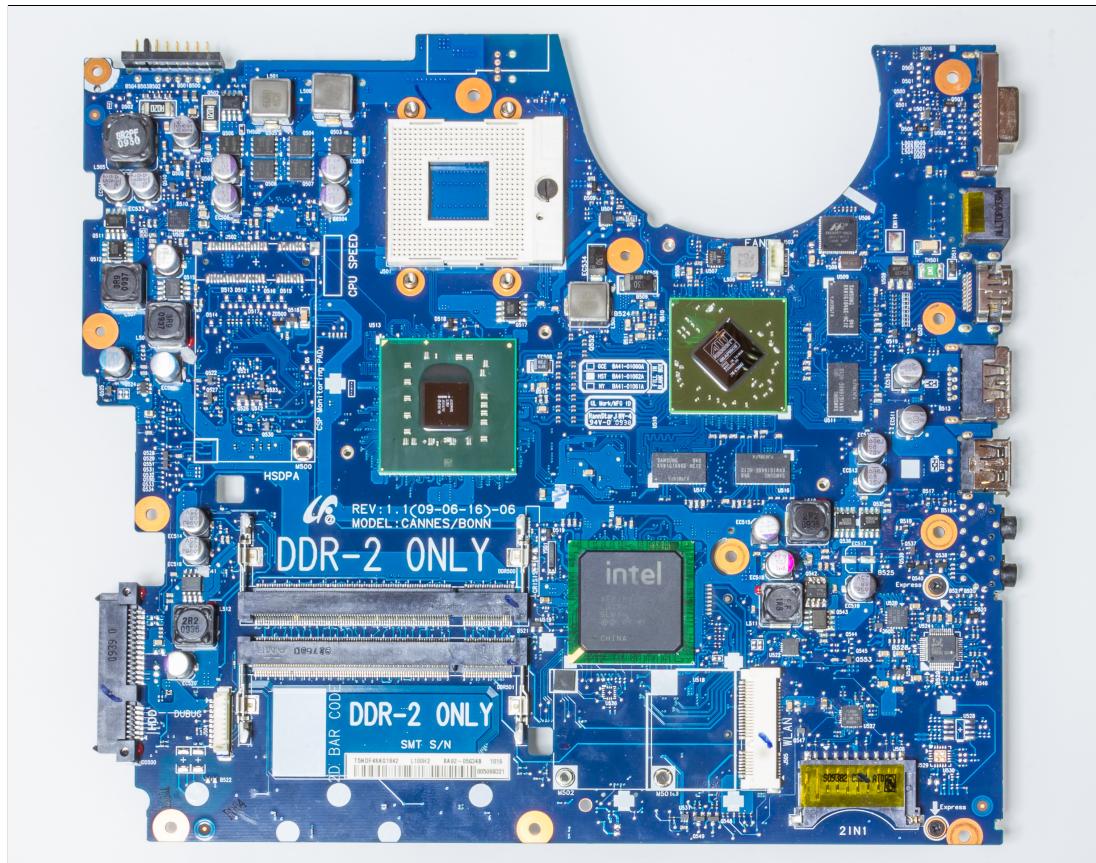
Uiteindelijk is de vormfactor **BTX** nooit echt noodzakelijk geweest waardoor we allemaal dienden over te stappen.

Er zijn ook nog andere vormfactoren van moederborden in het verleden gemaakt, maar voor PC is er al tientallen jaren slechts één standaard: ATX

- ? Beschrijf een viertal verschillen tussen de vormfactor **ATX** en **BTX**

### 2.6.3 De laptop

De laptop heeft een afwijkende vorm van het moederbord om zo compact mogelijk een maximaal aan mogelijkheden aan te bieden.



Figuur 2.26: Het moederbord van een laptop

a

<sup>a</sup>[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Motherboard\\_Model\\_Cannes-Bonn\\_for\\_Samsung\\_R720-rear-3739.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Motherboard_Model_Cannes-Bonn_for_Samsung_R720-rear-3739.jpg)

Op het moederbord 2.26 zie je duidelijk waar de harde schijf zal zitten: er is een opening vrijgelaten.

#### Opdracht 13

Klasseer de verschillende types van moederborden in de laboklas.

Vervolgens zoek je de eigenschappen van het moederbord op.

#### Opdracht 13: Herkennen van moederborden

- ? Verklaar het begrip **vormfactor**.
- ? Herken de vormfactor van een moederbord en benoem het als voor een moederbord of voor een pc (AT,ATX, BTX of LPX)
- ? Rangschik de vormfactoren van groot naar klein, volgens oppervlakte

## 2.7 De chipset

-  1.2.2 *Het gegevenstransport tussen verschillende componenten op een moederbord toelichten, onder meer processor, bussen, geheugen.*

### 2.7.1 Wat is de chipset?

De **chipset** zijn **1 of meerdere chips** die kernfunctie van het moederbord uitvoeren. Ze zitten vast op het moederbord en verzorgen taken zoals het gegevenstransport, de busondersteuning, regelen de stroomvoorzieningen,

In de beginjaren bestond het uit meerdere chips die na verloop van tijd tot twee chips zijn herleid: de **northbridge** en de **southbridge**. Bij de huidige processoren is de **northbridge** in de processor geïntegreerd en is heet de **southbridge** nu **platform control hub** of afgekort **PCH**.

Het is samen met de processor het kloppend hart van je computersysteem.

### 2.7.2 Het belang van een goede keuze

De keuze van de chipset bepaalt onder andere :

- de processor keuze: welke processoren worden ondersteund
- diverse systeemmogelijkheden zoals
  - de snelheid van de systeembus
  - het type en maximale grootte van het geheugen
  - de mogelijke uitbreidingssloten (zoals PCIe, SATA,..)
  - het energiebeheer
- de mogelijkheid tot aansluiting van bepaalde randapparatuur (firewire, USB3,)

### 2.7.3 De drie functies van de chipset

Er zijn drie onderscheiden **functies van de chipset**, waar bovenstaande elementen terug te vinden zijn.

1. de **systeemcontroller** zorgt voor
  - timing van processor
  - **Interrupts**: onderbreking programmas voor taken hogere prioriteit
  - **DMA controle**: gegevenstransport intern geheugen
  - het energiebeheer
2. het **geheugen stuurorganen** (memory controller) : dit zorgt voor de besturing van het geheugen.
3. de **peripheral controller** (de besturing van de randapparaten ) met als onderdelen:
  - de businterface

- de floppy (*dit is nu verouderd*)
- het beheer van de toegang tot harde schijf (waaronder de gewone harde schijf HD) en optische media (waaronder CD en/ DVD)
- het toetsenbord
- de diverse I/O poorten, zoals de parallelle en seriële poort

? Noteer de drie functies van de chipset met de nodige toelichting bij elke functie

## 2.7.4 De historische evolutie van de chipset

### 2.7.4.1 Stap 0: Diverse losse chips

In de beginjaren was er nog geen sprake van een chipset maar werden de verschillende functies door afzonderlijke chips vervuld. Pas later zijn de chips gegroepeerd tot twee afzonderlijke chips.

- ? Geef een overzicht van de evolutie van de chipset in drie stappen.
- ? Bespreek de rol van de **northbridge** bij het gegevenstransport in de computer.
- ? Bespreek de rol van de **southbridge** bij het gegevenstransport in de computer.
- ? Bespreek de rol van de frontside bus bij het gegevenstransport in de computer. Je moet geen getalwaarden vermelden.

### 2.7.4.2 Stap 1: North- en Southbridge

De verschillende chips op het moederbord worden gegroepeerd tot twee chips. Hoe herken je ze op een moederbord? Je kan de volgende criteria gebruiken:

- de grootte: de **northbridge** is groter dan de **southbridge**
- de locatie: de **northbridge** vind je dichtbij bij de processor en het werkgeheugen. De **southbridge** vind je dicht bij de bussen zoals de PCIe en dus verder van de processor weg.

Op basis van bovenstaande drie criteria moet je in staat zijn om beide chips te herkennen en te benoemen.

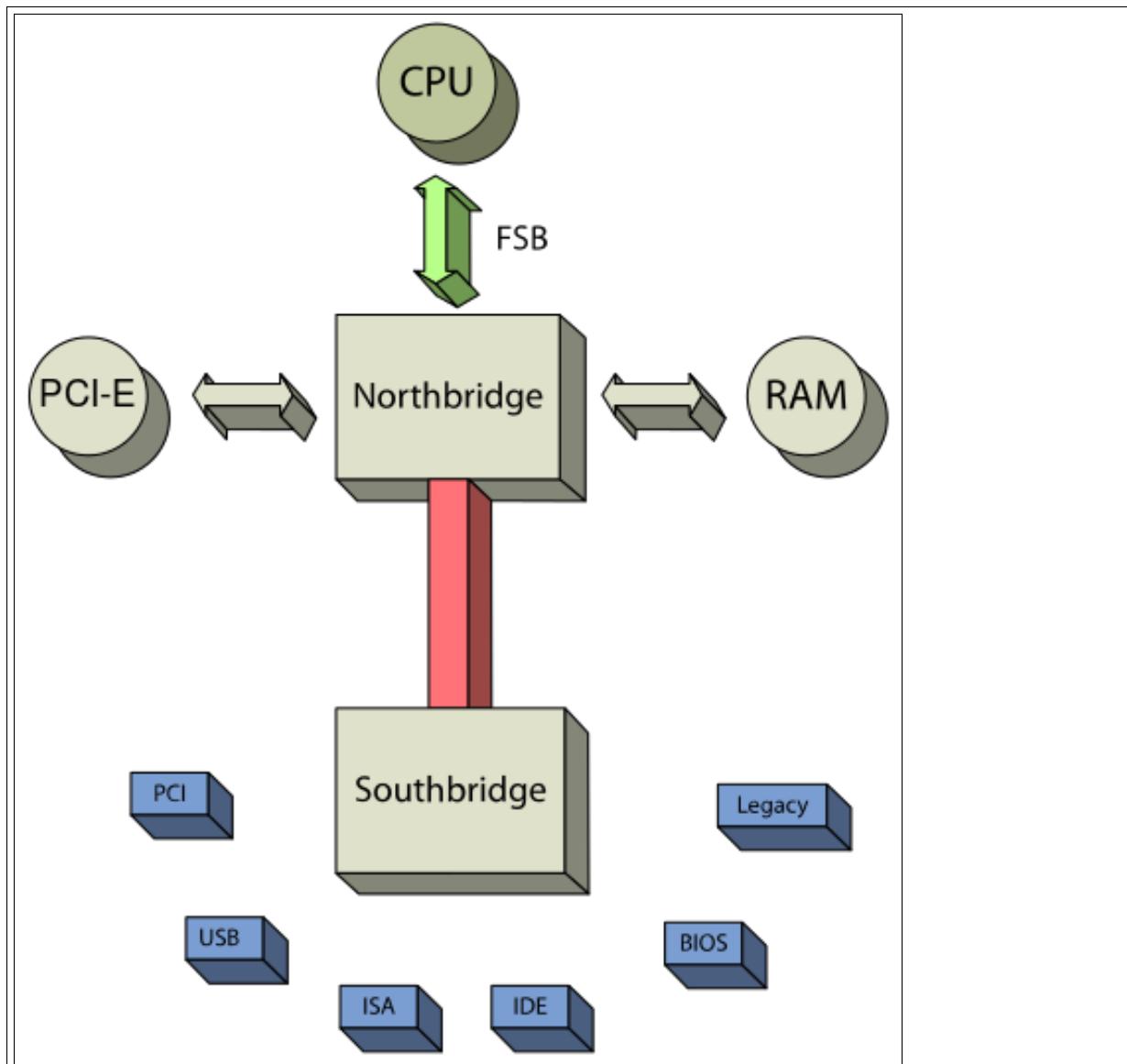
De rol van de northbridge is:

- dit zorgt voor een verbinding met de cpu via de **frontside bus** met een breedte van 64 bits (8 bytes) en een snelheid tot 1250 MHz. De theoretische bandbreedte is dan 10.000 MB/s
- dit zorgt voor een verbinding van de cpu met het **werkgeheugen** en met de cachegeheugens (Level 1 (L1) en Level 2 (L2))
- Een verbinding met bepaalde uitbreidingssloten (PCIe (op de figuur 2.27 op pagina III-73) en de verouderde AGP) die de grafische kaarten ondersteunen

- zorgt voor een verbinding naar de southbridge.
- Deze bus heet ook de **CPU to PCI bridge**

De rol van de southbridge is

- het verzorgen van de communicatie met de **tragere** componenten
- de communicatiesnelheden zijn
  - met PCI: 33 MHZ en busbreedte van 32 bits. Dit is een theoretische bandbreedte van 133 MB/s
  - met ISA: 8.33 MHz en 8 tot 16 bits busbreedte. Dit is een theoretische bandbreedte van afgerond 8 tot 16 MB/s.
- De bus heet ook de **PCI to ISA brug**



Figuur 2.27: North- en Southbridge

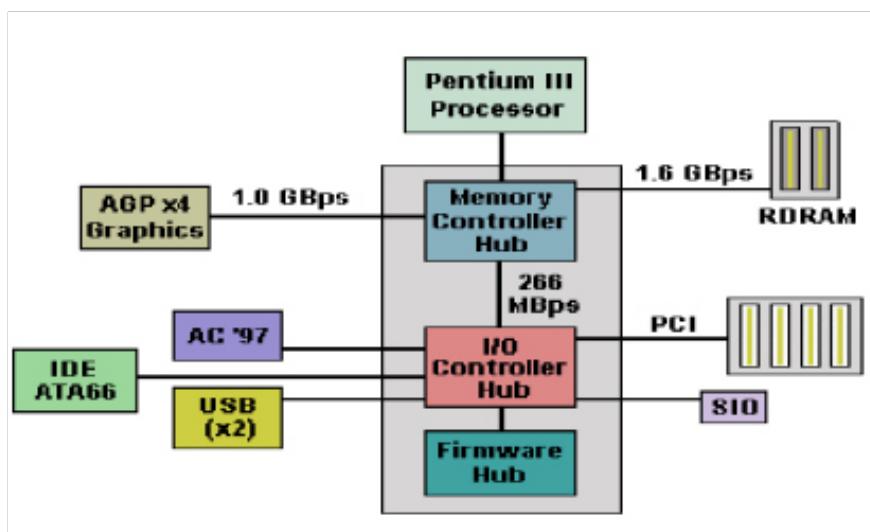
### 2.7.4.3 Stap 2: De hubstructuur

De opvolger van de Northbridge / Southbridge combinatie (afgekort **NB/SB**) was de **Accelerated Hub Architecture** afgekort **AHA** en bevatte drie onderdelen:

- Memory controller hub (MCH) of Grafics and Memory controller hub (GMCH)
  - die de rol vervult van wat vroeger de Northbridge was
  - dit verzorgt de verbinding met CPU RAM en AGP bus
  - er is geen link met PCI bus (geen pci controller)
- Input/output controller hub (ICH)
  - deze hub vervult de rol van wat vroeger de Southbridge was
  - en zorgt voor de verbinding alle I/O zoals IDE, DVD, USB,
  - deze hub verzorgt ook de connectie met de PCI bus
- Interlink dedicated bus of interlink bus
  - Deze bus verzorgt de verbinding tussen MCH en ICH
  - en is sneller dan de PCI bus

Je herkent in de benamingen nog altijd verwijzingen naar de oude combinatie van Northbridge en Southbridge

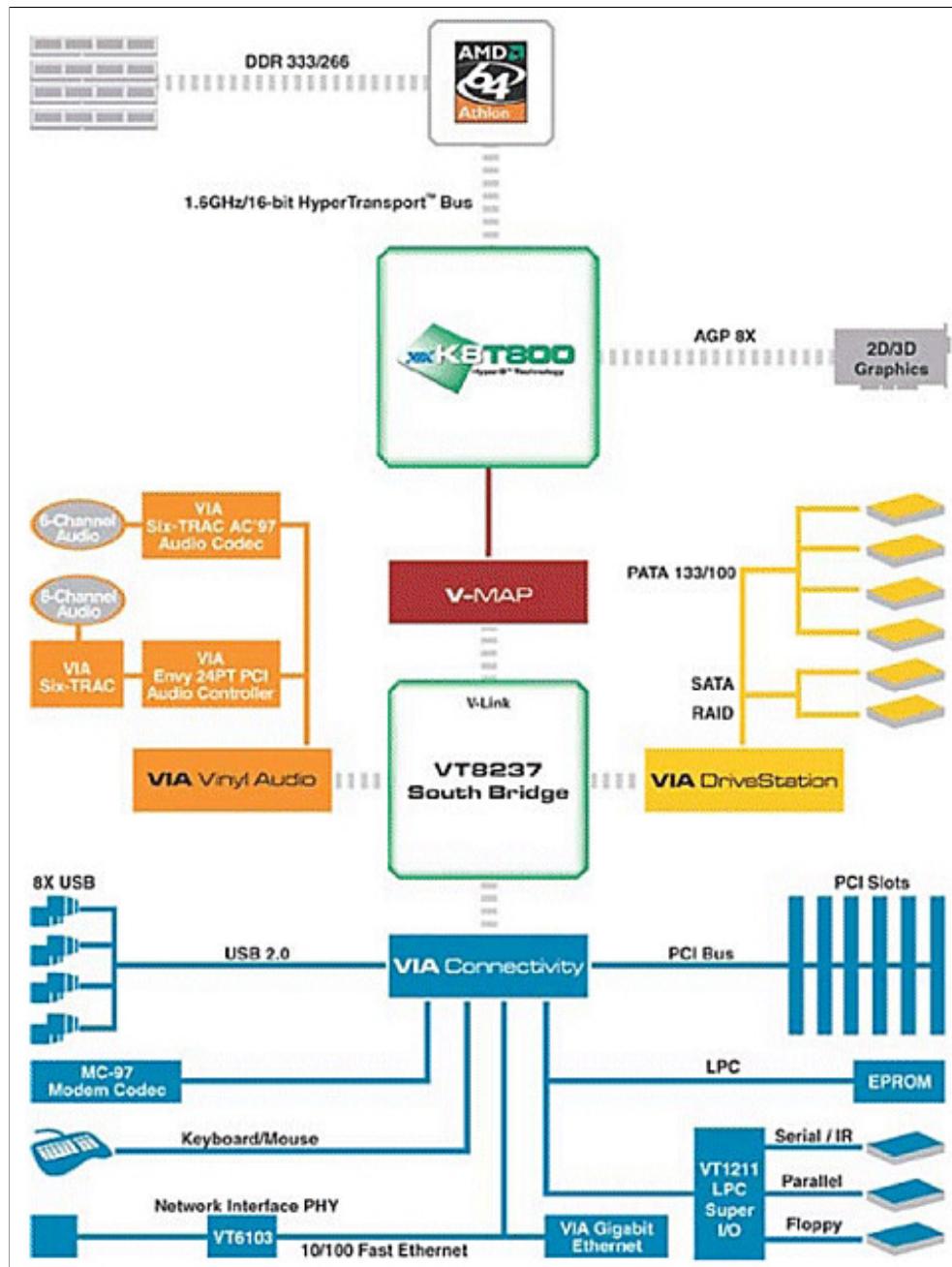
? Bespreek de volgende termen: Memory controller hub (MCH), Grafics and Memory controller hub (GMCH), Input/output controller hub (ICH), Interlink dedicated bus.



Figuur 2.28: Chipset bij Intel

a

<sup>a</sup><https://www.justanswer.com/computer/0rols-memory-controller-hub-mch.html>



Figuur 2.29: Chipset bij AMD

a

<sup>a</sup><https://techreport.com/review/5683/amd-athlon-64-processor/4>

Merk op dat bij AMD al bij een tweede aanpassing aan het blokschema de geheugencontroller met de CPU verbonden is. Er is nog altijd sprake van twee afzonderlijke chips op het moederbord (North- en Southbridge). De grafische output verloopt via de northbridge en een AGP slot.

?

Bespreek de drie onderdelen van de **Accelerated Hub Architecture**

#### 2.7.4.4 Stap 3: Platform Controller Hub (PCH)

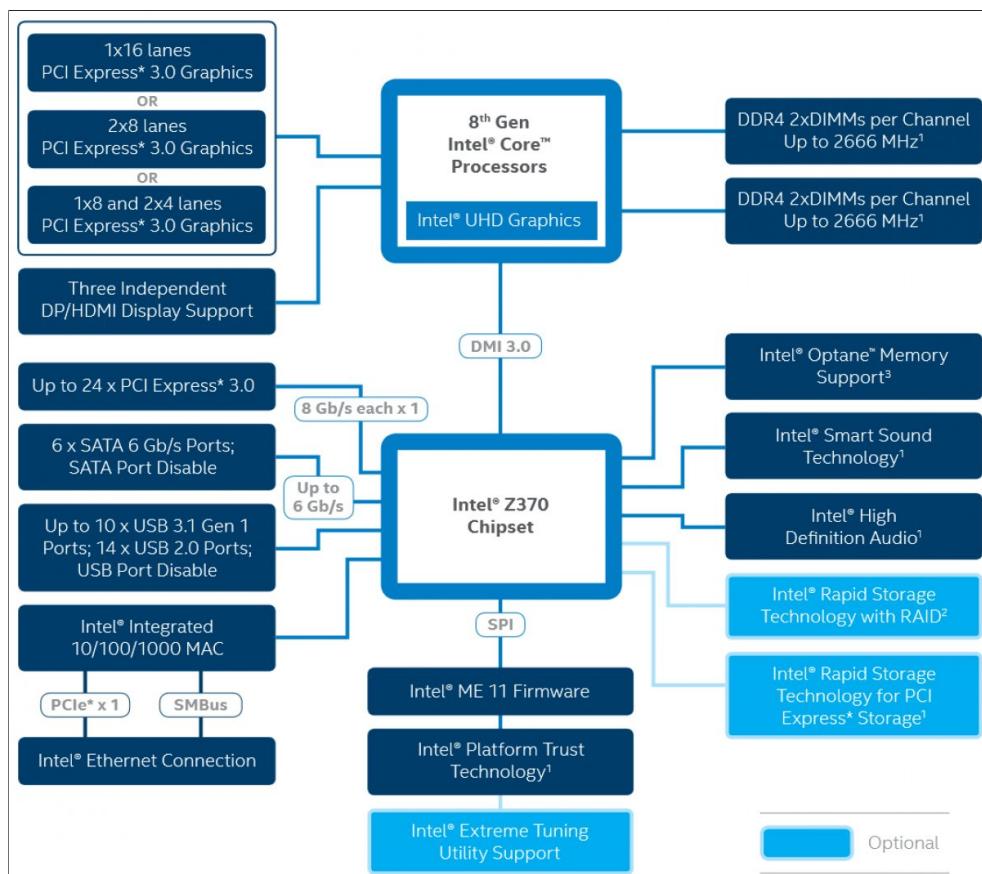
De klokfrequentie van de processoren neemt toe maar niet in dezelfde mate als de frequentie van de **front side bus**. De maximale bandbreedte van die frontside bus, nodig voor het ophalen van de gegevens uit het werkgeheugen, vormde na verloop van tijd een knelpunt (*bottleneck*).

Het was een logische stap om het beheer van het werkgeheugen uit de Northbridge te halen en toe te vertrouwen aan de processor. Ook andere functies van de Northbridge werden ofwel aan de Southbridge ofwel aan de processor toebedeeld. De Southbridge heet nu **Platform controller hub**.

De verbinding tussen de PCH en de CPU heet bij **Intel Direct Media Interface (DMI)**.

Bij AMD is **Unified Media Interface** (UMI) of **UMI** de verbinding tussen de AMD **Accelerated Processing Unit (APU)** en de **Fusion Controller Hub** of **FCH**). In de praktijk merk je dat vooral de benamingen van Intel worden gebruikt.

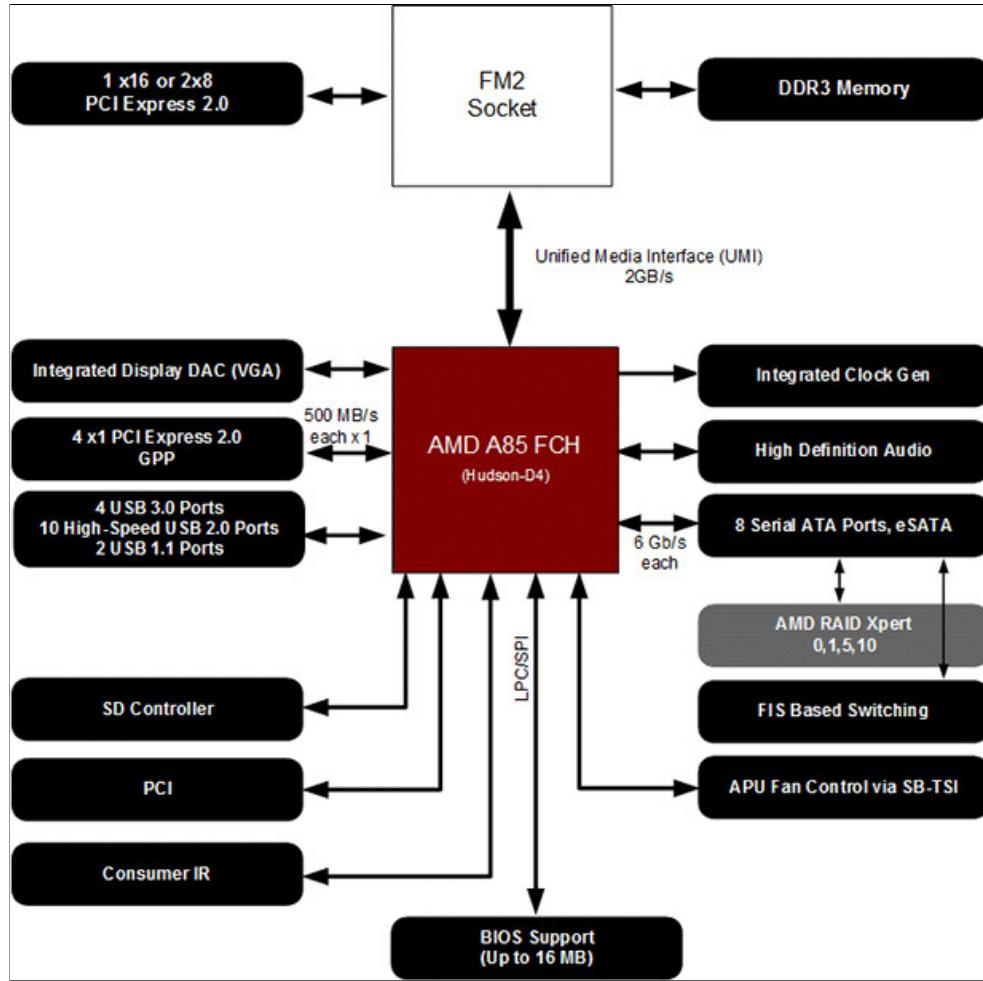
Als de processor een geïntegreerde grafische coprocessor heeft, dan is er een tweede verbinding met de PCH: namelijk de Flexible Display Interface (FDI).



Figuur 2.30: Chipset bij Intel

a

<sup>1</sup><https://www.gamersnexus.net/guides/3313-what-is-a-chipset-amd-vs-intel-2018>



Figuur 2.31: Chipset bij AMD

a

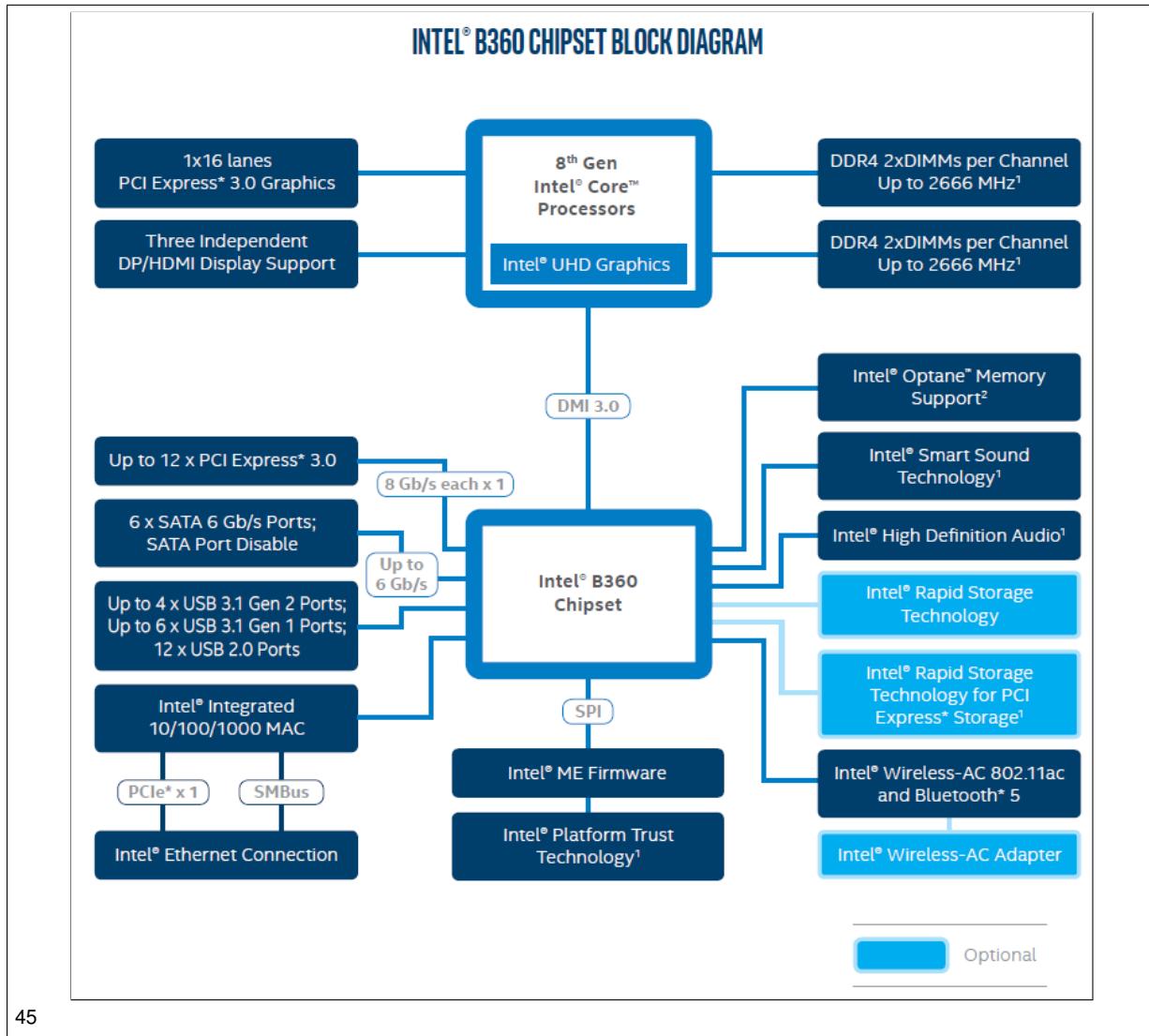
<sup>a</sup><https://hothardware.com/reviews/amd-a10-and-a8-virgo-apu-experience-and-gaming?page=3>

Hierboven zie je twee voorbeelden van een recente chipset met de diverse verbindingen.

- ?
- Bespreek de **Platform Controller Hub**
- ?
- Bespreek de voordelen van de **Platform Controller Hub** in vergelijking met de AHA
- ?
- Verklaar de volgende termen: Flexible Display Interface, Unified Media Interface, Fusion Controller Hub, Direct Media Interface

## 2.7.5 Midrange moederbord met chipset B360 (Intel)

Bij midrange moederborden<sup>44</sup> De bovenstaande figuur toont een actueel (situatie 4<sup>de</sup> kwartaal



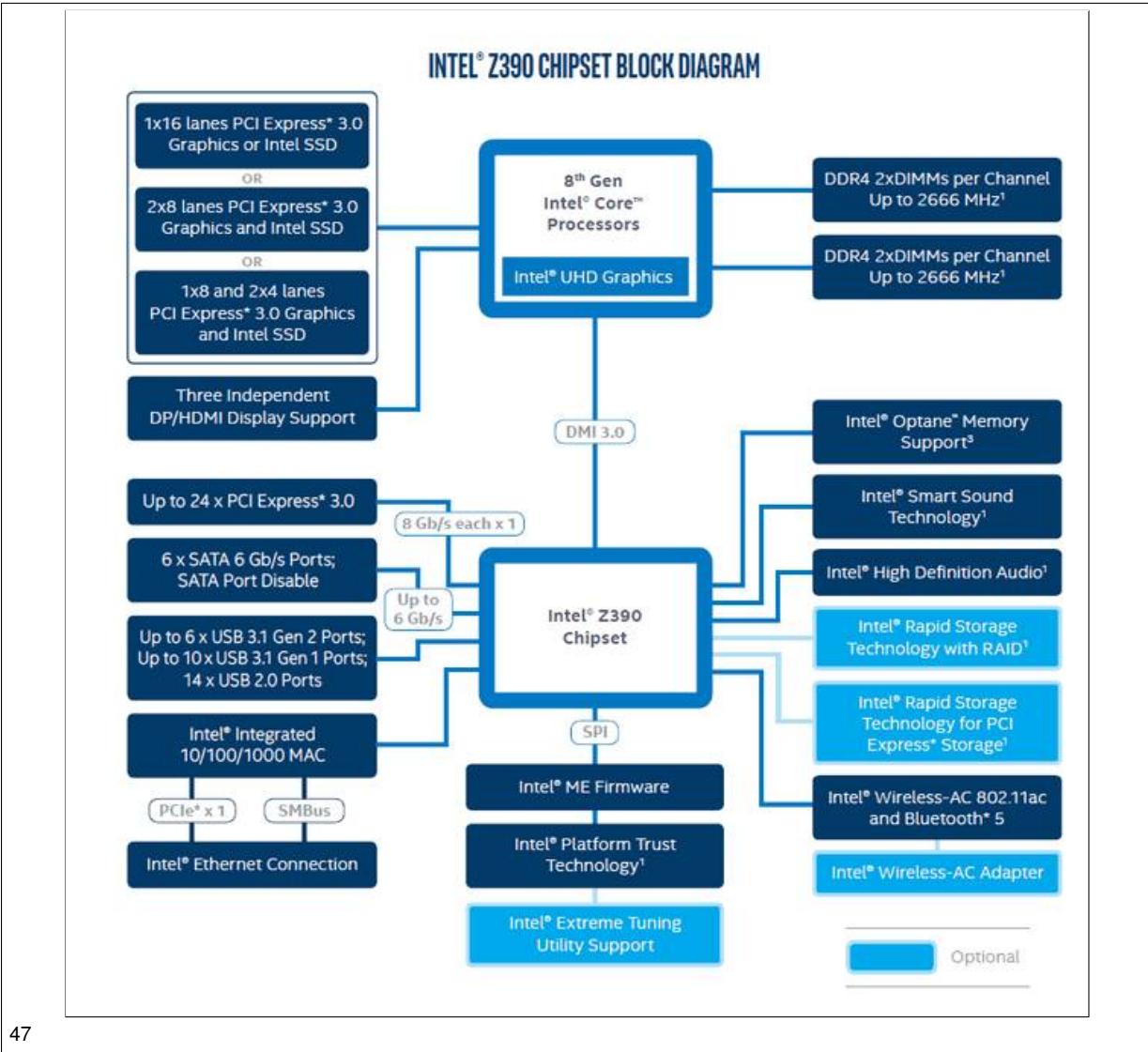
Figuur 2.32: Chipset B360

2019) moederbord van gemiddelde kwaliteit. Een aantal onderdelen, zoals WIFI zijn door de chipset ondersteund, maar niet altijd op het gekozen moederbord aanwezig.

<sup>44</sup><https://www.tomshardware.com/news/amd-b450-intel-b360-showdown,38667.html>, geconsulteerd op 2019/11/17

### 2.7.6 Actueel: high end moederbord met Z370 chipset

Om verschillen en gelijkenissen duidelijker te kunnen voorstellen, vind je hieronder het blokschema van een chipset z370. <sup>46</sup>



47

Figuur 2.33: Chipset Z370

Bij deze chipset vallen volgende zaken op:

- meer PCIx 16x mogelijkheden
- meer PCIx mogelijkheden (tot 24 lanes)
- meer USB poorten worden ondersteund
- de theoretische maximale datatransferwaarden zijn gelijk aan de waarden voor de chipset B360

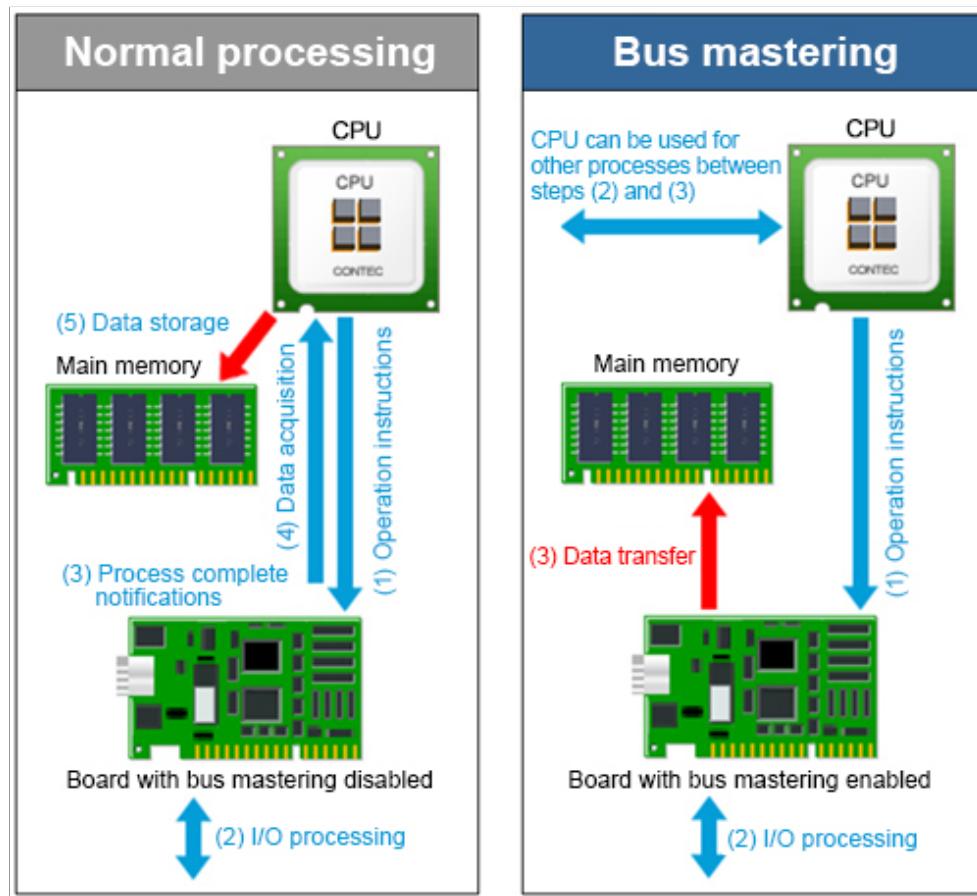
<sup>46</sup><https://tweakers.net/nieuws/138573/intel-z390-chipset-is-voorzien-van-usb-3-1-gen2-wifi-en-bluetooth-50.html>, geconsulteerd op 2019/11/18

*Pagina voor eigen notities.*

## 2.8 De DMA controller

Deze controller, voluit **Direct memory access** zorgt voor een snelle overdracht van data tussen het werkgeheugen en het randapparaat zonder verdere tussenkomst van de processor, eenmaal de communicatiestroom opgestart is.

Een variant hiervan heet **busmastering** en wordt op de PCI bus toegepast . Deze controller stuurt een verzoek via de controlebus naar de processor om de databus vrij te geven zodat de controller rechtstreeks en zonder verder tussenkomst van de processor de gegevens kan versturen van randapparaat naar het geheugen en omgekeerd.



Figuur 2.34: Voordeel van busmastering en DMA

a

<sup>a</sup><http://giihst.blogspot.com/2016/01/bus-master.html>

?

Verklaar het begrip: busmastering, Direct memory access

*Pagina voor eigen notities.*

## 2.9 IRQ

Een **IRQ** of voluit **interrupt request** is een techniek om de aandacht van de processor aan te vragen. De processor onderbreekt zo nodig zijn werkzaamheden en reageert op de IRQ die via de **controlebus** naar de processor wordt gestuurd.

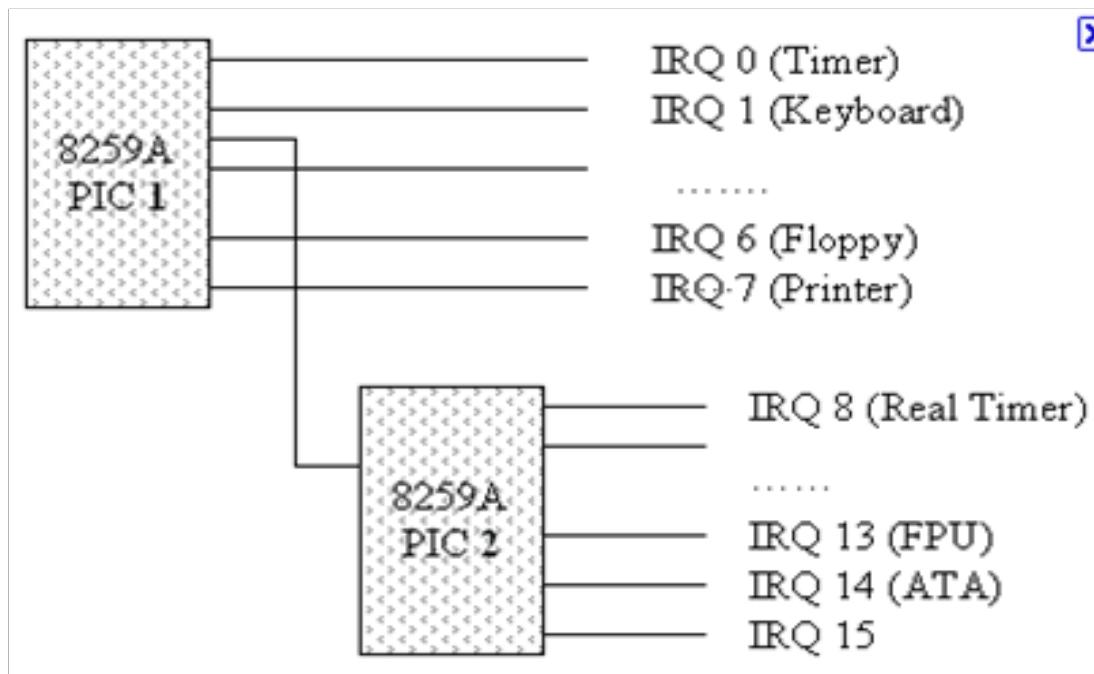
We onderscheiden twee soorten IRQ's:

- **Software interrupts.** Dit zijn instructies in programmas waardoor een stuk van een programma wordt gestopt en een ander deel van het programma kan doorgaan. Het is een vorm van **prioriteitsverlening**
- **Hardware interrupt.** Dit zijn signalen die een randapparaat , zoals een toetsenbord, uitstuurt om de aandacht van de computer op te roepen.

De onderstaande tekst bespreekt enkel nog de **hardware interrupt**.

Er zijn 'slechts' 16 IRQ die op een bijzondere manier aan elkaar geschakeld zijn. Hiervoor gebruik je twee verschillende chips die aan elkaar gekoppeld zijn.

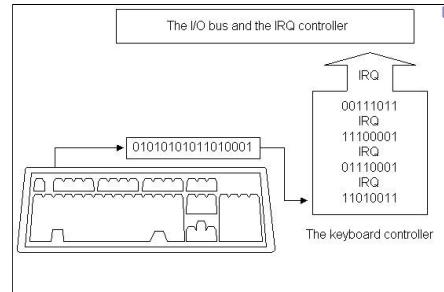
De figuur 2.35 leert je de onderlinge volgorde. Merk op dat de systeemklok IRQ 0 heeft en dat de IRQ 2 getriggerd wordt door de tweede chip met IRQ 8 tot 15.



Figuur 2.35: IRQ volgorde

Neem bijvoorbeeld de werking van een toetsenbord. Elke toetsaanslag zal een IRQ signaal genereren. Immers het is de bedoeling dat elk teken ook uiteindelijk op het scherm verschijnt.

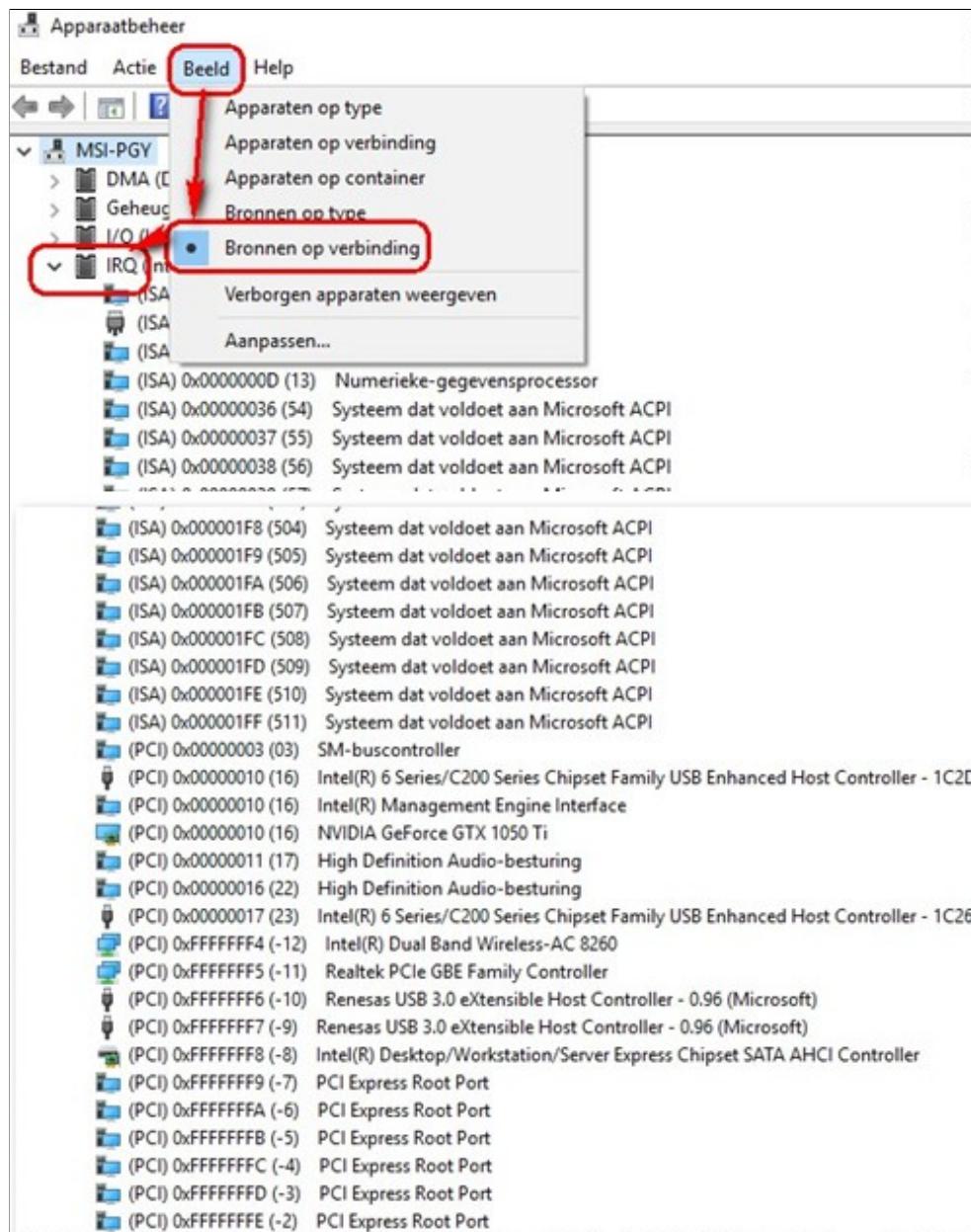
Een toetsenbord heeft een **lage** IRQ waarde. Dit betekent dat het een goede manier om na te gaan of een pc al dan niet nog reageert: als drukken op de [NumLock] toets geen verandering van het lampje tot gevolg heeft, is de pc wellicht geblokkeerd en mag je hem heropstarten door voldoende lang op de Aan/Uit knop te drukken.



Figuur 2.36: IRQ bij gebruik van toetsenbord

Vroeger waren hardware IRQ's zeer belangrijk en moest je elke insteekkaart van een eigen IRQ voorzien want anders kreeg je conflicten zoals in een klas als je twee leerlingen met dezelfde naam hebt.

Ook randapparaten zoals printers en modems hadden een eigen IRQ. Sinds de komst van de PCI bus is dat verbeterd. De bus zelf zorgt nu voor de correcte toekenning van de IRQ's wanneer het nodig is en het is transparant voor de gebruiker. (*dus onmerkbaar*).



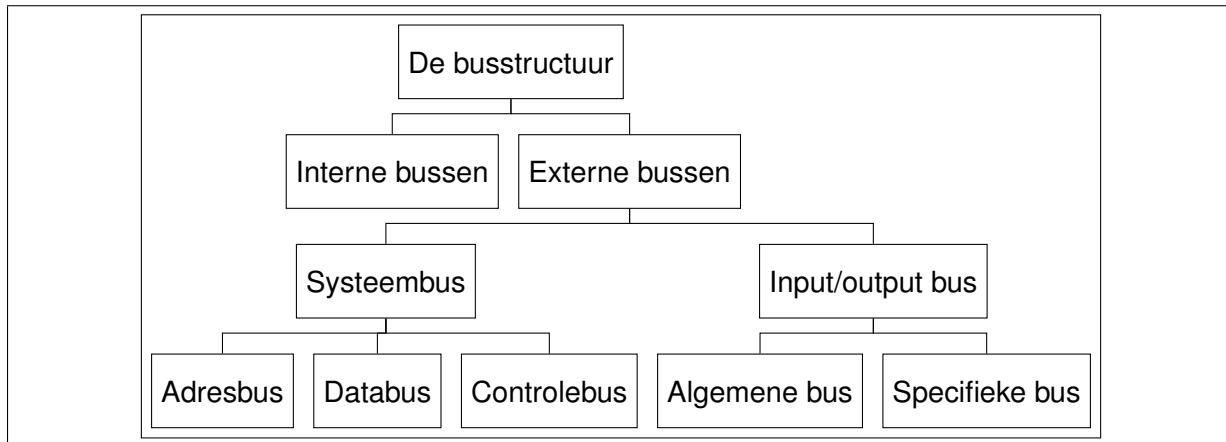
Figuur 2.37: Detailbeeld van het IRQ gebruik bij een computer met Windows 10

Met de toewijzing van een IRQ zal je normaal gesproken niet meer te maken hebben.

- ? Bespreek het begrip IRQ

*Pagina voor eigen notities.*

## 2.10 De busstructuur



Figuur 2.38: Overzicht van de busstructuur

De communicatie op het moederbord verloopt via **bussen**. We maken een onderscheid tussen interne en externe bussen:

- **interne bus** Deze bussen zorgen voor de communicatie binnenin de processor
- **externe bus** Deze bussen zorgen voor de communicatie tussen de processor en de diverse onderdelen op het moederbord.

De **externe bussen** kunnen we opnieuw onderverdelen als volgt:

- **systeembus**. Deze bus heeft vele namen. Men noemde men die vroeger ook de FSB (front side bus) of de local bus. Ze verbindt de processor met de Northbridge en zo met het werkgeheugen en de typische insteeksloten voor grafische kaarten. Deze bus heeft een evolutie doorgemaakt.
- **input/output bus**. Deze bus zorgt voor de communicatie met de andere onderdelen van het moederbord.
  - de **algemene bussen** verzorgen de communicatie met de uitbreidingsloten en de externe aansluitingen, zoals een PCI en PCIe
  - de **specifieke bussen** zorgen voor de communicatie met randapparaten die zich in de computer zelf bevinden zoals harde schijven en optische stations (waaronder cd-rom en DVD). Hiervoor werden vroeger IDE gebruikt, en nu SATA

De FSB had een busbreedte van 8 tot 32 bits. De busfrequentie was in het begin 66 MHz tot 1250 MHz.<sup>48</sup> De theoretische bandbreedte van deze bus (*het product van busbreedte en busfrequentie*) varieert van 533 tot 10.000 MB/s).

De FSB zal je niet meer terugvinden in de hedendaagse moederborden. De communicatie tussen de processor en het werkgeheugen verliep via de Northbridge en vormde tamelijk snel een flessenhals (*bottleneck*). Om de performantie op te drijven werd de geheugencontroller uit de Northbridge gehaald en toegevoegd aan de CPU. Op dat ogenblik viel een van

<sup>48</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Front-side\\_bus](https://nl.wikipedia.org/wiki/Front-side_bus)

de hoofdtaken/ bestaansreden van de Northbridge weg. De connectie met het werkgeheugen werd gedaan bij AMD door HyperTransport en bij Intel DMI of QuickPath Interconnect.

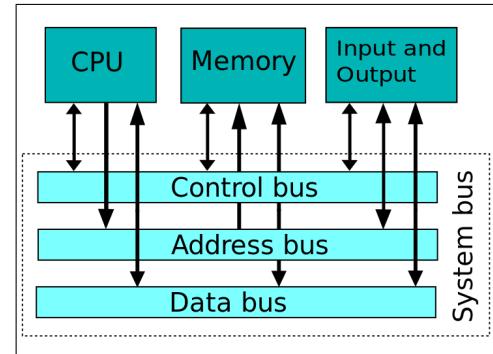
De systeembus bestaat uit drie bussen

- De **adresbus**:
  - communicatie van de processor weg naar het werkgeheugen
  - op deze bus staat een adreslocatie waarop nadien gelezen of geschreven wordt
- De **databus**
  - deze bus zorgt voor het transport van gegevens. Dit kan zowel een programmainstructie zijn als een data
  - de communicatie op deze bus is zowel van de processor weg (een schrijfoperatie) of naar de processor (een leesoperatie)
  - synoniem: gegevensbus
- De **controlebus**<sup>49</sup>
  - De bus is verantwoordelijk voor het type van bewerking (lezen of schrijven)
  - Deze bus zorgt ook voor het transport van het kloksignaal
  - De communicatie verloopt zowel van als naar de processor.
  - een IRQ van een randapparaat naar de processor gebruikt deze bus
  - Synoniem: besturingsbus

De systeembus bestaat uit drie bussen

- De **adresbus**:
- De **databus**
- De **controlebus**

Er zijn parallelle en seriële bussen. Een parallelle bus kan meerdere databits tegelijk versturen (vaak 8, 16, 32, 64, ...) terwijl bij een seriële bus de bits na elkaar verzonden worden.



Figuur 2.39: De systeembus

a

<sup>a</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Systeembus>

Het is correct dat bij gelijke transfersnelheid een parallelle bus sneller is dan een seriële, maar dan moet de afstand tussen de componenten beperkt blijven. Nu zal je eerder een seriële bus aantreffen: het is goedkoper te maken door het beperkt aantal geleiders en verbindingen dat nodig is en bovendien is de seriële bus minder storingsgevoelig. De totale bandbreedte is hoger want ondank de smallere bus, is de frequentie nu veel hoger.<sup>50</sup>

<sup>49</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Besturingsbus>

<sup>50</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Databus\\_\(elektronica\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Databus_(elektronica))

- ? Bespreek de systeembus. Begin met de opsomming van de drie onderdelen en geef de kenmerken.

## 2.11 lezen en schrijven op een bus

Het schrijven op een bepaalde geheugenlocatie verloopt als volgt

1. De processor plaatst een adres van een geheugenplaats of van een randapparaat op de adresbus
2. De processor plaatst zet het gegeven op de databus
3. De processor plaatst het schrijfsignaal op de controlebus
4. De processor maakt de bus actief, als alle signalen stabiel zijn. Nu pas mogen de aangesproken chips reageren.
5. Een aangesloten chip stuurt zo nodig een WAIT signaal via de controlebus naar de processor om aan te geven dat de instructie niet snel genoeg kan verwerkt worden. De processor wacht nu één klokpuls.

Het lezen van data uit een bepaalde locatie verloopt analoog en is hieronder herhaald.

1. De processor plaatst een adres van een geheugenplaats of van een randapparaat op de adresbus
2. De processor plaatst het leessignaal op de controlebus. De data kan zowel een programmainstructie als een gegeven zijn. Indien het een **programma instructie** is, wordt vaak nog een bijkomend signaal op de controlebus actief gemaakt.
3. De processor maakt de bus actief, als alle signalen stabiel zijn. Nu pas mogen de aangesproken chips reageren.
4. Een aangesloten chip stuurt zo nodig een WAIT signaal via de controlebus naar de processor om aan te geven dat de instructie niet snel genoeg kan verwerkt worden. De processor wacht nu één klokpuls.
5. De processor leest het gegeven van de databus

- ? Bespreek stapsgewijs het **schrijven** van een gegeven in het geheugen. Je maakt gebruik van de verschillende bussen.
- ? Bespreek stapsgewijs het **lezen** van een gegeven in het geheugen. Je maakt gebruik van de verschillende bussen.

*Pagina voor eigen notities.*

## 3 De processor

### 3.1 Welke processor kies je?



1.2.1 *In het inwendige van een actuele computer de belangrijkste componenten aanwijzen, benoemen en hun functie omschrijven.*

Het centraal gedeelte van je computer is de **processor**. De keuze van je processor is verbonden met de keuze van je moederbord en bijhorende chipset.

Je hebt verschillende invalshoeken bij de keuze van je processor:

- de **prijs**: wat is je maximaal budget?
- het **verwachtingspatroon**: waarvoor zal je de computer en daarmee ook de processor gebruiken. Videobewerking stelt andere eisen aan de processor dan bv kantooropassingen zoals tekstverwerking.
- het **merk**: in de processorwereld voor pc's heb je nu het duopolie: **AMD** en **Intel**. Heb jij een voorkeur?
- de **kenmerken**. Samenhangend met bovenstaande argumenten kan je ook expliciet naar de kenmerken zoals de klokfrequentie, het aantal kernen, en andere eigenschappen kijken om je bij de keuze te laten leiden.

? Noteer (en motiveer) wat voor jou de drie belangrijkste argumenten zijn bij de keuze van een nieuwe processor.

#### Opdracht 14

Ga op zoek naar de meest geschikte processor voor een gegeven moederbord. Je houdt rekening met randvoorwaarden zoals prijs, gewenste computertoepassingen.

Ga op zoek naar de kenmerken van een gegeven processor.

*Opdracht 14: Kenmerken van de processor*

*Pagina voor eigen notities.*

## 3.2 De kenmerken van de processor

- 1.2.3 *De belangrijkste componenten van een processor toelichten en hun samenhang schematisch weergeven, onder meer stuurorgaan, rekenorgaan, enkele registers, klok, cachegeheugen.*

Je kan volgende kenmerken onderscheiden

- de **plaatsing** op het moederbord. Dit is nu altijd een **socketprocessor**. De slotprocessor is verouderd.
- de **behuizing van de processor**. Hiervoor moet je naar de onderkant van de processor en naar de processor socket kijken. Verderop staan drie mogelijke combinaties beschreven.
- de **kloksnelheid** van de processor
- de aantallen en grootte van de **cachegeheugens**
- het **TDP**, voluit **Thermal design point**, uitgedrukt in Watt. Dit wordt ook **Thermal design power** geheten
- de **instructieset**
- de **adresruimte**
- de cache
- 32 of 64 bits processor
- het aantal **kernen (cores)**
- het aantal **threads** (1 of 2) per kern.<sup>1</sup>
- de aanwezigheid van een co-processor

Op wikipedia, bv [https://en.wikipedia.org/wiki/LGA\\_2066](https://en.wikipedia.org/wiki/LGA_2066) vind je de kenmerken van een aantal Intel processoren met socket LGA 2066.

- ? Noem vier verschillende kenmerken van de processor op en geef de nodige toelichting bij elk.

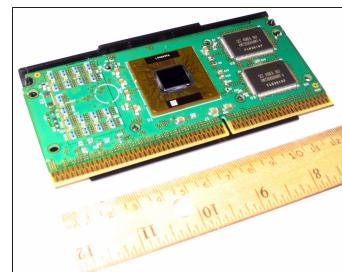
<sup>1</sup>Er zijn nu nog altijd processoren die maar één thread ondersteunen.

### 3.2.1 de plaatsing op het moederbord



Figuur 3.1: Socket voor procesor

De slotprocessor werd op een insteekkaart ge monteerd. Op de figuur rechtshiernaast zie je zo'n voorbeeld: de Pentium 3 ervan.



Figuur 3.2: Slotprocessor: Pen-

Bij hedendaagse moeder- tium III borden vind je uitsluitend <sup>a</sup>  
nog de **socketprocessor**. Links zie je een foto van een recente socket LGA2066.

<sup>a</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Slot\\_1#/media/File\protect\protect\leavevmode@ifvmode\kern+.2222em\relaxPentiumIII\\_SECC2.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Slot_1#/media/File\protect\protect\leavevmode@ifvmode\kern+.2222em\relaxPentiumIII_SECC2.jpg)

- ? Verklaar het begrip: slotprocessor, socketprocessor

### 3.2.2 De behuizing

Als behuizing heb je nu drie mogelijkheden

**LGA** Land Grid Area. Aan de onderkant van de processor merk je **koperen aansluitsplaatjes**.

Processor wordt gesoldeerd op het moederbord of in een socket geplaatst. De socket heeft metalen pinnen die passen in de contactpunten / aansluitplaatjes aan de onderkant van de processor. Je kan dit beschouwen als het omgekeerde (pin/opening) van de PGA

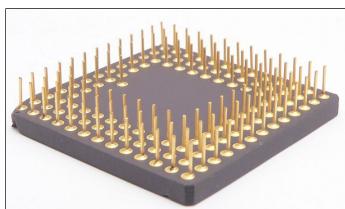
**BGA** Ball Grid Area. Aan de onderkant van de processor merk je **koperen soldeerdruppels**. De processor wordt op het moederbord gesoldeerd.

**PGA** Pin Grid Area. Aan de onderkant van de processor merk je **pinnen**. Dit tref je vooral aan bij de oudere processoren en moederborden zoals je tijdens de demo's in de laboklas zag. De processor plaats je in een socket, mrt openingen waar die pinnen in passen.

Processoren met LGA passen in een overeenstemmend socket of worden op het moederbord gesoldeerd. Door de vorm alleen al kan je een PGA processor niet solderen op het moederbord maar kan je alleen een overeenstemmend socket gebruiken. BGA kan je dan alleen maar solderen op het moederbord. Het verschil tussen BGA en LGA zit vooral in de vorm van de contacten en kan je op de onderstaande foto's afleiden. De bestaande moederborden gebruiken nu vooral LGA.<sup>2</sup>

Bij de naam van een processor, bv LGA 2066, wijst het getal op het **aantal pinnen**.

<sup>2</sup>[en.wikipedia.com](https://en.wikipedia.com)



Figuur 3.3: PGA socket



Figuur 3.4: LGA socket



Figuur 3.5: BGA socket

- ?
- Bespreek het begrip **behuizing van de processor** als eigenschap van de CPU.
- ?
- Verklaar het begrip: LGA, BGA, PGA als eigenschap van de CPU

### 3.2.3 De kloksnelheid

De **kloksnelheid** of **klokfrequentie** van de processor leert je hoeveel cycli de processor per seconde kan uitvoeren.

Dit getal zegt op zichzelf wel niet alles en mag je onderling tussen twee processoren van de zelfde generatie vergelijken.

Je kan zeker en vast bv twee Intel i5 processoren van hetzelfde type (zoals Kaby Lake) onderling vergelijken. Je mag dan een uitspraak doen over het verband tussen de kloksnelheid van de CPU van de ene processor die bv 3,6 GHz heeft en de andere CPU met 4 GHz kloksnelheid. De eerste zal zo'n 10 % trager werken als ze beiden maximaal belast worden. Andere vergelijkingen, bv met AMD of met andere Intel processoren mag je niet maken. De invloed van de breedte van de interne bus (nu 64 bits), de grootte van de cache, het aantal kernen, al dan niet hyperthreading, spelen eveneens een grote rol.

De efficiëntie van de processoren neemt ook stelselmatig toe: een hedendaagse processor werkt efficiënter en heeft dus minder 'wachtcycli' dan oudere processoren. Pentium 4 processoren (2006) hadden een frequentie van 3,6 GHz, Intel Haswell (2013) hadden een frequentie van 3,9 GHz en een Intel Core i5-7640X uit (2018) heeft een kloksnelheid van 4,0 GHz.

Aan de hand van bovenstaand voorbeeld leer je dat de waarde van de kloksnelheid alleen niets zegt over de performantie van de processor.<sup>3</sup>

Intel processoren kunnen de mogelijkheid hebben om de kloksnelheid dynamisch aan te passen naar gelang de belasting: bij weinig tot geen belasting draait de CPU op een lagere kloksnelheid; bij zware belasting stijgt dan ook de klokfrequentie. Op die manier verminderen ze de warmteproductie

- ?
- Bespreek het begrip **kloksnelheid** als eigenschap van de CPU.

<sup>3</sup><https://www.howtogeek.com/177790/why-you-can-t-use-cpu-clock-speed-to-compare-computer-performance/>

### 3.2.4 De cache

In het gedeelte van het geheugen leer je dat er drie niveau's van cachegeheugen zijn.

- ? Bespreek het begrip **cache** als eigenschap van de CPU.

### 3.2.5 TDP

Het **Thermal design point**, afgekort **TDP** en ook **Thermal design power** geheten, is de **maximale hoeveelheid warmte**, uitgedrukt in **Watt**, die het **koelsysteem** van de processor moet kunnen **afvoeren**. Bij stijgende frequentie, stijgt ook de warmteontwikkeling. Bij overklokken van de CPU moet je zorgen dat je deze maximale waarde niet overschrijdt.

De ontwikkelde warmte moet vervolgens door de koeling van de processor afgevoerd worden.

- ? Bespreek het begrip **TDP** als eigenschap van de CPU.

### 3.2.6 De instructieset

De instructieset bestaat uit de elementaire opdrachten op machinenniveau. Men onderscheidt historisch twee types van instructiesets:

- CISC (Complex Instruction set computer). Deze computers werken een relatief omvangrijke set complexe instructies. Hier duurt langer om een programma uit te voeren. Dergelijke instructiesets vind je bij Intelcomputers.
- RISC (Reduced instruction set computer). Deze computers werken met een kleine set eenvoudige basisinstructies. De instructies moeten door de processor zo snel mogelijk uitgevoerd worden. Na compilatie zal een programma voor dergelijke computer groter zijn (meer lijnen gecompileerde code bevatten.) Dit tref je bijvoorbeeld bij Alpha (minicomputers) aan.

In de praktijk merk je dat beide systemen naar elkaar toegroeien.

Bij een processorfamilies, zoals nu de Kaby Lake vind je verschillende CPUs met zelfde instructieset maar andere kloksnelheden en mogelijkheden zoals cachegeheugen.

Tussen verschillende processorfamilies merk je dat er bepaalde extensies aan de instructieset zijn toegevoegd. Een historische extensie is bijvoorbeeld: MMX (Matrix Mathematics Extensions). Dit zijn 57 instructies voor multimedia toepassingen en vind je nu nog altijd vermeld bij de lijst van de processoreigenschappen.

Een ander voorbeeld is de extensie **SIMD** (Single Instruction Multiple Data). Dit laat toe dat de geheugencache uitgebreid tot 32.000 bits.

### 3.2.7 De adresruimte

De adresruimte is de grootte van het maximaal adresseerbaar geheugen. Je berekent deze waarde aan de hand van het aantal adreslijnen in de adresbus. Als je weet dat elk adres verwijst naar één byte, is de adresruimte gelijk aan:  $2^{\text{aantal lijnen in de adresbus}}$  Byte

Hieronder vind je een aantal voorbeelden:

- Heb je bijvoorbeeld 8 lijnen in je adresbus, dan kan je maximaal 256 Byte adresseren.
- Bij een adresbus van 16 lijnen kan je maximaal  $2^{16}$  Bytes adresseren. Dit is gelijk aan 65536 bytes, of  $65.536/1024 = 64KB$  wat zeer weinig is.
- Bij een adresbus van 32 lijnen kan je maximaal  $2^{32}$  Bytes adresseren. Dit reken je om naar GB door te delen door  $1024^3$  en je bekomt zo 4 GB, Bij 32 bits processoren was dat ook de maximale grootte van het geheugen dat die computer kon gebruiken. Vaak werd er maar circa 3.2 GB daadwerkelijk gebruikt

Bovenstaande berekening gelden zonder meer voor het cache geheugen. Bij dynamisch (werk-) geheugen werken met een adressering van eerst de rij en daarna de kolom. Bij gebruik van een 32 bits adresbus kan je dus voor beiden 32 bits doorgeven. De totale adresseerbare ruimte is dan  $(2^{32})^2$  bytes is 16 GB

Als er meer adreslijnen beschikbaar zijn, vergroot ook het maximaal adresseerbaar geheugen. Voor **64 adreslijnen** kan je zo  $2^{64}$  bytes adresseren. Dit reken je uit, en deel je door 1024 om van bytes over te stappen naar kilobyte, megabyte, gigabyte, petabyte en ten slotte exabyte. Met **64 adreslijnen** kan je theoretisch tot geheugens gaan van **16 exabyte**.

4

- ? Bespreek het begrip **adresruimte** als eigenschap van de CPU.
- ? Bereken de adresruimte op basis van het aantal adreslijnen.

### 3.2.8 32 of 64 bits processor

De breedte van de databus in de processor is vroeger 32 bits en nu 64 bits. Vandaar dat we spreken van een 32 en 64 bits processor. Samen met de interne databus, zijn ook de registers, geheugenadressen, grootte van de integers (gehele getallen),... 64 bits.

Een besturingssysteem zoals Windows server 2019 vereist een 64 bits processor.

### 3.2.9 Een hulpprocessor

Bij oudere Intelprocessoren had je een **numerieke coprocessor** die efficiëntere wiskundige berekeningen kon uitvoeren.

Bij hedendaagse processoren vind je vaak volgende extra onderdelen:

- een grafische coprocessor: Graphics Processing Units (GPUs) zodat er geen afzonderlijke grafische kaart meer nodig is
- de rechtstreekse toegang tot het werkgeheugen (door opslorping van de northbridge in de processor)

- ? Verklaar het begrip **hulpprocessor**.

---

<sup>4</sup><https://www.quora.com/How-can-I-determine-how-many-address-and-data-lines-memory-has-and-the-memory-size>

*Pagina voor eigen notities.*

### 3.3 De werking van de processor

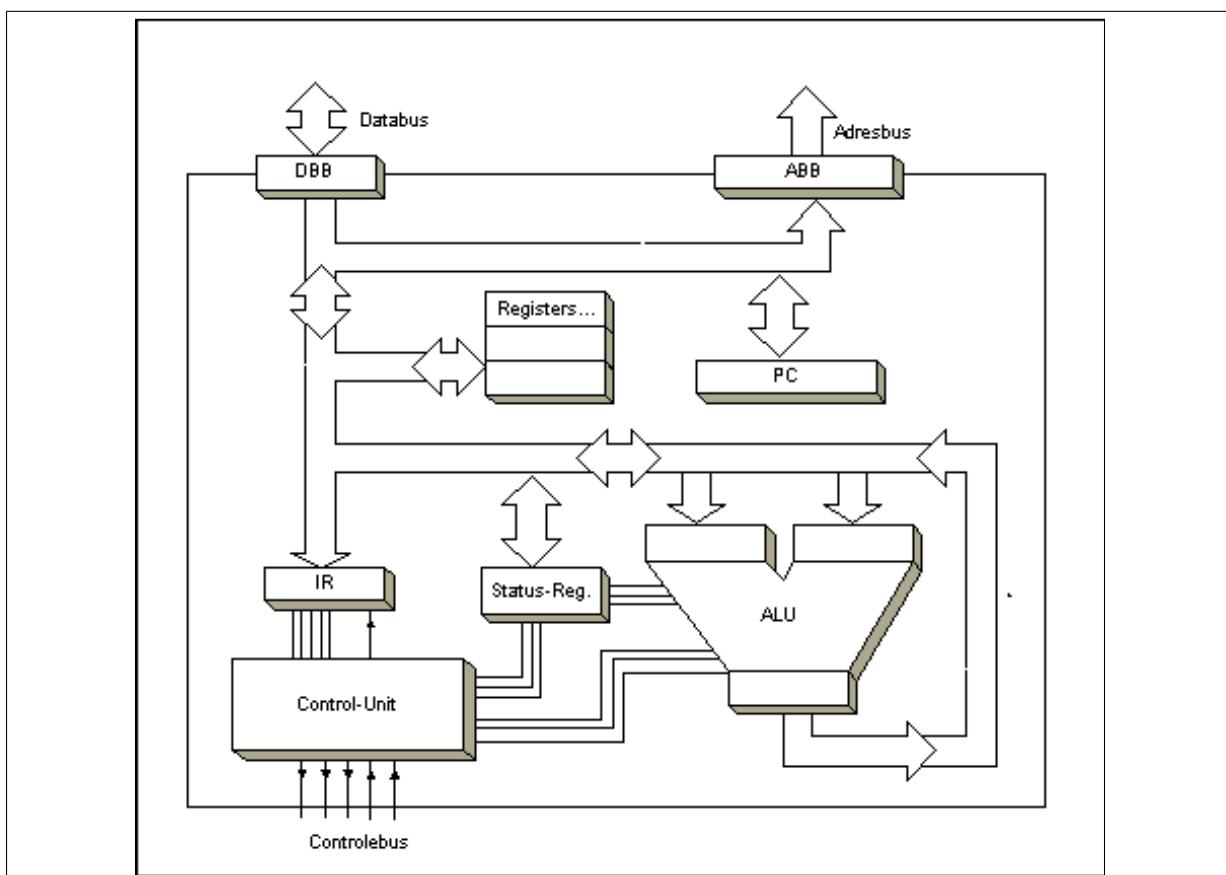
-  1.2.4 *De belangrijkste stappen: halen, interpreteren en uitvoeren, van de verwerking van eenvoudige instructies beschrijven en de functie van de klok daarbij toelichten.*

De werking van de processor is door Von Neumann beschreven als een opeenvolging van drie stappen:

- Fetch : ophalen van het gegeven uit het geheugen
- Decode: decoderen van het gegeven dat zowel data als een instructie kan zijn
- Execute: uitvoeren van het gegeven

Nadien herhaalt deze cyclus zich. Deze cyclus noemt men ook soms het **Turing principe**.<sup>5</sup>

Op internet vind je diverse modellen die de interne werking van de CPU bespreken. Elk model legt zijn eigen accenten. Voor deze cursus werd een zo eenvoudig model gekozen.



Figuur 3.6: De interne werking van de CPU

De externe verbinding van de processor bestaat uit de drie onderdelen van de processorbus: de adresbus, controlebus en databus.

- ? Bespreek de drie stappen bij de verwerking van instructies door de CPU.
- ? Bespreek de cyclus van Von Neumann bij de werking van de CPU

<sup>5</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Von\\_Neumann-architectuur](https://nl.wikipedia.org/wiki/Von_Neumann-architectuur)

### 3.3.1 De ALU

De **ALU** (Arythmetic and logical unit) staat in voor twee soorten bewerkingen:

- rekenkundige bewerkingen zoals optelling, aftrekking, vermenigvuldiging en deling
- logische bewerkingen (vergelijkingen en booleane beerking : AND en OR)
- Rotatie en schuifbewerkingen (een of meer bitposities verplaatsen in een woord naar links of rechts)

? Bespreek de rol van de **ALU** bij de verwerking van instructies door de CPU

### 3.3.2 De CU

De **CU** Control unit staat in voor volgende taken:

- Ophalen van instructies
- Decodering van instructies
- Ophalen van gegevens
- Uitvoeren van instructies
- Bewaren behaalde resultaten

? Bespreek de rol van de **control unit** bij de verwerking van instructies door de CPU.

### 3.3.3 de registers

Er zijn in de processor verschillende registers, elk met een eigen taak. De voornaamste vind je in de ALU:

- Adresregisters zoals
  - Instructieregister
  - Program counter:
- Vlagregister. Dit register bepaalt hoe de processor hoe te reageren. Je hebt bijvoorbeeld
  - de zero vlag die weergeeft dat het resultaat van een aftrekking gelijk is nul
  - de carry vlag die onthoudt als bij een optelling de rang verhoogt (bv  $1 + 1 = 0$  maar met carry vlag 'aan' om zo '10' te kunnen weergeven)
  - de sign vlag die 'aan' staat bij negatief getal

? Bespreek de rol van de **registers** bij de verwerking van instructies door de CPU.

? Bespreek de volgende begrippen: register, adresregister, instructieregister, vlagregister, zero vlag, carry vlag, sign vlag

### 3.3.4 De accumulator

De **accumulator** is een onderdeel van de ALU en het bevat het gegeven dat bij uitvoering van de instructie de bewerking moet ondergaan. Na het uitvoeren van de bewerking bevat het ook het resultaat van de bewerking. De meeste processoren beschikken over meer dan 1 accumulatoren met diverse werkregisters.

- ? Bespreek de rol van de **accumulator** bij de verwerking van instructies door de CPU.

### 3.3.5 De Program counter

De **program counter** kan je ook **instruction counter** of **instruction pointer** noemen. Het is een onderdeel van de besturingsseenheid en bevat het geheugenadres van de volgende instructies. Het is een antwoord op de vraag 'hoe ver zitten we al bij de uitvoering van het programma' ?

- ? Bespreek de rol van de **program counter** bij de verwerking van instructies door de CPU.

### 3.3.6 Het instructieregister

Het **instructieregister** is een onderdeel van de besturingsseenheid. Het bevat de instructies die moeten uitgevoerd worden, zo nodig samen met de gegevens die moeten bewerkt worden of het adres van dat gegeven.

In toepassing van de cyclus van Von Neumann (zie sectie 3.3 op pagina III-99) op een eenvoudige processor haal je eerst de instructie uit het werkgeheugen (fetch). Nadien plaats je elke instructie in het in het instructieregister, vooraleer de instructie kan worden **gedecodeerd**, voorbereid en uiteindelijk kan worden **uitgevoerd**. Dit proces kan meerdere stappen in beslag nemen.

Bij moderne processoren is deze verwerking efficiënter (zie hieronder hoofdstuk 3.4 op pagina III-103).

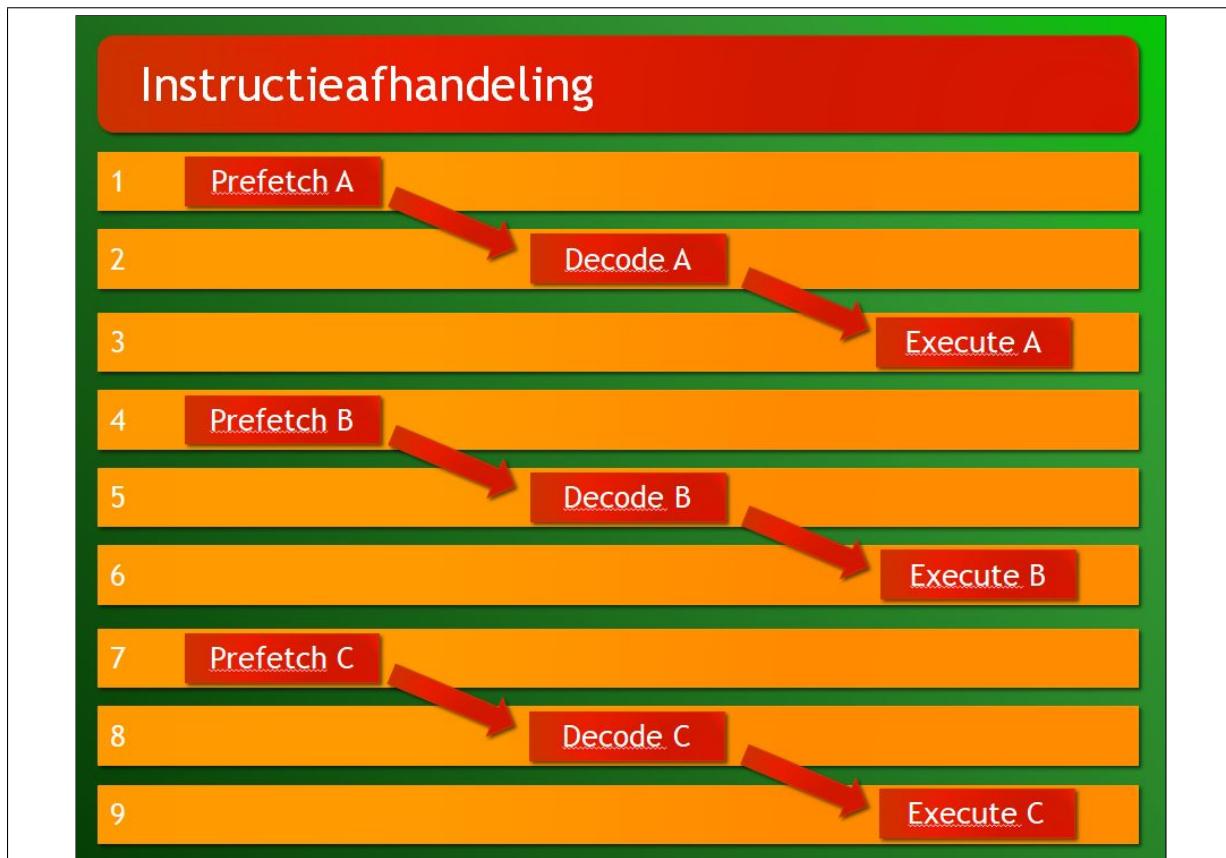
- ? Bespreek de rol van het **instructieregister** bij de verwerking van instructies door de CPU.

*Pagina voor eigen notities.*

### 3.4 Performantieverbetering van de processor

-  1.2.4 *De belangrijkste stappen: halen, interpreteren en uitvoeren, van de verwerking van eenvoudige instructies beschrijven en de functie van de klok daarbij toelichten.*

De tijd tussen **fetch** van het eerste gegeven en de daaropvolgende fetch is er een wachttijd, veroorzaakt door de decode en de execute fase. Deze tijd is vaak lang genoeg om een honderdtal instructies uit te voeren.<sup>6</sup> Deze wachttijd noemt men **de bottleneck van Von Neumann**.



Figuur 3.7: Bottleneck van Von Neumann(Figuur uit Sleutelboek)

Er zijn diverse technieken om de vertraging zo minimaal mogelijk te maken en de processor aan het werk te houden.<sup>7</sup>

- ? Noteer wat **bottleneck van Von Neumann** betekent
- ? Noteer hieronder 3 technieken (naam en uitleg) om de efficiëntie van de processor te verhogen en zo minder hinder te ondervinden van de bottleneck van Von Neumann.

#### 3.4.1 caching

Op de eerste plaats kan je nagaan of de gegevens niet in de cache te vinden zijn. (Zie het gedeelte over het statisch geheugen 4.5.1 op pagina III-115).

De data die vaak gebruikt wordt, zal van het werkgeheugen in de cache geplaatst worden.

<sup>6</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/CPU\\_cache](https://en.wikipedia.org/wiki/CPU_cache)

<sup>7</sup><https://whatis.techtarget.com/definition/von-Neumann-bottleneck>

- ? Bespreek waarom **cachegebruik** bijdraagt tot de prestatieverbetering van een computer.

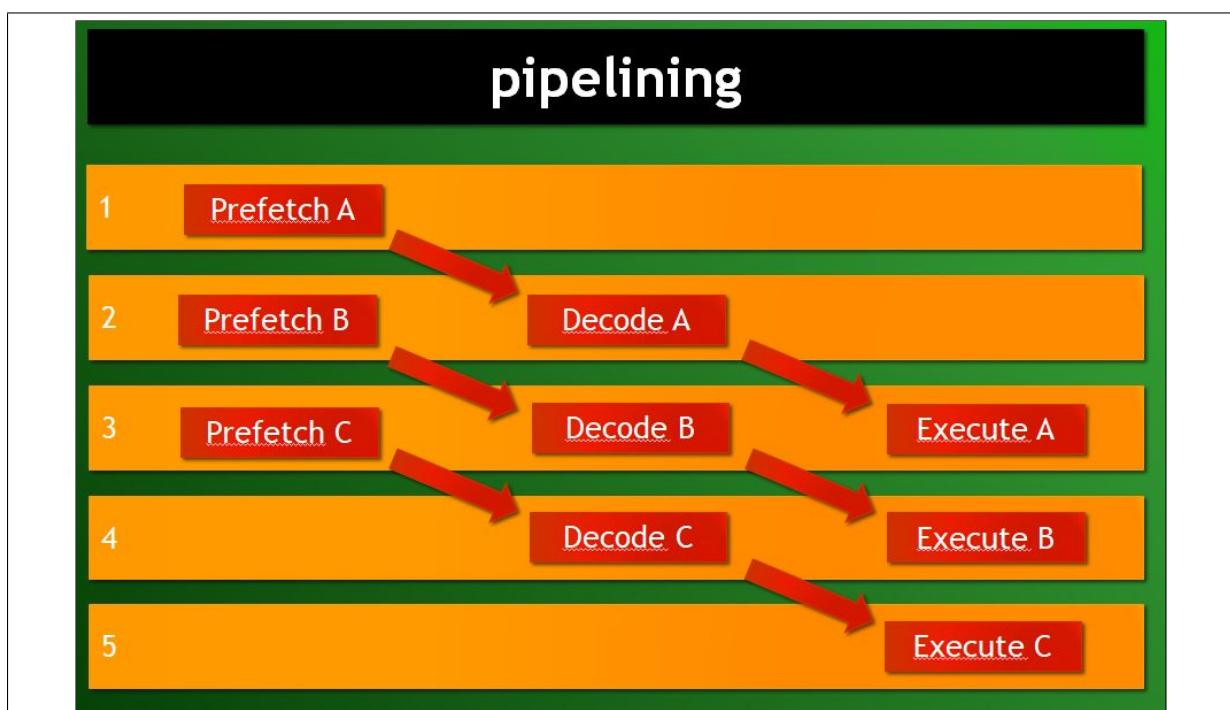
### 3.4.2 prefetching

Samenhangend met de gebruik van de cache (zie bv 3.4.1), kan je de ook de techniek van prefetching gebruiken. Je kopieert al data in de cache, vooraleer de processor het opgevraagd heeft. Het is data in de buurt van het geheugenadres wat de processor in een vorige stap nodig had.

- ? Bespreek het begrip **prefetching**
- ? Bespreek waarom **prefetching** bijdraagt tot de prestatieverbetering van een computer.

### 3.4.3 pipelining

Bij **pipelining** zorg je ervoor dat de instructiesfases terzelfde tijd kunnen uitgevoerd worden. De fetch van instructie B moet niet meer wachten tot het einde van de uitvoering van instructie A.



Figuur 3.8: Pipelining (figuur uit het Sleutelboek)

Je kan de verwerking nog versnellen door twee verwerkingslijnen parallel laten verlopen. Je kan deze techniek alleen toepassen als de verwerking van instructie B onafhankelijk is van de instructie A. Anders moet je opnieuw wachten.

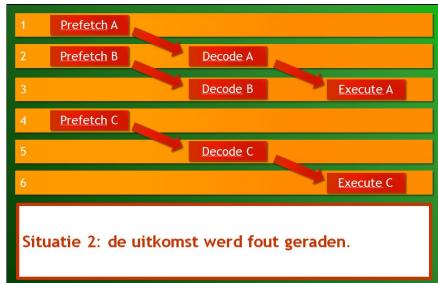
- ? Bespreek het begrip **pipelining**
- ? Bespreek waarom **pipelining** bijdraagt tot de prestatieverbetering van een computer.

### 3.4.4 Dynamic branch prediction

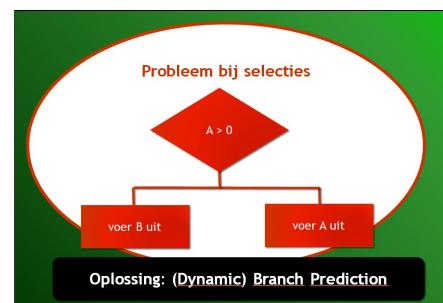
Bij het uitvoeren van een test kan je de techniek van **pipelining** niet toepassen. Want in functie van het resultaat van die test moet je een bepaalde instructie al dan niet uitvoeren.

Ook hier bestaat een oplossing : **dynamic branch prediction** .

Je zal het resultaat van de test 'raden' en in functie van de gok al bepaalde instructies uitvoeren. Je kan pas echt verder werken als je het resultaat van de test kent en weet of je goed gegokt hebt.



Figuur 3.10: Dynamic branch prediction:  
slechte gok



Figuur 3.9: wat bij een test? (fig. uit Sleutelboek)



Figuur 3.11: Dynamic branch prediction:  
goede gok

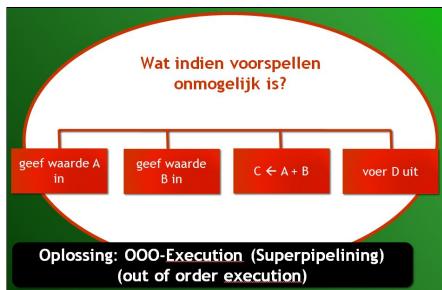
Heb je goed gegokt: dan heb je tijdswinst. Heb je verkeerd gegokt, dan zit je terug in de situatie waarbij je anders toch zou moeten wachten op het resultaat van de test alvorens verder te gaan.

- ? Bespreek het begrip **Dynamic branch prediction**
- ? Bespreek waarom **Dynamic branch prediction** bijdraagt tot de prestatieverbetering van een computer.

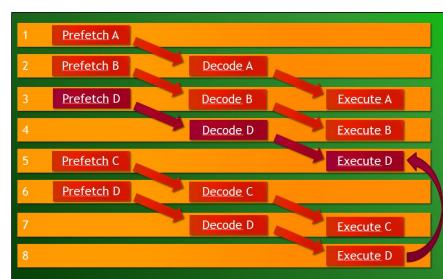
### 3.4.5 Out of order execution

Vanaf de Pentium Pro en latere processoren heeft Intel de techniek van 'out of order execution' gebruikt. De processor zal tijdens de wachttijd, nodige om de gegevens uit het werkgeheugen te halen, onafhankelijke instructies uitvoeren.

Stel dat je het resultaat van een bewerking niet kunt voorspellen. Het is geen test maar een bewerking die het resultaat van een vorige stap nodig heeft. Bijvoorbeeld  $B = B + A$ .



Figuur 3.12: Out of order execution



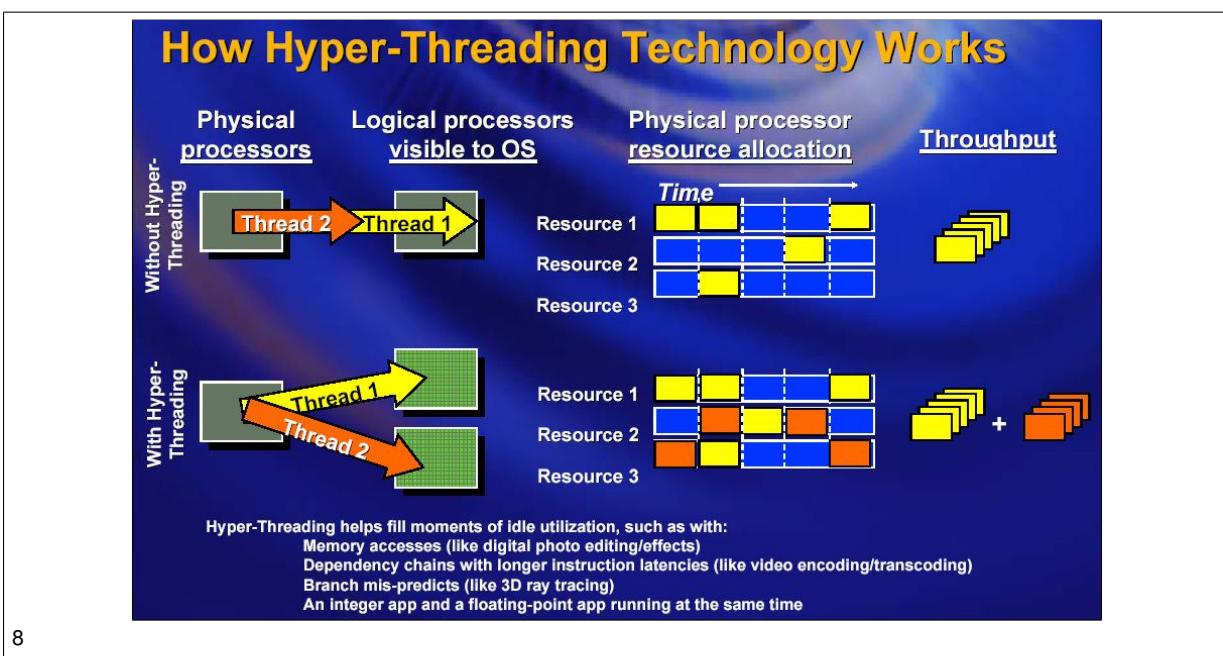
Figuur 3.13: Out of order execution

Je moet sowieso wachten op het resultaat van de vorige bewerking vooraleer je met die bewerking kan verder gaan. Niets belet je echter om eerst een andere instructie, die onafhankelijk is, uit te voeren. Dit noemt men **out of order execution** of afgekort **OOO**. Deze techniek heet ook **superpipelining**. In het bovenstaand voorbeeld uit het Sleutelboek, is de bewerking D onafhankelijk van A, B en c.

- ? Bespreek het begrip **Out of order execution**
- ? Bespreek waarom **Out of order execution** bijdraagt tot de prestatieverbetering van een computer.

### 3.4.6 Hyper threading

Deze techniek wordt ook **simultaneous multithreading (SMT)** geheten terwijl de term **Hyper-threading** typisch voor Intel is. Deze techniek laat toe dat een tweede thread de CPU kern kan gebruiken terwijl de eerste tread wacht op de gegevens van het werkgeheugen.



Figuur 3.14: Hypertreading

De bovenstaande figuur illustreert deze techniek. Voor het besturingssysteem lijkt het alsof de processor twee afzonderlijke kernen heeft.

- ? Bespreek het begrip **hyperthreading**

- ? Bespreek waarom **hyperthreading** bijdraagt tot de prestatieverbetering van een computer.

### 3.4.7 Multi core

De volgende stap was het maken van processoren met verschillende kernen: van dual core (2 kernen), quadcore (4 kernen), hexacore (6 kernen) en octacore (8 kernen). Als je dan ook de techniek van hyperthreading toepast, beschik je virtueel tot 16 'verwerkingsseenheden'.

Bij dergelijke processoren heb je een level 1 en level 2 cache die voor elke kern bruikbaar zijn. De level 3 kern staat ter beschikking van de ganse processor. De reële uitvoering is afhankelijk van het concreet type van CPU.

In de elektronische presentatie <https://www.slideshare.net/ZackTudu/multicore-processors-and-its-advantages> vind je de verschillen uitgesteld tussen Intel i3, i5 en i7 uitgelegd.

i3	i5	i7
Dual core	dual en quad core	dual, quad en octa core
hyperthreading	hyperthreading	hyperthreading
	turbo boost	turbo boost
	beperkt hogere kloksnelheid dan i3	hogere kloksnelheid dan i3 en i5
		virtualisatie - meerdere OS
		gemakkelijker toegang voor IT onderhoud
		AES instructieset voor optimale beveiliging

Tabel 3.1: Overzicht van de verschillen tussen i3, i5 en i7

In de tabel legt hij wel niet uit voor welke generatie van Intelprocessoren dit van toepassing is. Bij Wikipedia [https://en.wikipedia.org/wiki/AES\\_instruction\\_set](https://en.wikipedia.org/wiki/AES_instruction_set) vinden we dat bijvoorbeeld de AES instructieset bij alle processoren van de recente generatie (waaronder Kaby Lake en Coffee Lake) beschikbaar is. Het dateert van Ivy Bridge dat het niet beschikbaar was voor i3 (maar wel voor i5).

De tabel is wel correct voor hyperthreading. Dit is niet beschikbaar voor **Celeronprocessoren**.

- ? Bespreek de prestatieverbetering door **multicore processoren**.
- ? Verklaar het begrip **multicore processor**
- ? Bespreek verschillen tussen i3, i5, i7 en i9 processoren (zonder internet in algemene termen, met internet door een specifieke zoekopdracht.)

### 3.4.8 Gebruik van DDR geheugen

Voor de volledigheid is deze techniek hier vermeld, alhoewel het vooral een aanpassing van het geheugen en niet van de processorwerking op zich (zie verder). Toch is de evolutie van gewoon synchroon geheugen naar Dual Data rate (DDR) en de evolutie hierbij een goede prestatieverbetering van de pc.

Bij het gebruik van DDR type geheugen is er een lees of schrijfoperatie zowel bij de opgaande als de neergaande flank van de klokfrequentie. Per kloktik kunnen zo twee gegevens verwerkt worden. De totale bandbreedte verdubbelt hierdoor.

In het volgend hoofdstuk leer je er meer over.

## 3.5 Wat moet je kennen en kunnen?

In dit hoofdstuk vind je een aantal typevragen. Op overhoring en examen krijg je vragen over

- de kenmerken van de cpu
- de werking van de cpu
- technieken om de cpu optimaler te laten werken

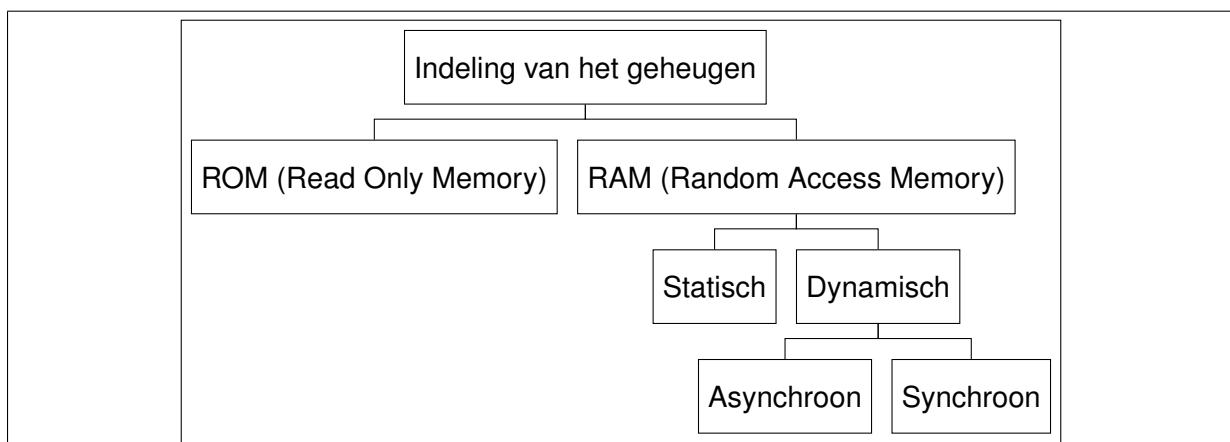
# 4 Het geheugen

## 4.1 Inleiding

Het (werk-)geheugen neemt in het **Model van Von Neumann** een belangrijke plaats in. Zonder dit geheugen is het werken met een computer ondenkbaar traag.

De doelstellingen in dit onderdeel van de cursus zijn 1.2.5 : *De soorten intern geheugen toelichten onder meer cachegeheugen, werkgeheugen.* en verderop 1.2.6 : *De basiswerking van het intern geheugen en de geheugenadressering toelichten.*

## 4.2 Overzicht van de verschillende soorten geheugen



Figuur 4.1: Overzicht van het hoofdstuk over geheugen

- ? Noteer een schematisch overzicht van de verschillende soorten geheugen

### Opdracht 15

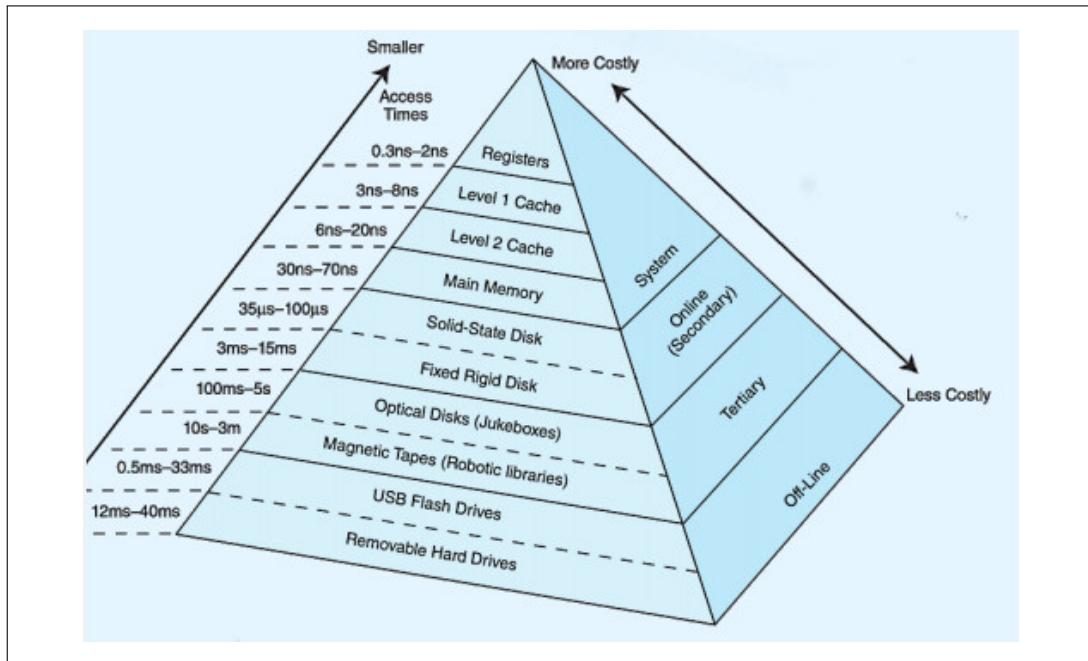
Om kennis te maken met het onderwerp, bekijk je best een aantal instructiefilmpjes. Hieronder vind je een tweetal. Zoek zelf minstens één filmpje, wellicht op YouTube en plaats hieronder de link.

- <https://www.youtube.com/watch?v=p3q5zWCw8J4>: de werking van het geheugen, eenvoudig voorgesteld
- <https://www.youtube.com/watch?v=PVad0c2cljo>

*Opdracht 15: Verkenningsronde*

### 4.3 De geheugenpyramide

Op de figuur 4.2 hieronder vind je een voorbeeld van de verschillende **geheugens** samen met een indicatie voor de **snelheid** en **de grootte**. Deze figuur vind je in verschillende versies, elk met eigen accenten. Het volstaat te zoeken op bijvoorbeeld 'pyramid memory register virtual'.



Figuur 4.2: De geheugenpyramide

a

<sup>a</sup>[http://webhotel14.ruc.dk/~keld/teaching/CAN\\_e14/Slides/pdf4x/Ch06+07.1-5.4x.pdf](http://webhotel14.ruc.dk/~keld/teaching/CAN_e14/Slides/pdf4x/Ch06+07.1-5.4x.pdf), geconsulteerd op 2021-02-07

In alternatieve versies van deze pyramide vind je bijvoorbeeld meer **levels** van het **cache geheugen** en/of ook vermelding van **tape** en **cloud als opslagmedia**.

#### Opdracht 16

Zoek alternatieve voorstellingen van de geheugenpyramide zoals je die ziet op figuur 4.2. Noteer **url** en je **bespreking van gelijkenissen en verschillen**

- de **url** is :
- de **gelijkenissen zijn:**
- de **verschillen zijn:**

*Opdracht 16: Opzoek naar alternatieve voorstellingen van de geheugenpyramide*

## 4.4 Read Only Memory (ROM)

Bij het opstarten van de computer speelt de **BIOS** een belangrijke rol. De BIOS bevat de de programmacode die de processor gebruikt om de computer op te starten, vooraleer een besturingssysteem geladen is. De BIOS bevat ook de instructies die nodig zijn om de communicatie tussen het besturingssysteem en de aangesloten randapparaten (zoals harde schijf, toetsenbord, ....) te regelen. Tip om meer details over de BIOS te kennen zijn <http://www.elhvb.com/webhq/bios.html> en <https://biosagentplus.com/?ref=36>. Technisch diepgaandere informatie vind je op [http://adiedkhazbook.blogspot.com/p/blog-page\\_5369.html](http://adiedkhazbook.blogspot.com/p/blog-page_5369.html). De overzichtsfoto met diverse BIOS chips (figuur 4.5) komt ook van deze website.

De BIOS programma instructies worden in ROM bewaard. Als je de pc uitschakelt, blijven die instructies bewaard.

Vaak wordt ook de naam **NVRAM** (non-volatile random-access memory of 'niet vluchtig geheugen) gebruikt als alternatief voor ROM.



Figuur 4.3: BIOS ROM chips

a

<sup>a</sup>[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/AMI\\_486DX\\_EISA\\_BIOS\\_20051109.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/AMI_486DX_EISA_BIOS_20051109.jpg)



Figuur 4.4: BIOS ROM chips

a

<sup>a</sup>[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Elitegroup\\_761GX-M754\\_-\\_AMIBIOS\\_\(American\\_Megatrends\)\\_in\\_a\\\_Winbond\\_W39V040APZ-5491.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Elitegroup_761GX-M754_-_AMIBIOS_(American_Megatrends)_in_a\_Winbond_W39V040APZ-5491.jpg)

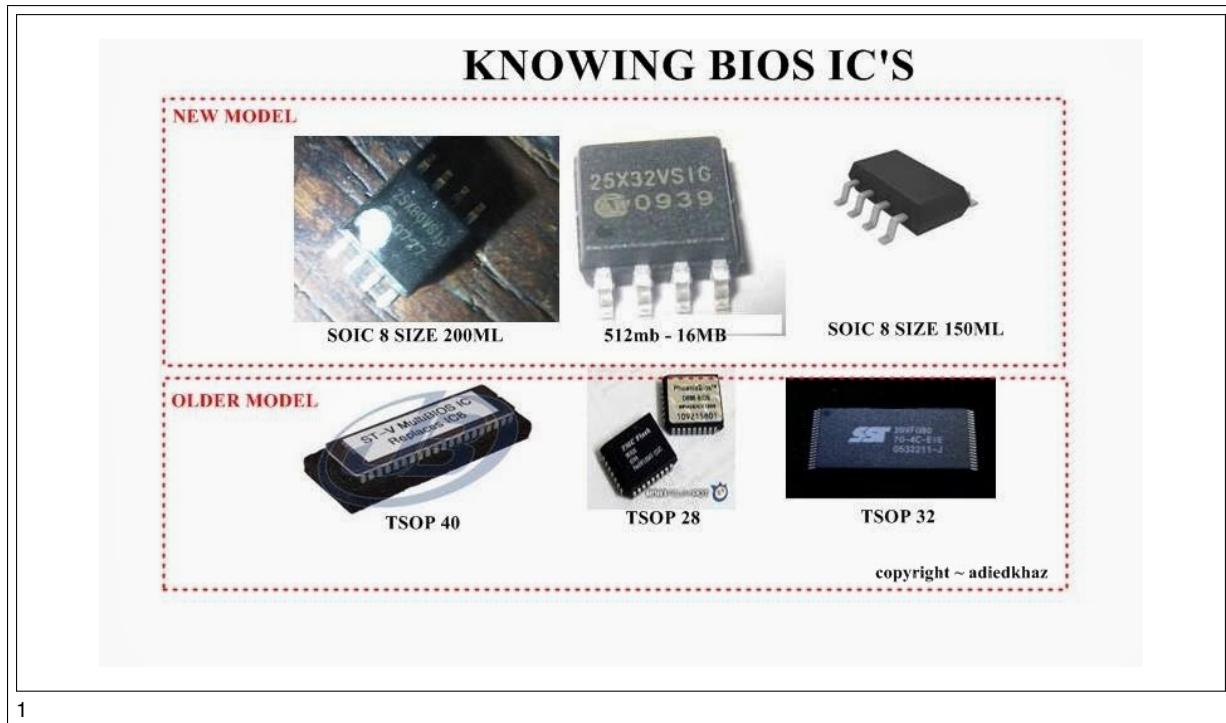
Beide voorbeelden zijn van AMIBIOS. Dit is niet de enige firma. De BIOS chip figuur nr 4.3 heeft de klassieke vorm van een rechthoekige chip met klauwen aan weerszijden in de lengterichting van de chip. De linkerBIOS is ouder dan de rechterBIOS (figuur nr. 4.4).

De inhoud van het ROM kan je bij de hedendaagse BIOS chips zonder problemen updaten. Dit noemt men **flashen** van de BIOS.

Sinds enkele jaren kan je op bepaalde moederborden twee BIOS chips vinden. Dit kan handig zijn om twee verschillende opstartprofielen (met eigen CMOS instellingen) te hebben. De belangrijkste reden is dat de tweede BIOS chip je back-up is als er bij het flashen iets misloopt. Je moederbord is dan niet waardeloos geworden maar kan opstarten dank zij de andere BIOS chip. Een voorbeeld hier van is het moederbord X99 van ASUS.<sup>2</sup>

Je hebt verschillende generaties van mogelijkheden om de BIOS up te daten:

<sup>2</sup><http://www.tomshardware.co.uk/answers/id-2499000/bios-chips-asus-x99-board.html>



1

Figuur 4.5: Overzicht van diverse BIOS chips

**ROM** (Read Only Memory) De eerste versie van BIOS liet niet toe om de programmacode aan te passen na het maken van de chip.

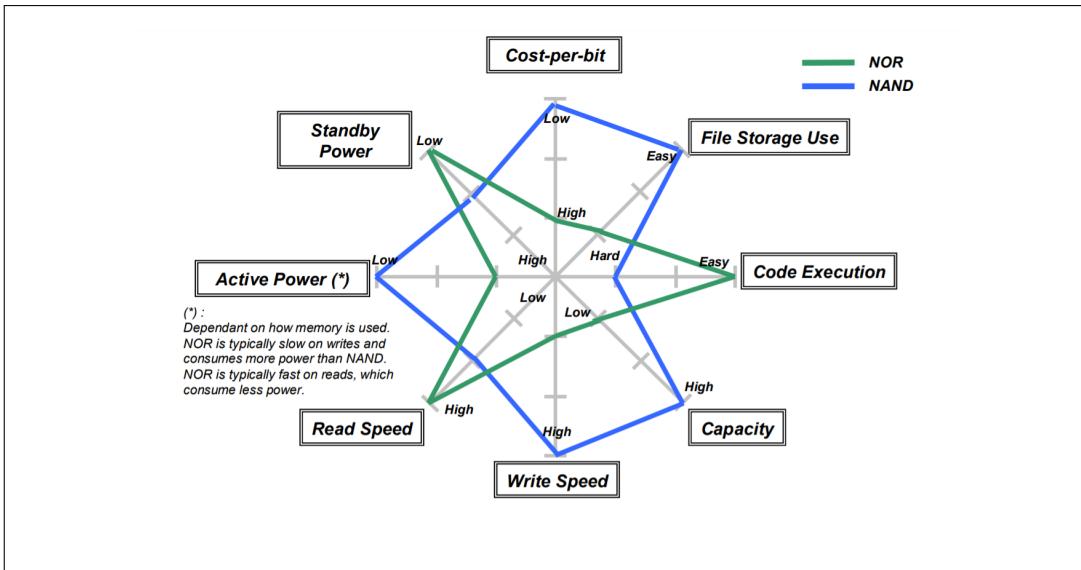
**PROM** (Programmable ROM) De tweede generatie liet toe dat je een blanco chip zelf ging programmeren en vervolgens monteren op het moederbord. Deze operatie was éénmalig.

**EPROM** (Erasable Programmable ROM) De derde generatie liet toe om de ROM chip te wissen door UV-licht. Nadien kon je de chip opnieuw beschrijven. Het was omslachtig maar liet een update van de ROM toe.

**EEPROM** (Electrical Erasable Programmable ROM). De vierde generatie liet toe om de ROM programmatorisch bij te werken

**Flashen** De huidige generatie laat het aanpassen van de BIOS op een eenvoudige manier toe.

Het verschil tussen **flash** en **EEPROM** is uitgelegd op <http://www.differencebetween.net/technology/hardware-technology/difference-between-eeprom-and-flash/> en <https://electronics.stackexchange.com/questions/69234/what-is-the-difference-between-flash-memory-a>



Figuur 4.6: Verschil tussen NAND (flash) en NOR (EEPROM) geheugen

a

<sup>a</sup>[http://maltiel-consulting.com/NAND\\_vs\\_NOR\\_Flash\\_Memory\\_Technology\\_Overview\\_Read\\_Write\\_Erase\\_speed\\_for\\_SLC\\_MLC\\_semiconductor\\_consulting\\_expert.pdf](http://maltiel-consulting.com/NAND_vs_NOR_Flash_Memory_Technology_Overview_Read_Write_Erase_speed_for_SLC_MLC_semiconductor_consulting_expert.pdf)

### Opdracht 17

Bezoek de volgende url's

- <https://nl.wikipedia.org/wiki/Flashgeheugen>
- <https://electronics.stackexchange.com/questions/4755/what-are-the-differences-between-nand-and-nor-flash>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Flash\\_memory](https://en.wikipedia.org/wiki/Flash_memory)
- <http://www.differencebetween.net/technology/hardware-technology/difference-between-eeprom-and-flash/>

### Opdracht 17: Zoekopdracht naar de kenmerken van Flash en EEPROM

Samengevat is het :

Verschil	Flash	EEPROM
Bouw (schakeling van transistoren)	NAND-schakeling	NOR-schakeling
Herschrijven	per blok	per byte
Grootte aan opslagmateriaal	Grote volumes (bv USB stick van 32 GB)	Kleinere volumes

Tabel 4.1: Het verschil tussen Flash en EEPROM

**Opdracht 18**

Zoek een tweetal filmpjes op YouTube die je de verschillen tussen EEPROM en flash duidelijk uitleggen. Je noteert hieronder de url's en de gebruikte sleutelwoorden om het filmpje nadien terug te vinden.

*Om de verschillen tussen EEPROM en flash dieper te doorgronden, moet je terugrijpen naar de schakelbordjes van het vak techniek uit het eerste middelbaar. Daar maakte je wellicht de NAND en NOR schakeling. Figuur 4.6 op pagina III-113 toont de verschillen grafisch. Het volstaat dat je de inhoud van de tabel 4.1 op pagina III-113 kent. Meer diepgang is niet nodig.*

**Noteer hieronder de referenties naar twee filmpjes op YouTube over flash en EEPROM.**

1. -

2. -

**Opdracht 18: Verschil tussen EEPROM en Flash**

- ? Bespreek het verschil tussen flash geheugen en EEPROM. Het volstaat om drie verschillen uit te werken.
- ? Bespreek de evolutie bij ROM
- ? Verklaar volgende begrippen: schaduwen, ROM, PROM, EPROM, EEPROM

## 4.5 Random Access Memory (RAM)

'Random access' (willekeurig toegankelijk) is het tegengestelde van sequentieel geheugen. Als opslagmedium ken je wellicht de audiocassette of de grote magneetbanden die een vast onderdeel vormen van elke computer die je op tv programma of film van omstreeks 1970. Om een bepaalde plaats te bereiken, moet je alles doorspoelen vanaf het begin tot die plaats. Willekeurig toegankelijk betekent dat je dadelijk naar de gewenste locatie kan springen.

? Bespreek het verschil tussen random acces toegang en sequentiële toegang

Dit type van geheugen wordt voor het **werkgeheugen** gebruikt. In tegenstelling tot ROM gaat bij RAM alle informatie verloren als de stroom uitgeschakeld wordt.

We onderscheiden twee soorten geheugen: statisch en dynamisch. In de tabel 4.2 op pagina III-115 vind je de verschillen tussen statisch en dynamisch geheugen.

Kenmerk	Statisch geheugen	Dynamisch geheugen
Uitvoering	Transistoren	Condensatoren
Grootte per eenheid opslag	Groot	Klein
Prijs per eenheid opslag	Duur	Goedkoper
Refeshen van inhoud	niet nodig	verplicht

Tabel 4.2: Het verschil tussen statisch en dynamisch geheugen

? Bespreek vier verschillen tussen statisch en dynamisch geheugen

### 4.5.1 Het statisch geheugen

#### 4.5.1.1 De indeling van level 1 tot level 4

Statisch geheugen vind je in de processor, als level (lvl)1 tot level (lvl) 4 cache. De concrete uitvoering (aantal cache levels en de grootte van elk level) hangt af van elke producent en het type processor. We kunnen toch een aantal tendensen ontdekken, die hieronder schematisch uitgewerkt zijn. Bij de bespreking van een individuele actuele processor is het toch mogelijk dat je afwijkingen van onderstaand schema kan vinden. Dit schema is opgesteld op basis van internetbronnen, geraadpleegd in november 2018.<sup>3</sup> en <sup>4</sup>. De werking van de cache vind je bijvoorbeeld op de site <http://www.pcguide.com/ref/mbsys/cache/func.htm> uitgelegd.

- de grootte van elk cache level zijn machten van 2 zoals : 4 , 8, 16, 32 ,... KB of MB
- meestal drie levels van cache
- Level 1 cache :
  - Deze cache zit in de processor.

<sup>3</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/CPU\\_cache](https://en.wikipedia.org/wiki/CPU_cache)

<sup>4</sup><https://www.quora.com/What-is-the-typical-size-of-cache-memory>

- Het wordt één processorkern gebruikt.
- Het is meestal gesplitst:
  - \* lvl 1 cache voor instructies: **L1i**
  - \* lvl 1 cache voor data: **L1d**
- De grootte is vaak 32KB of 64KB per core <sup>5</sup>
- Level 2 cache:
  - Deze cache zit in de processor
  - Elke kern heeft zijn eigen lvl2 cache en wordt dus niet gedeeld tussen de diverse kernen
  - Deze cache wordt niet gesplitst in een afzonderlijke data- en instructiecache
  - De grootte is vaak 256KB of 512KB
  - Afhankelijk van de uitvoering is dit per kern of gedeeld door twee kernen
- Level 3 cache
  - Dit geheugen zit in de processor
  - De grootte van dit geheugen kan variëren van 8MB tot 32MB
  - Het geheugen wordt gebruikt als buffer en gedeeld over alle processorkernen.
- Level 4 cache heeft volgende kenmerken :
  - Dit cache geheugen komt maar in een beperkt aantal processors voor
  - Dit bestaat meestal uit DRAM en niet uit SRAM
  - Dit behoort niet tot de processor zelf maar zit afzonderlijk op het moederbord in onmiddellijke omgeving van de processor

? Bespreek volgende begrippen: level 1 cache, level 2 cache, level 3 cache, level 4 cache

#### 4.5.1.2 Het gebruik van de cache bij het inlezen van gegevens

De processor haalt zijn instructies en data uit het werkgeheugen. Ook als de gegevens op een harde schijf zouden staan, worden die gegevens eerst van de harde schijf naar het werkgeheugen getransporteerd en vandaar naar de processor voor verwerking.

De gegevens uit het werkgeheugen wordt in blokken ingelezen: de processor stuurt een lees-instructies uit voor één welbepaald geheugenadres, maar de gegevens worden in blokken ingelezen zodat ook de gegevens van de geheugenlocaties in de buurt meegenomen worden. Deze gegevens worden in de cache opgeslagen, telkens als een paar: geheugenadres en het gegeven op dat geheugenadres.

---

<sup>5</sup><https://www.quora.com/What-is-the-typical-size-of-cache-memory>

Als de processor een instructie of data nodig heeft uit het werkgeheugen, kijkt het eerst na of het al eerder opgeladen is en dus in de cache zit. De processor controleert de verschillende caches van lvl 1 tot lvl 4. Is het gegeven (nog) niet in de cache, wordt het opgehaald met een leesinstructie uit het werkgeheugen.

Als het gegeven in de cache zit, spreekt men van een **cache hit**. Zit het gegeven niet in de cache maar moet het uit het werkgeheugen opgehaald worden, dan spreekt je van een **cache miss**.

Level 2 cache bevat de onlangs opgevraagde gegevens uit het werkgeheugen. Bij de techniek van **prefetching** zal bij een leesoperatie in het geheugen meer informatie opgehaald worden dan strikt nodig. Deze informatie belandt in level 3 en level 2 cache. Wat nodig is, wordt vervolgens naar level 1 cache gekopieerd.<sup>6</sup>

- ? Bespreek de volgende begrippen: prefetching, cache hit, cache miss
- ? Bespreek het gebruik van van level 1 tot level 3 cache bij het inlezen van gegevens uit het werkgeheugen door de processor

## 4.5.2 Het dynamisch geheugen

### 4.5.2.1 De identificatie van het geheugen

Hedendaags werkgeheugen is **DIMM** geheugen

Op de figuur hieronder vind je een detailopname van het label van een geheugenmodule. Wat kan je afleiden?

**2GB** totale grootte van het geheugenlatje is **2 GB**

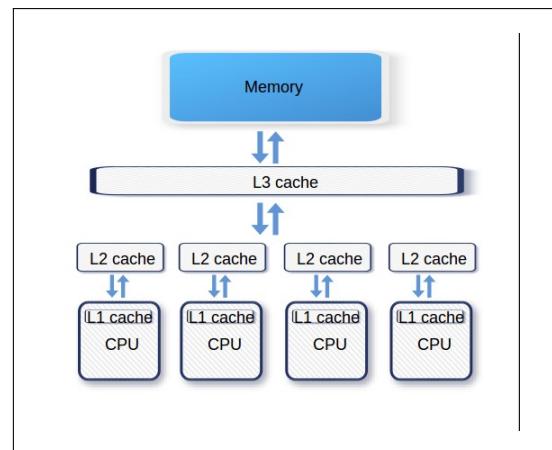
**2Rx8** de opbouw van het geheugen

**PC2** Het geheugen is **DDR2** type geheugen

**5300** Dit geheugen is maximaal bruikbaar voor een bandbreedte van 5300 MB/s. Het komt overeen (afgerond met  $5300/8 = 667$ ) 670 MHz bussnelheid. De factor 8 leid je af uit de databusbreedte van 64 bits of 8 Byte.

Dit geheugen kan je zowel aanduiden met PC2-5300 als DDR2-667.

- ? Leid uit een gegeven zoals PC2-5300 of DD2-667, de waarde af van de bandbreedte en busfrequentie



Figuur 4.7: Cache lvl 1 tot lvl 3

a

<sup>a</sup><https://imgur.com/gallery/aBKDOFv>

<sup>6</sup>[http://www.cpu-world.com/Glossary/L/Level\\_2\\_cache.html](http://www.cpu-world.com/Glossary/L/Level_2_cache.html)



Figuur 4.8: Een detailopname van de identificatieklever van een geheugenlatje

- ? Reken een waarde zoals PC2-5300 om naar overeenkomende waarde zoals DDR2-667 met de nodige uitleg. Doe dit ook omgekeerd, indien zo gevraagd.

#### 4.5.2.2 De soorten geheugen

Je vindt in hedendaagse pc's enkel nog DDR SDRAM geheugen (Dual data rate synchronous dynamic random-access memory). De geheugenlatjes zijn van het type **DIMM** (Dual inline memory module). De elektrische contacten aan de onderkant aan de voorkant zijn niet verbonden met de contacten aan de achterkant van de geheugenmodule. Bij oudere vormen van geheugen was dit wel zo (*SIMM: single inline memory module*).

Je hebt verschillende vormen van DIMM: het aantal pinnen evolueert van 168 pinnen in het begin tot nu tot 288 pinnen voor DDR4.

Voor laptops gebruiken we een kortere versie: **SO-DIMM** : Small Outline Dual inline memory module 144 of 200 connectiepinnen onderaan. Op de hedendaagse geheugenlatjes zie je de verschillende geheugenmodules niet meer. Figuur 4.8 is een geheugenlatje uit oudere schoolcomputers.

- ? Verklaar de volgende begrippen: DIMM, SO-DIMM, SIMM. Begin je antwoord met de afkorting voluit te schrijven.

Bij de vergelijking van de verschillen op <https://en.wikipedia.org/wiki/DIMM> valt op dat recentere geheugenmodules op een lagere spanning werken dan de oudere. De warmteontwikkeling zou anders te groot zijn.

## 4.6 De geheugenadressering

### 4.6.1 De algemene werking



1.2.6 *De basiswerking van het intern geheugen en de geheugenadressering toelichten.*

Hierboven vind je uitleg over RAM en ROM geheugen. Dit onderdeel bespreekt de **geheugenadressering**.

#### Opdracht 19

Vat onderstaande document samen

- [http://hardwarehell.com/articles/ras\\_cas.htm](http://hardwarehell.com/articles/ras_cas.htm)

Zoek zelf naar analoge voorbeelden en noteer de url hieronder.

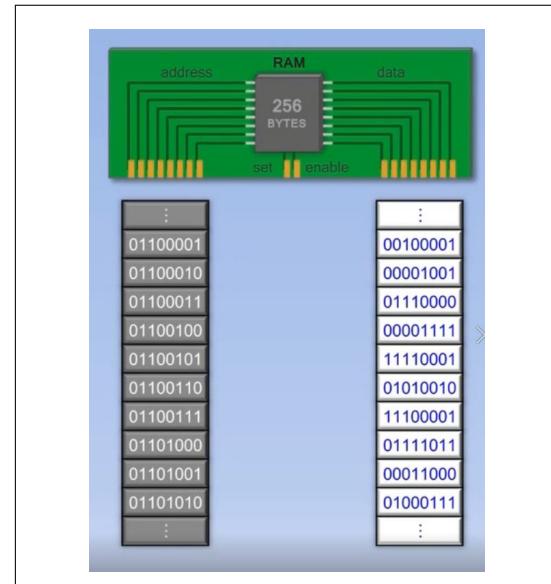
#### Opdracht 19: Kennismaking met geheugenadressering

Op de figuur hiernaast zie je een vereenvoudigd model van een geheugenlatje met de verbinding met de verschillende onderdelen van de systeembus. Adresbus en databus zijn hier telkens 8 bits. De controlebus bestaat uit twee signalen: set en enable.

Het YouTubefilmpje <https://www.youtube.com/watch?v=0kx7TB7WVu0> dat je in de klas zag, bekijk je best opnieuw om de verschillende stappen in het lezen en schrijven tussen processor en werkgeheugen beter te begrijpen.

De adressen verwijzen naar opslagplaatsen in het geheugen waar telkens één byte kan. De data op de databus kunnen zowel instructies als gegevens zijn.

Het lezen en schrijven naar het geheugen kwam eerder in de cursus reeds aan bod. Hieronder vind je de verfijning van wat er achter de schermen in het geheugen gebeurd.



Figuur 4.9: De geheugenmodule verbonden met de bussen  
a

<sup>a</sup><https://www.youtube.com/watch?v=0kx7TB7WVu0>

Het geheugen wordt aansproken in twee stappen:

- een bepaalde rij wordt ingelezen. Dit noemt men een **array**
- Vervolgens gebruik je het kolomadres om de correcte kolom uit de array te halen

Het gegeven dat zich op dat adres bevindt, wordt op de databus geplaatst.

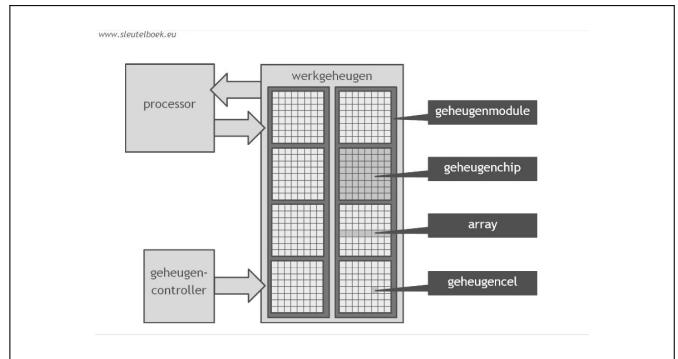
- ? Bespreek het lezen en schrijven van een gegeven in het geheugen

#### 4.6.2 De geheugenadressering bij multicore processoren

Bij multicoreprocessoren heeft elke processorkern een eigen geheugencoontroller, dat exclusief met een bepaald deel van het werkgeheugen communiceert. Bijvoorbeeld bij een quadcore heeft elke kern één vierde van het werkgeheugen ter beschikking en kan er rechtstreeks mee communiceren via een eigen deel van de verbinding tussen processor en werkgeheugen. De verbinding tussen processor en werkgeheugen heet niet meer front side bus maar bij Intel **Quickpath** en bij AMD **Hyper-Transport**.

Er is echter een probleem als de processorkern data (een gegeven of een instructie) nodig heeft die in een geheugendeel zit dat aan een andere processorkern is toegewezen. Hier voor heeft Intel een speciale controller, **QuickPath interconnect**, die de geheugencoontrollers van alle processorkernen met elkaar verbindt en voor de uitwisseling kan zorgen. Dit zal de processorwerking echter vertragen en moet vermeden worden door performante softwareontwikkeling. Het principe van QuickPath Interconnect heeft AMD reeds eerder toepast in zijn Hyper-Transport<sup>7</sup>

- ? Bespreek de werking van de geheugenadressering bij multicore processoren  
 ? Verklaar de volgende begrippen: QuickPath, QuickPath interconnect, Hyper-Transport



Figuur 4.10: De werking van het geheugen

Bron: het sleutelboek.eu

<sup>7</sup><http://techgenix.com/quickpath-interconnect/>

## 4.7 Geheugen in je pc

De hoeveelheid werkgeheugen in een actuele pc moet 'voldoende' zijn. Immers te weinig werkgeheugen dwingt de processor tot frequent swappen en dus gebruik maken van het virtueel geheugen. Extra geheugen toevoegen is dan ook een eerste stap om een oudere pc terug performanter te maken. Een tweede stap kan de integratie van een SSD schijf zijn.

Hoeveel de term 'voldoende' kwantitatief is, hangt van het gebruik af. Als vuistregel mag je aannemen dat **8 GB** intern geheugen voldoende is. Bekijk even het filmpje [https://www.youtube.com/watch?v=HnuNs\\_Nu46Q](https://www.youtube.com/watch?v=HnuNs_Nu46Q) waarbij je de verschillen ziet tussen 4 en 8 GB in een laptop bij het werken met diverse toepassingen.

Koop je nu één geheugenlatje van 8 GB of twee van 4 GB? Die vraag hangt van eventuele uitbreidingsplannen af en je kan 'pro' en 'contra' gaan afwegen.

**PRO** Als je aan uitbreiden denkt, en zeker op een moederbord met beperkte geheugensloten, dan neem je best één latje van 8 GB.

**CONTRA** Tenzij je echt zeker bent dat je binnen afzienbare tijd extra geheugen nodig hebt, koop je best twee latjes van 4 GB. De latjes kunnen dan samenwerken in dual channel. De geheugenlatjes zijn dan elk met een eigen datakanaal met de processor verbonden. Je kan zo twee geheugenbanken terzelfde tijd lezen of schrijven. Er bestaat ook al triple en quad channel. In de praktijk heb je geen verdubbeling van de lees/ schrijfsnelheid.

Voor een hedendaagse pc is circa 8 GB voldoende. Voor beeldverwerking en werken met één of meerdere virtuele machines, wordt in de praktijk 16 GB aanbevolen.

? Motiveer hoeveel werkgeheugen jij in je eigen pc zou willen.

## 4.8 Conclusie

In dit hoofdstuk heb je verschillende soorten van werkgeheugen gezien. In het volgende hoofdstuk bespreek je de opslagmedia.

*Pagina voor eigen notities.*

# 5 Voeding en koeling

## 5.1 De voeding

- 🎯 1.1.1 *De begrippen elektrische lading, stroom, weerstand, vermogen, spanning en elektrische arbeid toelichten.*
- 🎯 1.1.4 *De soorten spanningen en stromen omschrijven, onder meer gelijkspanning en -stroom, wisselspanning en -stroom.*
- 🎯 1.4.7 *Rekening houdend met het beoogde gebruik, kostprijs en performantie, een voorstel formuleren om een computer samen te stellen of te actualiseren.*

### 5.1.1 De kenmerken van de voeding

 <https://www.youtube.com/watch?v=HSeIlzVxgJ4>

Er zijn vier belangrijke criteria bij de keuze van je voeding voor je computersysteem:

- de vormfactor
- het vermogen in Watt
- de efficiëntie
- modulaire bouw of niet

Deze drie kenmerken zijn hieronder verder uitgewerkt.

#### 5.1.1.1 De vormfactor

Bij de keuze van de **vormfactor** zal je in de praktijk kiezen voor ATX of SFX.

Bij de meeste computerbehuizingen van het type tower, zal je voldoende plaats hebben voor een ATX voeding. Bij de kleinere cases zal je SFX moeten kiezen of nog kleiner.

Bij laptop heb je geen ingebouwde voeding maar een externe voeding die een vaste spanning levert (zie verder).

PSU standard	Width (mm)	Height (mm)	Depth (mm)
ATX12V / BTX	150	86	140
ATX large	150	86	180
ATX – EPS	150	86	230
CFX12V	101.6+48.4	86	96
SFX12V	125	63.5	100
TFX12V	85	64	175
LFX12V	62	72	210
FlexATX	81.5	40.5	150

Figuur 5.1: De vormfactor van hedendaagse voedingen

a

<sup>a</sup><https://www.youtube.com/watch?v=HSeIlzVxgJ4>

### 5.1.1.2 Het vermogen in Watt

Het leverbaar vermogen moet hoog genoeg zijn om de diverse computeronderdelen , waaronder grafische kaart, van de nodige spanning en stroom te voorzien.

Je vindt diverse websites om dit vermogen te berekenen. Enkele mogelijkheden als tip:

- <https://pcpartpicker.com/list/> : PcPartPicker
- <https://outervision.com/power-supply-calculator> : Outervision
- <https://www.bequiet.com/en/psucalculator>: BeQuiet power calculator

Een steekproef met een tiental leerlingen kon aantonen dat de berekende vermogens in elkaars buurt liggen.

Als vuistregel kan je de volgende stelling toepassen:

- het TDP van je CPU \*1.5
- het TDP van je grafisch kaart (GPU) \*1.5
- de som van beide berekeningen nogmaals met 1.5 vermenigvuldigen voor marge en om de andere toestellen, zoals harde schijf of optische stations in rekening te brengen

In het YouTube filmje is volgend voorbeeld uitgewerkt:

- Core i5 8600 : 95 W als TDP wordt  $95 * 1.5 = 143W$
- GTX 1660 Ti heeft 120 W TDP. Dit wordt  $120 * 1.5 = 180W$
- De som is  $143 + 180 = 323W$
- de marge is  $323 * 1.5 = 485$ . Afgerond nemen we dus voor deze computerconfiguratie **500 W**

### 5.1.1.3 De efficiëntie van de voeding

De **efficiëntie** van de voeding is een percentage dat in functie van de belasting de verhouding is tussen het opgenomen vermogen (wisselstroom - 220 V) en het beschikbaar vermogen (geleidsspanning, 3.3,5 en 12 V). Hoe hoger deze waarde, hoe minder verliezen en hoe ecologischer

80 Plus test type <sup>[4]</sup>	115 V internal non-redundant				230 V internal redundant				230 V EU internal non-redundant			
Percentage of rated load	10%	20%	50%	100%	10%	20%	50%	100%	10%	20%	50%	100%
80 Plus	80%	80%	80%						82%	85%	82%	
80 Plus Bronze	82%	85%	82%		81%	85%	81%		85%	88%	85%	
80 Plus Silver	85%	88%	85%		85%	89%	85%		87%	90%	87%	
80 Plus Gold	87%	90%	87%		88%	92%	88%		90%	92%	89%	
80 Plus Platinum	90%	92%	89%		90%	94%	91%		92%	94%	90%	
80 Plus Titanium	90%	92%	94%	90%	90%	94%	96%	91%	90%	94%	96%	94%

Figuur 5.2: De efficientie van een computervoeding

Aanbevolen wordt om een voeding te kiezen met efficiëntie van **80 Plus Gold**. Deze voedingen leveren nog bij maximale belasting een goede efficiëntie. Deze voedingen zijn ook duurder maar kwaliteitsvoller.

De efficiëntie gaat achteruit na verloop van tijd.

#### 5.1.1.4 De modulaire bouw van een voeding

Bij de keuze van je voeding kan je kiezen tussen twee varianten:

- een **modulaire voeding**
- een **niet-modulaire voeding**

Het onderscheid zie je op onderstaande foto's <sup>2</sup>



Figuur 5.3: Een modulaire voeding



Figuur 5.4: een **niet-modulaire voeding**

Bij **casemodding** gebruik je bij voorkeur een **modulaire voeding** omdat je dan enkel die kabels die je nodig hebt, koppelt aan je voeding. De onnodige kabels moet je dan niet verbergen zoals bij de niet-modulaire voeding het geval is.

Een **variant** van de **modulaire voeding** is zoals op de figuur 5.3 maar met de voedingskabel naar moederbord (24 pins stekker) en naar CPU wel vast verbonden zijn met de voeding. Die kabels heb je altijd nodig.



Figuur 5.5: Variant van modulaire voeding

a

<sup>2</sup><https://www.pcinside.info/wp-content/uploads/2014/06/power-supply-cables-connectors.jpg>

<sup>2</sup><https://be.hardware.info/forum/threads/modulaire-voeding.233538/>, geconsulteerd op 2020/02/25

### 5.1.2 De rol van de voeding

De voeding, met Engelse benaming **Power Supply Unit**, afgekort **PSU** is het computeronderdeel dat de nodig stroom op de correcte spanning aan diverse componenten van een computersysteem levert, meer bepaald aan het moederbord, de processor, de harde schijf, het geheugen en de eventueel aanwezig andere randapparaten.

Je moet er altijd voor zorgen dat je een voeding gebruikt die voldoende stroom kan leveren voor de apparaten die zich in het computersysteem bevinden.

- ? Bespreek de rol van de voeding in verband de werking van de computer

### 5.1.3 De betekenis van de signalen

Hieronder vind je het schema van ATX voeding (20 en 24 pins). Merk op dat een 20 pins voeding, nu verouderd, volledig overgenomen is in een 24 pins voeding. De vier overblijvende pinnen bevatten de volgende positieve spanningen: 3,3 V, 5V en 12 V, aangevuld met de aarding. Je merkt ook op dat er speciale afkortingen zoals 5VSB, PWR-OK, PS-ON te vinden zijn.

De volgorde van de spanningen mag je nu als een standaard beschouwen. In het verleden is het altijd het geval geweest want Dell gebruikte een eigen versie van en ATX voeding met verschillende aansluitingen. Gebruikte je in zo'n Dell computer een andere ATX voeding, of analoog, die ATX voeding in een gewone pc, dan was je zeker van beschadigingen van je moederbord en andere componenten.

Het is vanzelfsprekend dat je de volgorde van de aansluitingen niet moet kennen. Je moet wel de basiskleurconventie van de spanningen kennen.

Kleur	Spanning
Zwart	aarding (nul volt)
Oranje	3,3 V
Rood	5 V
Geel	12V

Tabel 5.1: Overzicht van de voornaamste spanningen

Als je figuren vergelijkt, vergewis je of je de connector bekijkt of de aansluiting op het moederbord. Hier zie je links een verbreding. Bij andere figuren staat alles gespiegeld en is die verdikking aan de rechterkant te zien. De nummering van de pinnen zal dan ook gespiegeld staan. Er zijn ook negatieve spanningen aanwezig: deze hebben een afwijkende kleur die je niet moet kennen.

In de onderstaande vind je een overzicht van de spanningen die een specifiek rol spelen bij de werking van de voeding.

<b>ATX 20-pin power connector (top view)</b>					
11	+3.3v	Orange	Orange	+3.3v	1
12	-12v	Blue	Orange	+3.3v	2
13	Ground	Black	Black	Ground	3
14	PS-On	Green	Red	+5v	4
15	Ground	Black	Black	Ground	5
16	Ground	Black	Black	+5v	6
17	Ground	Black	Black	Ground	7
18	-5v	White	Gray	Power Good	8
19	+5v	Red	Purple	+5v Standby	9
20	+5v	Red	Yellow	+12v	10

<b>ATX version 2.2 24-pin power connector (top view)</b>					
13	+3.3v	Orange	Orange	+3.3v	1
14	-12v	Blue	Orange	+3.3v	2
15	Ground	Black	Black	Ground	3
16	PS-On	Green	Red	+5v	4
17	Ground	Black	Black	Ground	5
18	Ground	Black	Black	+5v	6
19	Ground	Black	Black	Ground	7
20	NC	White	Gray	Power Good	8
21	+5v	Red	Purple	+5v Standby	9
22	+5v	Red	Yellow	+12v	10
23	+5v	Red	Yellow	+12v	11
24	Ground	Black	Orange	+3.3v	12

Figuur 5.6: De verschillende spanningen op een ATX voeding

Pin	Signaal	Betekenis
9	5VSB (paarse draad)	5 Volt Stand By. Deze pin levert altijd 5V ook als de pc uitgeschakeld is. Deze spanning wordt bijvoorbeeld bij WakeUp on Lan (WOL) gebruikt.
8	PWR_OK (grijze draad)	Power Good: Dit signaal levert de voeding aan het moederbord van zodra de uitgaande spanningen (3.3, 5V en 12V) in de voeding stabiel zijn.
14 of 16	PS_ON (groene draad)	) Power supply on. Dit signaal geeft de processor aan het moederbord zodat de voeding kan opstarten. D De voeding zal nu starten en van zodra de uitgaande spanningen stabiel zijn, levert de voeding het PWR_OK signaal af.

Tabel 5.2: Overzicht van de speciale spanningen

- ?
  - ?
  - ?
- Noteer de overeenkomende combinaties van spanning en kleur.  
 Bespreek de volgende signalen: 5VSB, PWR-OK, PS\_ON  
 Bespreek de verschillende signalen die je gebruikt bij het opstarten van de pc. *tip: werk je antwoord in een chronologische volgorde uit*

#### 5.1.4 Welke voeding kies je?



<https://nl.hardware.info/artikel/838/2/voedingen-koopgids--voltage-rails>

<sup>3</sup> De voeding zorgt ervoor dat onderdelen in de computer van de juiste spanningen worden voorzien. Bij de gebruikelijke PC is de voeding uitgevoerd als een aparte, goed afgeschermd eenheid, die de benodigde spanningen levert met het vereiste vermogen.

Voedingen die te weinig stroom leveren, wat onder andere door veroudering mogelijk is, herken je vaak doordat je pc niet opstart.

Een tip: *Als de pc niet meer opstart, koppel je een aantal randapparaten af, zowel elke harde schijf behalve de schijf met het besturingssysteem, cd-rom-apparatuur,... . Als de pc nu wel opstart, is het duidelijk dat de voeding niet meer krachtig genoeg is (zie verder).*

Tegenwoordig meestal beginnend bij een vermogen van 500 Watt en oplopend tot wel 1000 Watt. Maar vermogen is ook niet alles. Een computervoeding moet 6 **primaire voltages** leveren (**rails** geheten): +12V, -12V, +5V, -5V, +3.3V en -3.3V zijn de voornaamste.

Bij een voeding duidt het aantal **ampères** aan hoeveel 'ballast' deze rail aankan. Het vermogen (uitgedrukt in aantallen Watt) dat een voeding op z'n label krijgt is de som van het aantal ampères dat alle rails tezamen hebben, omgerekend naar Watt.

<sup>3</sup><http://www.nl.wikisage.org/wiki/Computervoeding>, geconsulteerd op 2020/02/25

De ATX-standaard die nu in gebruik is, heeft als belangrijkste rail de +12V rail.

Jammer genoeg zijn de elektronische onderdelen om de +12V rail meer ampères te geven, duurder dan die van +5V of +3.3V. Wanneer men dus goedkope voedingen ziet van 500 Watt, kan men er zeker van zijn dat de +5V rail of die van +3.3V een immens aantal ampères heeft, maar de +12V rail eerder ondermaats zal zijn. Een goede voeding die futureproof is, heeft minstens 24A op de +12v rail (aan te raden is meer dan 30A), en liefst 2 parallelle +12v rails met ieder minstens 15A. Als dit goed zit, kunt je er zeker van zijn dat de andere rails ook genoeg ampères hebben, want alleen respectabele voedingsbedrijven leveren zulke rails. Dit fenomeen, hierboven beschreven, zorgt voor veel problemen, de +12V rail is namelijk de primaire stroombron van onder andere deze onderdelen:

- Moederbord
- CPU
- Videokaart
- RAM-geheugen
- Koelingsventilator

Met andere woorden: de +12V rail 'voedt' alle basisonderdelen van een computer. Bij een voeding met te weinig ampères op de +12V rail om deze onderdelen te voeden, kan men verschillende problemen tegenkomen:

- Computer valt telkens na enkele minuten *zonder aanwijsbare reden* uit
- Men hoort een harde knal en er komt rook uit de voeding (dit wil zeggen dat de condensatoren van de +12V rail gesprongen zijn door de overbelasting)
- Men hoort een harde knal en er komt niet alleen rook uit de voeding, maar uit de hele computer.

Meestal neemt men het eerste waar, geeft de schuld aan een ander onderdeel van de computer, en gebeurt enkele weken erna het tweede of het derde. In het tweede geval is de schade nog redelijk beperkt; hierbij is alleen de voeding (die toch al van mindere kwaliteit was) stuk.

In het derde geval is erger, want hierbij is het niet uw voeding die het eerste begeven heeft, maar één of meerdere van de computeronderdelen die van de +12V rail gebruik maakte(n). Het meest voorkomende is dat uw moederbord het niet meer aankon en één van de weerstanden erop ontplofte. Doordat deze weerstand weg is, kan de +12V rail aan plaatsen waar het maximum voltage bijvoorbeeld +7V is een te hoge spanning doorgeven, waardoor deze onderdelen ook ontploffen. Er komt een kettingreactie die waarschijnlijk uw CPU, RAM-geheugen en videokaart 'mee de dood in sleurt'.

**Opdracht 20**

Een aantal internetreferenties, zoals <https://outervision.com/power-supply-calculator> laten je toe om de correcte (minimale) waarde van je voeding te berekenen.

Ga na wat voor jouw pc configuratie (thuis of gewenst) het nodig vermogen is. Achteraan dit hoofdstuk vind je een volledige uitgewerkte opdracht hierover

**Opdracht 20: Zoektocht naar correcte waarde voor de voeding**

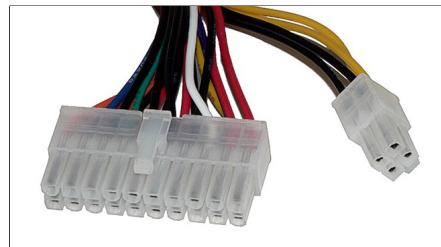
- ? Bespreek het stappenplan (*procedure* die je toepast) als je pc niet meer correct opstart en als je wilt testen of een falende voeding er de oorzaak van is.
- ? Noteer wat je kan observeren als de voeding te weinig stroom kan leveren bij 12V gelijkspanning
- ? Vermeld de belangrijkste spanning van je voeding
- ? Vermeld de belangrijkste toepassingen van de 12 V voedingsrail

**5.1.5 De verschillende connectoren****5.1.5.1 De aansluiting met het moederbord**

De figuur hiernaast is de ATX voedingsconnector die op het moederbord moet aansluiten.

Je merkt dat deze connector twee delen heeft: een met 20 pinnen en een met 4 pinnen. Deze connector kan je op elk ATX-moederbord aansluiten. Als het moederbord een 24 pins aansluiting heeft, plaats je beide connectoren naast elkaar in deze 24 pins aansluiting. In het geval dat het moederbord maar een 20 pins aansluiting heeft, heb je de 4 pins connector niet nodig.

- ? Bespreek de algemene voedingsconnector voor een PC



Figuur 5.7: ATX 20 + 4 pins voedingsconnector  
a

<sup>a</sup><https://www.pcinside.info/inside/inside-power-supplies/power-supply-cables-connectors/>

**5.1.5.2 Extra voeding voor de CPU**

Oudere moederborden hadden een Molex connector (zie 5.1.5.4 op pagina III-133) op het moederbord die extra stroom aan het moederbord kon leveren. Dit trof je vooral aan bij de overgang tussen 20 en 24 pins ATX voedingen: het moederbord werd aangesloten op een 20 pins ATX voeding en de extra stroom werd door de Molex geleverd.

Je treft nu een ander type van voedingsconnector aan, afhankelijk van het type moederbord. Op de figuur hiernaast vind je een 4 pins en een 8 pins connector. Op je moederbord heb je maximaal maar één connector nodig.

4

Op een goedkoop moederbord zal een 4 pins connector aantreffen. Op een duurder moederbord waar je kan overklokken tref je eerder een 8 pins connector aan. De vier extra pinnen zorgen voor de nodige stroom voor het overklokken van de CPU. Als je niet overklokt en je moederbord 'normaal' gebruikt, heb je niet echt behoefte aan deze extra vier pinnen.<sup>a</sup>

<sup>a</sup><https://www.overclock.net/forum/6-intel-motherboards/1632665-intel-x299-socket-2066-vrm-thread-91.html>, geconsulteerd op 20200225

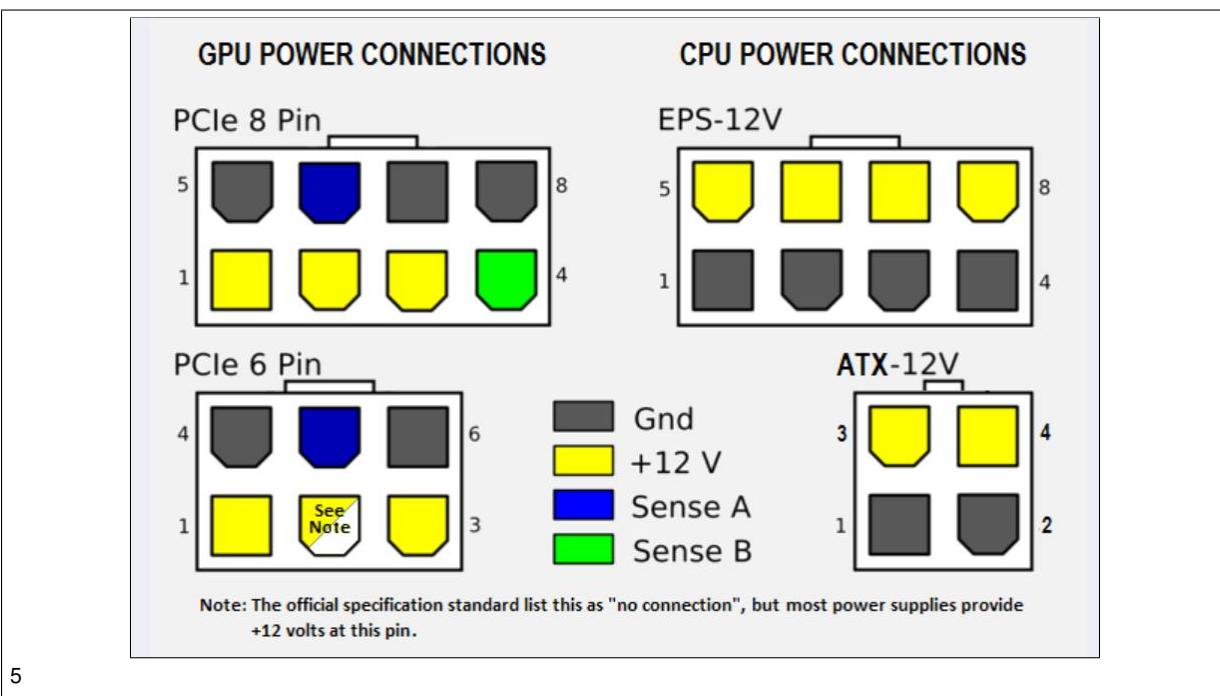


Figuur 5.8: CPU voedingsconnector (4 of 8 pinnen)

a

<sup>a</sup><https://www.pcinside.info/inside/power-supplies/power-supply-cables-connectors/>

Op de figuur 5.9 hieronder vind je het overzicht van de diverse stekkers voor extra stroom voor CPU en GPU.



Figuur 5.9: Overzicht van de extra connector voor CPU en GPU

- ?
- Bespreek de extra voeding voor je CPU.
- ?
- Bespreek de stelling :een 4 polige CPU powerconnector kan niet gebruikt worden op een moederbord waar een 8 polige CPU powerconnector wordt verwacht.

<sup>4</sup><https://www.pcinside.info/inside/power-supplies/power-supply-cables-connectors/>

### 5.1.5.3 Extra voeding voor de grafische kaart

De grafische kaart in je PCIe 16x slot kan maximaal **75 W** aan de **PCIe bus** onttrekken. Als de grafische kaart een groter vermogen nodig heeft, is er een extra voedingsconnector nodig. Dit verschilt zelfs van uitvoeringsvorm van grafische kaart. Zo heeft de Gigabyte GeForce GTX 1050 TI een uitvoeringsvorm zonder en een met extra voedingsconnector. De kenmerken van beide kaarten, zoals bv de aansluitingen achteraan, verschillen wel van elkaar.

De voedingsconnector voor een PCIe 16x grafische kaart bevat 6 of 8 pinnen.

De afbeelding hiernaast toont een verloopkabel tussen een 6 pins vrouwelijke stekker, afkomstig van de voeding en een combinatie van 6 en 8 pins mannelijke stekker die je aansluit op je grafische kaart.

De 6 pins connector tref je op oude grafische kaarten aan.

De 6 pins connector levert zelf ook 75 Watt. De 8 pins connector levert 150 W. Het totaal vermogen dat een grafische kaart kan verbruiken is 75 W van de PCIe bus en 150 W van de extra 8 pins voedingsconnector. In totaal is dat 225 W.



Figuur 5.10: Extra voeding voor grafische kaart: 6 of 8 pins  
a

<sup>a</sup>[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Molex\\_female\\_connector.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Molex_female_connector.jpg)

Dit zou voldoende moeten zijn voor hedendaagse aangename game-ervaring of voor de mining van bijvoorbeeld *coins*.

? Bespreek de voedingsconnector voor GPU

? Noteer het maximaal vermogen (getalwaarde en eenheid) dat de PCIe bus kan leveren aan de grafische kaart

#### 5.1.5.4 De Molex stekker

De Molex stekker herken je aan de rechthoekige vorm met vier kabels waarvan twee aardingsdraden in het midden, en gele draad voor 12 V en een rode draad voor 5 V.

Deze stekker was de voedingsstekker van harde schijven en optische stations die met een IDE kabel met het moederbord verbonden waren. Dit type van randapparaat is vervangen door SATA.

Je kon het ook aantreffen voor een extra voeding te voorzien met het moederbord en/of met de grafisch kaart. Hier voor zijn ondertussen andere connectoren in gebruik, vooral omdat de Molex maar een beperkt vermogen kan leveren . Zie verder in deze tekst.

- ? Bespreek de MOLEX stekker
- ? Bespreek de stelling *de Molex stekker is nog altijd een belangrijke stekker in de hedendaagse PC's*

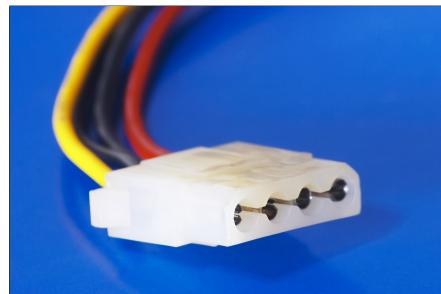
#### 5.1.5.5 De voeding voor SATA

Hiernaast vind je de SATA connector die voor de randapparatuur zoals harde schijven en optische stations gebruikt wordt. De voedingsstekker is langer dan de SATA data connector.

De speciale vorm (L-vormig) zorgt ervoor dat je die stekker niet verkeerd kan monteren.

Er zijn nog diverse andere kabels, waaronder verloopkabels tussen 2 Molexconnectoren en één PCIe 6 GPU voedingsconnector. Voorbeelden vind je op <https://www.pcinside.info/inside/inside-power-supplies/power-supply-cables-connectors/>

- ? Bespreek de voedingsconnector voor SATA
- ? Benoem en bespreek een connector waarvan je de foto ziet



Figuur 5.11: De molex stekker

a

<sup>a</sup>[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Molex\\_female\\_connector.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Molex_female_connector.jpg)



Figuur 5.12: Een voedingsconnector voor SATA

a

<sup>a</sup><https://www.pcinside.info/inside/inside-power-supplies/power-supply-cables-connectors/>

### 5.1.6 Labo: het uitmeten van de voeding

- 🎯 1.5.5 *Gelijk- en wisselspanning correct uitmeten.*

Bij het uitmeten van de spanning of stroom met een **multimeter** volg je best volgend stappenplan

- Maak de keuze voor gelijk- of wisselspanning (of - stroom). Je zet de schakelaar in de correcte positie
- Maak een schatting van de te meten waarde.
- Draai de knop naar de eerst volgende hogere waarde dan de schatting. Kan je geen realistische schatting maken, zet de knop in de maximale stand en verlaag vervolgens na meting stapsgewijze tot je de eerste stand boven de gemeten waarde bereikt. Je hebt nu de maximale meetnauwkeurigheid.
- Je meet door de zwarte pin te verbinden met de 'min' kant of met de aarding. De rode pin verbind je met de 'plus' kant bij gelijkspanning of - stroom. Bij wisselspanning en -stroom speelt de volgorde van 'zwarte' en 'rode' pin geen rol.



Figuur 5.13: De voltmeter

Bij het uitmeten van de diverse spanningen van de voeding, leerde je

- Je schakelt de multimeter op Spanning gelijkspanning maximale waarde is 20 V (lager zal de multimeter beschadigen want de maximale waarde op de multimeter moet op een hogere waarde staan dan de maximale spanning die je verwacht / wilt uitmeten. De maximale spanning op een computer is 12 V)
- De 5 VSB kan je uitmeten zonder meer. Indien dit signaal niet beschikbaar is, mag je veronderstellen dat de voeding stuk is
- Als de voeding niet vastzit in een computerbehuizing maar los uitgemeten wordt, kan je op de 5 VSB geen enkele andere spanning meten
- Je kan het PS\_ON signaal nabootsen door een kortsluiting (lees een draadje plaatsen) tussen pin 14 (PS\_ON) en een willekeurige aardingspin (bv pin 13). Nadien en zolang de verbinding bestaat, kan je de andere spanningen uitmeten. Indien dit niet lukt , dan is de

voeding stuk.

- ? Beschrijf hoe je een meting met een multimeter uitvoert.

Op het typeplaatje van de voeding leer je de kenmerken van de voeding. Je vindt er volgende elementen zeker op terug:

- het maximaal opneembaar vermogen
- de verschillende spanningen, met eventueel aanduiding van het kleur van de draad
- de geleverde maximale stroom per spanning

Ga na of je nog andere kenmerken van de voeding terugvindt.

De meetwaarde zal niet altijd exact 12V of 5 V zijn maar er is een **tolerantie** op de meetwaarden toegelaten. Op <https://www.lifewire.com/power-supply-voltage-tolerances-2624583> vind je een overzicht van de toleranties. Op de positieve spanningen mag er een spreiding van 5% zijn; bij de negatieve spanningen van bv -5V is er 10% spreiding toegelaten. Het meetresultaat voor bv 12 V mag liggen tussen 11,4 V en 12,6V. Analoog voor de andere spanningen.

- ? Bespreek het begrip tolerantie bij de meting van een voedingsspanning.  
? Beoordeel of een meetresultaat van een voedingsspanning toegelaten is (*tip binnen de tolerantiegrens ligt.*)

### 5.1.7 Aanbevolen vermogen

#### Opdracht 21

Bekijk de volgende urls en maak een beknopte samenvatting.

Ga zelf op zoek naar een passend filmpje op YouTube. Hieronder vind je een aantal voorbeelden.

#### Opdracht 21: Documentatie opzoeken en verwerken

- <https://www.bequiet.com/en/psucalculator>
- <http://www.coolermaster.com/power-supply-calculator/>
- <https://outervision.com/power-supply-calculator>
- <https://www.youtube.com/watch?v=lqThn3C-zg4>

Op het einde van dit hoofdstuk vind je de volledig uitgewerkte opdracht.

### 5.1.8 De rol van de batterij

-  1.3.7 De kenmerken en toepassingsgebieden van een aantal moderne batterijtypes toelichten en vergelijken.

### 5.1.8.1 De batterij op het moederbord

Naast de klassieke stroomvoorziening is er ook altijd een batterij nodig, die energie levert aan onder meer de CMOS voor het bewaren van de gegevens zoals bootvolgorde, systeemdatum, wachtwoord voor BIOS,...

Als je bij het opstarten van de pc telkens moet de systeemdatum in geven en de bootvolgorde instellen, is de batterij wellicht leeg. Je vervangt op een eenvoudige manier de batterij (ronde knoopvorm) door een nieuw type. De code van de batterij is **CR2032** en kost maximaal enkele euro's.

- ? Bespreek de rol van de batterij op het moederbord.



Figuur 5.14: Batterij CR2032

### 5.1.8.2 De batterij van de laptop

Bij een laptop heb je een ander type batterij, die zorgt voor de autonomie van je computer. Afhankelijk van je computersysteem en kwaliteit van de batterij gaat de autonomie van pakweg enkele minuten tot een ganse werkdag.

Het gebruikte batterij type is Li-ion batterij. Een batterij is opgebouwd uit kleineren batterijen, die **cellen** genoemd worden.

Door de keuze voor dit type batterij, zijn een aantal oud vuistregels niet meer van toepassing. Vroeger moest je namelijk rekening houden met 'het trainen' van de batterij waardoor je van maximale ontlading tot maximaal opladen moest pendelen. Deze regels zijn niet meer geldig.



<https://www.youtube.com/watch?v=aF6kfMsQxdQ>

Het bovenstaand YouTube filmpje ontkracht een aantal mythes over de laptop van een computer. Hieronder vind je de samenvatting :

- De batterij moet niet volledig opladen worden bij aankoop. Het is wel aan te raden je batterij volledig op te laden.
- Het is normaal dat de batterij na verloop van tijd minder performant is. De verwachte levensduur is 18-24 maand bij een merk batterij (bv Dell). Bij intens gebruik kan vlugger slijtage optreden.
- Bij werken op netstroom zal de batterij opladen tot 100%. Het is niet nodig om de netstroom kabel los te koppelen. De batterij zal niet overladen worden. De netstroom zal werken als een vorm van 'druppellader' van je batterij zodat hij maximaal geladen blijft zonder te ontladen en zonder te overladen.
- Het is zonder problemen mogelijk om te werken op netstroom zonder aanwezige batterij

- Het verbruik en dus de maximale werktijd op één batterijlading , kan je verhogen door gebruik te maken van :
  - de functie 'energiebeheer' in het Engels: **Power Options** , van het configuratiescherm.
  - Het uitschakelen van WiFi, Bluetooth bij niet gebruik
  - Het loskoppelen van externe verbruikers zoals externe harde schijf (indien niet meer nodig)
  - Het verminderen van de helderheid van je scherm
- Het is niet nodig om de batterij volledig te laten ontladen vooraleer je de batterij terug oplaat.



<https://www.youtube.com/watch?v=LBKu0omv9Ko>

Bovenstaand filmpje leert je hetzelfde.

Als je via een website een nieuwe batterij voor een laptop koopt, kan je niet altijd rekenen op het typeplaatje van je laptop. **Voor een Medionlaptop werd op basis van model en serieplaatje een nieuwe batterij besteld bij een online webshop. De batterij paste niet in de laptop. Navraag bij de helpdesk van de webwinkel leerde ons dat de Medion laptop een Lenovo laptop is. Hierna werd de bestelde baterij vervangen door het correcte model van Lenovo. Alles werkt sindsdien terug naar behoren.**

- ? Noteer het type van batterij in je laptop
- ? Bespreek een drietal tips om de maximale werktijd op één batterijlading te verhogen
- ? Bespreek de stellingen in verband met laden en ontladen van de batterij *tip: zie hoger*
- ? Noteer de verwachte levensduur van de batterij

### 5.1.9 De noodvoeding of UPS



3.5.5 *De kenmerken en het nut van een UPS toelichten.*



<https://www.youtube.com/watch?v=1oNdbI8NFgk>



<https://www.youtube.com/watch?v=LknH5oePQyA>



<https://www.gamingscan.com/best-uninterruptible-power-supplies/>



<https://www.youtube.com/watch?v=6ikkp0pdES0>



<https://www.apc.com/be/en/>

Stroompannes kunnen soms voor ernstige problemen zorgen, daarom nemen professionele pc gebruikers vaak hun voorzorgen door een UPS te installeren.

Een **Universal Power Supply** , in het kort **UPS** , heeft twee functies:

- Het is een **noodbatterij** die de computer voorziet van de nodige spanning als de netstroom uitvalt, althans voor een beperkte tijd van enkele minuten. Deze tijd is net voldoende om het computersysteem veilig af te sluiten of om een noodgenerator te laten opstarten die het lokale net verder van de nodige stroom zal voorzien.
- Tevens kan een UPS fungeren als **stroomfilter** om de apparatuur te beschermen als er een plotselinge onvoorzienige **stroompiek** zich voordoet (bv. blikseminslag) of te grote frequentieschommeling op het stroomnet.

Bij de betere types heb je de mogelijkheid om de pc automatisch af te sluiten bij stroomonderbreking. De UPS software zorgt voor het nodige.

De UPS zal actief worden als aan twee voorwaarden voldaan is:

- De frequentie van het elektriciteitsnet, 50 Hz in Europa, komt onder de 6% van de gebruikelijke frequentie voor de tijdsduur van 6 seconden.
- De effectieve spanning wijkt meer dan een te bepalen percentage af van de effectieve spanning van 240 V die gebruikelijk is. Deze getolereerde afwijking is afhankelijk van de aangesloten apparatuur.

Een UPS systeem heb je al voor minder dan 100 EUR. Het toestel hiernaast (figuur 5.15) type **APC - BX700UI**, heeft een vermogen van 700VA en leverbaar 390 Watt. De aanwezige batterij heeft een capaciteit van 7,2 Ah

De prijs is 95 EUR (<https://www.allekabels.be>). Bij nazicht van de specificaties leer je dat de maximale tijd dat de batterij de pc kan van stroom voorzien gelijk is aan maximaal 8 minuten (back-up tijd bij halve batterij lading)



Figuur 5.15: Voorbeeld van UPS

Alhoewel het vermogen in watt gelijk is aan het product van spanning en stroom, zijn de getalwaarden uitgedrukt in VA en in Watt verschillend. Het leverbaar vermogen is gelijk aan 50-75 % van de getalwaarde van VA.

Het centraal gedeelte van een UPS bestaat uit de batterij zelf. Deze heeft een geschatte levensduur van een viertal jaar en kan je afzonderlijk vervangen.

Controleer bij aankoop ook de voorwaarden van de eventuele extra garantie op de UPS. Bij

correct gebruik van de UPS is vaak een verzekering tegen mogelijke computerschade inbegrepen. Zou een aangesloten computer toch schade krijgen door spanningspiek, dan komt die verzekering tussen in de schade.

Bij het aansluiten van randapparatuur op een UPS, heb je meerdere aansluitmogelijkheden. Allemaal hebben bescherming tegen spanningspieken. De bescherming tegen stroomuitval is slechts bij een deel van de aansluitmogelijkheden. Je pc moet op een connector die zowel beschermt tegen stroomuitval als tegen spanningspieken.

Je sluit **geen laserprinter** aan op een UPS. Een laserprinter heeft gemakkelijk 400 tot 3000 Watt nodig, iets wat de UPS niet kan leveren. Het aansluiten van een inktjetprinter levert geen probleem op.<sup>6</sup>

- ? Vernoem de twee situaties waarin een UPS zal actief worden
- ? Bespreek het begrip **UPS**
- ? Bespreek de stelling: *in mijn thuisnetwerk heb ik geen UPS nodig.*
- ? Bespreek de stelling: *een UPS is ideaal om mijn bedrijfsnetwerk te beveiligen*
- ? Bepaal de gewenste UPS van de firma APC (url: [https://www.apc.com/shop/be/en/tools/ups\\_selector/](https://www.apc.com/shop/be/en/tools/ups_selector/))

---

<sup>6</sup><https://www.youtube.com/watch?v=6ikkp0pdES0>, geconsulteerd op 2020/02/25

*Pagina voor eigen notities.*

## 5.2 De ideale voeding voor de ideale pc

Deze verwerkingsopdracht kan je krijgen als studie- of huistaak. Achtereenvolgens ga je je eigen 'ideale' pc samenstellen en de 'optimale voeding' berekenen.

### 5.2.1 De eigen pc



1.4.7 *Rekening houdend met het beoogde gebruik, kostprijs en performantie, een voorstel formuleren om een computer samen te stellen of te actualiseren.*

#### Opdracht 22

Noteer wat voor jou de optimale computer zou zijn en je somt op :

- keuze van moederbord (fabrikant, type en prijs)
- keuze van processor (fabrikant, type en prijs)
- keuze van grafische kaart (type, merk, belangrijkste eigenschappen en prijs)
- keuze van werkgeheugen (type, merk , grootte en prijs)
- keuze van opslagmedia (SSD en of gewone harde schijf met telkens vermelding van merk, type, grootte van opslagmedia en prijs)

*Opdracht 22: Bepaling van optimale computer*

Je kan je bij voorkeur baseren op je eigen pc thuis en/of de resultaten van je zoektocht in het eerste trimester (bv keuze van moederbord)

De resultaten noteer je in de tabel op het volgend blad. Hieronder noteer je de totaalprijs:

**de totale prijs is:**

Begrip	Fabrikant	Type	Prijs
moederbord			
processor			
werkgeheugen			
grafische kaart			
opslagmedia1			
opslagmedia2			

### 5.2.2 De computer in KMO omgeving

#### Opdracht 23

bespreek de bovenstaande configuratie in functie van de prijs en prestaties.

*Opdracht 23: Motivatie van de keuze*

**Motiveer je keuze voor deze configuratie:**

#### Opdracht 24

Motiveer het gebruik van deze computer gebruiken in een kantoor omgeving. Welk type van werk zou dit bedrijf uitvoeren?

*Opdracht 24: Het gebruik van deze computer in KMO met tien werknemers*

**Bespreek het gebruik van deze pc voor de medewerkers van een KMO met tien werknemers. Tip: welke type bedrijf zou deze computers kunnen gebruiken:**



In de praktijk ga je eerst na wat de wensen zijn voor KMO of SoHo bedrijf en stel je daarmee de pc samen rekeninghoudend met beschikbaar budget.

### 5.2.3 De voeding

Een onderdeel dat ontbreekt is de voeding: merk en type en vooral leverbaar vermogen is belangrijk. In de klas hebben we een YouTube filmpje (<https://www.youtube.com/watch?v=HSeI1zVxgJ4>) bekeken en geleerd hoe je een voeding kunt berekenen. Voor de praktische berekening kan je gebruik maken van <https://outervision.com/power-supply-calculator>.

**Noteer hieronder een andere website om het vermogen van de voeding te berekenen:**

#### Opdracht 25

Bereken aan de hand van de url <https://outervision.com/power-supply-calculator> wat de optimale voeding voor je pc kan zijn.

Zoek ook een andere website die je toelaat op de waarde van de voeding te berekenen.  
Je noteert hieronder de url en de waarde die je bekomt.

*Opdracht 25: Berekening van de ideale voeding*

Website	Vermogen( Watt)

Het is best mogelijk dat je verschillende waarden bekomt. Bespreek die resultaten? Wat zou je zelf kiezen? Is er een groot verschil tussen beide waarden? Is er een component die de benodigde voeding merkbaar beïnvloed?

**Bespreek de bekomen resultaten:**

## 5.3 De koeling

In dit cursusdeel bespreken we het belang van de koeling in een computersysteem.

### 5.3.1 De rol van de koeling



1.4.4 *Het belang van koeling van verschillende componenten toelichten.*

Door oververhitting lopen diverse onderdelen van je computer kans op beschadiging. In het bijzonder betreft het warmte die gegenereerd wordt door de volgende componenten

- de CPU
- de grafische kaart
- de chipset

Een gemiddelde processor produceert bij belasting 65 W aan warmte. Deze waarde is eerder besproken bij de eigenschappen van de processor (**TDP** of **Termal design Point (of Power)** ).

7

**Stof** in je computer is niet te vermijden en verzamel je na verloop van tijd. Stof zal echter als een **warmte-isolator** werken en de koeling doen afnemen. Het tijdig 'ontstoffen' van je computer is aanbevolen maar niet altijd evident bij een laptop.

Controleer ook af en toe of het werking van de **inwendige ventilatoren** niet gehinderd wordt door **contact met kabels** in de pc. Dit hoor je vaak ook aan een *slepend* geluid bij gebruik van je computer.

Bij een te hoge temperatuur gaan **halfgeleideronderdelen** in de computer stuk door bijvoorbeeld het falen van de gevoelige circuits. Dit kan leiden tot een een systeemcrash (*blue screen*) of het automatisch uitschakelen van de pc door ingebouwde thermische beveiliging.

Hieronder worden een aantal koeltechnieken besproken, waaronder waterkoeling en luchtkoeling.<sup>7</sup>

### 5.3.2 De verschillende mogelijkheden

In dit deel overlopen we een aantal koeltechnieken. Het eerste onderscheid is tussen actieve en passieve koelingen:

- een **passieve** koeling maakt geen gebruik van ventilatoren of motoren maar enkel van een koellichaam zoals koelvinnen.
- een **actieve** koeling maakt gebruik van een **ventilator** de lucht of een pomp om een vloeistof te verplaatsen en zo het koelmedium in beweging te krijgen.

De indeling hieronder is volgens koeltechniek: gaande van de meest gebruikte (luchtkoeling) tot amper gebruikte stikstofkoeling

<sup>7</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Processorkoeler>, geconsulteerd op 2020/02/23

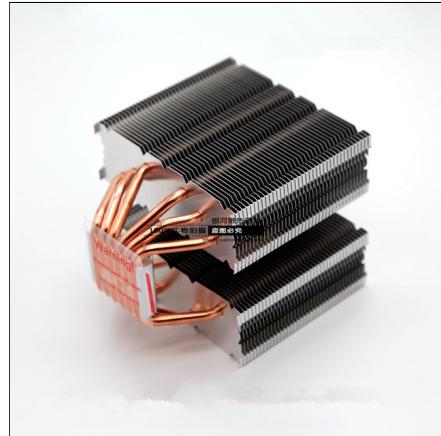
<sup>8</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Processorkoeler#Luchtkoeling>

### 5.3.2.1 Passieve koeling met koellichaam

Een koellichaam voert de warmte af. Je herkent het aan de grote oppervlakte aan metalen plaatjes waارlangs de warmte afgevoerd wordt. Je spreekt van **passieve koeling** als er geen ventilator is om de luchtstroom doorheen het koellichaam te dwingen. Voor toestellen zoals Smartphone, routers en switchen voor thuisgebruik, toestellen zoals Raspberry en Arduino is dit vaak voldoende.

Het koelelement kan bestaan uit twee metalen:

- Koper voor het contact met de processor. Koper is duurder maar heeft een betere warmtegeleiding
- Aluminium voor de koelvinnen die de warmte afvoeren. Dit vind je bovenop het kopergedeelte. Het is goedkoper maar minder efficiënt.



Figuur 5.16: Koellichaam uit twee delen

Het koellichaam gebruikt beide metalen voor een optimale koeling.

- ?** Bespreek het koellichaam. *tip: vermeld dat het in het ideale geval uit twee delen bestaat en benoem de kenmerken.*

### 5.3.2.2 Actieve koeling met lucht als koelmiddel

Je plaatst een **ventilator** bovenop het koellichaam (zie figuur 5.16) die zorgt voor een **gedwongen luchtstroom**. Het toerental van de ventilator kan aangepast worden aan de belasting van je processor en de warmteontwikkeling door de processor veroorzaakt.

Je vindt deze koelmethode ook op een performante **grafische kaart**.

- ?** Bespreek actieve koeling met lucht

### 5.3.2.3 Actieve koeling met water als koelmiddel

De processorkoeler bestaat uit drie elementen:<sup>9</sup>

- een **waterblok** dat de warmte van de processor moet afvoeren en er uit ziet als een passief koelelement met twee slangen
- een **pomp** om de koelvloeistof rond te pompen
- een **radiator** om de warmte af te voeren.

<sup>9</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Processorkoeler#Luchtkoeling>, geconsulteerd op 2020/02/24

Het waterblok wordt op de bovenkant op de processor geplaatst, op dat waterblok zitten twee aansluitingen, een gaat naar de radiator en de andere naar de pomp. Het gemakkelijkste is om te kiezen voor een waterkoeling in gesloten systeem waar je nooit de watervoorraad moet aanvullen.

Als je een systeem hebt dat je moet bijvullen, dan let je ervoor op dat je geen normaal water gebruiken, maar wel gedestilleerd water of gedemineraliseerd water gebruikt.

Meestal, zoals ook op de foto (figuur 5.17) hiernaast, heb je een ventilator nodig om de warmte die in de radiator vrijkomt, vlotter naar buiten af te voeren.

Dit systeem is niet geluidsloos :

- de waterpomp
- de ventilator op de radiator

- ?
  - ?
  - ?
- Bespreek **waterkoeling** voor de koeling van de processor  
 Bespreek de **onderdelen** van de waterkoeling  
 Bespreek de stelling *waterkoeling is veel geluidsarme dan de luchtkoeling*

#### 5.3.2.4 Passieve koeling met stikstof als koelmiddel



<https://www.youtube.com/watch?v=QmSBaizEqkk>

Voor experimentele doeleinden kan je stikstof gebruiken als koelmiddel. In het hoger vermeld YouTube filmpje , zie je hoe de temperatuur stapsgewijze daalt.

Als de temperatuur lager dan -120°C is, dan kan de pc niet meer opstarten. Dit heet de **cold boot** . Je moet de temperatuur doen stijgen (gasbrander of zo). Je kan dan de pc opstarten en de temperatuur verder laten dalen, ook onder de -120 °C.

Als je de temperatuur bij een werkende computer nog lager dan de **cold boot** laat zakken , dan bots je op een andere grens: de **cold bug**. Bij de demo was de **cold bug temperatuur** gelijk aan circa **-144 °C**. De pc stopt dan met werken.



Figuur 5.17: Waterkoeling

a

<sup>a</sup><http://www.itcm.com/en/lc-power-120mm-liquid-cpu-cooler-kit-9276>

De goede warmte-afvoer van deze koeltechniek kan je gebruiken voor het extreem overklokken van je computersysteem. Je moet er wel voor zorgen dat de componenten van je computer, waaronder het werkgeheugen de hogere snelheid wel aankunnen.

De lage temperatuur zorgt voor de condensatie van het water in de lucht<sup>10</sup> en dat is schadelijk voor je computer. Je moet hiervoor ook speciale voorzorgen nemen anders krijg je corrosie.

In de praktijk is deze techniek voorbehouden voor experimenteel overklokken maar niet voor gewoon dagelijks gebruik.

- ? Bespreek de voor- en nadelen van stikstof als koelmiddel
- ? Bespreek de volgende begrippen: cold bug, cold boot

### 5.3.2.5 Alternatieve koeltechnieken : thermo-ektriciteit

Je hebt de mogelijkheid om te koelen met **thermo-elektriciteit**.

 <https://www.youtube.com/watch?v=gLjEuhbHTLY>

 <https://www.youtube.com/watch?v=IX2NQ1lq4ZM>

Door elektrische stroom te laten vloeien doorheen een thermokoppel, een combinatie van twee metalen met elke een andere thermische uitzettingscoëfficient, krijg je een mechanische vervorming door het verschil in uitzettingscoëfficient.

Je slaag er zo in om thermodynamisch effect te krijgen waardoor je de warmte verplaatst.

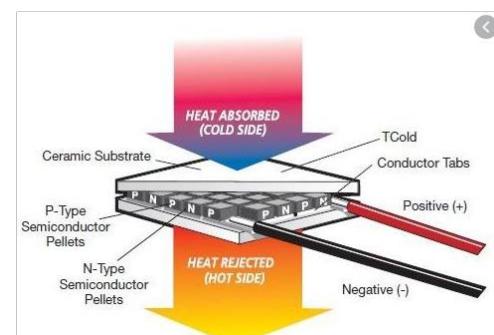
In de praktijk werk je met een halfgeleider die beroep doen op elektronenverplaatsing onder invloed van een potentiaalverschil (gelijkspanning).

Het temperatuursverschil tussen de warme zijde en de koude zijde kan tot 70 °C gaan. De koude kant ontstaat doordat elektronen van een lage naar hogere energieniveau gaan en daar door warmte opnemen.

De warme kant ontstaat doordat elektronen van een hogere energieniveau naar een lager niveau gaan. De afgegeven warmte moet afgevoerd worden, bijvoorbeeld door een koelelement en/of ventilator.<sup>11</sup>

<sup>10</sup>in beperktere vorm krijg je ook dergelijke condensatie op de buitenkant van een glazen fles als je die fles uit de frigo haalt op een zonnige dag

<sup>11</sup><https://www.youtube.com/watch?v=IX2NQ1lq4ZM>, geconsulteerd op 2020/02/24



Figuur 5.18: Koeling door Peltier effect

a

<sup>a</sup>[https://www.researchgate.net/figure/Construction-of-thermoelectric-module-Peltier-162\\_fig2\\_308335959](https://www.researchgate.net/figure/Construction-of-thermoelectric-module-Peltier-162_fig2_308335959)

Een andere naam voor deze techniek is het **Peltier** effect. Dit systeem wordt onder andere in koelboxen gebruikt. Uiteindelijk verplaats je alleen maar de warmte en heb je (ook in een koelbox) een ventilator nodig om de warme lucht af te voeren.

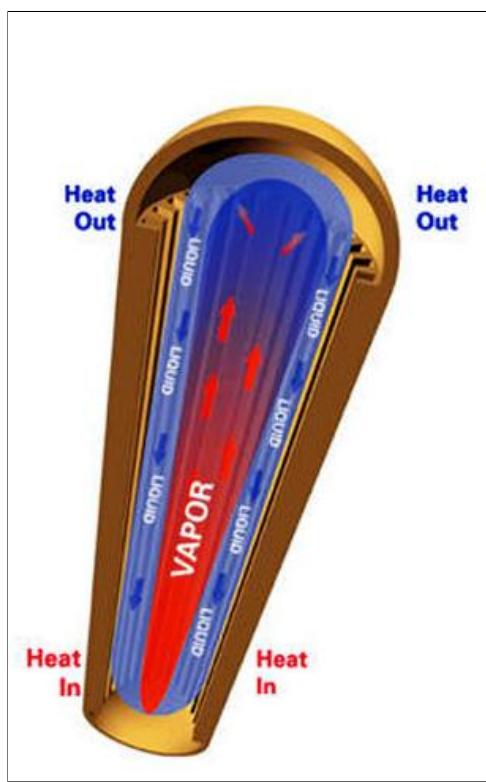
### 5.3.2.6 Alternatieve koeltechnieken : faseverandering



<https://www.youtube.com/watch?v=4d0B0Dli-1g>

Een andere techniek steunt op de **faseverandering damp-vloeistof**. In het Engels heet deze techniek **vapor-chamber cooling**.

Door het verdampen van een vloeistof, onttrek je warmte aan de omgeving. De damp wordt op een andere plaats terug gecondenseerd tot een vloeistof en geeft zo zijn opgenomen warmte af. In een gesloten circuit herhaalt zich dat proces continu.



Figuur 5.20: Koeling door faseverandering: laptop  
a

<sup>a</sup><https://www.maketecheasier.com/what-is-vapor-chamber-cooling/>

Figuur 5.19: Koeling door faseverandering:  
schema

a

<sup>a</sup><https://www.maketecheasier.com/what-is-vapor-chamber-cooling/>

De figuur 5.19 toont het principe waarbij de warmte afgevoerd wordt door de verdamping aan de warme kant (beginning of the tube) en de afkoeling op het einde van die buis.

Het principe wordt bijvoorbeeld in laptops toegepast. De figuur 5.20 is er een voorbeeld van. Hierbij kan je met een beperkte hoogte toch een efficiënte koeling bekomen.

- ? Bespreek een koeltechniek, met name actieve koeling, passieve koeling, luchtkoeling, waterkoeling, stikstofkoeling

### 5.3.3 De koeling van een laptop

- 🎯 1.4.4 *Het belang van koeling van verschillende componenten toelichten.*
- 🎯 1.4.5 *De verschillende mogelijkheden om in koeling te voorzien toelichten, bijvoorbeeld lucht, water, passief, actief.*

Gebruik voor een laptop een vaste ondergrond. Je laptop op een donsdeken leggen, zorgt ervoor dat de ventilatieopeningen dicht zijn. De laptop kan oververhitten en uitvallen. Er bestaan plankjes met ventilatoren om de laptop een extra koeling te geven.

- ? Bespreek de koeling van een laptop

### 5.3.4 Het gebruik van koelpasta

- 🎯 1.4.5 *De verschillende mogelijkheden om in koeling te voorzien toelichten, bijvoorbeeld lucht, water, passief, actief.*

Koelpasta gebruik je tussen de processor en het koellichaam. Je hebt er **slechts een druppel** nodig. Overdaad schaadt.

De bedoeling van de druppel koelpasta is de oneffenheden in het oppervlakte van de processorbehuizing en in die van het koellichaam op te vullen en zo een optimaal contact en warmtegeleiding tussen processorbehuizing en koellichaam te komen. Gebruik je teveel koelpasta, dan vermindert de warmteafvoercapaciteit.

- ? Bespreek waar je moet op letten bij het gebruik van koelpasta
- ? Bespreek de rol van koelpasta bij de koeling van de pc

# 6 Opslagmedia

## 6.1 Inleiding

**Opslagmedia** werd vroeger ook wel **permanent geheugen** geheten. Het neemt in het **Model van Von Neumann** een belangrijke plaats in. Zonder opslagmedia was het bewaren van gegevens onmogelijk, eenmaal de computer uitgeschakeld is.

In de **beginperiode** van de computer, was er **enkel magnetische opslag**, eerst op **tape** en later op **harde schijf**. Er was geen onderscheid tussen **opslagmedia** en **werkgeheugen**. Pas na de opkomst van de **halfgeleidertechnologie**, waaronder de **transistor** midden van de 20<sup>ste</sup> eeuw, wordt het onderscheid tussen opslagmedia en werkgeheugen duidelijker gemaakt.

In dit cursusdeel vind je een **overzicht** van de verschillende **actuele opslagmedia**, met elk hun voor- en nadelen.

### 6.1.1 Basisbegrippen

Begrip	Omschrijving
SAS	<b>SAS</b> , voluit <b>Serial Attached SCSI</b> is een <b>seriële bus</b> voor de <b>verbinding</b> van daarvoor geschikte <b>harde schijven</b> en vind je vooral in servers. De kenmerken zijn een <b>hogere transfersnelheid</b> , <b>hogere betrouwbaarheid</b> maar slechts beschikbaar voor <b>kleinere opslagvo-lumes</b> , bij vergelijking met <b>SATA</b> harde schijven.
SCSI	<b>SCSI</b> , voluit <b>Small Computer System Interface</b> en uitgesproken als [skuzzi] is een <b>verouderde parallelle bus</b> voor de aansluiting van <b>randapparatuur</b> zoals <b>harde schijven</b> . Meerdere harde schijven kon je met één kabel verbinden. De latere versies hebben een <b>16 bits databus</b> en <b>4 bits adres bus</b> met in totaal 15 toestellen. <sup>1</sup> .

*vervolg op volgende pagina*

<sup>1</sup>Bij gebruik van **4 adreslijnen**, bereken je het aantal mogelijkheden als volgt:  $2^4 = 16$ . Eén adres is nodig voor de controller, zodat er 15 adressen overblijven voor de aangesloten randapparatuur. Bron: [https://nl.wikipedia.org/wiki/SCSI#Serial\\_Attached\\_SCSI](https://nl.wikipedia.org/wiki/SCSI#Serial_Attached_SCSI), geconsulteerd op 2 februari 2021

Begrip	Omschrijving
RPM	<b>RPM</b> , voluit <b>revolutions per minute</b> en vertaalt als <b>toeren per minuut</b> of <b>omwentelingen per minuut</b> is de <b>eenheid</b> waarmee de <b>rotatiesnelheid</b> <sup>2</sup> van de harde schijf uitgedrukt wordt.
bps	<b>bps</b> , voluit <b>bits per second</b> en vertaald als <b>bits per seconde</b> wordt ook <b>bitrate</b> geheten. Het wordt soms ook voorgesteld als <b>b/s</b> . Het is de <b>eenheid</b> van datatransfer en wordt vooral in <b>seriële communicatie</b> gebruikt.
Bps	<b>Bps</b> , voluit <b>byte per second</b> en vertaald als <b>bytes per seconde</b> is een afgeleide <b>eenheid</b> van datatransfer en wordt vooral in parallelle communicatie gebruikt. Alhoewel één byte gelijk is aan 8 bits heb je bij seriële communicatie extra start en stopbits nodig. Afhankelijk van het gebruikte <b>protocol</b> bij datatransmissie, heb je bijvoorbeeld 10 bits nodig om één teken (byte) te versturen.
bpi	<b>bpi</b> , voluit <b>bits per inch</b> is de <b>eenheid</b> voor de datadichtheid op een opslagmedium zoals een harde schijf. Je kan ook de variant <b>Bpi</b> of <b>BPI</b> ( byte per inch) aantreffen.
tpi	<b>tpi</b> , voluit <b>tracks per inch</b> en vertaald als <b>sporen per inch</b> , is de <b>eenheid</b> voor de datadichtheid op een opslagmedium zoals een harde schijf. Met deze eenheid druk je uit hoeveel sporen je aantreft in één inch
data access time	De <b>data access time</b> , verkeerdelyk ook wel <b>access time</b> geheten (zie hieronder), is de (wacht-)tijd tussen de <b>aanvraag</b> voor het <b>ophalen</b> van bepaalde data en het <b>beschikbaar</b> zijn van de <b>eerste bit</b> van deze data.
access time	De <b>access time</b> , vertaald als <b>gemiddelde toegangstijd</b> is de tijd die nodig is om van het <b>ene naar het andere spoor</b> te gaan.
latency time	de <b>latency time</b> , vertaald als <b>gemiddelde wachttijd</b> , is de tijd die nodig is om de <b>juiste sector</b> op het correcte spoor te vinden. Gemiddeld is dat de <b>helft</b> van de tijd die nodig is voor een <b>volledige omwenteling</b> van de schijf.

vervolg op volgende pagina

<sup>2</sup>Natuurkundig gesproken is de **rotatiesnelheid** de **grootte**, **rpm** de **eenheid** en **7200** zowel als **5400** twee voorbeelden van het **maatgetal**.

Begrip	Omschrijving
spin	Een <b>spin</b> is in deze cursus vereenvoudigd de <b>draaibeweging</b> (ook <b>tolbeweging</b> geheten) om de <b>eigen as</b> van bijvoorbeeld een <b>elektron</b> en is een begrip uit de <b>kwantummechanica</b> . Er zijn twee toestanden mogelijk: <b>spin up</b> en <b>spin down</b> . Deze <b>spinbeweging</b> zorgt voor een <b>magnetisch veld</b> rond het elektron. In de meeste gevallen zal de magnetische velden rond de elektronen willekeurig zijn en elkaar opheffen. Bij bepaalde materialen ( <b>ferromagentische materialen</b> ) zijn er <b>ongepaarde elektronen</b> en blijft er een <b>magnetisch veld</b> op <b>aatomniveau</b> over. Het begrip <b>spin</b> ligt aan de basis van het <b>ferromagnetisme</b> en de bouw van <b>harde schijven</b> voor <b>permanente opslag</b> van gegevens.
ferromagnetisme	<b>ferromagnetisme</b> is een <b>eigenschap</b> van bepaalde materialen, zoals <b>ijzer</b> , die door een externe magneet aangetrokken worden of zelf een magneet kunnen vormen. Je onderscheidt verder nog <b>zacht ferromagnetisch materiaal</b> zoals <b>vloeibaar ijzer</b> dat je wel kan magnetiseren maar dat niet magnetisch blijft en <b>hard ferromagnetisch materiaal</b> die wel magnetisch blijven. <sup>3</sup>
spindle	Een <b>spindle</b> is de <b>centrale as</b> waaraan de magnetische schijven (zie <b>platter</b> ) vastgemaakt zijn.
platter	Een <b>platter</b> is de Engelse benaming voor een schijfiformig onderdeel van de harde schijf. Elke platter heeft zowel aan de boven- als aan de onderkant magnetisch materiaal en kan voor gegevensopslag gebruikt worden.
MBR	Het <b>Master Boot record</b> , afgekort <b>MBR</b> is de <b>eerste sector</b> van de <b>eerste cilinder</b> van de <b>harde schijf</b> en bevat de nodige code om het besturingssysteem op die schijf op te starten. Het bevat ook de <b>partitietafel</b> waarin <b>maximaal vier partities</b> , de primaire en uitgebreide partitie gedefinieerd kunnen worden.

*vervolg op volgende pagina*

<sup>3</sup><https://www.goudsmitmagnets.com/nl/knowledge-base/about-magnetism>, geconsulteerd op 2021-01-03

Begrip	Omschrijving
Formatteren	<p>Het <b>formatteren</b> bestaat uit twee versies: low level formatteren en high level formatteren. <b>Low level formatteren</b> is het ordenen van de magnetische opslagcapaciteit van de harde schijf in sporen en sectoren. Ook de niet bruikbare sectoren, <b>bad sectors</b> worden aangeduid als 'onbruikbaar'. Deze bewerking gebeurt door de fabrikant van de harde schijf en niet door de gebruiker. Dit is de <b>eerste stap</b> om een harde schijf bruikbaar te maken.</p> <p><b>high level formatteren</b> is het aanbrengen van een <b>bestandsbeheersysteem</b> op de harde schijf die toelaat om mappen en bestanden te beheren (aanmaken, opzoeken, wissen,...). Deze vorm van formatteren is de <b>derde stap</b> om een harde schijf bruikbaar te maken en wordt wel door de eindgebruiker gedaan, volgend op het <b>partitioneren</b> van de harde schijf.</p>
Partitioneren	Het <b>partitioneren</b> van de harde schijf is het indelen van de harde schijf in partities en volumes. Het is de tweede stap om een harde schijf bruikbaar te maken.
Spoor	Een <b>spoor</b> is een <b>concentrische cirkel</b> op het oppervlakte van de harde schijf die onderverdeeld is in <b>sectoren</b> .
Sector	Een <b>sector</b> is het kleinste onderdeel van de harde schijf en kan in één keer door een lees-en schrijfkop gelezen / geschreven worden. Het is standaard <b>512 Bytes</b> groot.
cluster	Een <b>cluster</b> is een verzameling van één of meer sectoren die samengevoegd worden tot één geheel. Bij het opslaan van een bestand wordt minstens één cluster gebruikt. Het aantal sectoren per cluster is afhankelijk van onder andere de keuze van bestandsbeheersysteem en de grootte van de harde schijf. Een standaardgrootte van cluster is <b>4096 bytes</b> , wat gelijk is aan 8 sectoren.
clustergrootte	De <b>clustergrootte</b> , of in het Engels <b>allocation unit size</b> is beschikbare ruimte om een bestand op te slaan. Indien één cluster te klein is, neem je telkens één cluster erbij tot er voldoende ruimte is om het bestand op te slaan. Je neemt de default waarde.

vervolg op volgende pagina

Begrip	Omschrijving
slack	De <b>slack</b> is de vrije ruimte van een cluster die niet door een bestand ingenomen wordt. Gemiddeld is de slack de helft van de grootte van een cluster.
convert	Het <b>commando convert</b> gebruik je om een opslagmedium, zoals een USB stick van <b>FAT</b> naar <b>NTFS</b> om te vormen zonder verlies van data zoals bestanden. Het commando voor de k: schijf is: <code>convert k: /fs:ntfs</code>
interleaving	<b>interleaving</b> is de techniek waarbij de <b>verschillende opeenvolgende clusters</b> die nodig zijn om een bestand op te slaan, <b>niet onmiddellijk na elkaar</b> op de harde schijf worden opgeslagen maar met minstens één cluster er tussen (bij interleaving 1:2). Deze techniek was nodig om het uitlezen van de harde schijfgegevens optimaler te maken bij een situatie waarbij de data sneller van harde schijf kan gelezen worden dan wat de computer kan verwerken. Deze techniek wordt nu niet meer gebruikt, anders dan bij interleaving 1:1 waarbij de cluster achtereenvolgens (synoniem is <i>sequentieel</i> ) op hetzelfde spoor worden geplaatst op de harde schijf.
super-paramagnetisch effect	Het <b>superparamagnetisch effect</b> is het verlies van de magnetisatie van een magnetisch domeinen onder invloed van onder andere <b>temperatuur</b> en hun <b>te kleine oppervlakte</b> . Dit effect zorgt voor een ondergrens aan de verhogen van de datadichtheid per inch.
Seriële communicatie	<b>seriële</b> communicatie is een communicatievorm waarbij de verschillende bits van een byte één per één na elkaar verstuurd worden. In de module <b>netwerken</b> komt dit uitgebreider aan bod.
Parallelle communicatie	<b>parallele</b> communicatie is een communicatievorm waarbij de verschillende bits van een byte tezelfdertijd over 8 datalijnen verstuurd worden. In de module <b>netwerken</b> komt dit uitgebreider aan bod.

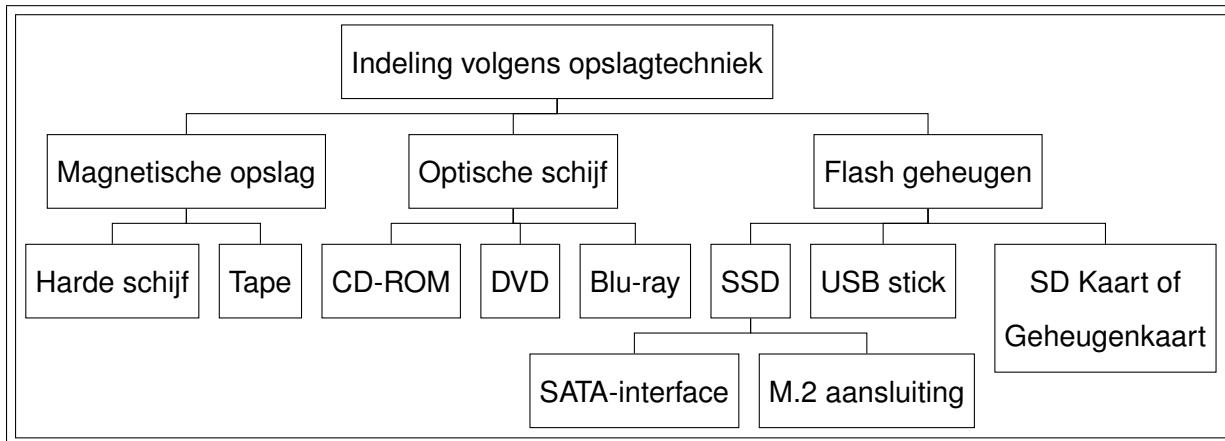
Tabel 6.2: Overzicht van de basisbegrippen

*Pagina voor eigen notities.*

### 6.1.2 Overzicht van de verschillende soorten opslagmedia

1.3.6 *De functie, belangrijke eigenschappen, voordelen en nadelen van actuele opslagmedia toelichten.*

Op de onderstaande figuur 6.1 vind je indeling van de actuele opslagmedia volgens opslagtechniek.



Figuur 6.1: Overzicht van het hoofdstuk over opslagmedia

Verderop in dit cursusdeel vind je verdere uitleg bij elk van deze opslagtechnieken.

- ? Noteer een schematisch overzicht van de mogelijke opslagmedia

### 6.1.3 Het verschil tussen geheugen en opslagmedia



1.2.7 *Het onderscheid tussen (intern) geheugen en permanente gegevensopslag (storage) toelichten.*

Intuïtief ken je het verschil tussen (werk-)geheugen en opslagmedia (storage). Het volstaat om de stroom uit te schakelen om de inhoud van het werkgeheugen te wissen terwijl -gelukkig- de inhoud van de harde schijf behouden blijft.

Zoals je ook verderop zult leren, was er in de beginperiode van de computer geen verschil tussen beiden. Er bestond enkel magnetische opslag (harde schijf en tape). Het is pas bij de uitvinding van werkgeheugen opgebouwd uit onder andere transistors, dat het onderscheid gemaakt kon worden.

In de tabel hieronder<sup>4</sup> vind je een achttal verschillen tussen werkgeheugen en opslagmedia

Kenmerk	Bij geheugen	Bij opslagmedia
Hoe lang beschikbaar?	Korte tijd	Lange tijd
Bij uitschakelen van pc	Gegevens verdwijnen	Gegevens blijven bewaard
Onderdeel computer	RAM geheugen	Harde schijf
Ordegrootte	GB	TB
Invloed op snelheid van computer	Grote invloed	Beperkte invloed
Toegang tot processor	Rechtstreeks	Onrechtstreeks want eerst naar RAM te transfereren
Prijs per Byte	Duurder	Goedkoper

Tabel 6.3: Overzicht van de verschillen tussen werkgeheugen en opslagmedia

- ? Bespreek de verschillen tussen werkgeheugen en opslagmedia. Geef een **zestal** relevante verschillen

<sup>4</sup><https://www.youtube.com/watch?v=kgnTVD-zHw4>

## 6.2 Magnetische opslag

### 6.2.1 Inleiding

Bij magnetische opslag denk je vooral aan de **harde schijf**. Een **diskette**, wat toen ook **floppy** heette, is volledig verdwenen als opslagmiddel. 1.4 MB was 40 jaar geleden zeer veel, nu heb je minstens een opslagcapaciteit van minstens 1000 keer beter op je USB stick.

In dit deel wordt ook de **tape** besproken. Het is nog altijd een waardevol alternatief voor het gebruik van gewone harde schijven bij de opslag van back-ups.

Hieronder vind je de verwijzing naar enkele YouTube filmpjes met uitleg over de harde schijf.

 <https://www.youtube.com/watch?v=wteUW2sL7bc>

 <https://www.youtube.com/watch?v=NtPc0jI21i0>

 [https://www.youtube.com/watch?v=1cyMT1\\_QXSc](https://www.youtube.com/watch?v=1cyMT1_QXSc)

 <https://www.youtube.com/watch?v=nWXDOAxqtuI> over het gevaar van sterke magneten voor de computerdata op de harde schijf

In de tabel 6.4 vind je het overzicht van de kenmerken van de harde schijf. Je vindt er zowel algemene kenmerken (zoals de vormfactor, de grootte van harde schijf) die maar ook enkele heel specifieke (zoals aantal schijven, oppervlakte dichtheid,...)? Het zijn vooral de algemene kenmerken die je leiden bij de aankoop van een nieuwe harde schijf.

Categorie	Omschrijving	Commentaar
Fabrikant	Western Digital, Seagate en Toshiba	De drie belangrijkste overblijvende harde schijf fabrikanten <sup>(5)</sup>
Vormfactor	2,5 "	Hoofdzakelijk voor laptop en externe harde schijven. Voor desktop is eventueel een adapter nodig
	3,5"	desktop
Aansluiting	SATA	interne connector (IDE/PATA is verouderd)
	SAS	Serial Attached SCSI, vooral voor servers en prof. desktops
	USB	externe aansluiting (eSATA is verouderd)
Locatie	intern of extern	afhankelijk van plaats van gebruik
<i>vervolg op volgende pagina</i>		

<sup>5</sup><https://www.datlabsdatarecovery.co.uk/hard-drive-manufacturers/>, geconsulteerd op 2020/01/12

Categorie	Omschrijving	Commentaar
Cache	64MB tot 256 MB	
Aantal schijven	1 tot 5 schijven (platters)	Hedendaagse harde schijven (minder dan 1 TB) hebben maar één schijf. Laptop schijven hebben circa 3 schijven. <sup>6</sup>
Snelheid	RPM (revolution per minute)	tussen 5400 en 7200 toeren per minuut
	bps (bits per seconde)	transfer snelheid
Opp.dichtheid	BPI (bits per inch)	bv 200.000 bits per inch
	TPI (tracks per inch)	tot 300.000 TPI
	bpi <sup>2</sup> (bits per square inch)	tot 4 Gbpi <sup>2</sup>
Prijs per byte	0.02 tot 0.03 Euro per GB	Gemiddelde waarden

Tabel 6.4: Kenmerken van de harde schijf

- ? Bespreek vijf voldoende verschillende kenmerken van een harde schijf
- ? Bespreek vier voldoende verschillende kenmerken die een rol spelen bij de aankoop van een harde schijf
- ? Bespreek oppervlakte dichtheid': begrip,
- ? Bespreek volgende afkortingen (ook voluit weergeven): bpi, bpi<sup>2</sup>, tpi, SAS

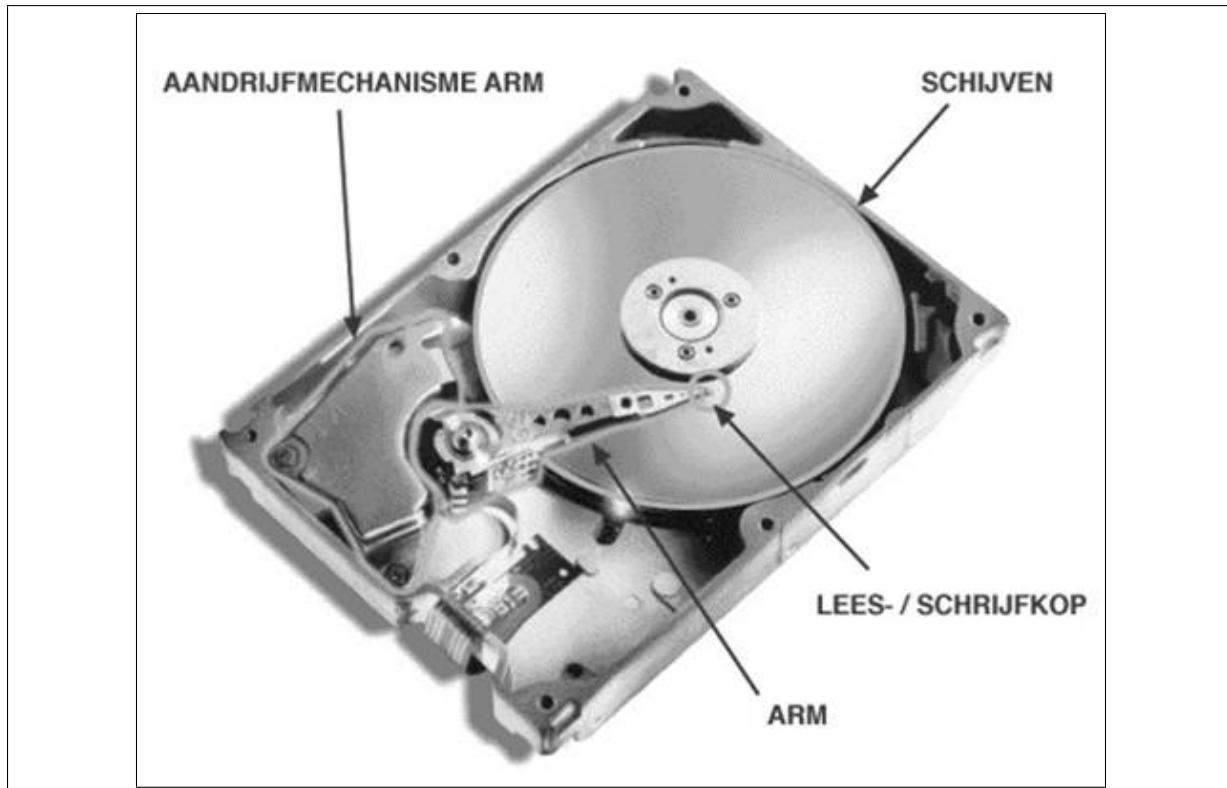
Naast de harde schijf, vind je in dit cursusdeel ook vermelding van de **tape** die wel nog wordt gebruikt als back-up-opslagmiddel.

### 6.2.2 Het opslaan van gegevens

Diskettes en harde schijven zijn net zoals tapes bedekt met een laagje **magnetiseerbaar materiaal**. Dit bestaat uit een metalen plaat of een plastic film met daarin uiterst fijne stukjes ijzer (of ferriet, kobalt, ). Deze deeltjes hebben **magnetische eigenschappen**.

Het doel is om digitale informatie die in zijn basisvorm uit een binair '0' of binair '1' bestaat te kunnen 'vasthouden' op een magnetische gegevensdrager. Magnetisch materiaal kan je een **oriëntatie** opleggen wat bestaat uit een noordpool en een zuidpool. Door die magnetische

<sup>6</sup><https://superuser.com/questions/912582/number-of-platters-in-commercial-consumer-harddrives>, geconsulteerd op 2020/01/12



Figuur 6.2: De onderdelen van een HD

oriëntatie kan je het verband leggen tussen binair '1' en binair '0' en is het materiaal geschikt voor lange termijn opslag van gegevens.

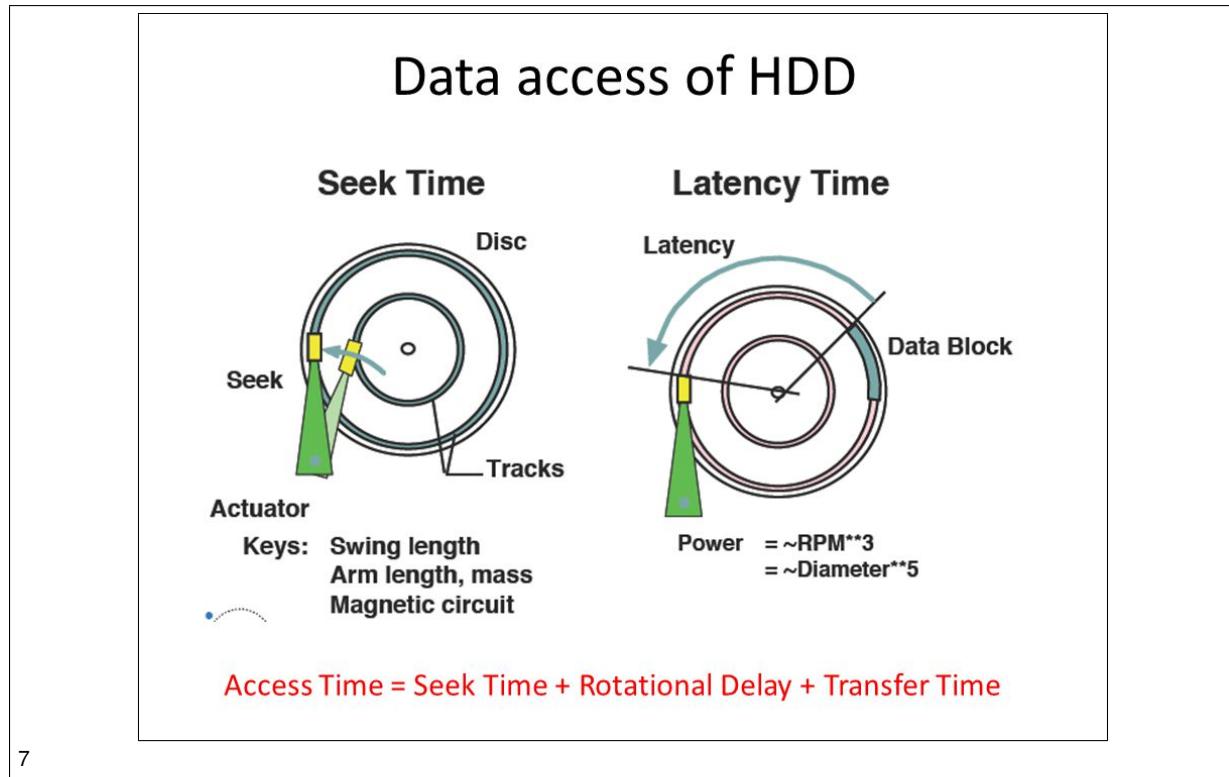
De **lees- en schrijfkoppen** van een harde schijf of tapelezer bevatten elektro-magneten die in staat zijn de fijne deeltjes in de schijf zodanig te magnetiseren dat ze de digitale informatie kunnen lezen en wegschrijven voor later gebruik. Dit heeft als gevolg dat als je een krachtige magneet in de buurt van een magnetische gegevensdrager houdt, alle informatie kan verdwijnen. Je herkent dit probleem wellicht aan het gevaar dat je bankkaart loopt aan de kassa van de winkel, waar ook een demagnetiseerzone is voor de anti-diefstalbescherming.

- ? Beschrijf op welke manier het magnetisme een rol speelt om binaire data op een harde schijf op te slaan
- ? Bespreek het opslaan van gegevens op een gewone harde schijf

### 6.2.3 De snelheid van de harde schijf

De snelheid van je harde schijf hangt van een aantal parameters af. De **gegevenstoegang (data access time)** is een combinatie van de volgende factoren.

- de **draaisnelheid (rotation speed)**.
- de **gemiddelde toegangstijd (access time)**. Dit is de tijd die nodig is om van het ene naar het andere spoor te gaan
- de gemiddelde wachttijd (**latency** time). Dit is de tijd die nodig is om de juiste sector op het zo net bereikte spoor te vinden. Gemiddeld is dat de **helft** van de tijd die nodig is voor



7

Figuur 6.3: De gegevenstoegang

een **volledige omwenteling** van de schijf.

- ? Bespreek de gegevenstoegang door op te sommen van welke parameters die afhankelijk is. Je vermeldt naam van de parameter samen met een verklarende zin

#### 6.2.3.1 Het begrip 'interleaving'

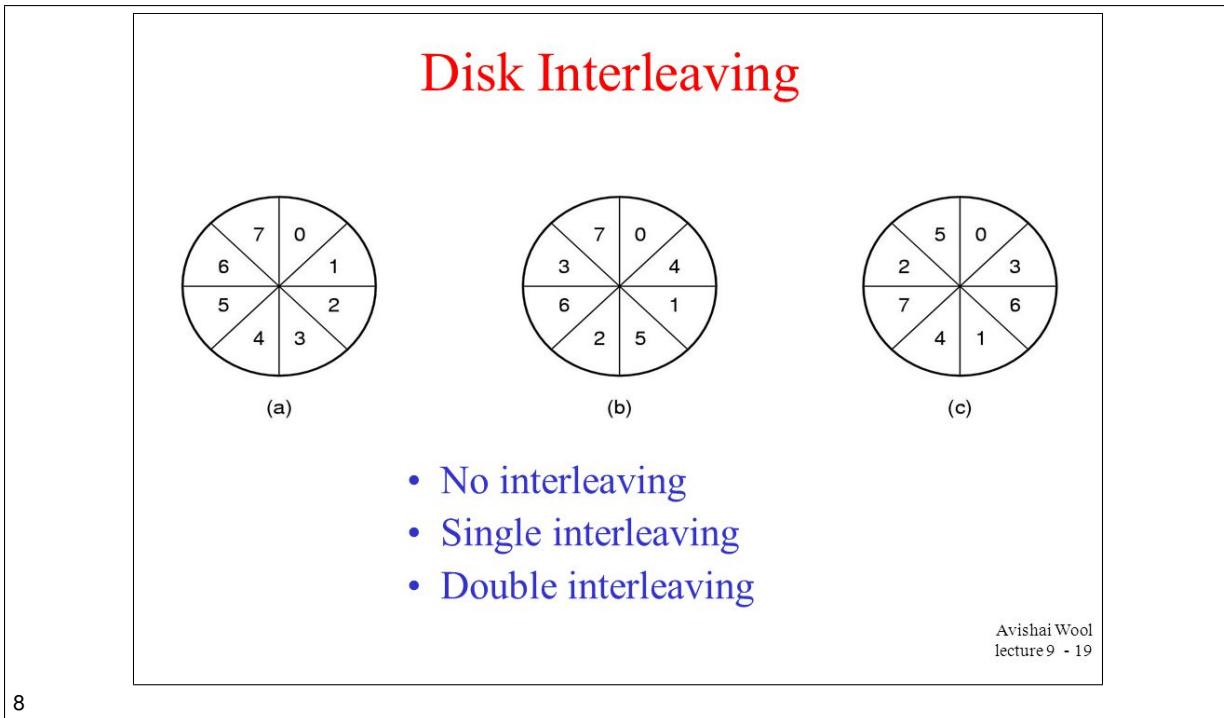
Je kan performantiewinst boeken door de techniek van **interleaving**. Je zal dan niet de verschillende sectoren op eenzelfde spoor dadelijk na elkaar plaatsen maar je houdt rekening met de wachttijd tussen het inlezen van gegevens van de vorige sector en het terugbeschikbaar zijn van de schrijf/leeskop om de volgende sector in te lezen. Bij een interleaving van 1:1 staan de verschillende sectoren na elkaar. Bij interleaving van bv 1:3 zijn er tussen de eerste en de volgende sector, twee andere sectoren die nu niet moeten verwerkt worden.

Bij een interleaving van 1:1 staan de verschillende sectoren na elkaar. Bij interleaving van bv 1:3 zijn er tussen de eerste en de volgende sector, twee andere sectoren die nu niet moeten verwerkt worden.

Hedendaagse harde schijven zouden werken met een interleaving van 1:1 dank zij een voldoende grote buffer en dank zij de clustergrootte. Nu is het mogelijk om alle sectoren van een blok in een keer te lezen zonder een vertraging tussen de sectoren.<sup>9</sup>

- ? Verklaar het begrip **interleaving**

<sup>9</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Interleaving\\_\(disk\\_storage\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Interleaving_(disk_storage))



8

Figuur 6.4: Begrip Interleaving

Bespreek de stelling: ***Interleaving speelt nu nog altijd een belangrijke rol bij het verwerken van gegevens op een harde schijf*** Je antwoordt met 'ja' of 'neen' en geef de nodig motivatie)

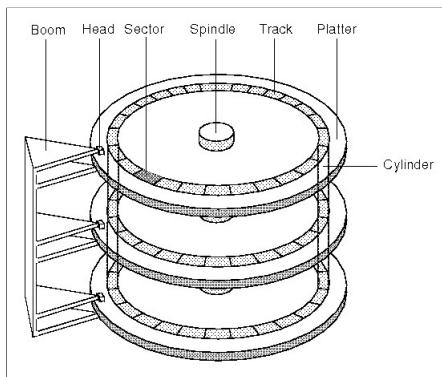
#### 6.2.4 De indeling van de data: gebruik van sporen, sectoren en cilinders

De indeling van de data De bits op een harde schijf staan niet in een willekeurige volgorde. Ze worden op concentrische cirkels bewaard.<sup>10</sup> Zon cirkel noemen we een **spoor**.

Een harde schijf bestaat uit meerdere magnetische schijfjes, die draaien rond een centrale as (in het Engels **spindle** geheten). De sporen met dezelfde straal van elk van die schijfjes vormen een **cilinder**. Het aantal cilinders van een harde schijf is per definitie altijd gelijk aan het aantal sporen. Bij berekening van de capaciteit van de harde schijf zal je het begrip **cilinder** gebruiken en niet het begrip **spoor**. De Engelse vertaling van **spoor** is **track**. De Engelse vertaling van **cilinder** is **cylinder**.

De **sporen** worden zijn ingedeeld in **sectoren**. Een **sector** is **512 bytes** groot en kan in één keer door een lees- en schrijfkop gelezen dan wel geschreven worden.

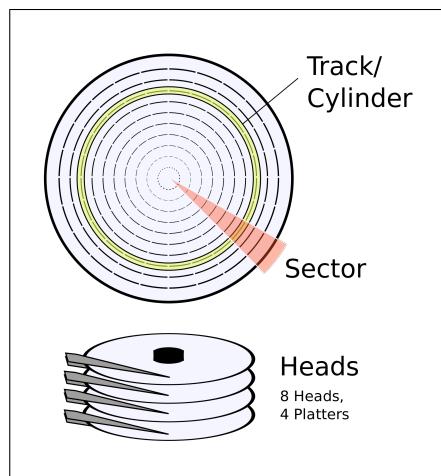
<sup>10</sup>Concentrische cirkels zijn een cirkels met verschillende straal en zelfde middelpunt.



Figuur 6.5: Indeling van een harde schijf

*a*

<sup>a</sup><http://1.bp.blogspot.com/-ot1AjDs7How/Tsoiv7P6UgI/AAAAAAAEE8/m7rMS10ja1E/s1600/Working%20of%20Hard%20disk.gif>



Figuur 6.6: Indeling van een harde schijf

*a*

<sup>a</sup>[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cylinder\\_Head\\_Sector.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cylinder_Head_Sector.svg)

Op beide tekeningen vind je een harde schijf met drie schijfjes en dus zes koppen afgebeeld.

Het aantal sectoren per spoor was vroeger constant, wat zorgde voor een verspilling van beschikbare schrijfruimte. Het getal dat je nu krijgt als 'aantal sectoren per spoor' is een **gemiddelde waarde**, waarbij het reële aantal groter is in de buitenste sporen en kleiner is in de binnenste sporen. Deze waarde gebruik je om de capaciteit van een schijf te berekenen.

Een harde schijf bestaat uit meer dan één magnetische plaatje (of schijfje). Zowel boven- als onderkant bevatten magnetiseerbaar materiaal. Je zal dus zowel voor onder- als bovenkant een lees-en schrijfkop nodig hebben. De Engelse vertaling van een magnetisch schijfje is **platter**.

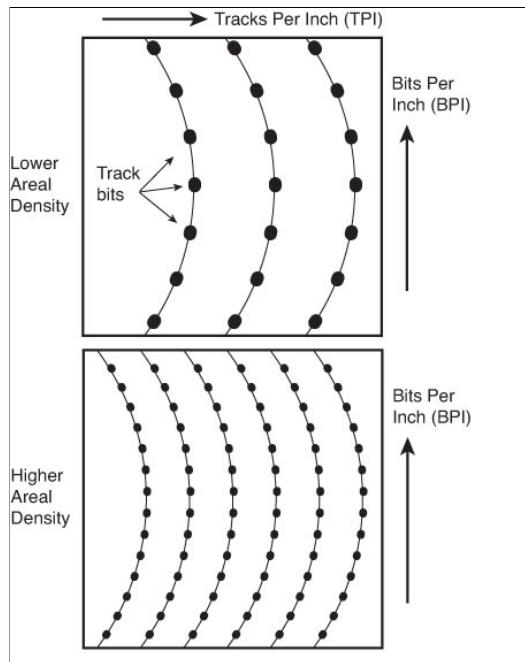
De **grootte van de harde schijf** bereken je als volgt:  $aantalkoppen * aantalcilinders * aantalsectorenperspoor * 512bytespersector$ . Om de afgeleide groottes zoals KB en MB te berekenen, deel je telkens door  $2^{10}$  ( $=1024$ ).

In het gedeelte van besturingssystemen leer je over **bestandsbeheerssystemen** zoals **FAT32** en **NTFS**. Bij de opslag van bestanden in mappen op de harde schijf, gebruik je als basiseenheid niet de sector maar wel de cluster. Een **cluster** bevat één of meerdere sectoren en is de kleinste volume-eenheid waarin een bestand kan opgeslagen worden. De niet gebruikte ruimte van cluster noem je **slack**. Bij een bestand van 500 Bytes en een clustergrootte van 2 sectoren, gelijk aan 1024 Bytes, is de slack gelijk aan  $1024 - 500 = 524$  bytes. Die ruimte is verloren ruimte en de gemiddelde waarde is statisch gesproken gelijk aan de **helft** van de clustergrootte.

- ? Bereken de grootte van een harde schijf als je de verschillende kenmerken krijgt
- ? Bespreek de volgende begrippen: kop, sector, spoor, cilinder, cluster, slack
- ? Benoem de onderdelen van een harde schijf op een tekening

### 6.2.5 Technische informatie

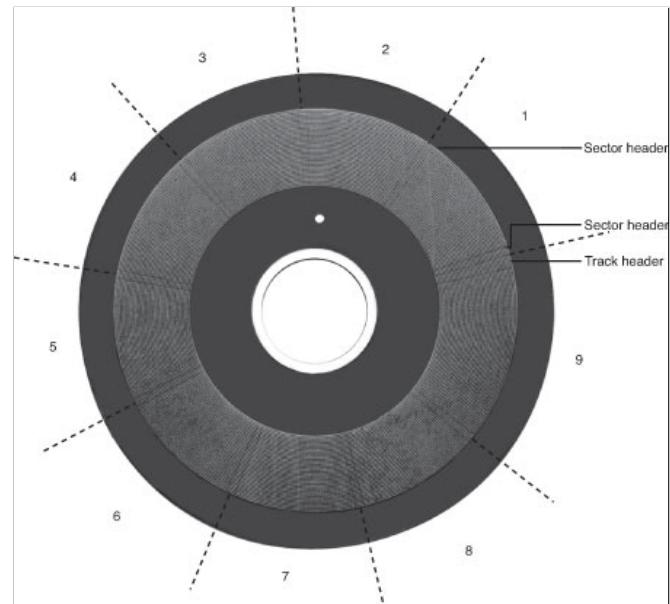
Om een beter beeld te vormen van de opslagtechnieken, vind je hieronder een foto van een diskette (5 1/4-inch met opslag van 360 KB). Deze foto met tekst is afkomstig van de website van Tom's hardware<sup>(11)</sup>



Figuur 6.7: Bits op een spoor

a

<sup>a</sup><https://www.tomshardware.com/reviews/hard-drive-magnetic-storage-hdd,3005-7.html>



Figuur 6.8: Indeling van een diskette in sporen en sectoren

a

<sup>a</sup><https://www.tomshardware.com/reviews/hard-drive-magnetic-storage-hdd,3005-7.html>

Op de figuur 6.7 vind je de **sporen** van een diskette, met aanduiding van de **individuele bits**.

Op deze diskette had je 40 sporen per kant en elk spoor is verdeeld in 9 sectoren. Voor en na elke sector is er ruimte voor de adresinformatie van spoor en sector op te slaan.

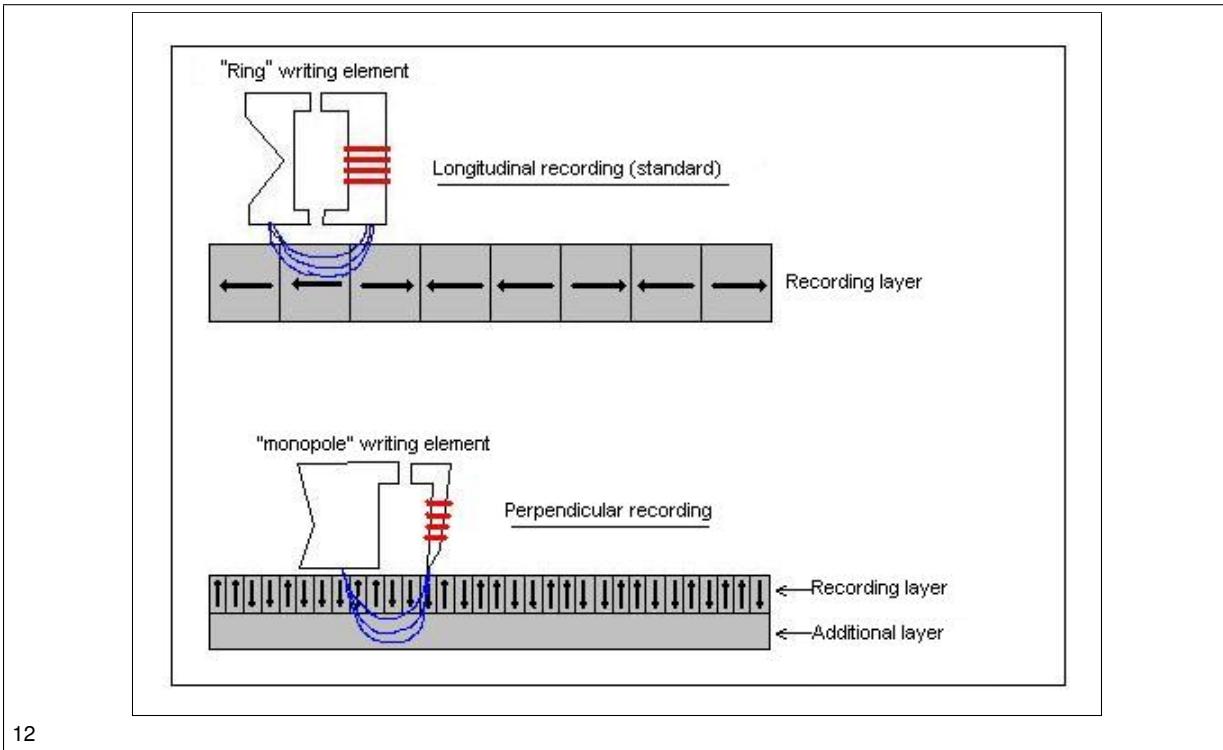
<sup>11</sup><https://www.tomshardware.com/reviews/hard-drive-magnetic-storage-hdd,3005-7.html>, geconsulteerd op 2020/01/12

*Pagina voor eigen notities.*

## 6.2.6 De evolutie bij de opslagtechnieken

### 6.2.6.1 Longitudinale opslag

Op de figuur 6.9 hieronder zie je bovenaan de klassieke opslagtechniek: **longitudinale** opslagtechniek. Je vindt ook de term **horizontale** opslagtechniek. De magnetische deeltje worden gemagnetiseerd evenwijdig met het oppervlakte. Een grotere capaciteit van de harde schijf betekent ook dat de magnetische gebieden kleiner worden.

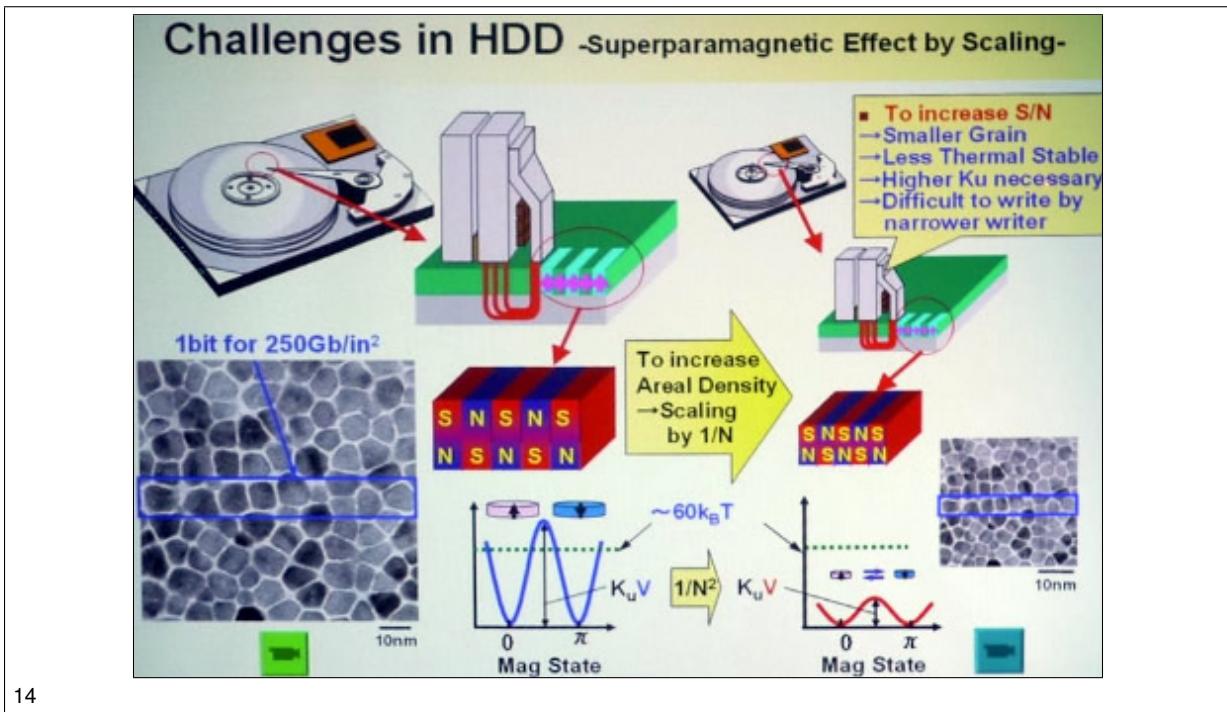


### 6.2.6.2 Het gevaar van het superparamagnetisch effect

Op een bepaald moment kan je de magnetische gebieden niet meer verder verkleinen. De maximale opslagcapaciteit ligt rond 100 tot 200 gigabit per square inch (omgerekend 16 tot 31 Gb/cm<sup>2</sup>). Er is een ondergrens waarboven je moet blijven.<sup>13</sup>

Anders verlies je spontaan, bijvoorbeeld onder invloed van temperatuur, de magnetisatie en zo ook de opgeslagen gegevens. Dit effect noemt men het **superparamagnetisch effect**.

<sup>13</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Perpendicular\\_recording](https://en.wikipedia.org/wiki/Perpendicular_recording)



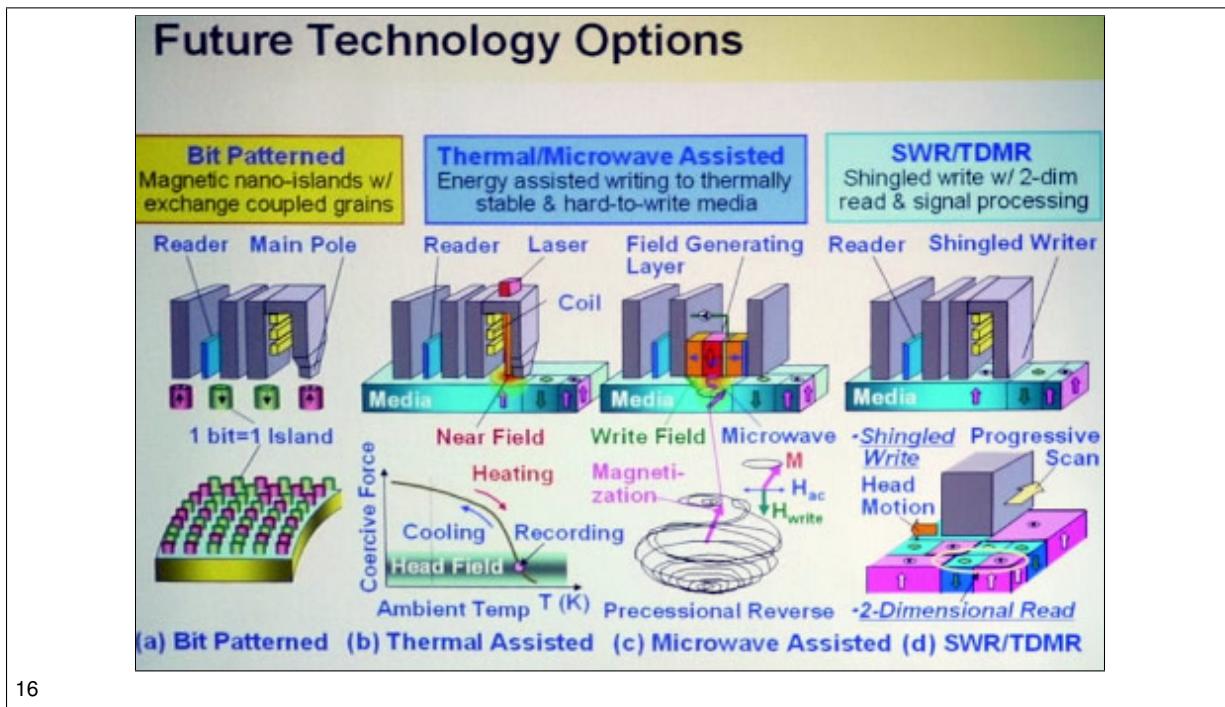
Figuur 6.10: Het gevaar van superparamagnetisme

### 6.2.6.3 Perpendicular recording (loodrechte opslag)

De oplossing is door de magnetisatie loodrecht op het schijfoppervlak uit te voeren, zoals zichtbaar op de onderste afbeelding. Deze techniek noemt men **Perpendicular recording** of loodrechte opslag.

### 6.2.6.4 De toekomst: mogelijks Heat-assisted magnetic recording

Ondertussen zijn nog andere technieken in ontwikkeling zoals de **Heat-assisted magnetic recording** of **HAMR** met een mogelijkheid van een opslagcapaciteit van 2TB per square inch. Bij deze techniek warmt men bij een schrijfoperatie eerst tijdelijk de magnetische gebieden op (door laserlicht) zodat je veel kleinere gebieden kan beschrijven.<sup>15</sup>



16

Figuur 6.11: Verdere evolutie in technieken om hogere bitdichtheid te bereiken

- ? Bespreek de evolutie bij de opslagtechnieken. *tip: vermeld drie stappen.*
- ? Bespreek de volgende begrippen: Heat-assisted magnetic recording, HAMR, superparamagnetisch effect, longitudinale opslag, perpendicular recording

### 6.2.7 De hybride harde schijf

Een **hybride harde schijf** bestaat uit twee delen: een gewone harde schijf met een buffer uit niet vluchtvig flash geheugen. De gegevens worden eerst in de buffer opgeslagen tot die buffer vol is en pas daarna naar harde schijf weggeschreven.

Hierdoor moet de harde schijf minder draaien en is ze dus stiller en daardoor ook energie zuiniger en vooral een langere levensduur. Je hebt ook een snelheidswinst.

<sup>15</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Heat-assisted\\_magnetic\\_recording](https://en.wikipedia.org/wiki/Heat-assisted_magnetic_recording)

Je kan vervolgens werken met een volledig afzonderlijke schijf uit flash geheugen : de SSD schijf (zie pagina III-178 ).

- ? Bespreek het begrip: hybride harde schijf

### 6.2.8 Het gebruik van tapes

Voor back-updoeleinden wordt magneetbanden nog altijd gebruikt. Je vindt ze niet meer terug voor de opslag van geluid (audiocassette zoals je kon zien in de Netflix serie : '13 reasons why') noch video (de videocassettes zijn vervangen door DVD en streaming).

Historisch had je het formaat QIC (quarter inch cartridge). Nu tref je vooral het formaat **Linear Tape-Open** type Ultrium, afgekort **LTO** Ultrium aan en dit zou de best verkopende tape zijn. Er is een capaciteit mogelijk tot 12 TB<sup>17</sup>. Bij **Alternate** vind je de HP LTO Ultrium 5 Medium tape met opslagcapaciteit van 1.5 TB (met compressie 3 TB) voor afgerond 29 EUR aan, wat goedkoop is in vergelijking met de gewone harde schijf.

Er waren ook nog andere tapeformaten zoals **Digital Linear Tape** afgekort **DLT** maar die zouden niet meer verder ontwikkeld zijn.

Bij het gebruik van harde schijven of tapes als back-upmedium verschillen de meningen.<sup>18</sup> <sup>19</sup>  
<sup>20</sup>

#### Argumenten pro gebruik van tapes

Snelheid van opslag is 500 MB/s tot 800 MB/s voor type LTO-5. Een typische harde schijf zou een snelheid van 130 MB/s hebben

De kostprijs per tape is laag

Beheer van de tapes kan door robots gebeuren. <https://www.youtube.com/watch?v=Rf06EkoRxjA>

De tapes is al gedurende vele jaren afgeschreven maar heeft nog altijd zijn plaats als back-upmiddel behouden. De evolutie voor de toekomst over geschat 5 tot 10 jaar is het gebruik van de **cloud** als back-up opslagomgeving. Je vindt een aantal YouTube filmpjes zoals <https://www.youtube.com/watch?v=8BzSz6BSfc4>, <https://www.youtube.com/watch?v=0zRng033gLM> en <https://www.youtube.com/watch?v=L9Dv406YIm4> waar deze evolutie voorspeld wordt.

- ? Bespreek voor- en nadelen van het gebruik van tapes als back-upmiddel. Verwoord ook je eigen mening als besluit

<sup>17</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Linear\\_Tape-Open](https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_Tape-Open)

<sup>18</sup><https://www.scality.com/blog/storage-backup-disk-vs-tape/>

<sup>19</sup><https://blog.marconet.com/blog/tape-backup-vs.-disk-backup-which-is-right-for-your-business>

<sup>20</sup><https://blog.storagecraft.com/tape-backup-vs-hard-disk-backup-what-does-the-future-hold/>

- ? Bespreek voor- en nadelen van het gebruik van de cloud als alternatief voor een back-up op tape (<https://www.youtube.com/watch?v=0zRng033gLw>)

*Pagina voor eigen notities.*

## 6.3 Optische opslag

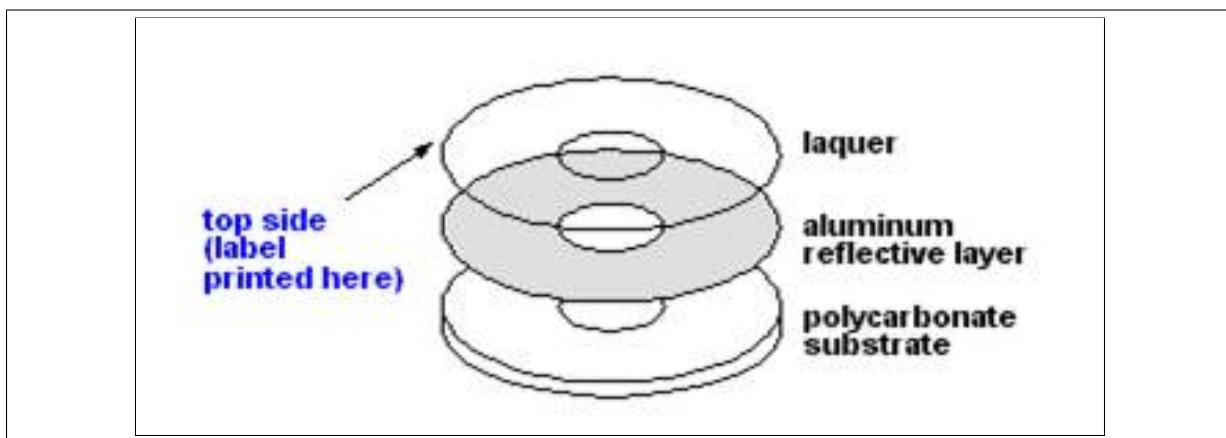
Optische opslag kan je op een CD-Rom, een DVD of een Blu-ray schijfje. Dit type van opslagmiddel is niet meer zo populair dan pakweg 10-20 jaar geleden door de komst van de USB-stick als opslagmedium.

Computerspelen en muziek kan je nog altijd op een optische drager kopen.

### 6.3.1 De drie lagen van het materiaal

Het materiaal bestaat uit drie delen, zoals je op figuur 6.12 op pagina III-173 kunt zien.

- 3 lagen: plastic, aluminium en lak
- onderaan een laag in plastic (polycarbonaat)
- in het midden een aluminium laag met de gegevens
- bovenaan een afdeklaag om de middenste laag zoveel mogelijk te beschermen



Figuur 6.12: De drie lagen van een optisch schijfje

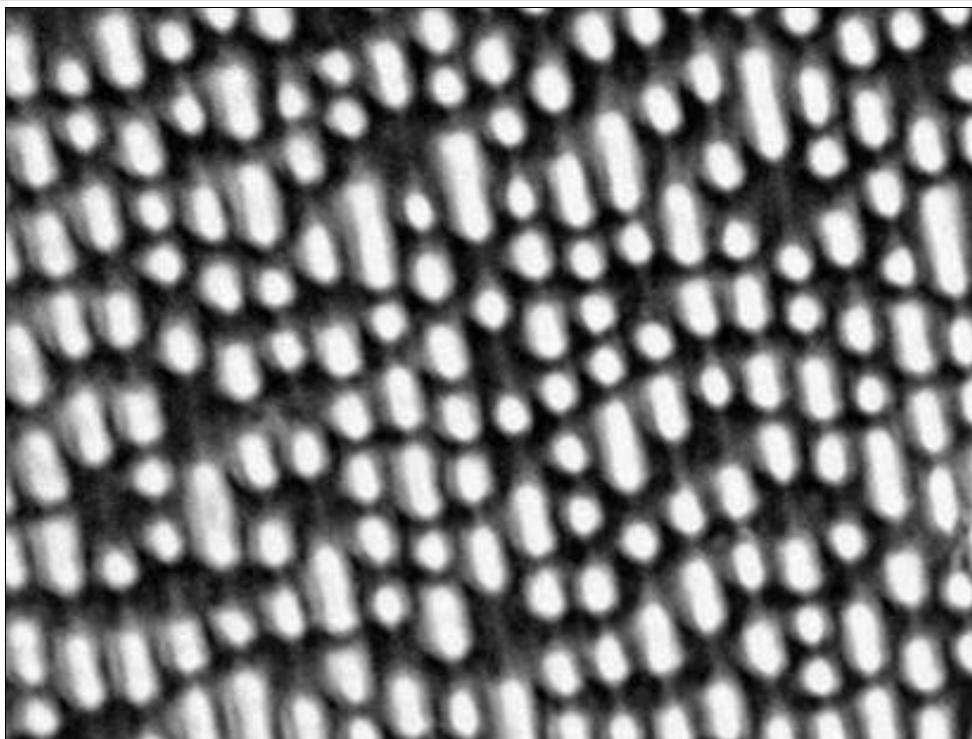
- ? Bespreek de drie lagen waaruit een CD-rom of DVD opgebouwd zijn.

### 6.3.2 De opslag van gegevens

De gegevens zijn spiraalvormige lange rij in de aluminiumlaag als **pits** gebrand, vanaf het midden naar de buitenste rand. Je ziet op figuur 6.13 op pagina III-174 een microscopisch beeld van de 'pits' op een cd-rom. zien

De gegevens worden door een laserstraal gebrand en nadien gelezen. Het verschil tussen bv CD en DVD is de golflengte van de laserstraal en dus ook de nauwkeurigheid waarmee gelezen en geschreven wordt. Bij Blu-ray is het laserlicht blauw (eigenlijk violet) en bij een CD-Rom en DVD rood.

- ? Bespreek op welke manier de gegevens op een optische gegevensdrager, zoals een cd-rom, opgeslagen worden
- ? Bespreek het verschil tussen het gebruik van een CD-rom, een DVD en Blu-ray. *Tip: begin je antwoord met te spreken over de verschillen in opslagcapaciteit, in gebruikte laserlicht*



Figuur 6.13: Microscopisch beeld

Bespreek een figuur uit de cursus waarvan begeleidende commentaar onleesbaar is. *Tip: ? je krijgt bv figuur 6.15 zonder de begeleidende tekst en moet bv in staat zijn om '1' en '0' op de correcte plaats te schrijven en de nodige toelichting te geven.*

### 6.3.3 Het lezen van de gegevens

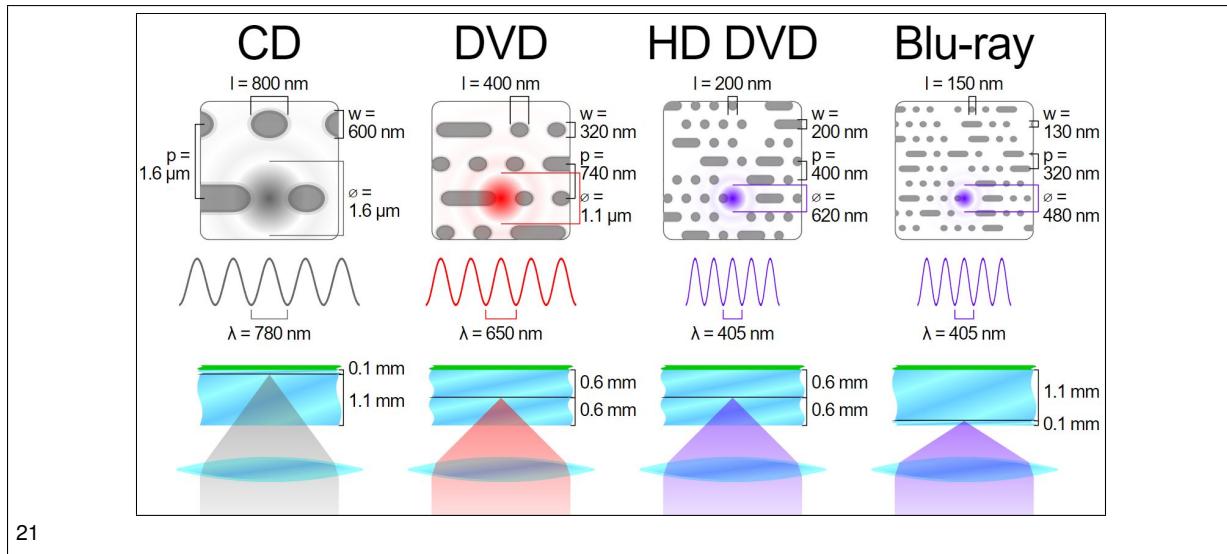
Op de figuur 6.15 op pagina III-176 zie je hoe je de binaire gegevens van een optische schijf kan aflezen. De reflectie van een laserstraal bepaalt op je binair '1' of binair '0' hebt.

### 6.3.4 De evolutie van CD-rom tot Blu-ray

De figuur 6.14 op pagina III-175 toont je enkele verschillen tussen de verschillende optische dragers. Het is van zelfsprekend dat je geen details zoals de exacte golflengte of de waarde van de dichtheid van de gegevens moet kennen.

Je weet wel dat er op een CD-rom minder gegevens kan dan op een Blu-ray en dat dus het lezen en schrijven van een Blu-ray nauwkeuriger moet gebeuren dan bij een CD-rom. De nauwkeurigheid bereik je door een laserlicht te nemen met een kleinere golflengte. Zo evolueer je van een laser die een rood licht uitstuurt bij CD-Rom en bij DVD heb je een laserstraal met een blauw / violet kleur.

Op de figuur 6.14 op pagina III-175 vind je een overzicht van de belangrijkste kenmerken, zoals gebruikte golflengte, dichtheid van de gegevens. *tip: het is niet nodig dat je de getalwaarden kent. Het is voldoende dat je een aantal grootheden zoals de opslagcapaciteit kent. Hieronder vind je die getallen.*



21

Figuur 6.14: De verschillende optische opslagtechnieken

De opslagcapaciteit vind je samengevat in volgend overzicht :

- CD-rom : 650 tot 700 MB
- DVD : je hebt de volgende mogelijkheden <sup>22</sup>:
  - 4.7 GB** 1 kant , 1 laag
  - 9,4 GB** 2 kanten , 1 laag
  - 8,5 GB** 1 kant, 2 lagen
  - 17 GB** 2 kanten, 2 lagen
- Blu-ray: je hebt de volgende mogelijkheden: 25GB (één layer), 50GB (dubbellaags), 100GB (drie layers) en 128GB (vier layers).

Bepaalde schijfjes zoals DVD en Blu-ray kunnen dubbelzijdig beschreven worden. Je hebt dan ook aan de andere kant van de optische schijf een laserstraal.

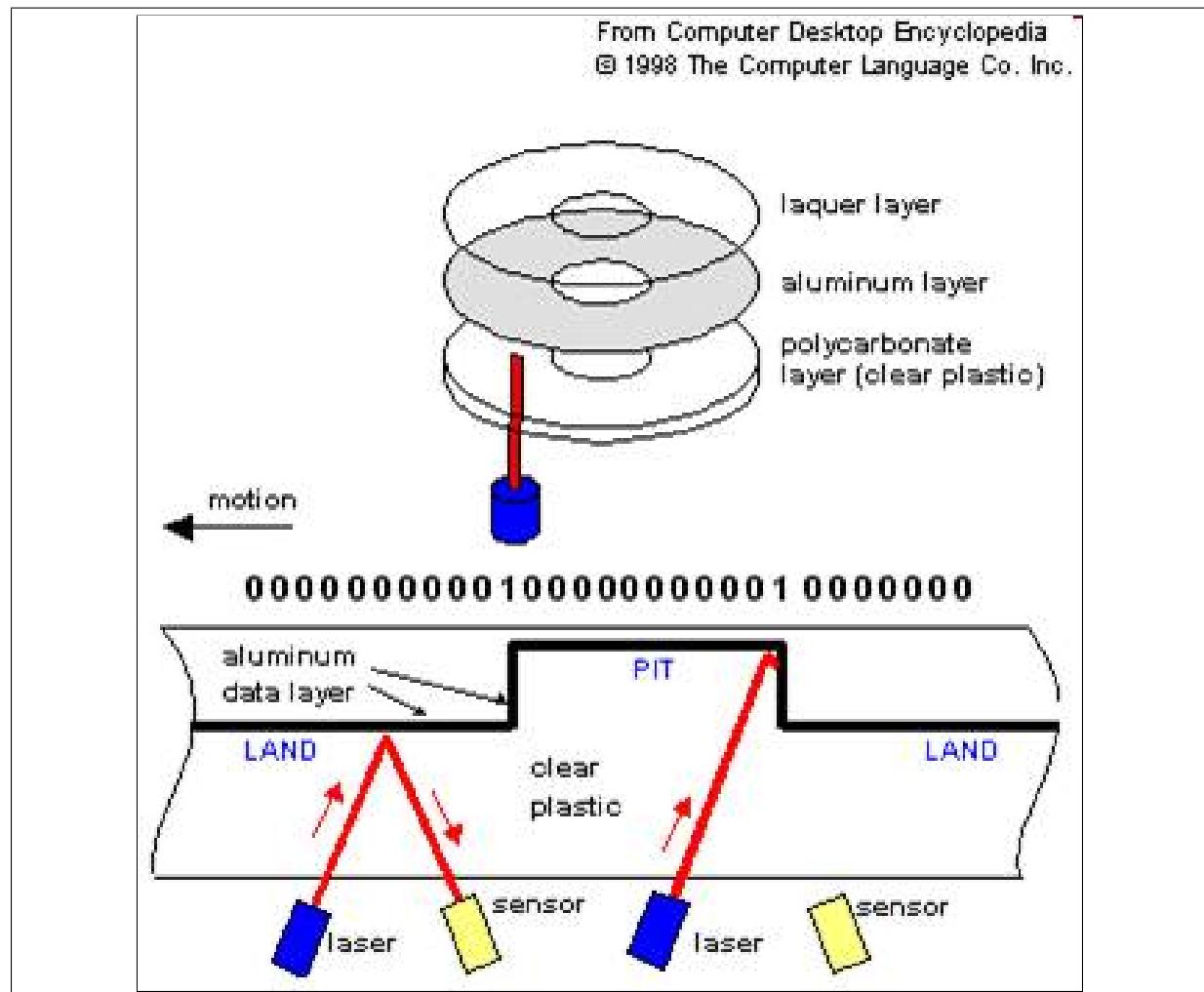
Zoals je op figuur 6.16 ziet, kan je ook op een kant op twee lagen gegevens lezen en schrijven.

Bij een vlugge prijsvergelijking, merk je dat je zowel **R** als **RW** vindt. Voor materiaal dat één maal geschreven en vervolgens meermaals gelezen moet worden, kies je voor **R**. Is het de bedoeling om het schijfje nadien te wissen en te overschrijven met andere gegevens, dan kies je voor **RW**.

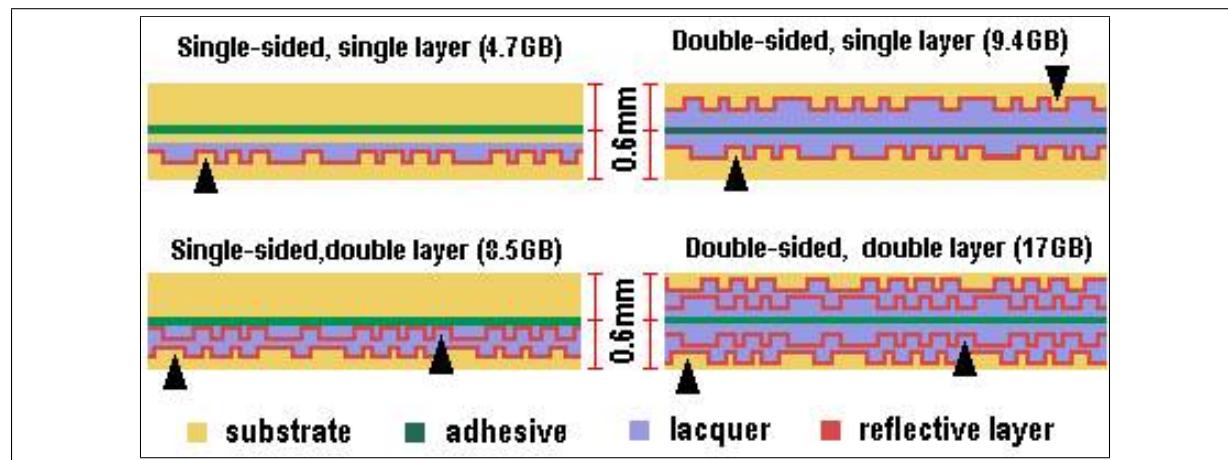
Een tweede historisch verschil was de keuze bij DVD's van **+R** of **-R**. Dit verwijst naar brandtechnieken. Het verschil is nu niet meer relevant: beide formaten worden door de actuele lezers ondersteund. Meer informatie vind je op <http://dvdemystified.com/dvdfa.html#4.3>.

Een DVD bestaat in vier verschillende uitvoeringen. De meest eenvoudige is een single layer, single sides: één laag op één kant. De opslagcapaciteit is 4.7 GB.

<sup>22</sup>Gegevens aangepast na controle van figuur 6.16 op pagina III-177



Figuur 6.15: Het lezen van binaire data op een optische schijf



Figuur 6.16: Verschillende types van DVD

De volgende stap is een **dual layer**. Op eenzelfde kant zijn er twee lagen reflecterend materiaal. De laserstraal beschrijft eerst de eerste laag en vervolgens de tweede laag.

## 6.4 Flash geheugen

Bij flash geheugen heb je geen bewegende delen. Dit zorgt voor stille opslag die altijd klaar staat en met minder stroomverbruik.

Je onderscheidt drie vormen:

- SSD schijf, als inbouwschijfje om de pc sneller te laten opstarten. De schijf is tot duizend keer sneller dan de gewone harde schijf.
- SD-Card als opslagmedium voor je camera, zoals verkocht door SanDisk
- flash geheugen USB stick als standaard extern opslagmedium voor je data van de computer.

Het flash geheugen bestaat uit een combinatie van meerdere halfgeleiders (transistoren) die per bit samenwerken. Door de techniek van lezen en vooral schrijven, ontstaat er toch slijtage (ondanks de afwezigheid van bewegende onderdelen) <sup>23</sup>

Bij een harde schijf volstaat het om de index, de verwijzing naar het bestand, in de bestandsbeheertabel te wissen, zonder dat je de data op harde schijf zelf moet verwijderen. Bij flash geheugen moet je wel de inhoud van de geheugencellen leegmaken. Dit veroorzaakt extra slijtage.

- ? Bespreek het verschil tussen een harde schijf en een SSD schijf bij het wissen van een bestand.
- ? Bespreek de drie vormen van flash opslagmedia

### 6.4.1 De beperkte levensduur

Flash geheugen is niet onbeperkt schrijfbaar. Het is beperkt tot enkele duizenden schrijfoperaties. Als je in je computer een SSD schijf gebruikt, zorg je er best voor dat je het wisselbestand (swapfile) op een gewone harde schijf plaatst. Ook de verschillende mappen zoals de map 'mijn documenten' verplaats je best naar een partitie op de gewone harde schijf. In de module 'besturingssystemen' leer je nog hoe je dat best doet.

Er zijn diverse niveau's van verdeling van de slijtage (**wear leveling**). <sup>24</sup>

Je vertrekt van een adres door het besturingssysteem gemaakt waar de data moet gelezen of geschreven worden. Dit adres noemt men een **Logical Block Addresses**, afgekort **LBA**. Dit adres moet door het **stuurorgaan** (in het Engels: **controller**) van het flashgeheugen naar een fysisch adres op de schijf vertaalt worden. Er zijn nu drie mogelijkheden bij wegschrijven van de gegevens:

- **Geen wear leveling**. De controller kent altijd hetzelfde fysisch adres aan het LBA adres van het besturingssysteem toe. Als de locatie verandert, moet de inhoud

<sup>23</sup>[https://www.electronics-notes.com/articles/electronic\\_components/semiconductor-ic-memory/flash-wear-levelling-reliability-lifetime.php](https://www.electronics-notes.com/articles/electronic_components/semiconductor-ic-memory/flash-wear-levelling-reliability-lifetime.php)

<sup>24</sup>[https://www.electronics-notes.com/articles/electronic\\_components/semiconductor-ic-memory/flash-wear-levelling-reliability-lifetime.php](https://www.electronics-notes.com/articles/electronic_components/semiconductor-ic-memory/flash-wear-levelling-reliability-lifetime.php)

van het oude fysisch adres gewist en herprogrammeerd. Deze techniek is bruikbaar voor opslagmedia dat niet of slechts **beperkt gebruikt** wordt.

- **Dynamische wear leveling.** Bij deze werkwijze kent de controller telkens een **nieuw fysisch adres** aan de gewijzigde gegevens toe. Het fysische adressen van de oude blokken worden vrijgegeven. Echter de gegevens die niet veranderen, blijven op de oorspronkelijke locatie staan zonder slijtage van die geheugenlocaties. De volledig schijf zal echter na het overschrijden van het aantal schrijfoperaties niet meer bruikbaar zijn.
- **Statische wear leveling** Deze werkwijze is een uitbreiding van de vorige. De controller zal ook op geregelde tijdstippen de data die niet veranderen toch van geheugenlocatie veranderen. Op die manier kan de slijtage zo gelijkmatig mogelijk over de volledige SSD schijf gespreid worden.

Op een SSD schijf zijn de geheugen modules in blokken van 512 KB ingedeeld, die elk bestaan uit een pagina (**page**) van 4 KB.

**Gegevens schrijven** Dit gebeurt in blokken van 4 KB (pagina per pagina)

**Gegevens wissen** Dit gebeurt in blokken van minstens 64 KB<sup>25</sup> tot 512 KB.

Bij het wissen van gegevens in blokken van 512 KB gebeurt het dat er nog pagina's zijn die moeten bewaard worden. De controller schrijft die gegevens dan naar een nieuwe locatie. Dit beheer heet **garbage collection** zie bijvoorbeeld<sup>26</sup>.

Als je bijvoorbeeld één bit moet veranderen, dan moet je een volledig blok van minstens 64 KB uitlezen, wissen en de resulterende gegevens wegschrijven op een andere plaats. Bij de harde schijf volstaat het om één sector van 512 B aan te passen.

Dank zij deze evolutie kan je zo'n SSD schijf gebruiken als bootschijf in je pc: je boekt een grote snelheidswinst tegen een betaalbare prijs en zonder dat je moet bang zijn dat de schijf na korte tijd door slijtage onbruikbaar wordt..

- ? Bespreek de drie niveau's van wear leveling bij SSD
- ? Bespreek de gevolgen voor lezen en schrijven van flash geheugen bij het veranderen van één bit
- ? Verklaar het volgend begrip: statisch wear leveling, dynamic wearleveling, garbage collection

#### 6.4.2 Het opslaan van gegevens

Dank zij de halfgeleidertechnologie, in de praktijk een schakeling van transistoren, kan je gegevens op een flash geheugenchip blijven bewaren. De specifieke werking kan je terugvinden in bv <https://computer.howstuffworks.com/flash-memory1.htm> maar moet je niet kennen.

<sup>25</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Flashgeheugen>

<sup>26</sup><https://searchstorage.techtarget.com/definition/solid-state-storage-SSS-garbage-collection>

*Pagina voor eigen notities.*

## 6.5 Tools gebruiken



### 2.5.1 Toepassingssoftware installeren, configureren en de-installeren.

Er zijn diverse programma's om het beheer van de harde schijf te vereenvoudigen. Hieronder worden een aantal tooltjes besproken, zoveel mogelijk Open source en zonder administrator-rechten te gebruiken. Dit cursusgedeelte zal voor de leerling ook vaak 'hands-on' zijn.

In het onderstaand overzicht vind je een aantal voorbeelden.

Categorie	Programma	Url
Hardeschijftoestand	CrystalDiskInfo	<a href="https://portableapps.com/apps/utilities/crystaldiskinfo_portable">https://portableapps.com/apps/utilities/crystaldiskinfo_portable</a>
Diskeditor	Frhed	<a href="http://frhed.sourceforge.net/en/">http://frhed.sourceforge.net/en/</a>
Recovery		
Benchmark	CrystalDiskMark	<a href="https://portableapps.com/apps/utilities/crystaldiskmark_portable">https://portableapps.com/apps/utilities/crystaldiskmark_portable</a>

Tabel 6.5: Overzicht van een aantal tools voor harde schijven

Op de figuur 6.17 op pagina III-181 vind je slechts enkele voorbeelden. Er zijn verschillende categorieën die we zeker willen gebruiken:

- hexadecimale editor: bv Frhed (<http://frhed.sourceforge.net/en/>)
- benchmarking
- onderhoud van schijf: defragmentatie en SMART data uitlezen.

 Disk Tools

-  CrystalDiskInfo Portable - disk health monitoring tool
-  CrystalDiskMark Portable - disk benchmark utility
-  dfgPortable (Freeware) - defragment disks with Defraggler®
-  HDHacker Portable (Freeware) - MBR and boot sector manager
-  JkDefrag Portable - Disk defragmentation and optimization
-  rcvPortable (Freeware) - file recovery with Recuva®
-  Rufus Portable - format and create bootable USB drives
-  Smart Defrag Portable (Freeware) - disk defragmentation and optimization
-  SSD-Z Portable (Freeware) - SSD information tool
-  UNetbootin Portable - create bootable Linux USB drives
-  UltraDefrag Portable - Disk defragmentation and optimization
-  WinCDEmu Portable - cd/dvd/bd emulator and ISO mounter
-  Wise Disk Cleaner Portable (Freeware) - disk cleaner and defragmenter
-  YUMI Portable - multiboot USB creator
-  YUMI-UEFI Portable - multiboot USB creator

Figuur 6.17: Voorbeeld van portable tools voor harde schijven

a

<sup>a</sup><https://portableapps.com/apps/utilities>

Bij het opstellen van de onderstaande tabel, is het bovenstaand overzicht een dankbare bron van inspiratie geweest. De tabel is in elk geval onvolledig.

#### Opdracht 26

Voer de volgende stappen uit:

- ga op verkenning bij de verschillende verzamelingen van portable tools
- noteer categorie en link naar het tooltje dat je graag wilt gebruiken
- zoek een tool voor de hardwarebeschrijving van je computer thuis. Je zorgt voor een tool dat enkel verslag uitbrengt maar niets aanpast
- Pas het tooltje toe
- Maak een verslag over deze zoektocht

*Deze taak zal tijdens het afstandsonderwijs uitgevoerd worden.*

#### Opdracht 26: Het gebruik van tools

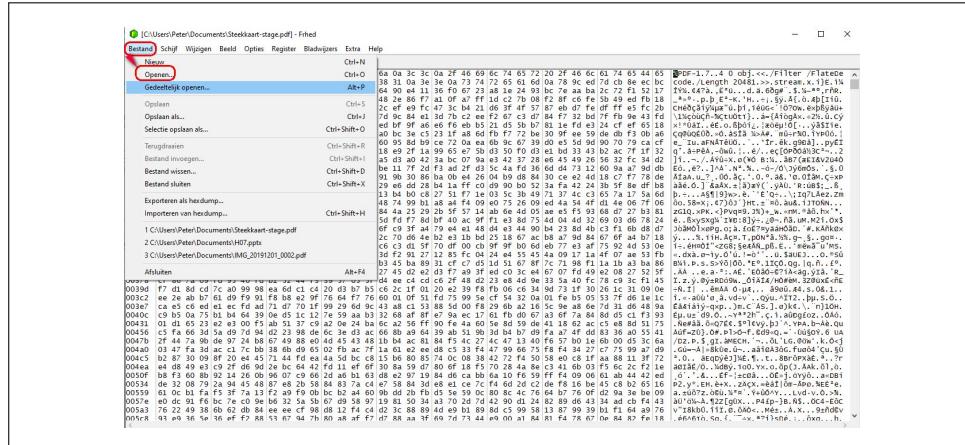
Dank zij opdrachten zoals hierboven opdracht 26 leer je diverse tools kennen. Je kan een tabel zoals tabel 6.5 op pagina III-181 met jouw voorkeurtools samenstellen. Mogelijks neem je ook het programma **Hexed**<sup>27</sup> (te vinden op de url <https://hexed.it/>) op.

Op de volgende pagina zal je enkel voorbeelden van het gebruik van tools aantreffen.

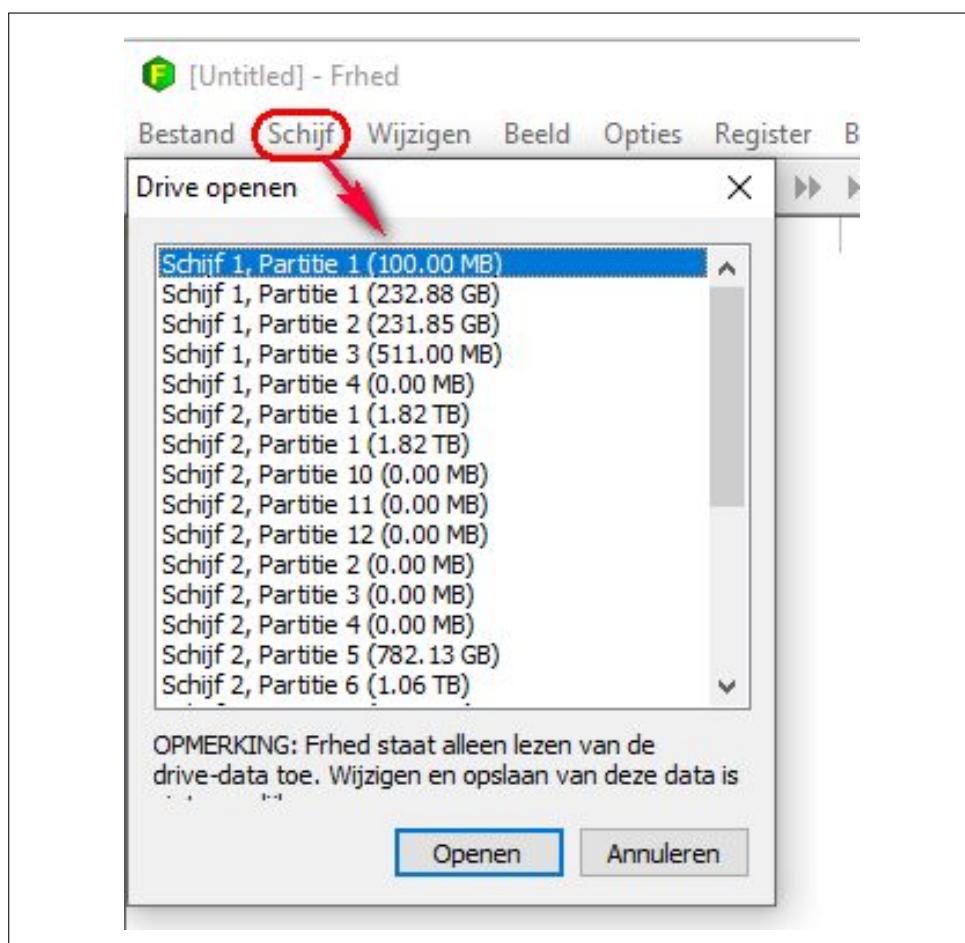
<sup>27</sup>Robbe Van Herpe (5NIT - Schooljaar 2020-2021) heeft dit tooltje doorgegeven als waardevol voor gebruik in de lessen.

### 6.5.1 De diskeditor: het uitlezen van data op de harde schijf

Er zijn verschillende tools beschikbaar om de inhoud van een harde schijf in hexadecimale vorm voor te stellen. Sommigen zijn alleen maar lezen, andere laten ook toe om de inhoud aan te passen. Voor dit onderdeel gebruik je het programma **Frhed** (Free Hexadecimal editor).



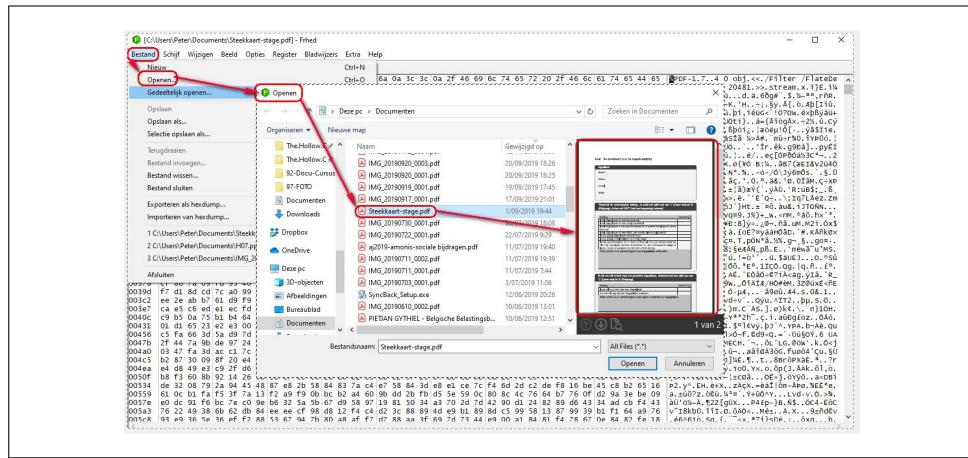
Figuur 6.18: De keuze van een bestand



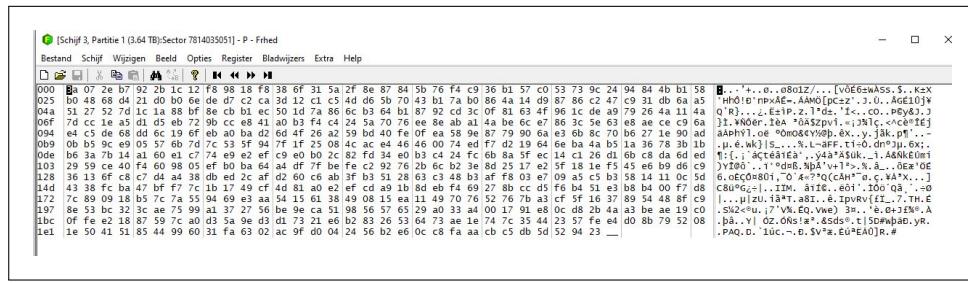
Figuur 6.19: De keuze van een partities

Je kan er zowel de inhoud van een **bestand** als van een **partitie** van een volume bekijken. Er is een belangrijke beperking: je kan met dit tooltje geen gegevens aanpassen, (wat voor

klasgebruik en -demo eerder een voordeel dan een nadeel is)



Figuur 6.20: Te kiezen menustructuur



Figuur 6.21: Detail van sector

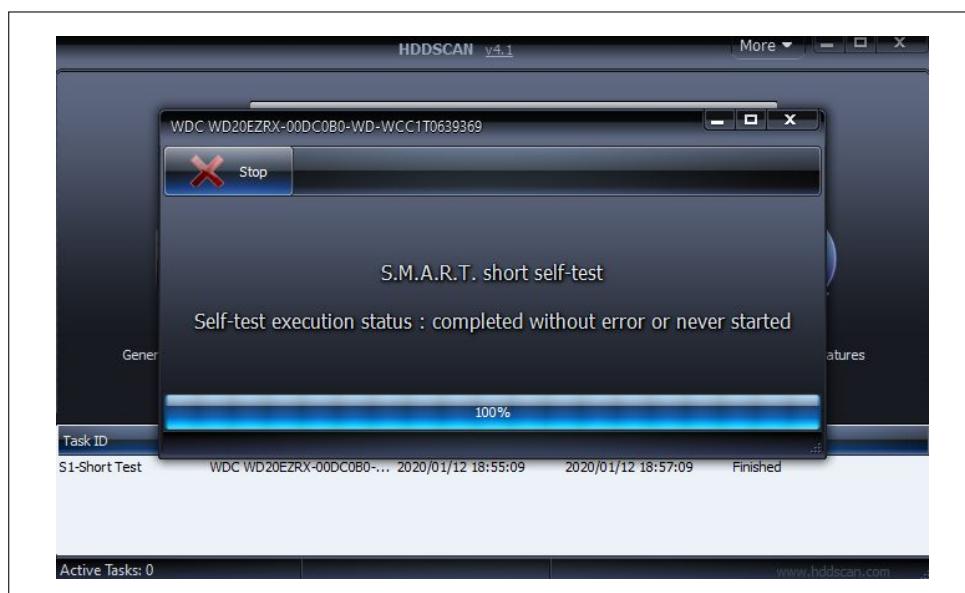
Je kan dit tooltje thuis gebruiken om analoge informatie te krijgen als hierboven. Als je een tooltje vindt dat je kan gebruiken zonder administrator rechten, mag je dit zeker demonstreren.

### 6.5.2 Schijfinformatie

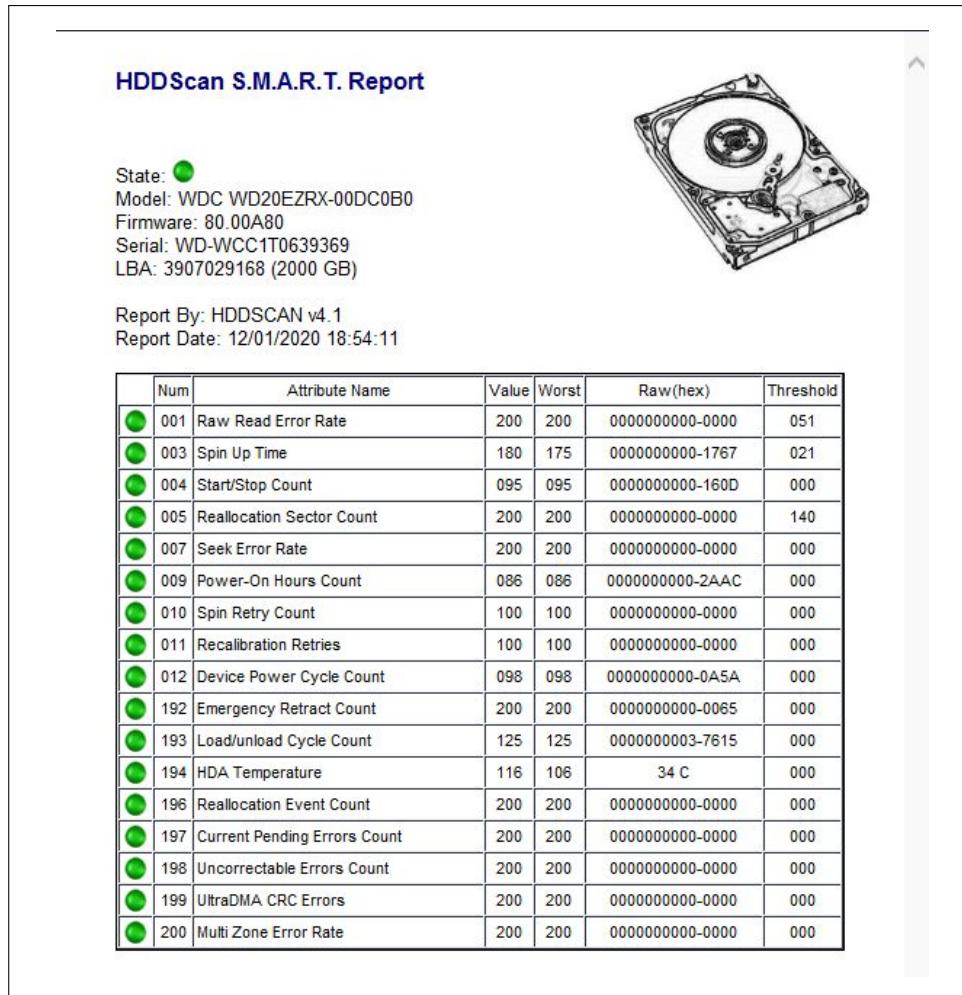
Het uitlezen van schijfinformatie doe je via 'disk testing tools' of 'disk status tools'. Je vindt gemakkelijk diverse lijstjes van mogelijke programma's (bv <https://www.lifewire.com/free-hard-drive-test-tools>). Op basis van deze lijst en de rangschikking bij Google, werd gekozen voor HDD-scan (<https://hddscan.com/>). Ook dit toolje test je op de virtuele machine uit.



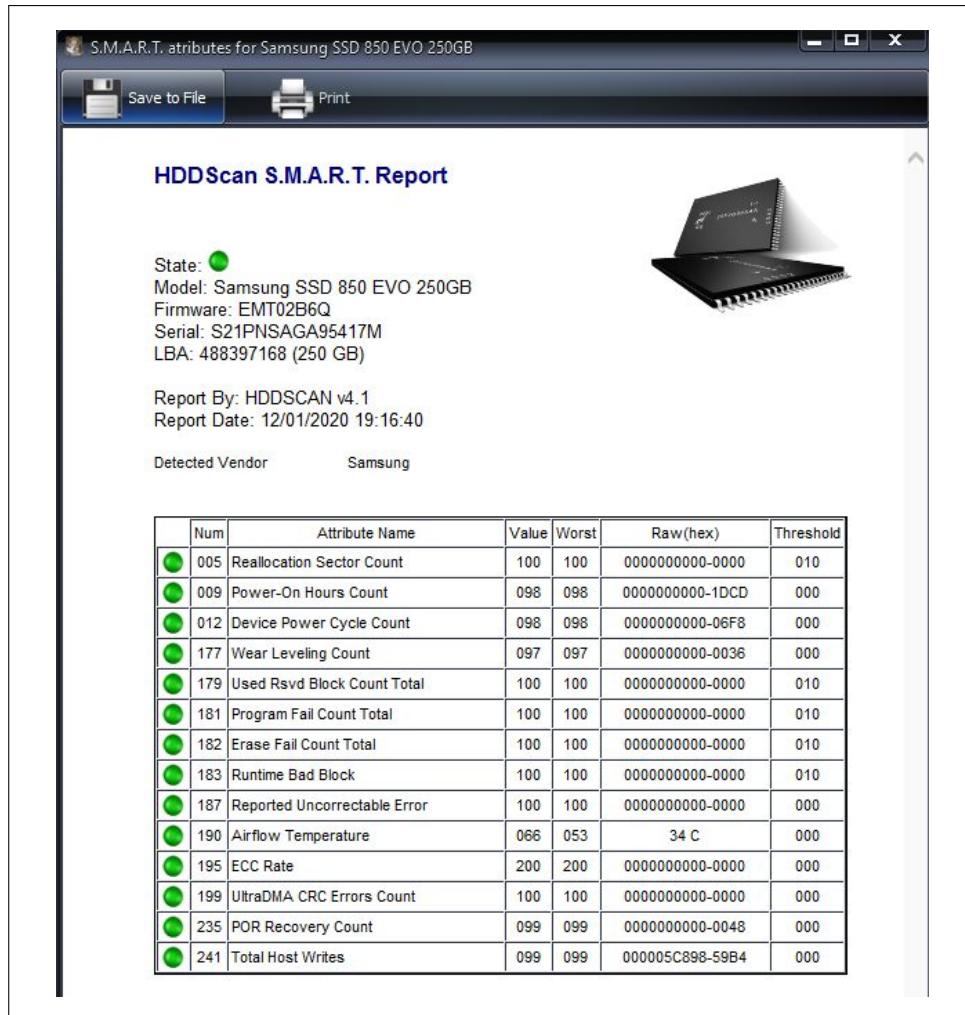
Figuur 6.22: Keuze van harde schijf



Figuur 6.23: Uitvoeren van S.M.A.R.T testen



Figuur 6.24: Testrapport voor een gewone harde schijf



Figuur 6.25: Testrapport voor een SSD schijfje

Er is een belangrijke beperking: je moet **administratorrechten** hebben. Dit is wel een nadeel want je zal merken dat je geen zinvolle gegevens krijgt van de virtuele harde schijf en dat je op de schoolcomputer geen bevoegdheid hebt om de harde schijf rechtstreeks uit te lezen.

### 6.5.3 Datarecuperatie

Je kan op gespecialiseerde bedrijven, zoals <https://www.securedatarecovery.com/services/hard-drive-recovery> beroep doen om data van defecte harde schijven te recupereren. Op deze website vind je ook de geluiden die een falende harde schijf kan maken.

*Pagina voor eigen notities.*

### 6.5.4 Handen uit de mouwen: zelf aan de slag gaan met tools

#### Opdracht 27

Werk volgend stappenplan uit:

- Verkenningsfase met volgende stappen:
  - Bekijk de lijst met mogelijke tools die je vindt op <https://www.lifewire.com/free-hard-drive-testing-programs-2626183>
  - Bekijk de commentaren op het tooltje HDD-Scan (<https://hddscan.com/>), zowel bij de opsomming van Lifewire, bij het tooltje zelf als bij een zoektocht op Internet
  - Selecteer een alternatief voor de voorgestelde tool HDD-scan
- Uitvoeringsfase met volgende stappen:
  - Start de virtuele machine
  - Installeer het tooltje
  - Test het tooltje uit
  - Bespreek de informatie die je vindt
- Evaluatiefase met volgende vragen:
  - Noteer de kenmerken van het tooltje (waaronder url, licentievoorwaarden (freeware, shareware, commerciële software,...), adminrechten nodig of niet?)
  - Noteer je ervaring met gebruikersgemak bij toepassing van het tooltje
  - Noteer welke informatie het tooltje je oplevert
  - Noteer wat je vindt over de 'gezondheidstoestand' van de onderzochte harde schijf
  - Noteer en motiveer of je dit tooltje zou gebruiken voor andere harde schijf (systematisch) te onderzoeken

*Opdracht 27: Informatie van de harde schijf uitlezen*

*Pagina voor eigen notities.*

# 7 Inleiding tot het gebruik van randapparatuur

## 7.1 Overzicht

### 7.1.1 Situering in de cursus

In de vorige hoofdstukken zijn de basisonderdelen van de computer, waaronder het moederbord, de processor en het werkgeheugen, uitgebreid besproken. Je kan zo een doordachte keuze maken van de basiscomponenten van de computer.

Een korte rondvraag in de klas leert je dat er nog belangrijke onderdelen ontbreken om 'echt' te kunnen werken met je computer. Om een bruikbaar geheel te bekomen, heb je nog bijkomende onderdelen nodig: de **randapparatuur**. **Toetsenbord**, **muis** en **beeldscherm** heb je zeker en vast nodig. Ook kan je niet zonder **opslagmedia**. De netwerkkaart zorgt voor de noodzakelijke 'band' met de buitenwereld.

Het deel over **randapparatuur** kan je op verschillende manier belichten:

- volgens model van **Von Neumann**, zoals je terugvindt op figuur 7.2 op pagina III-192:
  - **input**: toetsenbord, muis, scanner, video capture card
  - **output**: printer, beeldscherm
  - **I/O**: modem, geluidskaart
- volgens verbinding met de pc, zoals je terugvindt op figuur 7.1 op pagina III-192
  - **intern**: verbonden met een insteekslot
  - **extern**: verbonden via connector

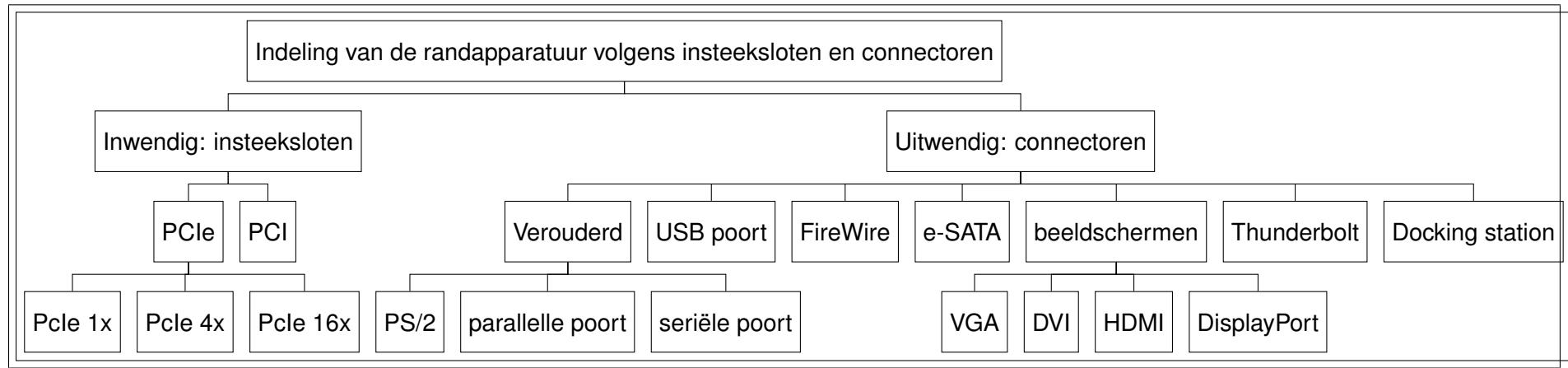
Beide invalshoeken komen in deze tekst aan bod.



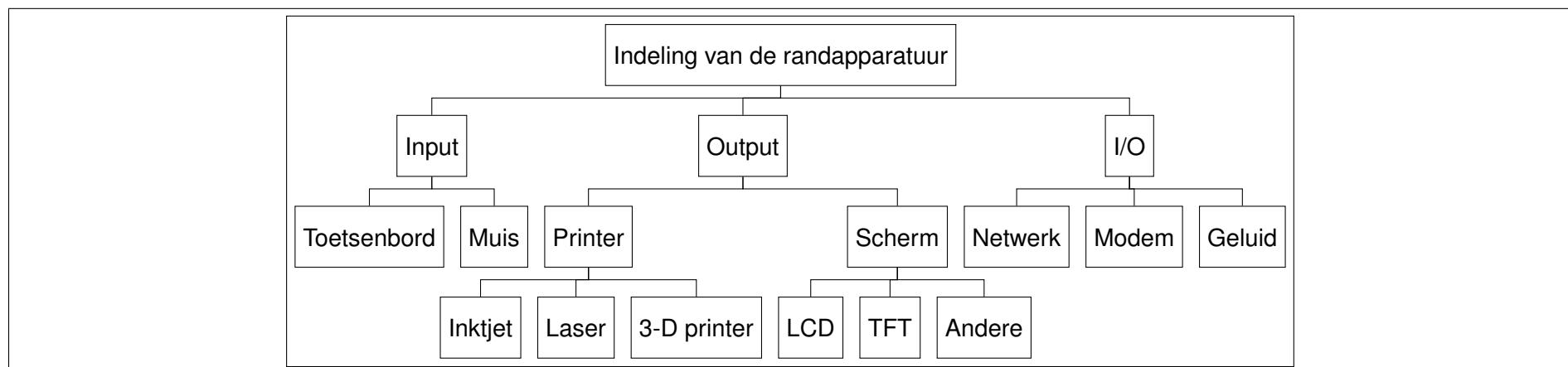
Voor extra achtergrondinformatie over dit cursusdeel, kan je 'Het Sleutelboek Computerhardware 2.0' van Marc Goris gebruiken. De website vind je op <http://www.sleutelboek.be/>

De verschillende randapparaten worden in de volgende hoofdstukken van deze cursus besproken.

### 7.1.2 Organogram



Figuur 7.1: Overzicht van het hoofdstuk over randapparatuur volgens verbinding met computer



Figuur 7.2: Overzicht van het hoofdstuk over randapparatuur volgens het model van Von Neumann

### 7.1.3 De doelstellingen van dit cursusdeel

- 1.3.1 *De functie en belangrijke karakteristieken van de gangbare optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld beeldscherm, grafische kaart, muis, toetsenbord, printer, scanner*
- 1.3.2 *De verschillende standaarden voor de interne en externe aansluiting van optionele componenten toelichten en de corresponderende connectoren en symbolen herkennen.*
- 1.3.4 *De functie van een controller en een driver toelichten.*
- 1.4.6 *Aan de hand van technische specificaties diverse uitvoeringen van optionele componenten vergelijken.*

*Pagina voor eigen notities.*

## 8 Drivers en controllers

### 8.1 De wisselwerking tussen moederbord en randapparaat



1.3.4 *De functie van een controller en een driver toelichten.*

#### 8.1.1 De basisbegrippen

Begrip	Omschrijving
Stuurprogramma	<p>Het <b>stuurprogramma</b>, in het Engels <b>device driver</b> of kortweg <b>driver</b>, is een software programma dat geschreven is zodat een welbepaald <b>besturingssysteem</b> kan gebruik maken van een specifiek <b>randapparaat</b>. Het regelt de correcte werking van het randapparaat.</p> <p>Bij <b>Windows 10</b> zoals bij de andere besturingssystemen, zijn er een groot aantal stuurprogramma's voor de meeste gebruikelijke onderdelen, meegeleverd. Voor de andere en voor updates kan je op het internet terecht.</p>
Stuurorgaan	<p>Het <b>stuurorgaan</b>, in het Engels <b>controller</b>, is een <b>hardwareonderdeel</b> dat de interface vormt met een randapparaat en de computer.</p> <p>Het stuurorgaan kan een enkele chip zijn (bv op het moederbord), een insteekkaart (bv netwerkcontroller of controller voor extra SATA aansluitingen) of een aantal chips op een printplaats (bv controller voor harde schijf).</p> <p>De <b>controller</b> is <b>onafhankelijk</b> van het besturingssysteem.</p>

Tabel 8.2: Overzicht van de basisbegrippen

#### 8.1.2 De situering van dit cursusdeel

Zoals je nog herinnert uit de besprekings van de BIOS, kan je **nooit** een **randapparaat** rechtstreeks aanspreken vanuit een **toepassingsprogramma**. Als je een randapparaat gebruikt, heb je 2 onderdelen nodig

- een **stuurprogramma** of **driver**
- een **stuurorgaan** of **controller**

### 8.1.3 De controller

Het **stuurorgaan**, in het Engels **controller**, is een **hardwareonderdeel** dat de **interface** vormt met een randapparaat en de computer.

Het stuurorgaan kan een enkele chip zijn (bv op het moederbord), een insteekkaart (bv netwerkcontroller of controller voor extra SATA aansluitingen) of een aantal chips op een printplaats (bv controller voor harde schijf).

De **controller** is **onafhankelijk** van het besturingssysteem.

### 8.1.4 De driver

Het **stuurprogramma**, in het Engels **device driver** of kortweg **driver**, is een **software** programma dat geschreven is zodat een welbepaald **besturingssysteem** kan gebruik maken van een specifiek **randapparaat**. Het regelt de correcte werking van het randapparaat.

Bij **Windows 10** zoals bij de andere besturingssystemen, zijn een groot aantal stuurprogramma's voor de meeste gebruikelijke onderdelen, meegeleverd. Voor de andere en voor updates kan je op het internet terecht.

### 8.1.5 Waar vind je de correcte driver?

Als inleiding vind je hieronder een zestal internetbronnen.

-  <https://devicehunt.com/>
-  <https://pci-ids.ucw.cz/>
-  <http://www.zhangduo.com/udi.html>
-  <http://www.linux-usb.org/usb.ids>
-  <https://www.devicedriverfinder.com/blog/device-drivers/how-to-check-the-hardware-id-for-a-windows-device>
-  <https://www.keysight.com/main/editorial.jspx?ckey=2039700&cc=BE&lcdut>

Je volgt volgende stappen, zoals je onder andere leest op de website <https://www.wikihow.com/Find-and-Update-Drivers>:

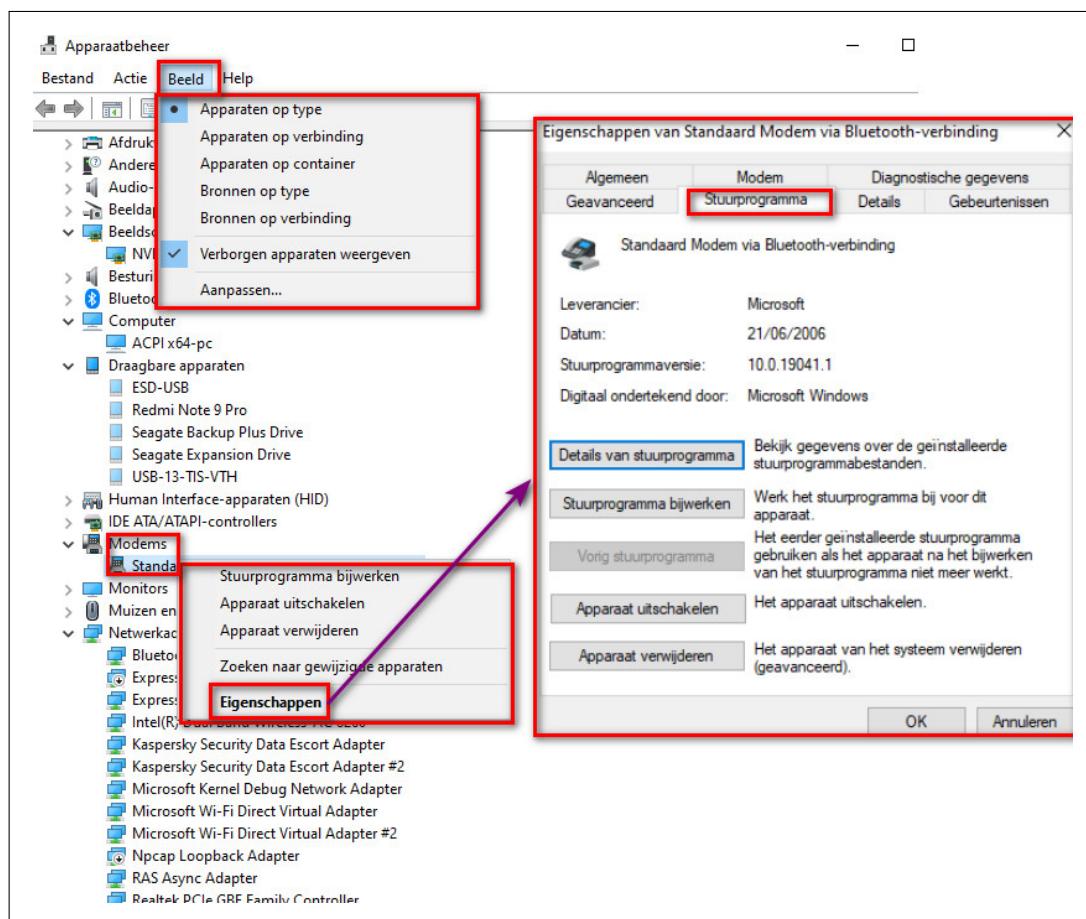
- de update van het **besturingssysteem** zorgt ervoor dat de laatste versie van de gekende drivers geladen worden.
- op de **website van de fabrikant** van het hardware onderdeel, kan je de laatste versie van hun drivers voor de combinatie van besturingssysteem en hardware-onderdeel
- op gespecialiseerde website kan je tools vinden om je drivers up te daten. Dit is echter zelden een gratis dienst. Het **scannen** van je computer zal wellicht **gratis** zijn maar het **downloaden** van de drivers is **niet**.

### 8.1.6 De stuurprogramma's bij Windows 10

Je gebruikt het onderdeel **Apparaatbeheer** van het **configuratiescherm**. Op de onderstaande figuur 8.1 zie je dat je het overzicht krijgt van de verschillende apparaten van je computer.

Op de samengestelde figuur 8.1 zie je dat je voor **beeld** kiest om ook de **verborgen apparaten weer te geven**.<sup>1</sup> Op het overzicht zie je dat de **draagbare apparaten** een lichter icoontje hebben. Dit zijn apparaten die ooit met de computer verbonden waren. Je mag die zeker verwijderen. Het is geen probleem om ze te laten staan voor later gebruik.

Als voorbeeld zie je op de **standaard modem** het snelmenu via rechtermuisklik. Je kan vervolgens de **eigenschappen** kiezen en dan krijg je het detailscherm in de rechterbovenhoek. Het memupunt **Stuurprogramma bijwerken** is een van de technieken om het stuurprogramma aan te passen.



Figuur 8.1: Apparaatbeheer in Windows 10

### 8.1.7 Case study: de correcte driver voor Intel Wireless AC 8260

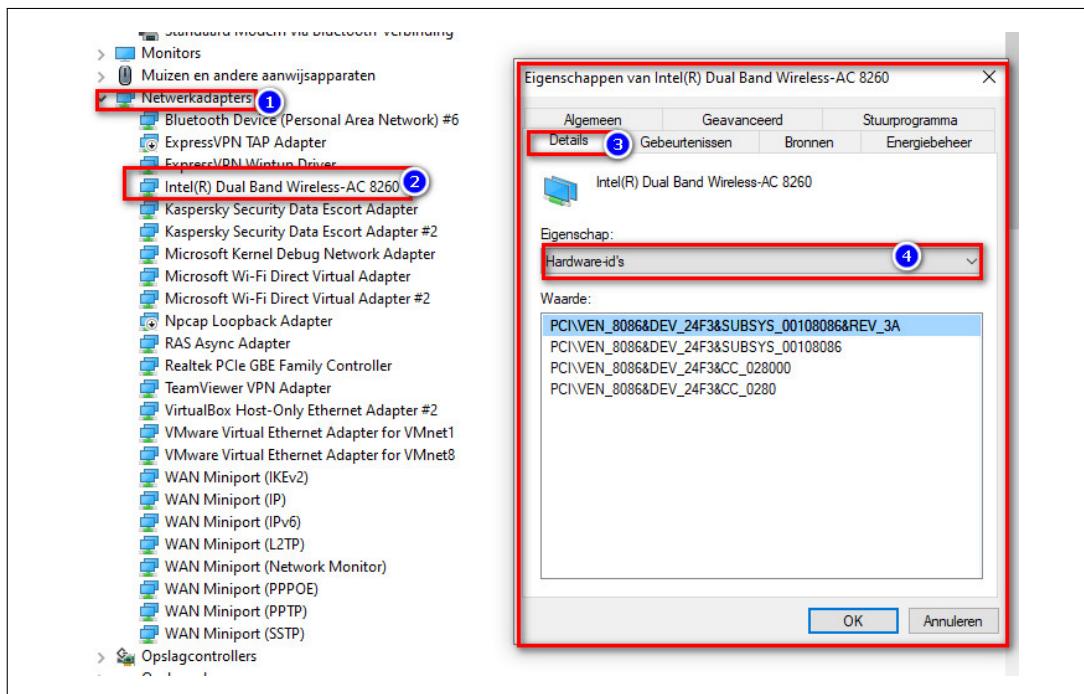
Voor een **netwerkkaart Intel Wireless-AC 8260** gaan we op zoek naar de correcte netwerkkaart.

<sup>1</sup>Zeker in de lessenreeks **Windows server 2019** volgend jaar heb je dit nodig om de verborgen netwerkkaarten maar met een opgelegde IP configuratie te kunnen verwijderen. Zo ben je ook de IP configuratie van die kaarten kwijt en kan je het IP adres aan een 'nieuwe' netwerkkaart toewijzen.

De **eerste stap** is via het **snelmenu** (rechtermuisklik) op de naam van de netwerkadapter. Je kiest voor **Stuurprogramma bijwerken**.

De **tweede stap** is via de **website van de fabrikant**. Via **Google** vinden we zeer snel de gezoachte driver op de website van de fabrikant: <https://downloadcenter.intel.com/product/86068/Intel-Dual-Band-Wireless-AC-8260>. Dit zal echter niet altijd lukken.

Voor de **derde stap** begin je met bijkomende informatie te verzamelen, zoals op de onderstaande figuur 8.2 te zien is.



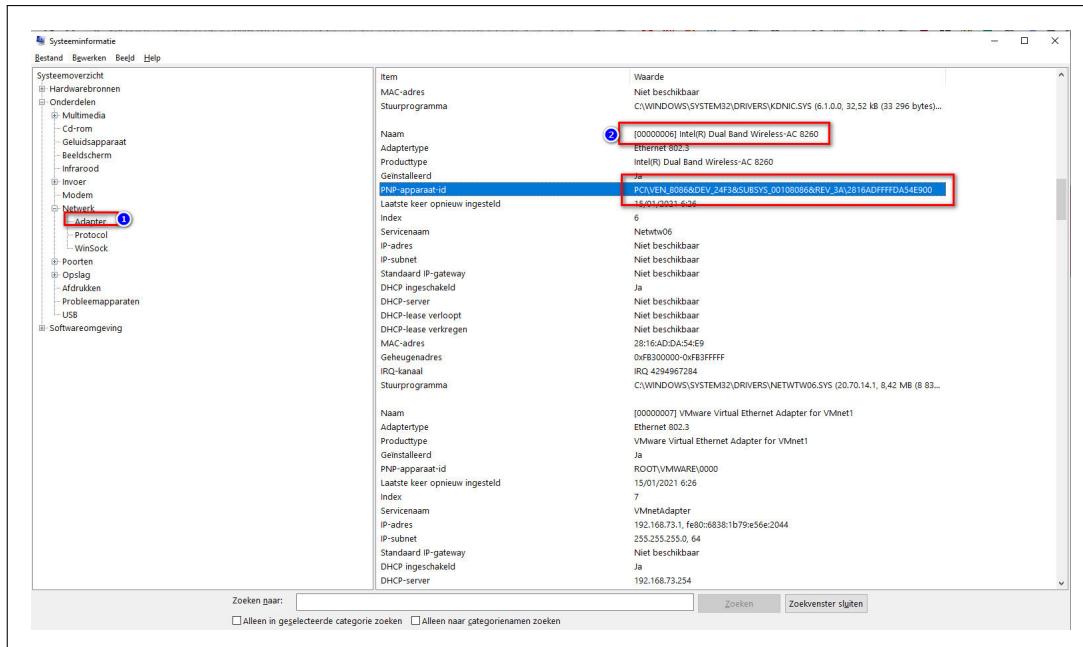
Figuur 8.2: Apparaatbeheer in Windows 10

Op de figuur 8.2 zie je hoe je de **hardware ID** van de netwerkkaart bekomt. De eerste regel, PNP-apparaat-id PCI\VEN\_8086&DEV\_24F3 &SUBSYS\_00108086 &REV\_3A \2816ADFFFFDA54E900, is de belangrijkste. De betekenis van deze regel is als volgt:

- **VEN** : De code **VEN 8086** verwijst naar de **fabrikant** van het randapparaat.
- **DEV** ; De code **DEV 24F3** verwijst naar het **toestel-ID**, ook apparaat-ID geheten.

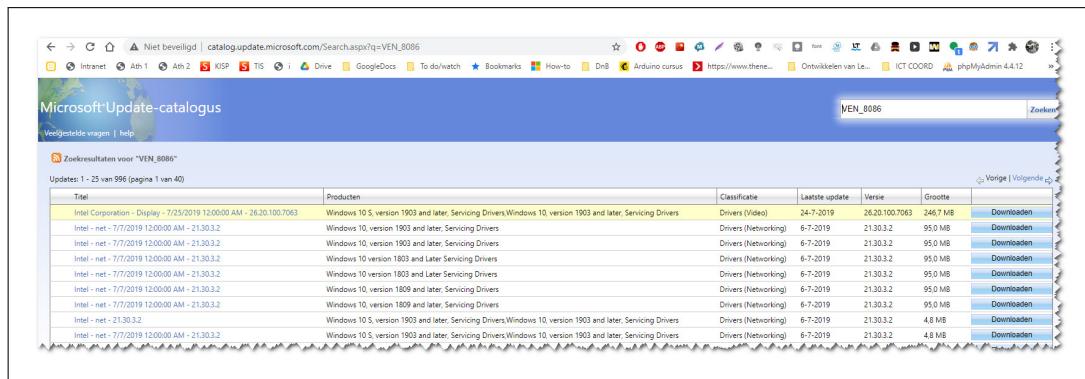
Telkens bestaat de code uit **vier** tekens.

Je kan de gegevens van de netwerkkaart ook via **systeeminformatie** vinden. Je typt **systeeminformatie** in het **zoekvenster** in.



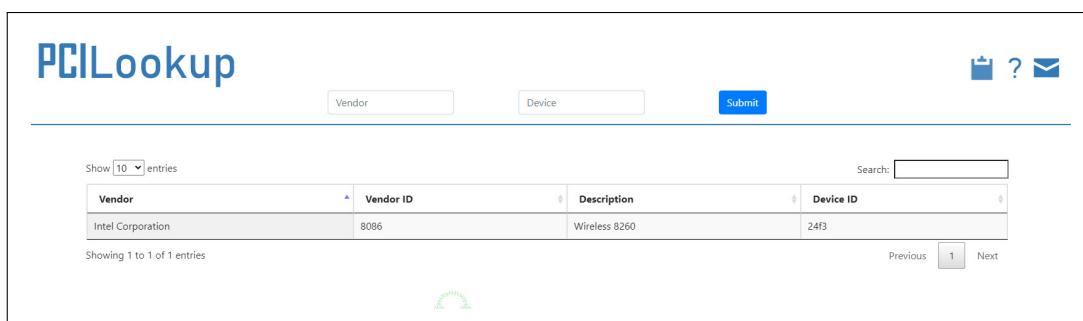
Figuur 8.3: Systeeminformatie in Windows 10

De gevonden code voer je in de website <http://www.catalog.update.microsoft.com/Home.aspx> in.



Figuur 8.4: De Windows update catalogus

Een website zoals [pcilookup.com](http://pcilookup.com) helpt je ook verder. De gevonden gegevens van **Vendor** en **Device** kan je ook in die website ingeven, zoals je op de figuur 8.5 ziet. Je krijgt bijkomende gegevens zoals de naam van de **fabrikant**, maar je krijgt **geen link** naar de correcte driver. Daarvoor moet je verder zoeken met een goede zoekmachine.



Figuur 8.5: De website PCI Lookup

Als alternatieve oplossing vind je hieronder het resultaat van de zoektocht op de website <https://www.devicehunt.com>. Je vermeldt de code van de **vendor** en van het **device**. De driver van de netwerkkaart werd niet gevonden maar wel andere stuurprogramma's van **Intel apparatuur**.

The screenshot shows the Device Hunt website interface. At the top, there is a navigation bar with links for About, Why, PCI Vendors, USB Vendors, Forum, Donate, and Contact. Below the navigation bar, there is a search bar with fields for Type (PCI), Vendor ID (8086), and Device ID (24F3). A yellow callout box highlights the URL [url: https://www.devicehunt.com](https://www.devicehunt.com).

**Device Details**

Wireless 8260

Type	Information
ID	24F3

**Vendor Details**

Intel Corporation

Type	Information
ID	8086

**Drivers**

Sorry, no drivers found for this device.

**Vendor Devices**

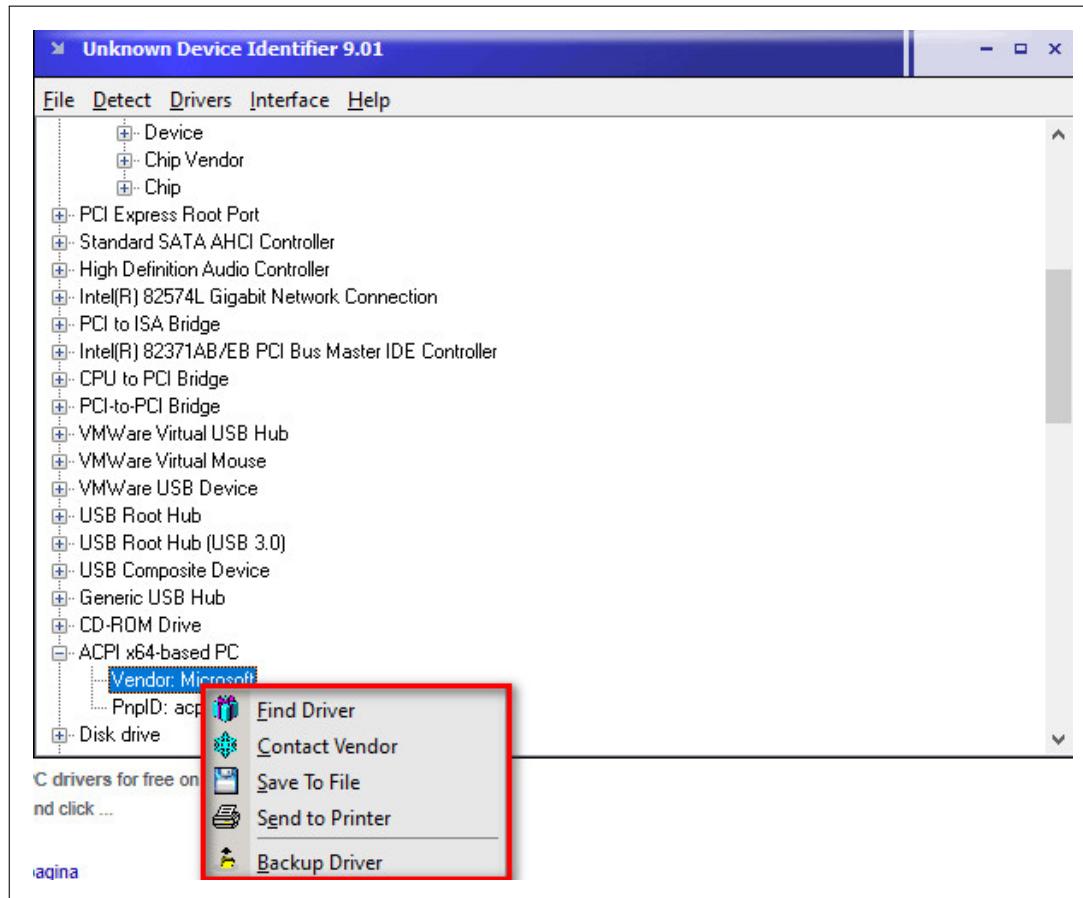
Type	Vendor ID	Vendor Name	Device ID	Device Name	More
PCI	8086	Intel Corporation	F1A8	SSD 600P Series	<a href="#">Vendor</a> <a href="#">Device</a>
PCI	8086	Intel Corporation	D158	Core Processor Miscellaneous Registers	<a href="#">Vendor</a> <a href="#">Device</a>
PCI	8086	Intel Corporation	F1A5	SSD 600P Series	<a href="#">Vendor</a> <a href="#">Device</a>

A cookie consent message is visible on the right side: "This website uses cookies to ensure the best experience on our website. [Learn More](#) [Got it!](#)"

Figuur 8.6: De website Device Hunt

Ten slotte gebruik je gespecialiseerde websites zoals <https://www.driverguide.com/>. Weet wel dat deze websites vaak betalend zijn, zeker als je een tool moet installeren om de verschillende randapparatuur te kunnen updaten.

Op de website <http://www.zhangduo.com/udi.html> kan je een tool downloaden dat je computer doorzoekt en de verschillende randapparaten oplijst, zoals je op de onderstaande figuur 8.7 ziet. De meerwaarde van de tool is dat je bij **Find driver** automatisch je standaardbrowser opent met een zoekopdracht naar de correcte driver. Het tooltje is gratis.



Figuur 8.7: Een tooltje om ontbrekende drivers te vinden

Je kan dit tooltje ook zelf uitproberen, eerst op je virtuele machine, later op je gewone computer.

### 8.1.8 Wat moet je weten / kunnen?

Hieronder vind je de typevragen van dit deel over stuurprogramma's en stuurorganen.

- ? Noteer het verschil tussen een 'driver' en 'een controller'.
- ? Verklaar het volgend begrip: driver, controller, stuurprogramma, stuurorgaan
- ? Bespreek de werkwijze om specifieke drivers te vinden.

*Pagina voor eigen notities.*

# 9 De connectoren



1.3.2 *De verschillende standaarden voor de interne en externe aansluiting van optionele componenten toelichten en de corresponderende connectoren en symbolen herkennen.*

## 9.1 Situering van dit hoofdstuk in de leerstof

In dit hoofdstuk komen de meest gebruikte connectoren aan bod. Bij het herwerken van de cursus is gekozen om elke connector, ook de specifieke connectoren die enkel bij grafische kaarten gebruikt worden, elk afzonderlijk te behandelen.

## 9.2 Basisbegrippen

Begrip	Omschrijving
OTG	<b>OTG</b> , voluit <b>On the Go</b> is een techniek waarbij een <b>randapparaat</b> , dat <b>normaal</b> de rol van <b>USB randapparaat</b> /opslagmedium nu (ook) de rol van <b>master</b> of <b>host</b> kan vervullen terwijl het ander randapparaat de rol van <b>slave</b> of <b>USB randapparaat</b> vervult. Een voorbeeld is een <b>smartphone</b> . Dat toestel is normaal een <b>slaaf</b> verbinding bij aansluiting op de <b>computer</b> want het stelt zich voor als een <b>opslagtoestel</b> . Verbind je een USB stick met een <b>USB OTG</b> kabel of connector aan je <b>smartphone</b> , dan zal de <b>smartphone</b> de rol van <b>master</b> op zich nemen en de <b>USB stick</b> als <b>opslagmedium</b> gebruiken. Het toestel dat <b>stroom levert</b> start als <b>master</b> . De rollen kunnen nadien omgekeerd worden <sup>1</sup>
hotplugging	<b>hotplugging</b> is een <b>techniek</b> waarbij een <b>randapparaat</b> zoals een USB stick in je toestel kan <b>toevoegen zonder</b> dat het toestel <b>eerst moet uitgeschakeld zijn</b> .
hotswappen	<b>hotswappen</b> is een techniek waarbij je een <b>randapparaat</b> zoals een <b>harde schijf</b> kan verwisselen zonder dat het toestel eerst moet uitslaan. <b>Hotswappen</b> is ruimer dan <b>hotpluggen</b> .

*vervolg op volgende pagina*

<sup>1</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/USB\\_On-The-Go](https://en.wikipedia.org/wiki/USB_On-The-Go), geconsulteerd op 2021-01-25

Begrip	Omschrijving
plug and play	<b>plug and play</b> is een <b>techniek</b> waarbij je een <b>randapparaat</b> of een <b>insteekkaart</b> kan gebruiken <b>zonder</b> zelf bepaalde <b>instellingen</b> (zoals vroeger <b>IRQ</b> moet <b>configureren</b> ). Het is echter wel nodig dat je eerst het computer toestel uitschakeld vooraleer je een insteekkaart toevoegt.
master-slave	De <b>master-slave</b> communicatie is een communicatievorm waarbij een toestel de communicatiestroom beheert.
peer to peer	De <b>peer to peer</b> communicatie is een communicatievorm waarbij elk toestel in de onderlinge communicatie gelijkwaardig is.
legacy	<b>legacy</b> , vertaald als <b>verouderd maar nog in gebruik</b> , is een <b>computerterm</b> die verwijst naar <b>toestellen, onderdelen en kenmerken</b> die <b>verouderd maar nog steeds in gebruik</b> zijn.
kloksignaal	Het <b>kloksignaal</b> is een <b>elektrische impuls</b> met <b>regelmatige tussenpozen</b> verzonden en zorgt zo voor een <b>gelijktijdig</b> versturen van bijvoorbeeld de bits van een byte die samen parallel verstuurd worden.
communicatie	De <b>communicatie</b> is de wijze waarop <b>de gegevens</b> binnen en buiten de computer verstuurd wordt.
parallele communicatie	De <b>parallele communicatie</b> is een vorm van <b>communicatie</b> waarbij alle bits van een byte samen met controlebits en een kloksignaal verzonden worden. Deze communicatievorm wordt nu vooral op het moederbord toegepast, bij de communicatie met het geheugen en in de processor.
seriële communicatie	De <b>seriële communicatie</b> is een <b>communicatie</b> waarbij elke bit van een byte afzonderlijk verstuurd wordt. Bij deze vorm van communicatie zijn er meer dan 8 bits nodig per byte. Er worden extra bits, waaronder startbit en stopbit meegestuurd. Bij oudere computersystemen met een lagere klokfrequentie was deze communicatievorm trager dan parallele communicatie. Bij de hedendaagse computersystemen met de veel hogere klokfrequenties is er enkel nog de <b>seriële communicatie</b> , denk bijvoorbeeld aan de USB en PCIe communicatie.

*vervolg op volgende pagina*

Begrip	Omschrijving
synchrone communicatie	De <b>synchrone communicatie</b> is een <b>communicatievorm</b> waarbij de communicatie <b>gelijktijdig</b> met een <b>kloksignaal</b> verloopt. De communicatie kan zowel binnen de computer als tussen twee computertoestellen zijn.
Asynchrone communicatie	De <b>asynchrone communicatie</b> is een <b>communicatievorm</b> waarbij de <b>communicatie onafhankelijk</b> van een kloksignaal verloopt
Digitale communicatie	De <b>digitale communicatie</b> is een <b>communicatie</b> waarbij de <b>door-gestuurde gegevens</b> slechts voorafbepaalde waarden, zoals '0' of '1', kunnen hebben
Analoge communicatie	De <b>analoge communicatie</b> is een <b>communicatie</b> waarbij de <b>door-gestuurde gegevens</b> alle mogelijke waarden tussen vooraf bepaalde grenswaarden kunnen hebben.
Centronics	<b>Centronics</b> is een fabrikant van printers en is ook de naam van de specifieke connector aan de kant van de printer die via een kabel met de <b>parallele poort</b> van de computer verbonden is
LPT	<b>LPT</b> , voluit <b>Line Printer</b> is de alternatieve benaming van de <b>parallele poort</b> op de computer.
UART	<b>UART</b> , voluit <b>Universal asynchronous receiver transmitter</b> is de chip die zorgt voor de conversie van parallele naar seriële communicatie
null modem kabel	Een <b>null modem kabel</b> is een kabel voor een rechtstreekse verbinding tussen twee computers zonder bijkomende randapparatuur zoals een <b>modem</b> of een <b>switch</b>
pariteitsbit	Een <b>pariteitsbit</b> is een <b>extra bit</b> dat per byte wordt meegestuurd als controle op eventuele transmissiefouten. Vooraf bepaal je de <b>partiteit (even of oneven)</b> en <b>controleer</b> je het aantal 'binaire 1' in de <b>byte</b> . De toegevoegde bit, de pariteitsbit die 0 of 1 kan zijn, zorgt ervoor dat met die pariteitsbit meegerekend, de voorafbepaalde waarde van de partiteit (even of oneven) bekomen wordt.

vervolg op volgende pagina

Begrip	Omschrijving
doorlussen	Het <b>doorlussen</b> , vertaling van <b>daisy chaining</b> is een <b>communicatiiform</b> waarbij op één <b>connector</b> meerdere randapparaten kunnen aangesloten worden die onderling doorverbonden zijn.
hub	Een <b>hub</b> is een <b>computeronderdeel</b> dat de <b>communicatiestroom</b> met een of meerdere andere componenten beheert. Een voorbeeld is de <b>USB Hub</b> dat de communicatiestroom met USB randapparatuur regelt en een ander voorbeeld is de <b>hub</b> als randapparaat waarmee computernetwerken uitgebouwd werden.
FireWire	Een <b>FireWire</b> poort, ook <b>IEEE 1394</b> en <b>iLink</b> geheten, is een <b>seriële verbinding</b> die de opvolger van de <b>SCSI</b> moet zijn. Het is tevens een <b>concurrent</b> van <b>USB</b> . Het is bedoeld voor toepassingen die een <b>groot datadebiet</b> nodig hebben zoals <b>videotoepassingen</b> .
IEEE	<b>IEEE</b> , uitgesproken als <b>I Tripple E</b> , is een <b>wereldwijde organisatie</b> van onder andere ingenieurs en fysici en die onder andere actief bijdragen bij de <b>ontwikkelingen</b> van <b>standaarden</b> in de computerwereld.
Thunderbolt	<b>Thunderbolt</b> is een <b>protocol</b> voor <b>dataoverdracht</b> ontwikkeld door <b>Apple</b> samen met <b>Intel</b> in <b>2011</b> .
VGA	<b>VGA</b> is een <b>standaard</b> voor <b>beeldverwerking</b> bij de beginjaren van PC. De aanwezigheid van een <b>VGA connector</b> op computer of randapparatuur is in de <b>huidige</b> computerwereld een voorbeeld van <b>legacy</b> onderdelen
RAMDAC chip	De <b>RAMDAC</b> chip zorgt voor de <b>conversie</b> van het <b>digitale</b> computersignaal naar het <b>analoge</b> signaal op de <b>VGA</b> connector en omgekeerd.

Tabel 9.2: Overzicht van de basisbegrippen

### 9.3 De verklaring van basisbegrippen

#### 9.3.1 het verschil tussen algemene en specifieke connectoren

De connectoren kan je indelen volgens **algemene** en **specifieke** connectoren. Je vindt het overzicht in tabel 7.1 op pagina III-192.

- de **algemene connectoren** zijn voor meerdere randapparaten bruikbaar. Voorbeelden zijn USB, Thunderbolt.
- de **specifieke connectoren** voor slechts één type randapparaat bruikbaar. Voorbeelden

zijn HDMI, DVI, VGA, DisplayPort, e-SATA.

### 9.3.2 Het verschil tussen een poort en een connector

Je maakt een onderscheid tussen de begrippen **poort** en **connector**.

- De **connector** is het **hardwarebegrip** dat je kan **aanraken**. Als voorbeelden heb je USB, DB9 voor seriële communicatie, DB25 voor parallelle communicatie. Een **mannelijke** connector heeft **pinnen**, een **vrouwelijke** connector heeft **gaatjes**.
- Een **poort**, in het Engels **port**, is een **logisch** begrip waarlangs de communicatie tussen computer en randapparaat verloopt. Je hebt verschillende invalshoeken:
  - Een **computerprogramma** gebruikt **I/O poorten** om de **wisselwerking** met **andere programma's** en/of het **besturingssysteem**.
  - Een **Intelprocessor** heeft <sup>2<sup>16</sup></sup> **poorten** voor de communicatie met de **hardware**. <sup>2</sup>.
  - In de **netwerkomgeving** ken je **poorten** als **communicatiemiddel** tussen client en server. Een serverprogramma, zoals een **webserver**, gebruikt poorten om de inkomende communicatie op te vangen. Bij een webserver is poort **80** voorbestemd voor het gewone netwerkverkeer en poort 443 voor versleuteld https verkeer. De client, bv de webbrowser, gebruikt andere poortnummers. Dit onderdeel komt later in de module **netwerken** verder aan bod.

### 9.3.3 Wat moet je kennen of kunnen?

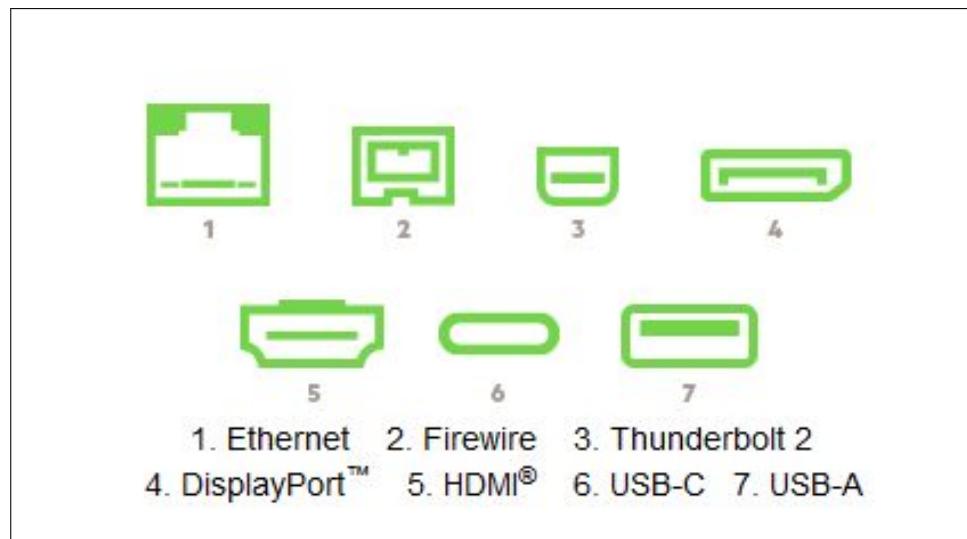
Voor dit onderdeel vind je hieronder twee typevragen.

- ? Noteer het verschil tussen een connector en een poort.
- ? Verklaar de volgende begrippen: poort, connector

In de rest van dit cursusdeel vind je uitleg over de meest gebruikte connectoren. Je leert in dit en de volgende hoofdstukken de antwoorden op de volgende twee basisvragen :

- *Herken je de connector, zonder gebruik te maken van het onderschrift?*
- *Ken je ook de voornaamste eigenschappen en/of toepassingen van die connector?*

<sup>2</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Poort\\_\(computer\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Poort_(computer))

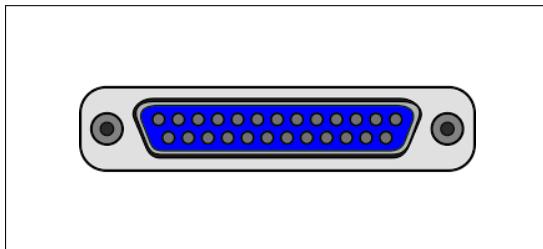


Figuur 9.1: Overzicht van een aantal connectoren

## 9.4 De parallele poort

De **parallele poort** is een verouderde communicatievorm die parallel verliep (byte per byte) en vooral gebruikt werd voor de aansluiting van een **printer**. De afkorting **LPT**, voluit **line printer** verwijst hiernaar.

De kabel voor de aansluiting wordt een **Centronics** kabel genoemd naar de naam van de fabrikant van printers die de specifieke connector aan de kant van de printer, ontwierp. De connector telt 25 contactpunten.



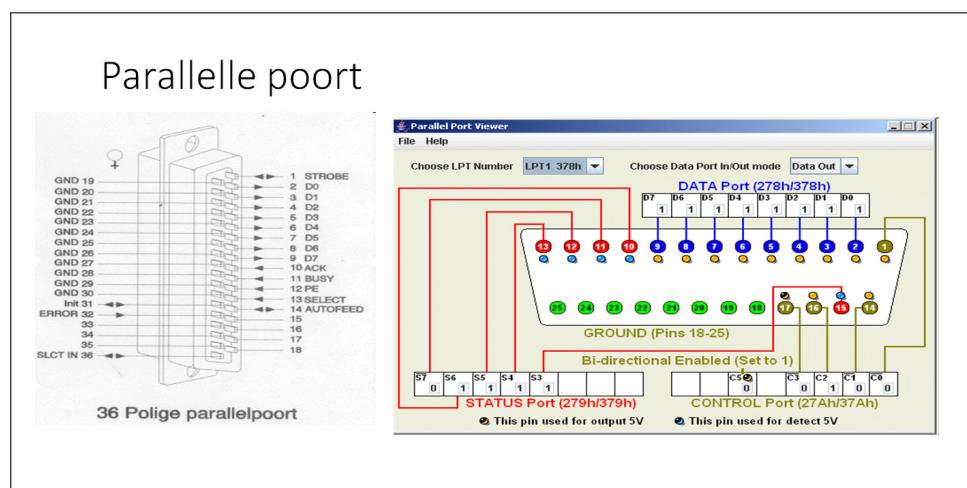
Figuur 9.2: De parallelle poort



Figuur 9.3: De Centronics poort

De snelheid was 0.92 Mbps (afgerond 1 Mbps).

Ter volledigheid en zonder dat het leerstof is, vind je in de figuur hieronder de betekenis van de verschillende contactpinnen.



Figuur 9.4: De betekenis van de contactpinnen

- ? Bespreek de parallele poort
- ? Bespreek volgende begrippen: parallele poort, LPT, Centronics
- ? Noteer de theoretische datadebit snelheid van een parallele poort.

## 9.5 De seriële poort

De **seriële poort** is een poort voor **seriële communicatie**, dit een communicatie die **bit per bit** verloopt.

Omdat je computer de gegevens intern **parallel** verwerkt, heb je een **chip** nodig, **UART (universal asynchronous receiver transmitter)**, die de omzetting tussen serieel en parallel uitvoert. Deze chip voert volgende deeltaken uit:

- elke **byte** uit de databus **omvormt naar 8 opeenvolgende bits**
- een **start-** en **stopbit** toevoegt
- een **pariteitsbit** toevoegt voor de controle op **foutvrije** transmissie.

Uit deze omschrijving leer je al dat er **meer dan 8 bits** nodig zijn voor het transport van **één byte**.

Op de onderstaande figuur 9.5 zie je beide versies van seriële **connector**, zowel de variant met **9** als die met **25** pinnen.:



Figuur 9.5: De seriële poort (DB9)



Figuur 9.6: De seriële poort (DB25)

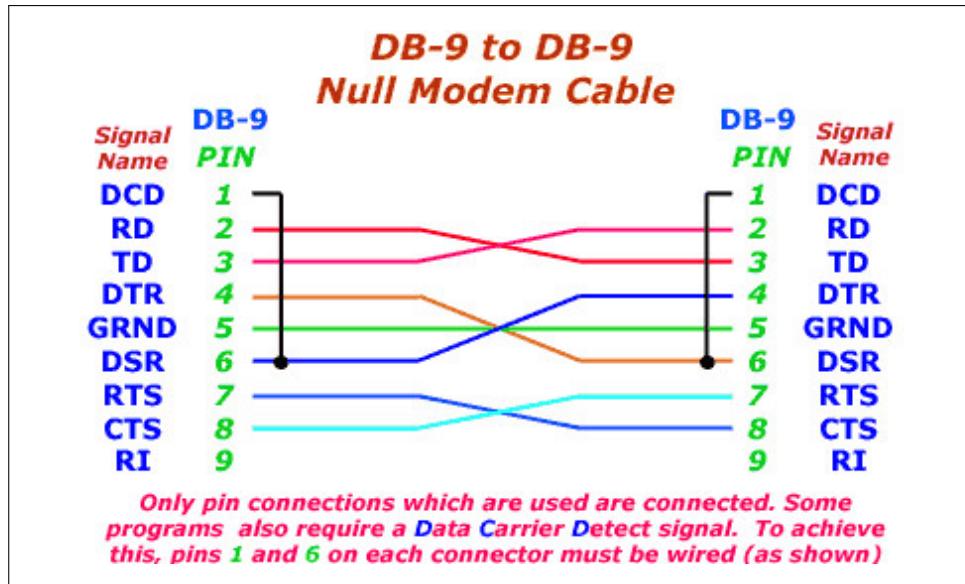
Op de computer had je een stekker (figuur 9.5) met 9 pinnen. Dit werd ook **DB 9** genoemd. Op oudere computers had je een variant met 25 pinnen (figuur 9.6) ook **DB 25** genoemd. Op hedendaagse computers heb je geen seriële poort meer. De **USB** poort heeft die vervangen.

De standaard voor de seriële communicatie is RS232,<sup>3</sup>

Deze communicatieve vorm is verouderd en vervangen door USB. De datadoorvoersnelheid was grootte-orde **460 kbps**.

In voorkomend geval kan je kan je twee computers rechtstreeks met elkaar verbinden via de seriële poort en een speciale kabel, zoals je ziet op de onderstaande figuur 9.7.

<sup>3</sup>Deze standaard is nu beter gekend als ANSI/EIA/TIA-232-F, volgens <https://nl.wikipedia.org/wiki/RS-232>.

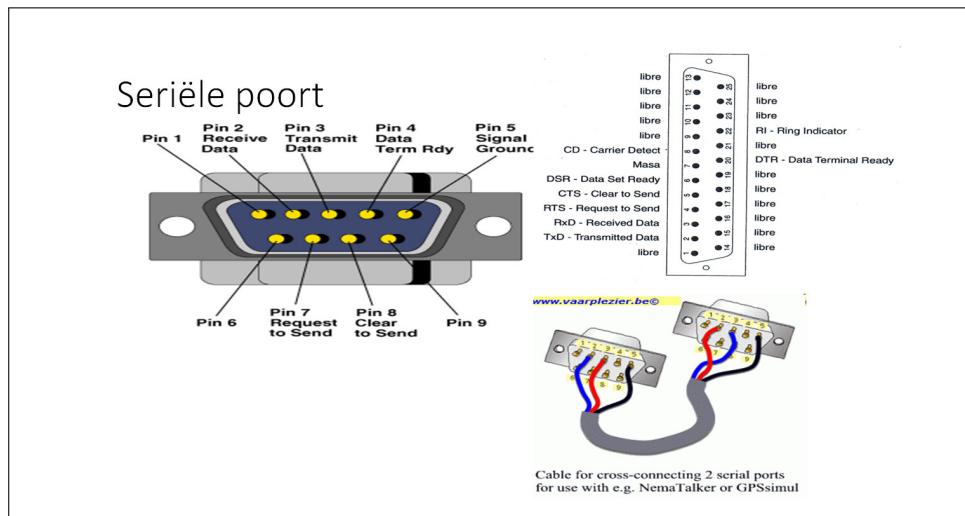


Figuur 9.7: De directe kabelverbinding tussen twee computers

a

<sup>a</sup><http://www.firewall.cx/networking-topics/cabling-utp-fibre/121-network-serial-cable.html>

De betekenis van de verschillende signalen, als ook een voorstelling van de connectorkabel tussen twee pc's, vind je op figuur 9.8 hieronder.



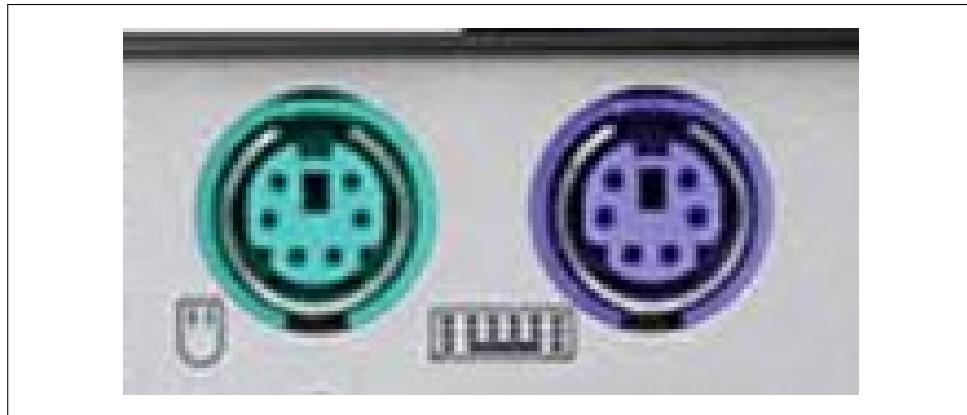
Figuur 9.8: De betekenis van de pinnen bij seriële communicatie

Zoals ook bij **parallele poort** vermeld staat, volstaat het dat je de figuur kan bespreken en verklaren. Hoe je die kabel moet maken en de betekenis van elk van de pinnen, moet je niet kennen. Het volstaat om ze *open boek* te kunnen verklaren.

- ? Bespreek volgende begrippen: seriële poort, RS232
- ? Noteer de theoretische datadebit snelheid van een seriële poort.

## 9.6 PS/2 connector

De **PS/2 connector** is een **verouderde** aansluiting voor een **seriële** communicatie met het **toetsenbord** (paars of oranje gekleurd) en de **muis** (groen gekleurd).



Figuur 9.9: De PS/2 poort

Deze connector is nu **vervangen** door een **USB aansluiting** voor toetsenbord en muis. Je kan bij uitzondering nog zo'n stekker vinden. Op iets oudere laptops is er soms **één** **PS/2** stekker met **beide** kleuren, waar je zowel een muis als een toetsenbord op kan aansluiten. Er bestaan verloopstekkers voor USB naar PS/2 en omgekeerd.

- ? Noteer voor welk randapparaat /randapparaten de PS/2 poort bedoeld was.
- ? Noteer het type van communicatie met de PS/2 poort. *tip: serieel of parallel*

## 9.7 USB poort

### 9.7.1 Het gebruik van de USB poort

De **USB poort** is huidige standaard manier om een willekeurig randapparaat aan te sluiten. Het is **plug and play** en meestal ook **hot plugging** (ook soms *hot swappable* genoemd.) Er zijn verschillende standaarden, elk met zijn eigen maximaal datadebiet.

USB werkt via een **Master-Slave** verbinding waarbij de master (connector A) een stroom van 500 tot 900 milliampère bij een spanning van 5V kan leveren aan de host. Bij de recentere versies kan je zelfs **2000 mA** leveren. Zo bekom je vermogens van 2,5 tot 4,5W. Dit is een minimumgrens en men verhoogt de leverbare stroomsterkte zodat uiteindelijk zelfs vermogens van 100 W mogelijk zijn.<sup>4</sup>

Je kan maximaal **7** verschillende USB apparaten achter elkaar doorlussen. In totaal kan je 127 verschillende USB toestellen op een computer aansluiten. Hiervoor gebruikt de computer een **hubstructuur**.

### 9.7.2 De verschillende versies van USB

Op de onderstaande figuur zie je een tabel met de verschillende versies van USB en hun kenmerken.

Versie	Snelheid	Naam	Andere naam	Jaar van uitkomst	Kleur	Stroom
USB 1.0	1,5 Mbit/s	LowSpeed		1996	Wit	500 mA
USB 1.1	12 Mbit/s	FullSpeed	Universal	1998	Wit	500 mA
USB 2.0	480 Mbit/s	HighSpeed	Enhanced	2000	Zwart	500 mA
USB 3.0	4,8 Gbit/s	SuperSpeed	USB 3.1 Gen 1	2008	Zwart (SS) of blauw of geel of groen	900 mA
USB 3.1	10 Gbit/s	SuperSpeed+	USB 3.1 Gen 2	2013	Niet vastgesteld (kan variëren per fabrikant) <sup>[1]</sup>	2000 mA
USB 3.2 <sup>[2]</sup>	16 Gbit/s <sup>[3]</sup>			2017		2000 mA

Figuur 9.10: Het overzicht van de USB kenmerken

a

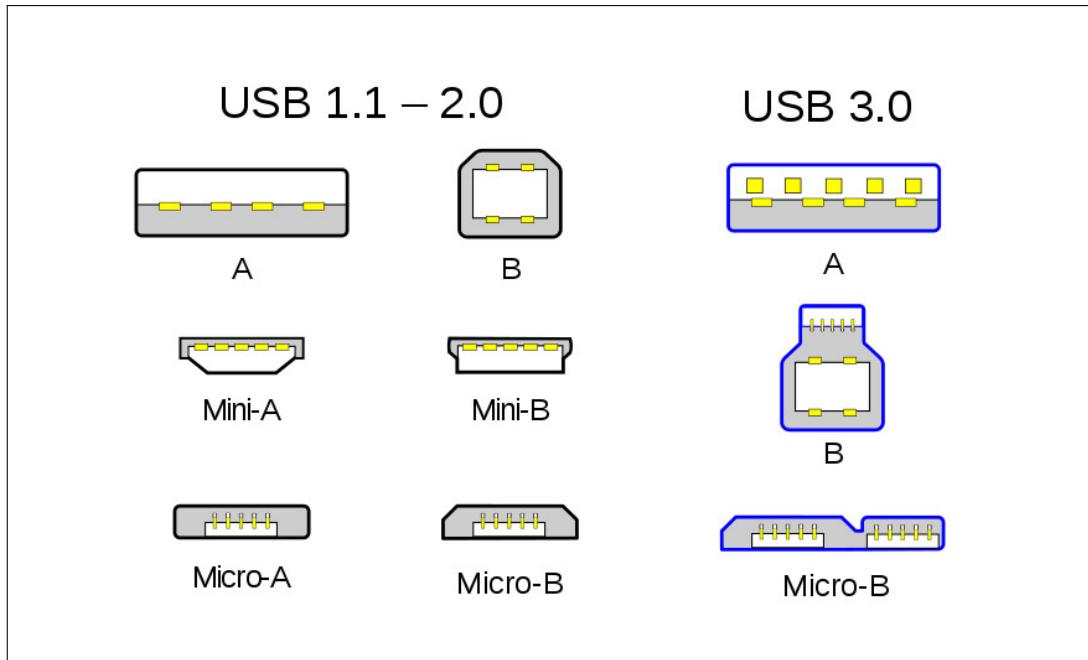
<sup>a</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Universal\\_serial\\_bus](https://nl.wikipedia.org/wiki/Universal_serial_bus), geconsulteerd op 2021-01-25

Op de figuur 9.11 vind je een duidelijk overzicht van de verschillende connectoren. De **contactpinnen** zijn in het **geel** aangeduid. De verschillende elektrische signalen zijn op de figuur 9.12 verderop aangeduid.

De **connectoren** met de letter **A** zijn verbonden met de computer. De **connectoren** met de letter **B** zijn verbonden met het randapparaat, zoals een printer, externe harde schijf, smartphone,...

Het **onderscheid** tussen **connectors** heeft zijn **betekenis** bij de **levering van stroom**: de connectoren van type **A leveren stroom**; de connectoren van type **B** zijn toestellen die **stroom** kunnen **vragen**, maar niet altijd nodig hebben. Bepaalde externe harde schijven (opgebouwd uit 3.5 inch) hebben een afzonderlijke stroombron nodig; de andere (2.5 inch) krijgen hun voeding via de USB poort.

<sup>4</sup><https://tweakers.net/nieuws/83227/stroomspecificatie-usb-20-en-30-aangekondigd.html>

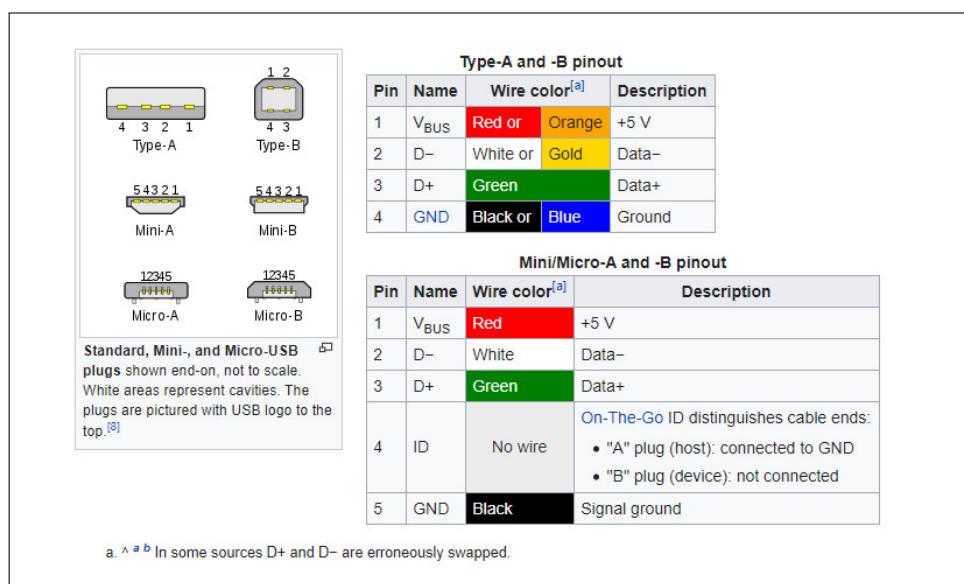


Figuur 9.11: USB connectoren

a

<sup>a</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/File:USB\\_2.0\\_and\\_3.0\\_connectors.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:USB_2.0_and_3.0_connectors.svg), geconsulteerd op 2021-01-25

Op de figuur 9.12 hieronder, zie je de verschillende connectoren (zoals ook op figuur 9.15) met de betekenis van de **bedrading**.



Figuur 9.12: De verschillende connectoren en elektrische kenmerken

a

<sup>a</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/USB\\_hardware](https://en.wikipedia.org/wiki/USB_hardware), geconsulteerd op 2021-01-25

Merk op dat bij de **mini- en micro-connectoren** er een vijfde signaal is waarmee de **On the Go** (afgekort **OTG**) bepaald wordt. Het is evident dat je de betekenis van de verschillende **signalen** en kleurbetekenissen **niet** moet van buiten leren, het volstaat om een blanco tekening

te kunnen toelichten.

### 9.7.3 Onderhoud van de USB connector

De **levensduur** van de connector is afhankelijk van de versie. **Standaard** moet je minstens 1500 keer de connector in en uit kunnen steken. De huidige standaard zou zelfs 10.000 keer in en uit aankunnen. Dit is bijvoorbeeld van belang voor je Smartphone die je gemiddeld dagelijks oplaat.

De levensduur zal echter door andere onderdelen bepaald worden, al kan er zeker **vuil** zoals papiersnippers in de USB connector komen en zo hem onbruikbaar maken.

 probeer met een scherp voorwerp zoals een nagel of een naald vuil uit de USB connector te halen, als de connector een slecht contact heeft. De vervanging van USB connector of het volledig moederbord is soms echter wel nodig.

### 9.7.4 Wat als een USB toestel niet meer werkt

#### 9.7.4.1 Controle van de connector

Het kan voorkomen dat een bepaalde **USB poort** niet meer werkt. Dit kan bijvoorbeeld aan de voorkant van de computer. Een mogelijke oplossing is het **inschakelen van de legacy instellingen** via de **BIOS**. Dit komt in volgende module aan bod.<sup>5</sup>

Specifiek voor de **voorkant** kan ook een slechte kabelverbinding tussen het moederbord (USB connector) en de connector in de computer case.

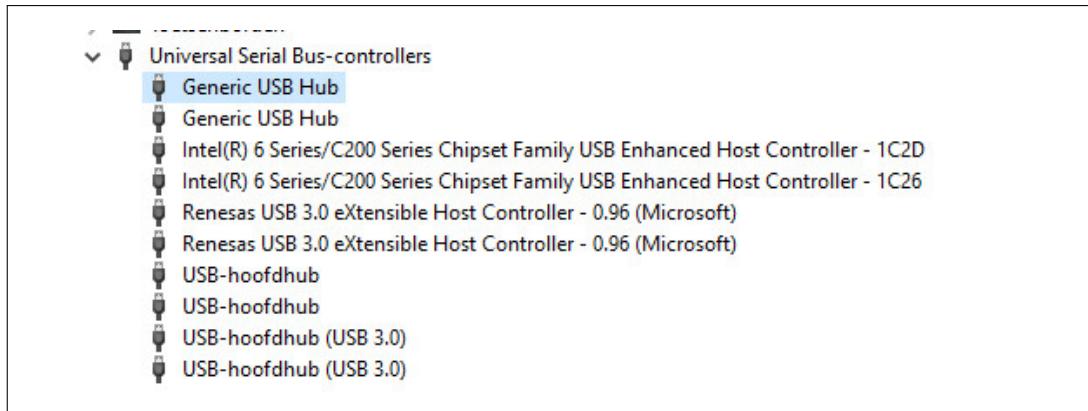
Een derde mogelijkheid is het **blokkeren van USB** via **BIOS instellingen**. Bedrijven doen dit soms om te vermijden dat medewerkers computergegevens zonder toestemming kopiëren en/of eigen software naar het bedrijf meebrengen.

#### 9.7.4.2 Controle via Apparaatbeheer

Op de onderstaande figuur 9.13 zie je de details van de **USB controllers** in **Apparaatbeheer**.

Je merkt op dat er meerdere **USB Hoofdhub's**, samen met **generic USB Hub**. Je ziet op die figuur ook vermeldingen van de chipset en de **USB host controller**. De situatie op je eigen computer kan verschillend zijn, zowel qua aantal als qua benaming, maar je zal toch een analoge structuur vinden.

<sup>5</sup><https://www.windows-helpdesk.nl/usb-poorten-werken-niet/>, geconsulteerd op 2021-01-25



Figuur 9.13: De USB controllers in Apparaatbeheer

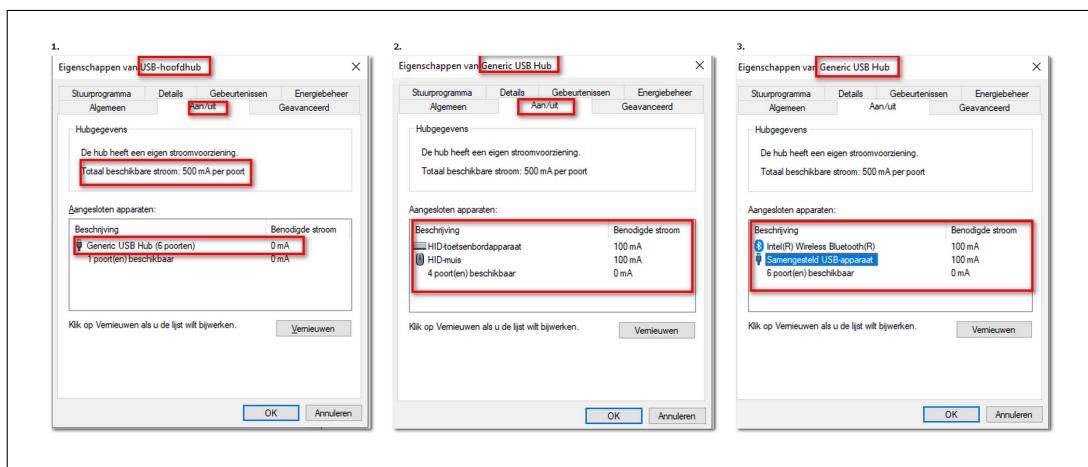
**Opdracht 28**

Ga op je eigen computer na hoe het overzicht van de **USB Controllers** eruit ziet  
Ga naar de **eigenschappen** van de verschillende **hubs** en zoek het tabblad **Aan/Uit**.

*Opdracht 28: De USB controller in Apparaatbeheer*

Op de onderstaande figuur 9.14 zie je de kenmerken van 3 verschillende hubs. De **linker hub** is een **root hub**. Het is de **USB controller** op je moederbord en heeft een **generieke hub** als **verbonden toestel**.<sup>6</sup>

Het middelste en rechter deel van de figuur 9.14 zijn **generieke hubs** met elk verschillende randapparaten. De **middelste hub** beheert de communicatie met de **muis** en het **toetsenbord**. De **rechter hub** beheert de communicatie met een extra **PCIe netwerkkaartje met WiFi en Bluetooth**. Het **samengesteld toestel** is een **toestel** met **meerdere interfaces**, hier een **hoofdtelefoon** met **micro**, verbonden met een USB poort aan de **voorkant** van de pc.

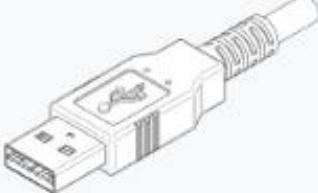
Figuur 9.14: De eigenschappen van de **USB Hubs**

<sup>6</sup><https://www.youtube.com/watch?v=0k8dmhFmyAg>, geconsulteerd op 2021-01-27

<sup>7</sup><https://support.alarisworld.com/en-us/-/media/8e5231a6e50e4318ab1885b19ee4869e.ashx>, geconsul-



### 9.7.5 De verschillende USB connectoren

	USB 1.x en USB 2.x	USB 3.x
A-stekker computerzijde		
B-stekker printer externe harde schijf RS232-adapter		
mini-B-stekker scanner muis <sup>[8]</sup> GPS-ontvanger e-dentifier		
micro-B-stekker powerbank videokaart e-reader		
C-stekker		

Figuur 9.15: Overzicht van de verschillende USB connectoren

a

<sup>8</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Universal\\_serial\\_bus](https://nl.wikipedia.org/wiki/Universal_serial_bus)

**9.7.6 Wat moet je weten en/of kunnen?**

- ? Verklaar de volgende begrippen: hot plugging, hot swappable, plug and play, bus powered, self powered
- ? Benoem een connector aan de hand van een foto of demo-exemplaar. *Tip: de mogelijkheden zijn USB A, USB B, USB C, mini USB, micro USB, micro B connector*
- ? Benoem de verschillen tussen een USB A connector (1. en 2.) in vergelijking met een USB A connector (3.1) en een USB C connector

## 9.8 FireWire poort

### 9.8.1 Wat is FireWire?

Een **FireWire** poort, ook **IEEE 1394** en **iLink** geheten, is een **seriële verbinding** die de opvolger van de **SCSI** moet zijn. Het is tevens een **concurrent** van **USB**. Het is bedoeld voor toepassingen die een **groot datadebiet** nodig hebben zoals **videotoepassingen**.

Firewire is ook een **plug and play** technologie en meestal ook **hot plugging**.

Firewire werkt **niet** via een **master-slave** systeem maar is een **peer to peer** aansluiting van **gelijkaardige** randapparatuur. Elk apparaat heeft een eigen **controller** voor het **beheer** van de **communicatie**.

Ook hier kan je meerdere toestellen aansluiten die je **doorlust**, vertaald als **daisy chaining**. Elke randapparaat en de computer hebben elk een **eigen controller** om de communicatie te beheren.

FireWire levert ook een **spanning** naar de **randapparatuur**. Het vermogen is van de grootteorde 7 tot 8 Watt met een stroomsterkte van en een spanning die niet gestandaardiseerd is. Je treft bij Apple laptops 9 V aan, de spanning van de batterij. Normaal is de geleverde spanning tussen de 24 en 30 V met meest klassieke waarde 25 V.<sup>8</sup>

### 9.8.2 De geschiedenis van FireWire

Het is **ontstaan** uit een **samenwerking** van diverse bedrijven, waaronder **Apple**, **IBM** en **Sony**, die op zoek waren naar een **snelle seriële** bus verbinding die als nieuwe **standaard** zou gelden om bestaande **interne bussen** alsook de **SCSI** te vervangen.

**Apple** lag aan de **basis** van de **ontwikkeling** en had uiteindelijk ook de **eigendomstitel** zodat het een **licentiekost** kon vragen aan de andere **computerfabrikanten** om het te gebruiken. **Initieel** was de licentiekost een **vast bedrag per bedrijf**, later werd het een kostprijs van **1 USD** per **connector** op **elke computer** of ander **randapparaat**. Dit bedrag was voor bijvoorbeeld **Intel** te duur die besloot om de toen al bestaande **USB poort** verder te ontwikkelen tot de huidige standaard. De **doorbraak** en verdere **ontwikkeling** van FireWire is sindsdien **gestopt**.<sup>9</sup> <sup>10</sup> <sup>11</sup>

De **schrijfwijze** was initieel met **hoofdletter W** zoals in deze tekst. Pas nadien is de schrijfwijze met enkel een hoofdletter **F** in het begin meer gebruikelijk.

<sup>8</sup>[http://pinouts.ru/Slots/ieee1394\\_pinout.shtml](http://pinouts.ru/Slots/ieee1394_pinout.shtml)

<sup>9</sup>Deze situatie is vergelijkbaar met RAMBUS geheugen: een vernieuwing: de dual data rate techniek is voor het eerst door die firma bedacht en gepatenteerd. De licentiekost om het te mogen gebruiken was te groot zodat het niet kon doorbreken maar verdrongen werd door het DDR geheugen zoals we het nu kennen.

<sup>10</sup><https://arstechnica.com/gadgets/2017/06/the-rise-and-fall-of-firewire-the-standard-everyone-couldnt-quite-agree-on/> geconsulteerd op 2021-01-25

<sup>11</sup><https://9to5mac.com/2013/09/30/opinion-is-thunderbolt-doomed-to-be-the-new-firewire/>, geconsulteerd op 2021-01-25

Er zijn twee versies van FireWire: <sup>12</sup>

- **FireWire 400** met een datadebiet van **3 Gbps** en twisted pair koperbedrading
- **FireWire 800** met een datadebiet van **6 Gbps** en **9 polige connector**

Je merkt dat **Firewire** sneller is dan de **USB 2.x** versies maar trager dan **USB 3.0** en verder. Er is geen verdere ontwikkeling van FireWire door de populariteit van **USB** en de **ontwikkeling** van **Thunderbold**, op zijn beurt een combinatie van **DisplayPort** en **PCle bus** (zie verder). Er bestaan **adapters** om **FireWire toestellen** op een **Thunderbold connector** aan te sluiten.

### 9.8.3 De voor- en nadelen van FireWire

De **voordelen** van FireWire zijn <sup>13</sup>

- je kan de randapparaten **doorlussen** (*daisy chaining*)
- tot **63 randapparaten** zijn mogelijk op één FireWireconnector op je computer
- de communicatie is **full duplex**
- de **belasting** van de **cpu** is minder groot dan bij USB

De **nadelen** van FireWire zijn

- dure **implementatie** door de **controllerchips** zowel in computer als in het randapparaat
- de **licentievergoeding** die Apple vroeg voor het gebruik
- de **kabels** voor FireWire 400 en FireWire 800 zijn **niet compatibel**. Bij USB zijn de kabels tussen de verschillende versies wel compatibel

### 9.8.4 De vorm van de connectoren

De figuren hieronder tonen de verschillende FireWire-connectoren <sup>14</sup>. Om betere leesbaarheid zijn de connectoren **gegroepeerd** volgens **type** van FireWire.

<sup>12</sup><https://www.online-tech-tips.com/computer-tips/usb-2-0-vs-usb-3-0-vs-esata-vs-thunderbolt-vs-firewire-vs-ethernet/>, geconsulteerd op 2021-01-25

<sup>13</sup><https://arstechnica.com/gadgets/2017/06/the-rise-and-fall-of-firewire-the-standard-everyone-couldnt-quite-agree-on/>, geconsulteerd op 2021-01-25

<sup>14</sup><http://www.kabelblog.nl/verschillen-firewire/>, geconsulteerd op 2020/03/01

#### 9.8.4.1 Voor FireWire 400

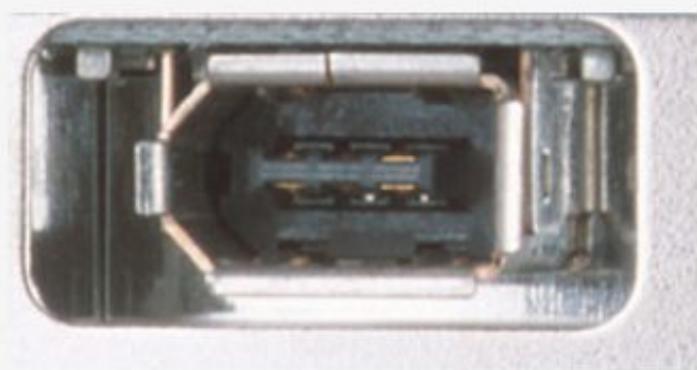
Er zijn twee **connectoren** en dus **kabels** voor FireWire 400.

De versie met **4 pinnen**, hieronder op figuur 9.16 zichtbaar, vind je op **randapparaten** maar ook op **laptops** en soms ook op **desktop computers**. In tegenstelling tot de **6 pins versie** kan er bij **4 pins connector** geen stroom geleverd worden.



Figuur 9.16: 4 pins Firewire 400

De versie met **6 pinnen**, zoals op de onderstaande figuur 9.17 vind je op computers. De twee **extra pinnen** laten toe om aangesloten **toestellen** van **stroom** te voorzien.

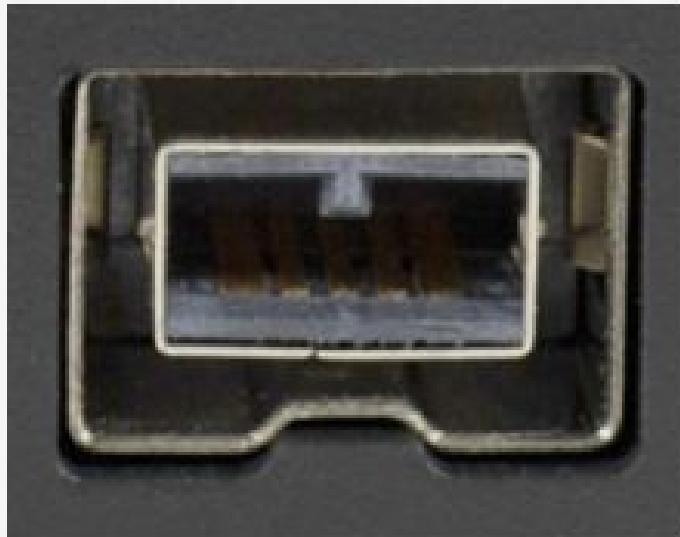


Figuur 9.17: 6 pins firewire 400

In de handel vind je **kabels** om een **vier pins connector** op een randapparaat met een **6 pins connector** op je computer te **verbinden**.

### 9.8.4.2 Voor FireWire 800

De **connector** voor **FireWire 800** bestaat alleen in een **9 pins** versie, zoals je op de onderstaande figuur 9.18 ziet. Ook deze kabel, zoals de **6 pins versie** op figuur 9.17 hierboven, kan je **stroom leveren** aan de aangesloten **randapparaten**.



Figuur 9.18: 9 pins FireWire 800

### 9.8.5 Wat moet je weten en/of inzien?

- ? Noteer de kenmerken van een communicatie via FireWire poort
- ? benoem een connector aan de hand van een foto of demo-exemplaar. *Tip: de mogelijkheden zijn 6 pins A connector (Type 1), 4 pins A connector (Type 2), 9 pins B connector*
- ? Vergelijk de USB met de FireWire poort. Je noteert wat ze allebei gemeenschappelijk hebben, wat de voordelen van USB zijn en wat de voordelen van FireWire zijn.

## 9.9 eSATA poort

### 9.9.1 Wat is eSATA?

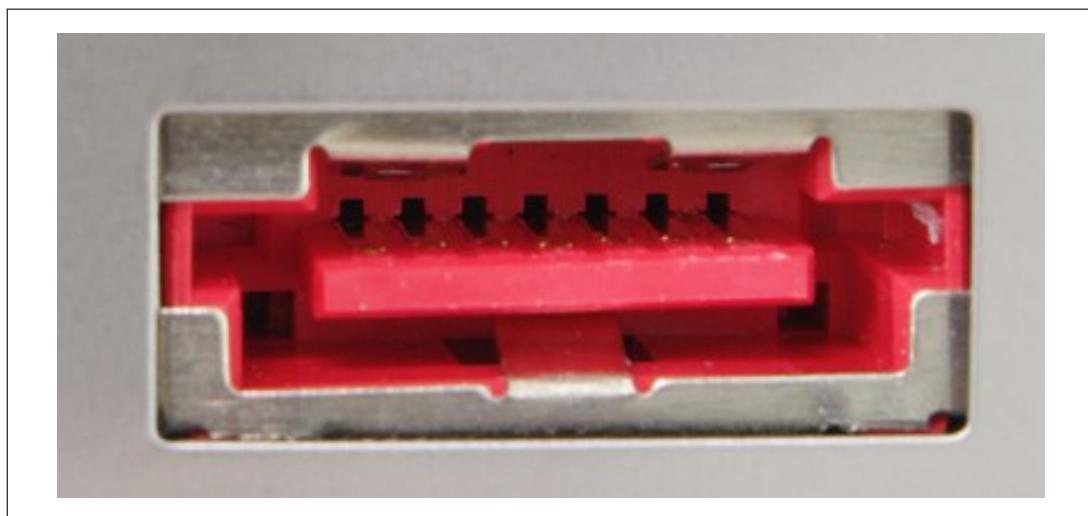
De **eSATA** poort is een connector voor **externe harde schijven** en externe **optische stations**.

De ontwikkeling van **eSATA**, circa 2004, gebeurde in dezelfde periode als **USB 2.0** en **FireWire** als een antwoord op de vraag naar **hogere datadebieten**. Het kon tot **vier keer meer** dan de toenmalige **USB 2.0** en **FireWire 400**.

Deze connector zal je op **hedendaagse** pc's amper tot **niet meer** aantreffen.

### 9.9.2 De eSATA connector

Op de onderstaande figuur 9.19 zie je de gewone **eSATA** connector. Je merkt op dat hij **verschillend** is van de **interne SATA** connector en ook **andere kabels** nodig heeft om elke verwarring uit te schakelen.



Figuur 9.19: De eSATA connector

a

<sup>a</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Connector\\_esata\\_IMGP6050\\_wp.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Connector_esata_IMGP6050_wp.jpg), geconsulteerd op 2021-01-26

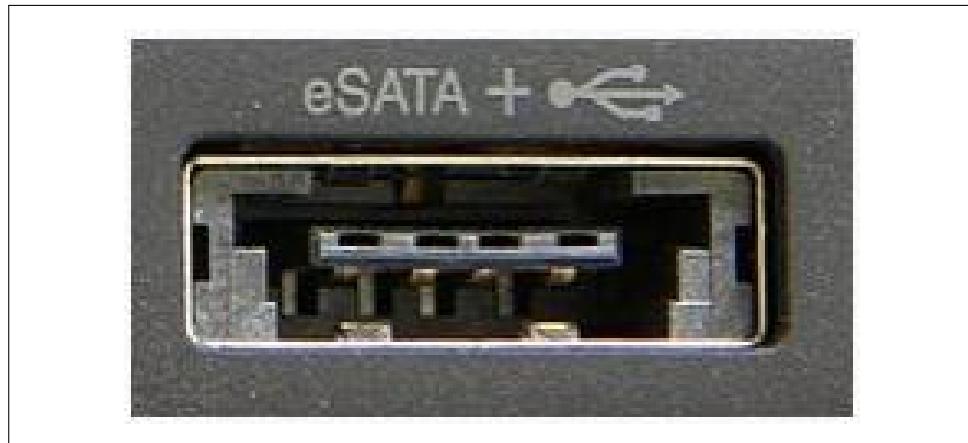
### 9.9.3 De eSATAp connector

Op de onderstaande figuur 9.20 vind je een variant: de **eSATAp** connector. Deze connector is een combinatie van zowel een **USB** connector en een **eSATA** connector. Niet alleen kan je deze connector voor beide systemen gebruiken, je hebt ook de mogelijkheid om **stroom** aan het randapparaat via deze connector te leveren.

De geleverde **spanning** was altijd **5 V**, wat normaal is bij een **USB** poort. Je trof deze versie bij **laptops aan**. Deze spanning is genoeg voor de aandrijving van een **2.5 inch externe harde schijf**.

Bij **desktopcomputers** waren gelijkaardige connectoren die een **bijkomende spanning** van

**12 V** konden leveren. Voor de aandrijving van bijvoorbeeld **3.5 inch** harde schijven was deze hogere spanning **nodig**.<sup>15</sup>



Figuur 9.20: e-SATA connector

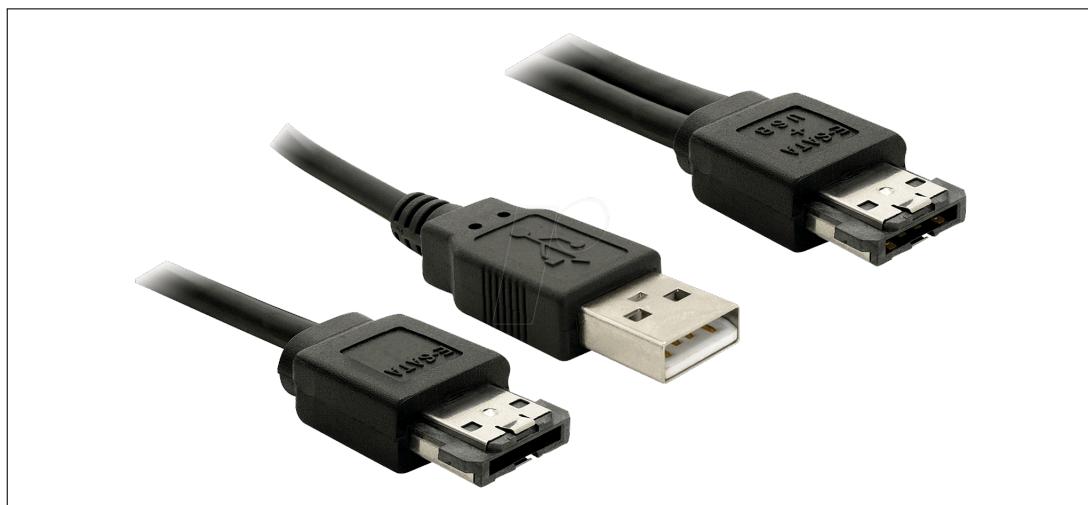
a

---

<sup>a</sup><https://en.wikipedia.org/wiki/ESATAp>

#### 9.9.4 De kabels

Op de figuur 9.21 zie je drie kabels.



Figuur 9.21: e-SATA connector

a

---

<sup>a</sup><https://www.reichelt.com/de/en/power-over-esata-y-cable-usb-esata-1-m-delock-84387-p85413.html>

De **linker** kabel is de gewone **eSATA** kabel. In het **midden** zie je een gekende **USB** kabel. Aan de **rechterkant** zie je **eSATAp** kabel.

#### 9.9.5 Wat moet je weten en/of kunnen

- ? Bespreek de e-SATA poort

---

<sup>15</sup><https://en.wikipedia.org/wiki/ESATAp>, geconsulteerd op 2021-01-26

## 9.10 Thunderbolt

### 9.10.1 Wat is Thunderbolt?

**Thunderbolt** is een **protocol** voor **dataoverdracht** ontwikkeld door **Apple** samen met **Intel** in **2011**. Zoals verderop te lezen, heeft de huidige versie van **Thunderbolt** een **USB-C connector**. Je moet bij aankoop van een kabel nagaan of die kabel ook voor **Thunderbolt** geschikt is, want niet elke USB-C kabel ondersteunt **Thunderbolt**.<sup>16</sup> <sup>17</sup>

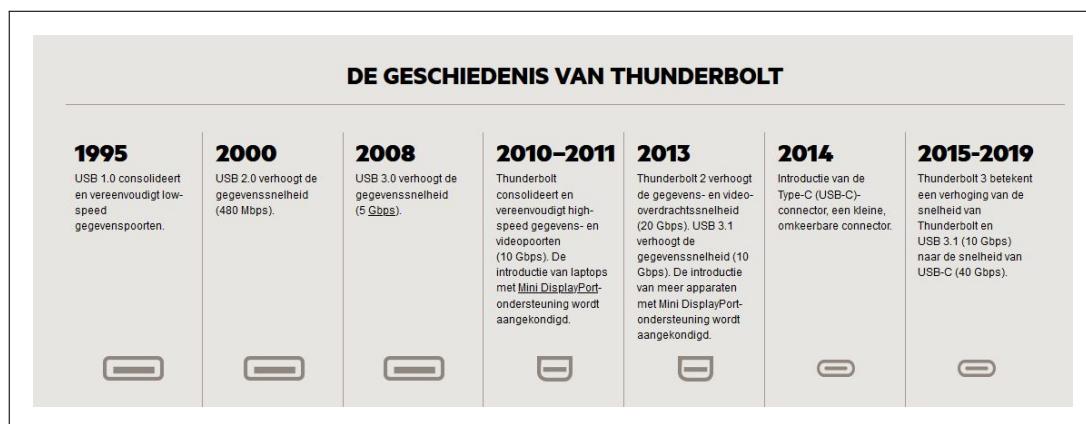
De ontwikkeling van **Thunderbolt** had tot **doel** om de **bestaande bussen** zoals **SCSI**, **SATA**, **USB**, **FireWire** en **PCI e** te vervangen, zowel voor dataverkeer als voor geluid- en videosignalen.

De standaard is een combinatie van **PCI Express** en **DisplayPort** en levert ook **gelijkspanning** af.<sup>18</sup>

Er waren drie versies, met volgende connectoren:

- Thunderbolt versie 1 en 2: zoals mini DisplayPort
- Thunderbolt versie 3: zoals USB-C

Hieronder in figuur 9.22 vind je een overzicht van de verschillende standaarden. Aan de linkerkant zie je dat je start met USB poorten. Nadien, vanaf 2010-2011 komt de eerste versie van Thunderbolt beschikbaar.



Figuur 9.22: De evolutie van Thunderbolt connector

a

<sup>a</sup><https://www.belkin.com/nl/resource-center/thunderbolt/>

Deze figuur 9.22 merkt je ook de **evolutie** van de **datadebieten**. De huidige versie van **Thunderbolt** zou een **datatransfersnelheid** tot **40 Gbps** mogelijk maken.

<sup>16</sup>Thunderbolt 3 is een protocol voor dataoverdracht; USB-C is de benaming voor de connector van de kabel en het apparaat. Een Thunderbolt 3-kabel of apparaat heeft wel altijd minimaal één USB-C connector, maar een USB-C kabel of apparaat ondersteunt lang niet altijd ook het Thunderbolt 3-protocol. Het hangt er maar net vanaf welke protocollen door de USB-C kabel en het USB-C apparaat ondersteund worden. Dit kan bijvoorbeeld alleen USB zijn, maar ook tegelijkertijd DisplayPort (displays aansluiten) en/of het USB Power Delivery protocol (snelladen).

<sup>17</sup><https://www.amac.nl/service-diensten/usb-c-en-thunderbolt-3-uitgelegd>, geconsulteerd op 2021-01-25

<sup>18</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Thunderbolt\\_\(interface\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Thunderbolt_(interface)), geconsulteerd op 2020/03/01

Je kan ook **tot 7 randapparaten** aansluiten op **één Thunderbolt poort**. Deze techniek heet **daisychaining**, vertaald als **doorlusSEN**. Meerdere toestellen zijn dan achtereenvolgens geschakeld zonder telkens rechtstreeks met de computer verbonden te worden. **Daisychaining** kan je toepassen bij USB, FireWire, Thunderbolt en ook bij Ethernet kabels.

Buspowered toestellen krijgen stroom met een spanning van 10 V.

Ahankelijk van de versie van Thunderbolt, is deze op het moederbord verbonden met 4, 8 of 16 PCIe lanes.

### 9.10.2 De voordelen van Thunderbolt

De voordelen van Thunderbolt zijn samengevat: <sup>19</sup>

- Thunderbolt ondersteunt **meer protocollen**, waaronder DisplayPort, USB en PCIe
- Thunderbolt ondersteunt **datadebieten** tot **40 Gbps**
- Thunderbolt ondersteunt tot **7 toestellen** op één connector.
- Thunderbolt biedt de mogelijkheid tot het aansluiten van **twee 4K beeldschermen**
- Thunderbolt levert tot 80 W vermogen voor de aangesloten toestellen.

---

<sup>19</sup><https://www.belkin.com/nl/resource-center/thunderbolt/>, geconsulteerd op 2021-01-25

### 9.10.3 De Thunderbolt connector

Op de onderstaande figuren 9.23 links zie je de Thunderbolt connector van de eerste en tweede generatie, die de vorm van een **DisplayPort** had. De figuur 9.24 hieronder rechts is de **Thunderbolt 3** connector en heeft de vorm van een **USB-C** connector.



Figuur 9.23: De Thunderboltconnector - versie DisplayPort

a

<sup>a</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Thunderbolt\\_Connector.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Thunderbolt_Connector.jpg), geconsulteerd op 2021-01-25

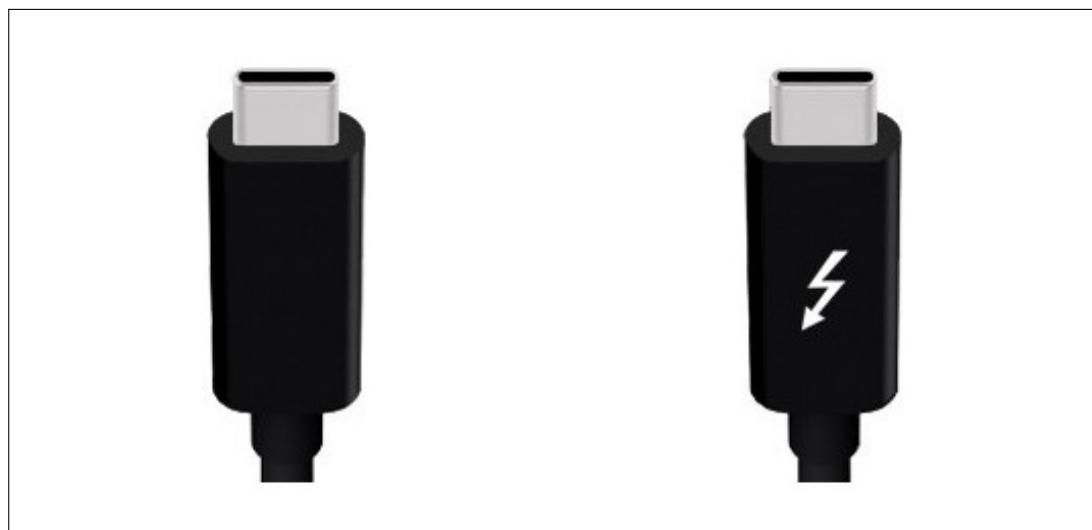


Figuur 9.24: De Thunderboltconnector - versie USB-C

a

<sup>a</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Thunderbolt\\_3\\_interface\\_USB-C\\_ports.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Thunderbolt_3_interface_USB-C_ports.jpg), geconsulteerd op 2021-01-26

Je merkt op dat op beide connectoren een **bliksemschicht** als symbool van **Thunderbolt** zichtbaar is. Ditzelfde **symbool** is het **enig merkbaar** verschil tussen beide kabels op de figuur 9.25 hieronder.



Figuur 9.25: Het verschil tussen een **Thunderbolt** en een **USB-c** connector

a

<sup>a</sup><https://www.amac.nl/service-diensten/usb-c-en-thunderbolt-3-uitgelegd>, geconsulteerd op 2021-01-25

Zoals hoger reeds vermeldt, ben je niet zeker dat een **USB-C** kabel zonder die **bliksemschicht** correct werkt met **Thunderbolt** toestellen.

#### 9.10.4 Wat moet je weten en/of kennen?

- ? Bespreek de Thunderbolt connector
- ? Bespreek de voordelen van Thunderbolt
- ? Benoem de connectoren van Thunderbolt

### 9.11 Overzichtstabel

De onderstaande overzichtstabel kan helpen bij het kiezen van een performante verbinding.<sup>20</sup>

Code	Snelheid (bit/s)	Snelheid(Bps)
USB 1.0	1,5 Mbit/s	0,19 MB/s
USB 1.1	12 Mbit/s	1,5 MB/s
USB 2.0	480 Mbit/s	60 MB/s
USB 3.0	4,8 Gbit/s	600 MB/s
FireWire 400	400 Mbit/s	50 MB/s
FireWire 800	800 Mbit/s	100 MB/s
FireWire 3200	3,2 Gbit/s	400 MB/s
Thunderbolt	2 x 10 Gbit/s	2 x 1250 MB/s

Tabel 9.3: Overzicht van de datadebieten per connctortype

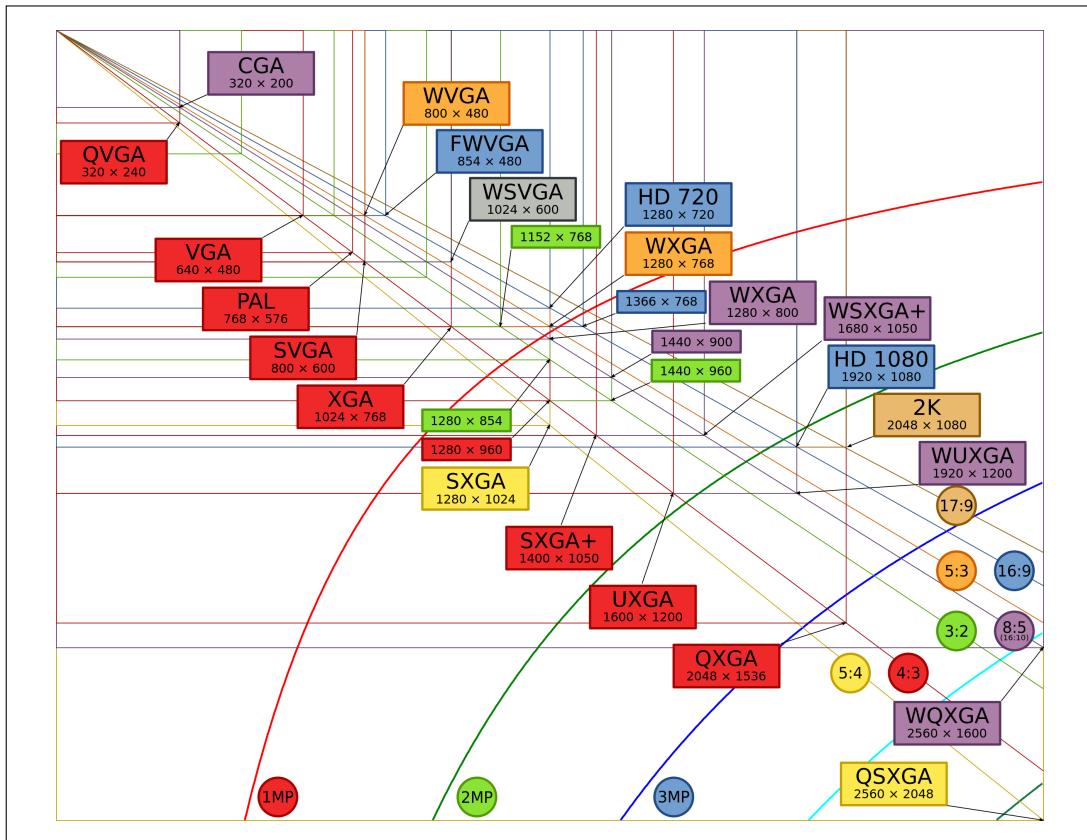
- ? Rangschik de mogelijkheden van klein naar groot volgens hun datadebieten

<sup>20</sup><http://www.kabelblog.nl/verschillen-firewire/>, geconsulteerd op 2020/03/01

## 9.12 De standaarden voor beeldschermen

In de volgende cursusdelen worden de verschillende connectoren voor **beeldschermen** besproken. Bij de **connectoren**, zoals **VGA** wordt ook telkens de beeldschermresolutie vermeld.

Op de onderstaande figuur 9.26 vind je het overzicht van de verschillende resoluties



Figuur 9.26: Het overzicht van de beeldschermresoluties

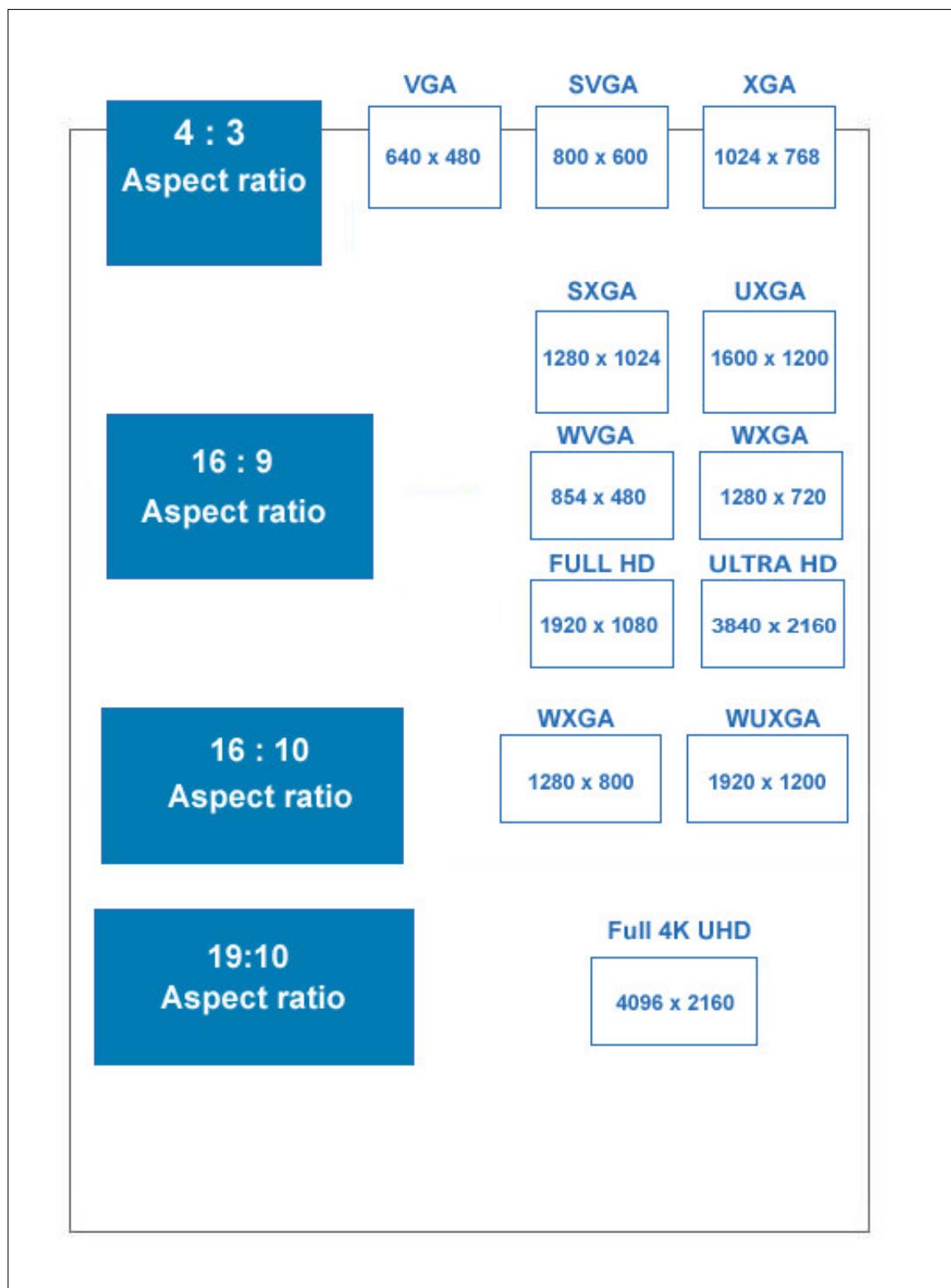
a

<sup>a</sup>[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e5/Vector\\_Video\\_Standards2.svg/2562px-Vector\\_Video\\_Standards2.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e5/Vector_Video_Standards2.svg/2562px-Vector_Video_Standards2.svg.png), geconsulteerd op 2021-01-26

Deze figuur 9.26 gebruik je als referentie.

In de tekst hieronder mag je met **beeldscherm** ook de andere **beeldapparatuur** zoals **beamers bijrekenen**.

Op de onderstaande figuur 9.27 vind je de verschillende standaarden voor beeldschermen terug samen met de **aspect ratio**. De meest gebruikte nu is **16 \* 9** en was vroeger **4 \* 3**.



Figuur 9.27: De beeldschermresolutie en de aspect ratio

a

<sup>a</sup><https://www.beamerexpert.nl/beeldresolutie-projector/>, geconsulteerd op 2021-01-29

*Pagina voor eigen notities.*

## 9.13 VGA

### 9.13.1 Wat is een VGA connector?

De **VGA** connector wordt uitsluitend voor **beeldapparatuur** gebruikt en is nu op de **terugweg**. Het is vaak nog aanwezig, zeker bij beamers en laptops. De standaard is in 1987 door IBM ingevoerd en is heel lang de enige standaard voor beeldschermen geweest.

De **communicatie** met het beeldscherm is een **analoge** verbinding en herkenbaar door de typische **drie** rijen van telkens **5 contactpinnen**: DB15 mannelijke stekker aan de kabel van de monitor en vrouwelijke connector aan de computer.

De **resolutie** is **640 \* 480** en was lang de **standaard** voor **beeldschermen**. Dit was ook de **opgelegde** resolutie van je **startpagina** op een **website**. In het begin was er ondersteuning voor eerst **16 kleuren** en **256 kleuren**. Later werden meer kleuren ondersteund.<sup>21</sup>. Nadien werd de standaard sVGA met resoluties als **800 \* 600** en **1024 \* 768**.<sup>22</sup>



Figuur 9.28: De VGA connector

a

<sup>a</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Video\\_graphics\\_array](https://nl.wikipedia.org/wiki/Video_graphics_array)

### 9.13.2 De RAMDAC chip

De **RAMDAC** chip zorgt voor de **conversie** van het **digitale** computersignaal naar het **analoge** signaal op de **VGA** connector en omgekeerd.

### 9.13.3 Wat moet je weten en/of kunnen?

- ? Verklaar de volgende begrippen: RAMDAC, DB15, VGA (letterwoord niet te kennen)

<sup>21</sup><https://www.pc当地.com/encyclopedia/term/vga>, geconsulteerd op 2021-01-26

<sup>22</sup><https://techterms.com/definition/vga>, geconsulteerd op 2021-01-25

## 9.14 DVI

### 9.14.1 Wat is een DVI connector?

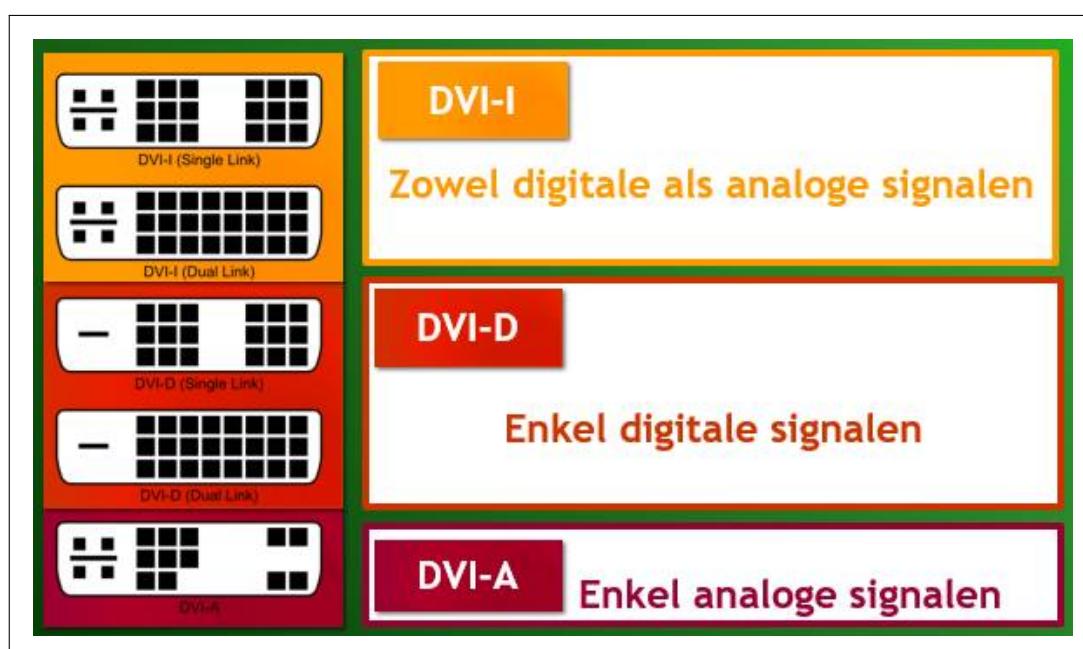
De **DVI** connector wordt uitsluitend voor **beeldapparatuur** gebruikt. De verbinding heeft volgende **kenmerken**:

- **DVI** bestaat zowel in een **analoge** en een **digitale** versie.
- De verbinding kan zowel **single link** als **dual link** communicatie zijn. Bij **dual link** heb je de mogelijkheid om een **hogere framerate** (aantal beelden per seconde) en/of een **hogere resolutie** te bekomen.
- Zoals **VGA** kan je met **DVI** **enkel het beeld zonder geluid** doorsturen.

Sinds **2016** is de **DVI** standaard **verouderd** en opgevolgd door **HDMI** en **DisplayPort**.

### 9.14.2 Wat zijn de verschillende mogelijkheden?

De figuur 9.29 hieronder komt uit het Sleuteboek ([sleutelboek.eu](http://sleutelboek.eu)) en is de beste synthesefoto die gevonden werd.



Figuur 9.29: De verschillende DVI connectoren

a

<sup>a</sup>[www.sleutelboek.eu](http://www.sleutelboek.eu)

Je herkent de verschillende **connectortypes** (voor **analoog** en/of **digitaal** en voor **single** en **dual link** communicatie.)

Je ziet deze verschillende versies van de **DVI** connector aan de achterzijde van de grafische kaart . Het meest flexibel is een uitgang van het type **DVI-I** omdat deze connector zowel analoge als digitale computerschermen kan aansturen.

Is jouw computermonitor analog en je hebt een DVI-D connector, kan je de kabel nooit aan sluiten want in de stekker (zie DVI-A) zitten vier pinnen die niet passen in de connector DVI-D.

#### 9.14.3 Wat moet je weten en/of kunnen?

- ? Bespreek de DVI connector
- ? Benoem de DVI connector (analog / digital/analog én digital / single link / dual link)
- ? Benoem de DVI connector en bespreek de eigenschappen. De mogelijkheden zijn DVI-A / DVI-I / DVI-D.

## 9.15 HDMI

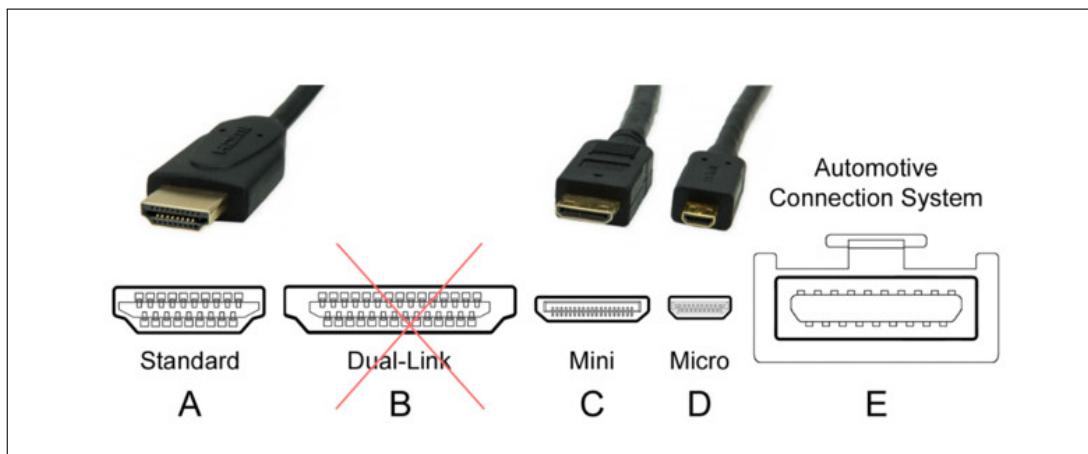
### 9.15.1 Wat is een HDMI connector?

Een **HDMI** connector laat toe om zowel het **beeld** als het **geluid** door te sturen op een digitale manier en is een van de belangrijkste standaarden voor beeldschermaansluiting je pc.

### 9.15.2 Wat zijn de verschillende mogelijkheden?

Je hebt vijf soorten kabels<sup>23</sup>:

- voor **thuisgebruik** : de **A-kabel** (19 draden) : figuur 9.31
- voor **professionele toepassingen**, waaronder de filmindustrie: **B-kabel** (29 draden) zoals je ziet op figuur 9.30. Deze connector heeft **dual link** en zou niet meer gebruikt worden.
- voor draagbare multimediatoestellen:
  - de **C-kabel** en een **mini HDMI** aansluiting met 19 draden (figuur 9.32)
  - de **D-kabel** en een **micro HDMI** aansluiting met 19 draden (figuur 9.33)
- De **E-kabel** die in **voertuigen** zorgt voor een kwaliteitsvolle verbinding met bv je smartphone.  
<sup>24</sup>



Figuur 9.30: Het overzicht van de HDMI kabels

a

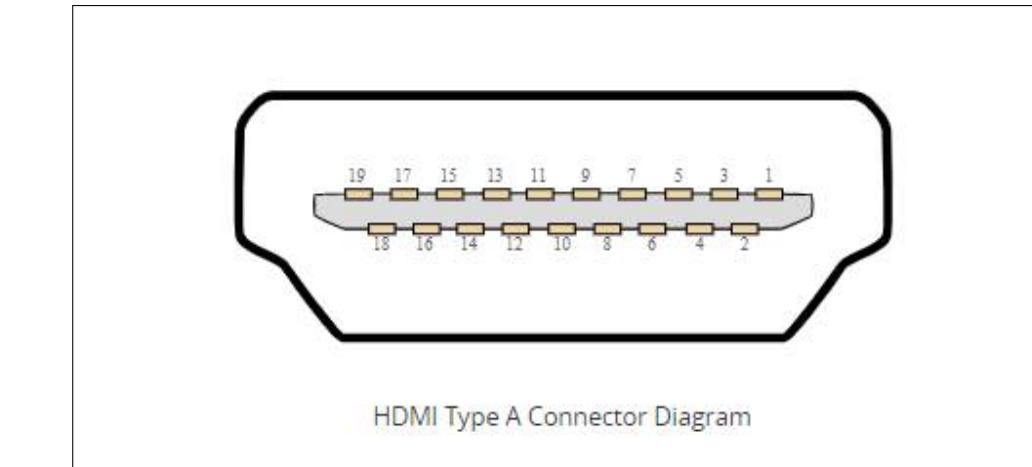
<sup>23</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/High-definition\\_multimedia\\_interface](https://nl.wikipedia.org/wiki/High-definition_multimedia_interface), geconsulteerd op 2021-01-26  
<sup>24</sup><https://www.te.com/usa-en/products/connectors/automotive-connectors/intersection/hdmi.html?tab=pgp-story>, geconsulteerd op 2021-01-26

Hieronder vind je een overzicht van de meest gebruikte HDMI kabels.<sup>25</sup>

<sup>23</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/High-definition\\_multimedia\\_interface](https://nl.wikipedia.org/wiki/High-definition_multimedia_interface), geconsulteerd op 2021-01-26

<sup>24</sup><https://www.te.com/usa-en/products/connectors/automotive-connectors/intersection/hdmi.html?tab=pgp-story>, geconsulteerd op 2021-01-26

<sup>25</sup><https://www.electronics-notes.com/articles/audio-video/hdmi/hdmi-connectors.php>, geconsulteerd op 2020/03/01

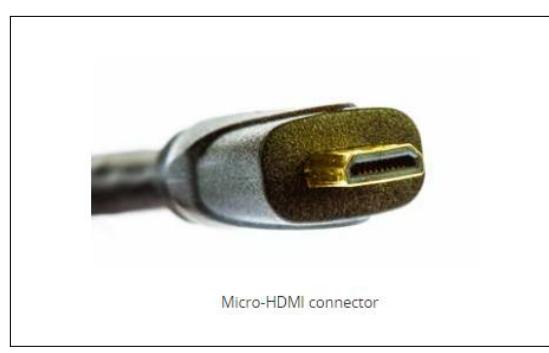


HDMI Type A Connector Diagram

Figuur 9.31: HDMI-A



Mini-HDMI connector



Micro-HDMI connector

Figuur 9.32: HDMI-C

Figuur 9.33: HDMI-D

### 9.15.3 Wat moet je weten en/of kunnen?

- ? Bespreek de HDMI connector
- ? Benoem de connector met het correct type kabel

## 9.16 DisplayPort

### 9.16.1 Wat is een DisplayPort connector?

Een **DisplayPort** laat toe om zowel **beeld** als **geluid** in een **hoge resolutie** in **beide richtingen** over te brengen. Je kan tot **zes** toestellen in HD resolutie aan elkaar schakelen (**daisy chain**).

Deze **connector** wordt vooral op **Apple** toestellen gebruikt. Ondanks de initiële verwachtingen heeft DisplayPort niet HDMI kunnen verdringen.

**Connectoren** zoals VGA zijn **mechanisch** verbonden met de videokaart door middel van twee vijsjes. Een DisplayPort connector is ook mechanisch verbonden via twee **weerhaakjes**. Om de connector van de videokaart te verwijderen, moet je aan de bovenkant van de stekker een knop indrukken zodat de weerhaakjes ingetrokken worden. Doe je dit niet, beschadig je de videokaart.

### 9.16.2 Wat zijn de verschillende mogelijkheden?

Op de figuur 9.34 hiernaast zie je de kabel en de connector van de DisplayPort.



Figuur 9.34: Kabel en connector voor DisplayPort

a

<sup>a</sup>[onlinekabelshop.nl](http://onlinekabelshop.nl)

### 9.16.3 Wat moet je weten en/of kunnen?

- ? Bespreek de eigenschappen van de DisplayPort

## 9.17 Verdere aanvullingen

Dit onderdeel kan nooit af zijn. Het aantal connectoren dat je op de poster in lokaal 911 ziet, is veel uitgebreider dan wat in deze cursus behandeld wordt.

### Opdracht 29

In de computer zijn nog andere connectoren in gebruik of toch voldoende vaak gebruikt.

Bespreek één connector die in deze cursus (nog) niet aan bod kwam.

*Opdracht 29: Bespreking van andere connectoren*

Deze taak kan een onderdeel van de trimesterevaluatie zijn, zowel als huistaak, groepswerk of examenvoorbereiding. Verdere instructies volgen nog.

*Pagina voor eigen notities.*

# 10 De insteekkaarten

## 10.1 Situering van dit cursusdeel

- 1.3.1 *De functie en belangrijke karakteristieken van de gangbare optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld beeldscherm, grafische kaart, muis, toetsenbord, printer, scanner*
- 1.3.2 *De verschillende standaarden voor de interne en externe aansluiting van optionele componenten toelichten en de corresponderende connectoren en symbolen herkennen.*

In dit gedeelte bespreken we heel beknopt een aantal **insteekkaarten**. In de verdere hoofdstukken worden dat de **randapparatuur** besproken die met de **insteekkaart verbonden** is.

In eerste instantie komen de belangrijkste kaarten aan bod, later worden de andere kaarten ook besproken.

### Opdracht 30

In de computer zijn nog andere **insteekkaarten** in gebruik of toch voldoende vaak gebruikt, die niet in deze tekst besproken worden.

Bespreek één **insteekkaart** die in deze cursus (nog) niet aan bod komt. Verdere instructies volgen later nog als verwerkingsopdracht.

*Opdracht 30: Bespreking van andere insteekkaarten*

## 10.2 De basisbegrippen

Begrip	Omschrijving
DSP	<b>Digital Signal Processor</b> (afgekort <b>DSP</b> ) is een afzonderlijke <b>processor</b> op de geluidskaart zelf. Deze chip verzorgt bijvoorbeeld de <b>conversie</b> van het ontvangen geluid naar een <b>MP3</b> bestand.
DAC	<b>DAC</b> , voluit <b>digital to analog converter</b> is een <b>chip</b> die het <b>digitale</b> computersignaal omzet in een <b>analoog</b> signaal

*vervolg op volgende pagina*

Begrip	Omschrijving
ADC	<b>ADC</b> , voluit <b>analog to digital converter</b> is een chip die het <b>analoge</b> geluidsignaal van bv een microfoon omvormt naar een digitaal signaal.
SNR	<b>SNR</b> , voluit <b>Signal-to-Noise Ratio</b> , is de <b>verhouding</b> tussen <b>signaal</b> en <b>ruis</b> bij de uitgang Line-out. Een voorbeeld is 106 dB
RAMDAC	<b>RAMDAC</b> is een computerchip op de grafische kaart die zorgt voor de conversie van het digitale beeldsignaal naar het analoge signaal voor <b>VGA</b> en <b>DVI-A</b> beeldschermen.
GPU	<b>GPU</b> is de <b>processor</b> van de <b>grafische kaart</b> die <b>specifiek</b> ontwikkeld is om zo optimaal mogelijk de <b>beeldverwerking</b> te beheren.
crossfire	<b>crossfire</b> is een <b>techniek</b> waarbij twee <b>AMD</b> grafische kaarten onderling verbonden worden en kunnen samenwerken bij de beeldverwerking.
SLI	<b>SLI</b> is een <b>techniek</b> waarbij twee <b>NVIDIA</b> grafische kaarten via speciale kabel of via SLI bridge met elkaar verbonden worden en kunnen samenwerken bij de beeldverwerking.
DirectX	<b>DirectX</b> is een <b>verzameling</b> van <b>API's</b> voor beeldverwerking en door Microsoft ontwikkeld. Het heeft vooral toepassingen bij de gameontwikkelaars.
API	<b>API</b> is een <b>software-interface</b> waarbij twee <b>computerprogramma's</b> met <b>elkaar</b> kunnen <b>communiceren</b> via voorafbepaalde functies.
RJ45	<b>RJ45</b> is de <b>benaming</b> van een <b>connector</b> voor <b>netwerktoepassingen</b> .

Tabel 10.2: Overzicht van de basisbegrippen

## 10.3 De geluidskaart

### 10.3.1 De werking van de geluidskaart

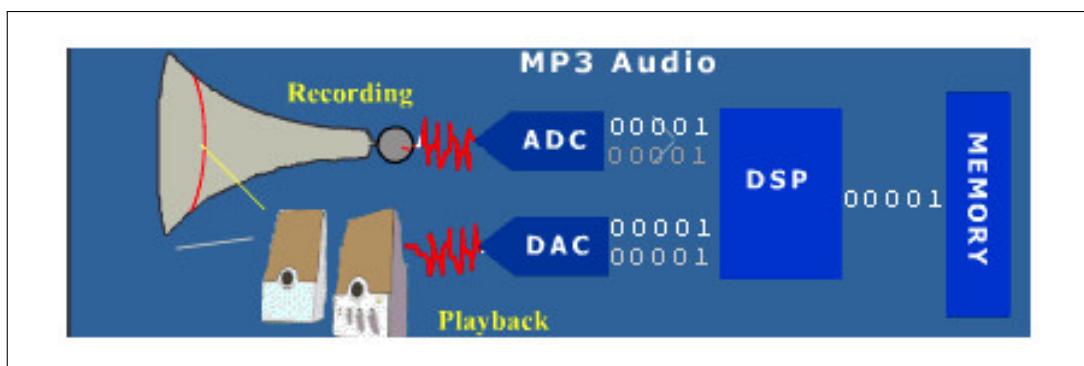
Meestal vind je op de huidige computers een ingebouwd geluidskaart. Als die ontbreekt of als je een betere geluidskwaliteit wilt, dan voeg je een geluidskaart toe.

Zoals hierboven bij de **VGA connector**, heb je ook bij het **geluid** een **conversie van analog naar digitaal** en omgekeerd/

De **geluidkaart** heeft volgende belangrijke **onderdelen**:

- er is een **Digital Signal Processor** (afgekort **DSP**) is een afzonderlijke **processor** op de geluidskaart zelf. Deze chip verzorgt bijvoorbeeld de **conversie** van het ontvangen geluid naar een **MP3** bestand.
- er is een chip **DAC**, een **digital to analog converter** die het **digitale** computersignaal omzet in een **analoog** signaal.<sup>1</sup>
- er is eveneens een chip **ADC**, een **analog to digital converter** die het **analoge** geluidsignaal van bv een microfoon omvormt naar een digitaal signaal.

De onderstaande figuur 10.1 toont deze drie onderdelen.



Figuur 10.1: De werking van de geluidskaart

a

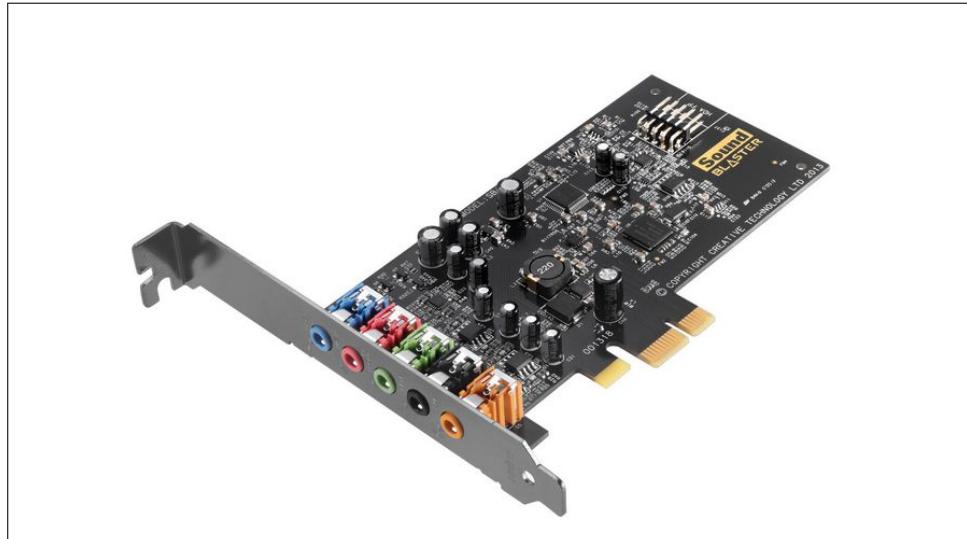
<sup>a</sup><https://www.analog.com/en/design-center/landing-pages/001/beginners-guide-to-dsp.html>, geconsulteerd op 2021-01-26

<sup>1</sup>Bij de VGA connector was de **RAMDAC** chip verantwoordelijk voor de digitaal naar analoog conversie.

*Pagina voor eigen notities.*

### 10.3.2 Een voorbeeld van een recente geluidskaart

Als voorbeeld vind je hieronder de Creative Labs Sound Blaster Audigy FX Geluidskaart.<sup>2</sup>



Figuur 10.2: De geluidskaart

a

<sup>2</sup><https://www.centralpoint.be/nl/geluidskaarten/creative-labs/sound-blaster-audigy-fx-art-70sb157000000-num-1703162/>

#### Opdracht 31

Hierboven op figuur 10.2 vind je een recente geluidkaart.

Voer volgende verwerkingsopdrachten uit:

- Zoek op en bespreek nadien de eigenschappen van deze geluidskaart
- Zoek op, motiveer en bespreek een **actuele** geluidskaart.

*Opdracht 31: De kenmerken van een recente geluidskaart*

<sup>2</sup><https://www.centralpoint.be/nl/geluidskaarten/creative-labs/sound-blaster-audigy-fx-art-70sb157000000-num-1703162/>  
geconsulteerd op 2020/02/29

### 10.3.3 De aansluitingen op de geluidskaart

De figuur 10.3 is 90 ° tegenuurwijzerzin gedraaid om een betere afdruk te krijgen. De aansluitingen op de figuur 10.3 hieronder zijn voor :

- links op de figuur en normaal bovenaan: (**blauw**) lijningang
- eronder (**rood**) microfoon ingang
- midden (**groen**) aansluiting voor koptelefoon
- eronder (**zwart**) aansluiting voor luidspreker
- rechts op de figuur en normaal helemaal onderaan: (**oranje**) voor aansluiting van een sub-woofer

Bij andere geluidskaarten kunnen deze aansluiten verschillen.



Figuur 10.3: De aansluitingen voor de geluidskaart

 1.3.2 *De verschillende standaarden voor de interne en externe aansluiting van optionele componenten toelichten en de corresponderende connectoren en symbolen herkennen.*

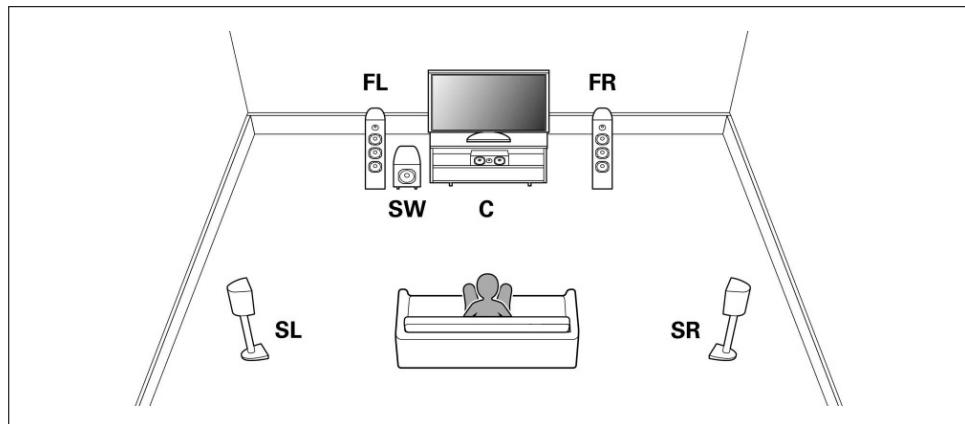
Bij de kenmerken van de geluidskaart vind je bijvoorbeeld

- de frequentie en het aantal bits dat gebruikt is voor de digitaal-naar-Analoog Conversie van je geluidssignaal bv. 24-bit/192kHz
  - de verhouding tussen signaal en ruis bij de uitgang Line-out (**Signal-to-Noise Ratio** ) (**SNR** ) bv 106 dB
  - de audio-kwaliteit bv 24 Bit
  - de audio-uitgangskanalen bv 5.1 kanalen
  - de Audio analoog-digitiaal convertor A/D-converter (ADC) 24-bit/48kHz
-  Bespreek 4 belangrijke kenmerken van de geluidskaart

### 10.3.4 De 5.1 kanaalsopstelling

Voor een alomvattend geluid, wordt vaak gewerkt met een **5.1 kanaalsopstelling**.

Je maakt gebruik van vooraan luidsprekers een **links**, **rechts** en in het **midden** en achteraan luidsprekers voor een surround links en **surround rechts** voor.



Figuur 10.4: Een mogelijke opsteling van luidsprekers

a

---

<sup>a</sup>[https://www.homecinemamagazine.nl/home\\_cinema/luidsprekers/surround\\_opstelling/](https://www.homecinemamagazine.nl/home_cinema/luidsprekers/surround_opstelling/)

### 10.3.5 Wat moet je weten en/of kunnen?

- ? Bespreek de volgende begrippen: DSP, DAC, ADC
- ? Bespreek het begrip 5.1 opstelling
- ? Zoek op, motiveer de keuze en bespreek een recente geluidkaart
- ? Benoem de belangrijkste connectoren van een geluidskaart

*Pagina voor eigen notities.*

## 10.4 De grafische kaart

### 10.4.1 Wat is een grafische kaart?

Voor de **grafische kaart** zijn verschillende **synoniemen** in omloop. Je spreekt evengoed van **videokaart**, **display adapter**, **video graphics adapter**, ...

Die grafische kaart kan ook **ingegebouwd** zijn, in de **chipset** of in de **processor** zelf. Voor **betere kwaliteit** gebruik je één of meerdere **insteekkaarten**.

De aansluiting met de pc was vroeger **PCI** en nadien **AGP** maar nu enkel nog **PCle 16x**.

De **uitgangen** zijn

- **VGA** : vroeger standaard maar nu verouderd en niet altijd meer aanwezig
- **DVI** (zowel analog als digitaal)
- **HDMI** de nieuwe standaard
- **Thunderbolt**

### 10.4.2 Digitale of analoge aansluiting

Als je een **analoge** monitor aansluit op de grafische kaart, dan heeft je grafische kaart een **RAMDAC** chip die zorgt voor de conversie van het digitale computersignaal naar het analoge signaal voor de monitor. Deze monitors zijn eerder verouderd en maken gebruik van een **VGA** of een analoge **DVI** verbinding.

Je kan een bepaalde **digitale** monitors ook op een analoge uitgang zoals **VGA** aansluiten. Dan gebeurt er een dubbele conversie:

- van digitaal naar analog in de grafische kaart
- van analog naar digitaal in de monitor zelf

De beste kwaliteit krijg je door **digitale** monitor op een digitale uitgang van de grafische kaart aan te sluiten.

### 10.4.3 De kenmerken van de grafische kaart

De grafische kaart heeft volgende kenmerken:

- een eigen processor: **GPU : Graphical processing unit** .
- de GPU bevat honderenden kernen: **multicore**
- een eigen werkgeheugen: de **VRAM**
- afzonderlijke koeling (vaak niet alleen passief maar ook actief bij de betere grafische kaarten)
- een bijkomende eigen aansluiting met de voeding als de PCIe bus het nodig vermogen niet kan leveren
- om extra schermen aan te sluiten en/of extra rekenkracht bij zware grafische toepassing, kan je twee grafische kaarten elk in een eigen PCIe 16x slot monteren en laten samenwerken. Dit heeft anders naar gelang de leverancier van de grafische kaart
  - bij AMD: **crossfire** waarbij je **niet verplicht** was om **identieke** kaarten te gebruiken noch om een speciale verbinding tussen beide kaarten te hebben. De **communicatie** tussen beide grafische kaarten verloopt via **PCIe**
  - bij NVIDIA: **SLI** . De **grafische kaarten** moesten **identiek** zijn, beide kaarten moesten met elkaar verbonden worden via **SLI bridge** of **kabel** en het moederbord moest ook het **SLI certificaat** krijgen van NVIDIA wat de kostprijs van het moederbord opdreef.

Deze **combinatie van grafische kaarten** wordt nu **niet meer gebruikt** om diverse redenen. Je verkiest beter één goede grafische kaart dan twee midrange kaarten. <sup>3</sup> <sup>4</sup>

### 10.4.4 DirectX

Als **interface** tussen de **stuurprogramma's** en het **besturingssysteem**, heeft microsoft **DirectX** ontwikkeld, dat vooral voor **gameliefhebbers** zijn nut heeft.

DirectX is een verzameling van **API's** voor vooral game-ontwikkelaars. De berekening van de beeldpunten wordt vertaald naar DirectX. DirectX geeft deze berekende waarden door aan het stuurprogramma die ze op hun beurt naar de grafische kaart doorsturen.

### 10.4.5 Wat moet je weten en/of kunnen?

Hieronder vind je de verschillende typevragen bij dit hoofdstuk

- ? Bespreek de volgende begrippen: RAMDAC, SLI, crossfire, VRAM, GPU
- ? Bespreek de verschillende conversies tussen digitaal en analoog in functie van grafische kaart en beeldscherm.
- ? Bespreek de volgende begrippen: GPU, multicore, VRAM

<sup>3</sup><https://techguided.com/sli-vs-crossfire-is-it-worth-it>, geconsulteerd op 2021-01-26

<sup>4</sup>Deze tip komt van de praktijkervaringen van de leerlingen van 5 NIT, schooljaar 2020-2021

- ? Bespreek de kenmerken van de grafische kaart
- ? Bespreek het begrip DirectX
- ? Bespreek de mogelijke uitgangen van de grafische kaart

*Pagina voor eigen notities.*

## 10.5 De netwerkkaart

De **netwerkkaart** is vaak ingebouwd in de **chipset** van de huidige computers. Je kan dan **één RJ45** stekker aansluiten voor een vaste verbinding.

Voor **betere kwaliteit of meer aansluitingen** wilt, dan kies je voor een **insteekkaart**. Dit type van kaart past in een **PCIe 1x** slot en is compatibel met de grotere PCIe sloten. De figuur 10.5 is een voorbeeld van een netwerkkaart dat geschikt is voor communicatie met een snelheid van 10, 100 tot 1000 Mbps.



Figuur 10.5: De netwerkkaart

a

<sup>a</sup><https://www.newegg.com/rosewill-rc-411v3/p/N82E16833166019>, geconsulteerd op 2021-01-26

De netwerkkaarten die je courant aantreft, zijn **Ethernet netwerkkaarten** met een **RJ45** aansluiting. Bij **specifieke** netwerkapparatuur voor de uitbouw van netwerken vind je ook aansluitingen met **glasvezel**. Dit wordt summier besproken in de lessenreeks over **netwerken** maar is voor ons nu van minder belang.<sup>5</sup>

Indien nodig kan je ook een netwerkkaart voor **WiFi** al dan niet met **Bluetooth** toevoegen.

Als je voor je desktop een afzonderlijke WiFi kaart nodig hebt, koop een combi kaart met Bluetooth. Het is dan veel gemakkelijker om koptelefoon of extra luidspreker met meer mobiliteit te gebruiken.

- ? Bespreek de netwerkkaart

<sup>5</sup>Vroegere standaarden maakten gebruik van **coax** kabels en aangepaste aansluitingen, maar deze kaarten zijn niet meer in gebruik. Ook had je andere **standaarden** dan **Ethernet** zoals **Token Ring** en **ARC** maar deze alternatieve architecturen zijn niet meer in gebruik. Je zal er in de lessenreeks over netwerken wellicht kort iets over horen.

## 10.6 Andere kaarten

Je kan nog andere insteekkaarten vinden

- voor extra SATA aansluitingen. Je zal bij dit type kaart geen externe aansluitingen vinden.
- voor e-Sata randapparatuur aan te sluiten
- voor extra USB poorten

? Vermeld een vijftal verschillende insteekkaarten voor je computer. Vermeld type en één zin uitleg.

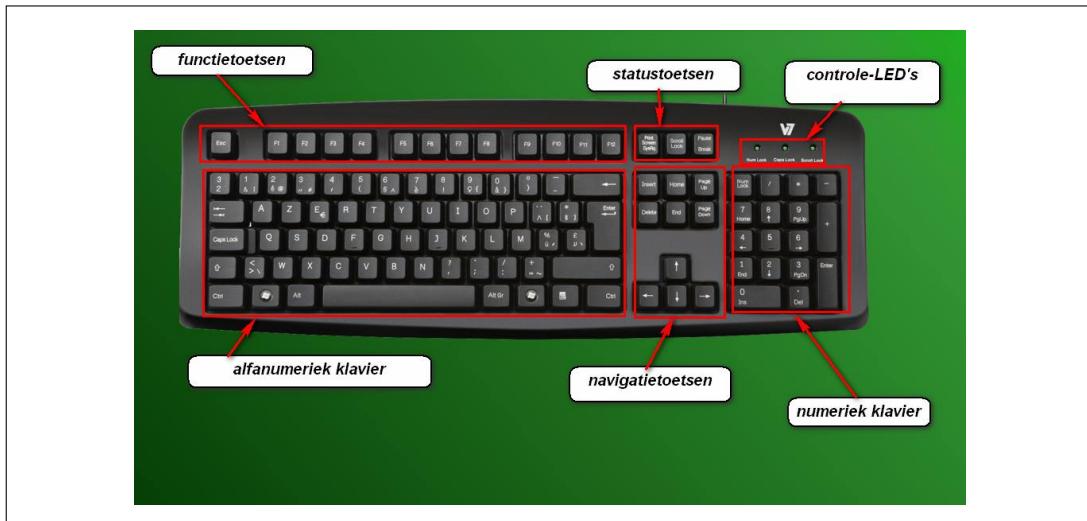
# 11 Input

- 1.3.1 De functie en belangrijke karakteristieken van de gangbare optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld beeldscherm, grafische kaart, muis, toetsenbord, printer, scanner

## 11.1 Het toetsenbord

### 11.1.1 De onderdelen van het toetsenbord

De benaming van de verschillende onderdelen van het toetsenbord, ken je wellicht al, en vind je op de onderstaande figuur 11.1 herhaald.



Figuur 11.1: De correcte namen van de onderdelen van het toetsenbord

a

<sup>a</sup>[www.hetsleutelboek.eu](http://www.hetsleutelboek.eu)

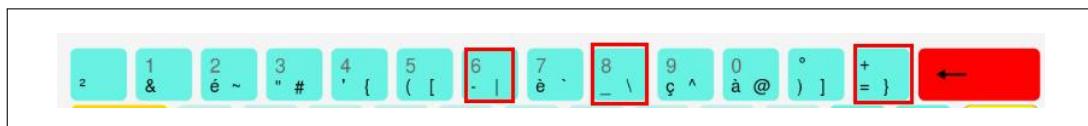
Het toetsenbord (figuur 11.1) is een standaardtoetsenbord zoals je het in België kan kopen.

### 11.1.2 De varianten van de toetsenborden

In België is het standaardtoetsenbord zoals je op figuur 11.1 kan zien. Ook hier je een beperkt aantal varianten zoals de positie van de **bovenste navigatietoetsen**. Op de figuur vind je 2 rijen met elk drie toetsen. Je hebt ook varianten van drie rijen met elk twee toetsen.

#### 11.1.2.1 In Frankrijk

Het standaardtoetsenbord in Frankrijk is ook Azerty met kleine verschillen.



Figuur 11.2: Een deel van Azerty toetsenbord uit Frankrijk

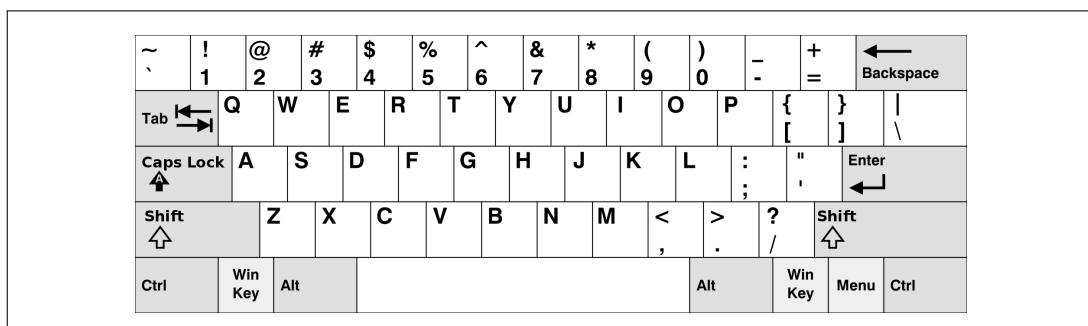
a

<sup>a</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/AZERTY#/media/File:Azerty\\_fr.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/AZERTY#/media/File:Azerty_fr.svg)

De voornaamste minimale verschillen zie je bij het vergelijken van figuur 11.1 met figuur 11.2. Let bijvoorbeeld waar het koppel- en het onderlijningsteken staan.

#### 11.1.2.2 Het Query toetsenbord

In de andere landen wordt een of andere variant het **Query toetsenbord** gebruikt. De figuur hieronder toont je een voorbeeld van het alfanumeriek gedeelte van een Query-toetsenbord



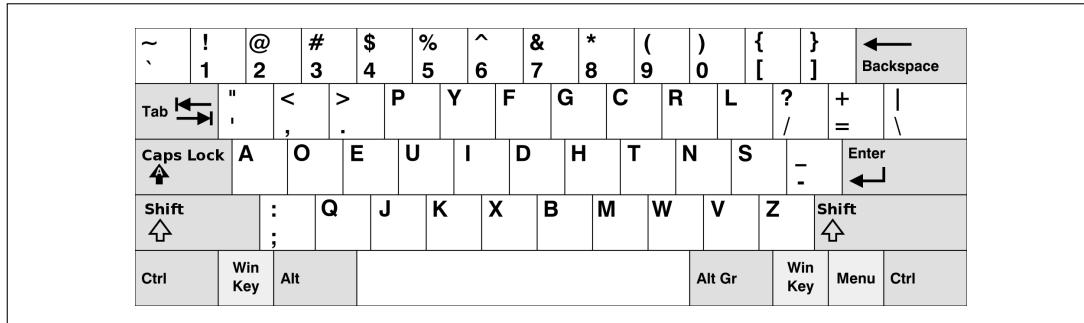
Figuur 11.3: Het Querty toetsenbord

a

<sup>a</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/QWERTY#/media/File:KB\\_United\\_States.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/QWERTY#/media/File:KB_United_States.svg)

### 11.1.2.3 Het Dvorak toetsenbord

Op basis van ergonomie en niet langer vanuit het historisch volgorde om vlot met mechanische typmachines te kunnen werken, werd begin vorig eeuw het **Dvorak** toetsenbord ontwikkeld.



Figuur 11.4: Het Dvorak toetsenbord

a

<sup>a</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Dvorak-toetsenbord>

De figuur 11.4 is een voorbeeld van de vele varianten die er zijn. Het wordt nog altijd ondersteund door de courante besturingssystemen. Maar er zijn maar een beperkt aantal gebruikers.

### 11.1.2.4 Het gamerstoetsenbord

Voor gamers zijn er speciale toetsenborden ontworpen met andere andere

- **LED verlichting** met **lichtgevende toetsen**, aangenaam om in een verduisterde omgeving tot vlot de toetsen te gebruiken
- bijkomende programmeerbare toetsen
- bijkomende toetsen voor volumeregeling
- extra USB aansluitmogelijkheden op het toetsenbord

### 11.1.2.5 Het ergonomisch toetsenbord

Vanuit ergonomisch standpunt kan langdurig computergebruik leiden tot klachten zoals RSI met pijn en /of ontstekingen in de polsen. Om dit tegen te gaan gebruik je bijvoorbeeld een polssteun.

Je kan ook een aangepast toetsenbord gebruiken die beter de natuurlijke houding van de handen volgt, zoals het toetsenbord hiernaast (figuur 11.4). De toetsen zijn naar buiten gericht.



Figuur 11.5: Een ergonomisch toetsenbord

Dit toetsenbord heeft ook maar een beperkt aantal gebruikers.

#### 11.1.2.6 Andere mogelijkheden

Er zijn veel verschillende andere mogelijkheden zoals de chinese of arabische toetsenborden

#### 11.1.3 De werking van het toetsenbord

Hierna volgen de vijf stappen vanaf het indrukken van een toets en het verschijnen van het overeenkomend teken op het scherm.

1. de **gebruiker drukt** een **toets** in , bijvoorbeeld de toets rechts van de 'TAB' toets
2. Onder de toets wordt een contact gesloten, bv door een **schakelaartje**, die een **signaal** stuurt naar de **toetsenbord processor**
3. de toetsenbordprocessor ontvangt het signaal van de ingedrukte toets en geneert een **toetsenbordcode**, synoniem voor **scancode** die overeenkomt met de ingedrukte toets
4. deze toetsenbordcode wordt door de toetsenbordprocessor naar de systeemeenheid gestuurd. De keyboardcontroller, deel van de chipset, ontvangt dit signaal en stuurt het door naar het **besturingssysteem**
5. Het **besturingssysteem** zet de ontvangen scancode om in een lettercode, die overeenkomt met de instellingen voor taal/land en toetsenbord van het besturingssysteem.

### 11.1.4 Het kiezen van een toetsenbord

Je keuze hangt van diverse criteria af:

- de **prijs**
- met of zonder **draad?**
- de **layout** van het toetsenbord (Azerty, Query, Dvorak)
- het geluid van de toetsen
- de vorm van de toetsen (egale vorm of niet)
- de kracht die je nodig hebt om een toets in te drukken.
- uitklapbare pootjes om iets comfortabeler te typen

### 11.1.5 Wat moet je weten en/of kunnen?

- ? Benoem de onderdelen van het toetsenbord.
- ? Bespreek vijf voldoende verschillende criteria bij de aankoop van een toetsenbord
- 
- ? Bespreek de werking van een toetsenbord door opsomming van de vijf verschillende stappen bij de verwerking van de input
- ? Bespreek het verschil tussen lettercode en scancode bij gebruik van het toetsenbord.
- ? Bespreek het ergonomisch toetsenbord
- ? Bespreek het Dvorak toetsenbord
- ? Bespreek de verschillen tussen een Belgisch en een Frans toetsenbord
- ? Bespreek de verschillen tussen een Belgisch en een Nederlands toetsenbord
- ? Bespreek een viertal speciale kenmerken van een gamerstoetsenbord

*Pagina voor eigen notities.*

## 11.2 De muis

De **muis** is bij het grafische computerwerk, niet meer weg te denken.



<https://www.youtube.com/watch?v=6K-ATmU-NbU&t=319s>

### 11.2.1 Basisbegrippen

Begrip	Omschrijving
CCD camera	Een <b>CCD camera</b> is een digitale camera van het type <b>Charge Coupled Device</b> waarbij lichtgevoelige sensor het licht omgezet in elektrische signalen.
Touchpad	Een <b>touchpad</b> is een onderdeel van het toetsenbord van laptops en dient als vervanging van de muis. Het touchpad kan uitgeschakeld worden.
pointing stick	Een <b>pointing stick</b> , ook wel <b>touchstick</b> geheten, is een onderdeel van het toetsenbord van bepaalde draagbare computers (laptop) als vervanger van de muis.

Tabel 11.2: Overzicht van de basisbegrippen

### 11.2.2 Geschiedenis

De computermuis vindt zijn oorsprong onder de vorm van 'trackball' bij het gebruik van radarschermen in het Verenigd Koninkrijk in de 2<sup>de</sup> wereldoorlog.

De band met gewone dagdagelijkse (*civiele*) toepassingen moet je wachten op de Macintosh.  
1

### 11.2.3 De werking van de muis

De werking van de muis valt in twee groepen uiteen :

- mechanische muizen
- optische muizen
  - met LED licht
  - met laserlicht

<sup>1</sup><https://www.youtube.com/watch?v=6K-ATmU-NbU>, geconsulteerd op 12 februari 2020

### 11.2.3.1 De mechanische muis

Deze muis herken je aan de **muisbal** die je aan de onderkant van de muis ziet.



Figuur 11.6: de mechanische muis

a

<sup>a</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Muis\\_\(computer\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Muis_(computer))

De **bewegingen** van de muisbal doen **twee loodrecht** op elkaar staande **wieljes** draaien. Aan deze wieljes is een grotere **schijf** met **verschillende gaatjes** op een spoor aan de buitenkant van de schijf.

Door het draaien van de schijf wordt een lichtstraal door de bewegende gaatjes onderbroken.

De **snelheid** van onderbreking is een **maat** voor de **verplaatsing** van de muis volgens twee loodrechte assen, de resp. x-en y-as

De **controller** van de muis samen met stuurprogramma en besturingssysteem vertalen deze muisbeweging als een beweging van de cursor op het computerscherm.

Door het fysisch contact van de muisbal met de tafel, verzamelt de muisbal stof en ander vuil. De nauwkeurigheid neemt af. Je moet de muisbal af en toe uit de muis halen en het eventuele vuil van de wieljes halen.

Een **variant** van de mechanische muis is de **trackball muis**. De muis blijft staan en je beweging met je duim de muisbal die bovenaan of opzij gemonteerd is.

Op deze muis beschik je ook over de muisknoppen en het scroll wielje.



Figuur 11.7: De trackball muis

a

---

<sup>a</sup><https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wireless-trackman-mouse.jpg>

Het gebruik van deze muis zou beter zijn om RSI (zie verdere hoofdstukken) te vermijden. Ook heb je veel minder last van stof en vuil die de muisbalbeweging hinderen.

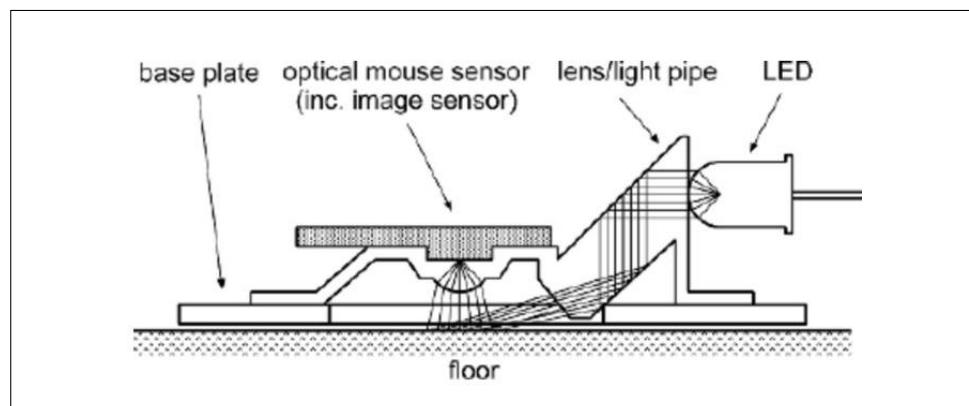
Het nadeel van deze muis is dat het best wat ervaring vraagt om de muis vlot te bedienen.

### 11.2.3.2 De optische muis

De optische muis heeft geen bewegende onderdelen, waardoor hij nauwkeuriger is.

De bouw van een **optische** muis bestaat uit

- Een lichtbron : LED of laser, indien een grotere nauwkeurigheid gewenst is)
- spiegels om het licht onder een gewenste hoek te reflecteren
- een mini- CCD-camera. Dit is een mini-digitale camera om de beweging van de muis ten opzichte van de ondergrond , te registreren. Op de figuur is dit aangeduid als 'optical mouse sensor'.



Figuur 11.8: De optische muis

a

<sup>a</sup>[https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-optical-mouse-sensor\\_fig1\\_221644902](https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-optical-mouse-sensor_fig1_221644902)

Bij bepaalde oppervlakken werkt deze muis niet gevoelig. Het volstaat om een muismat of vastgekleefd A4 blad te gebruiken als nieuwe ondergrond.

Een **CCD camera** is een digitale camera van het type **Charge Coupled Device** waarbij lichtgevoelige sensor het licht omgezet in elektrische signalen.

### 11.2.3.3 De muis bij laptopgebruik

Je kan altijd een externe muis aansluiten op een laptop, maar vaak zijn er ook ingebouwde 'aanwijsmogelijkheden'.

Het meest gebruikte is de **touchpad** dat je op de figuur 11.9 hieronder ziet.

Het touchpad vind je onder een of andere vorm op elke laptop. Je kan de werking uitschakelen en enkel met een externe muis werken. Afhankelijk van de uitvoering heb je de extra mogelijkheden zoals het scrollen (via knoppen aan de zijkant) of muisklikken via knoppen onderaan het touchpad.



Figuur 11.9: Het touchpad

a

<sup>a</sup><https://www.coolblue.be/>

Een alternatief voor het **touchpad** is de **pointing stick** zoals je op de onderstaande figuur 11.10 ziet. Je treft het aan op bepaalde toetsenborden vooral bij laptops. Het heeft dezelfde werking als een joystick.



Figuur 11.10: Pointing stick , ook touchstick geheten

a

<sup>a</sup><https://www.replacedirect.be/>

### 11.2.4 De verbinding met de pc

De verbinding met de pc is

- USB connector

- draadloos
- PS/2 stekker (in zeldzame gevallen).

Je zult nog zelden muizen met een **PS/2** stekker tegenkomen. Op laptops is er nog af en toe één PS/2 connector die je zowel voor muis als toetsenbord kunt gebruiken.

De **seriële connector** is volledig verdwenen en niet meer van praktisch nut.

### 11.2.5 De keuze van de geschikte muis

Bij de keuze van een geschikte muis, kan je je door de volgende criteria laten leiden:

- de verbinding met de pc
- de handoriëntie: is de muis zowel voor links- als rechtshandigen of is er een voorkeurshand
- de ergonomie
- de prijs
- de technologie: mechanische , optische met laser of met led, trackball.
- de resolutie: aantal dpi

De **resolutie** van de muis wordt uitgedrukt in **dpi** , **dots per inch** . Hoe hoger de waarde, hoe groter de verplaatsing de cursor op het computerscherm is voor eenzelfde muisbeweging.

De waarde kan je in het **configuratiescherm** instellen )en hangt af van persoonlijke smaak. Voor normaal computergebruik is de waarde van **400 dpi** meer dan voldoende.

### 11.2.6 Wat moet je weten en/of kunnen?

- ? Bespreek de werking van de mechanische muis.
- ? Bespreek de bouw van de mechanische muis.
- ? Bespreek de trackballmuis, Vermeld werking, voordelen en nadelen
- ? Bespreek de werking van de optische muis.
- ? Bespreek de muis bij laptopgebruik
- ? Bespreek volgende begrippen: touchpad, scrollwiel, touchstick, pointing stick
- ? Bespreek de volgende begrippen: CCD camera
- ? Bespreek het begrip **dpi** in de context van muisgebruik.
- ? Noteer een klassieke waarde van **dpi** bij muisgebruik

## 11.3 Aanraakschermen



<https://www.explainthatstuff.com/touchscreens.html>



<https://www.youtube.com/watch?v=cFvh7qM6LdA> voor de werking van touchscreens (aanraakschermen)

### 11.3.1 De verschillende mogelijkheden

Er zijn verschillende technieken om de invoer op een beeldscherm te verwerken:<sup>2</sup>

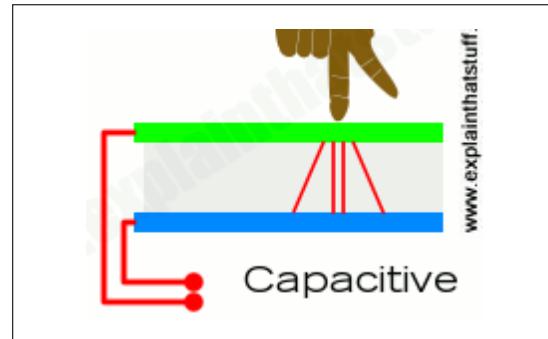
- **Capacitief** : door de nabijheid van een vinger treedt een verandering van de capaciteit op.
- **Surface Acoustic Wave** : onderbreking van **geluidsgolven** veroorzaakt een "touch". Het groot nadeel is dat je deze schermen moeilijk waterdicht kan krijgen.
- **Optisch** : onderbreking van **infrarode lichtstralen** veroorzaakt een signaal.
- **Resistief** : weerstandstechniek, is met meerdere voorwerpen te bedienen.
- er zijn ook nog andere methoden die gebruiken eerder de **mechanische energie** (dispersive signal technology), zoals de vervorming van het paneel, het optische beeld van de vinger of het piëzo-elektrische effect.

Bij de eerste drie technieken hoeft het scherm, strikt genomen, niet aangeraakt te worden, maar is een bijna-aanraking voldoende.

### 11.3.2 De capacitieve aanraakschermen

Deze schermen zijn opgebouwd uit verschillende lagen van glas. De binnenste en de buitenste laag geleidt elektriciteit en ertussen heb je een isolatielaag. Het geheel gedraagt zich als een **condensator**.

Bij het aanraken van een capacitief aanraakscherm, **verstoort** je het **statisch elektrisch veld** dat bestaat tussen **onderste** en **het bovenste glas**, waardoor de positie van je vinger kan bepaald worden.



Figuur 11.11: Het capacitief aanraakscherm

a

<sup>a</sup><https://www.explainthatstuff.com/touchscreens.html>

Dergelijke schermen kan je op meer dan één plaats terzelfde tijd aanraken. Deze schermen kan je niet bedienen met handschoenen aan noch met een aanwijspen.

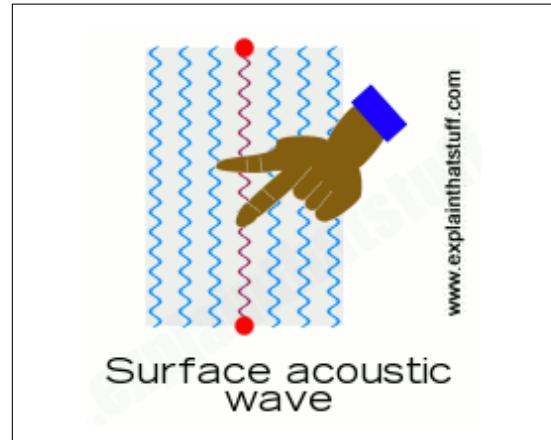
<sup>2</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Aanraakscherm>, geconsulteerd op 2020/02/29

### 11.3.3 De surface acoustic wave aanraakschermen

Aan de rand van het scherm worden geluidsgolven met hoge frequentie gegenereerd en weerkaast aan de randen van het scherm.

Bij het aanraken van het scherm doorbreek je die geluidsgolven en absorbeer je een deel van hun energie. De positie van je vinger kan zo bepaald worden.

Je kan dit vergelijken met infrarood schermen.



Figuur 11.12: Het accoustic wave aanraakscherm

a

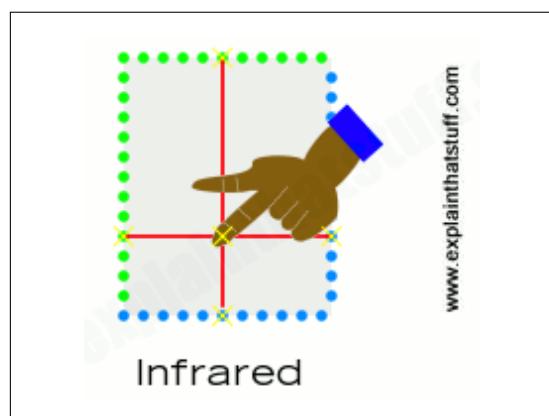
<sup>a</sup><https://www.explainthatstuff.com/touchscreens.html>

Deze schermen kan je bedienen met handschoenen aan en met een aanraakpen.

### 11.3.4 De infrarood aanraakschermen

Het scherm is opgedeeld in verschillende infraroodstralen, zowel horizontaal als verticaal. Elke straal vertrekt van een infrarood LED lampje en wordt opgevangen door een fotocel.

Bij het aanraken van een infrarood aanraakscherm, doorbreek je infraroodstraal, waarvan de positie in x- en y-as geregistreerd wordt.



Figuur 11.13: Het infrarood aanraakscherm

### 11.3.5 De resistieve aanraakschermen

Deze technologie is momenteel het populairst. Het scherm is opgebouwd uit een flexibele bovenlaag uit geleidend polymeer (*kunststof*). Aan de onderkant heb je een geleidende glasplaat. Tussen boven- en onderkant is er een isolerend membraan.

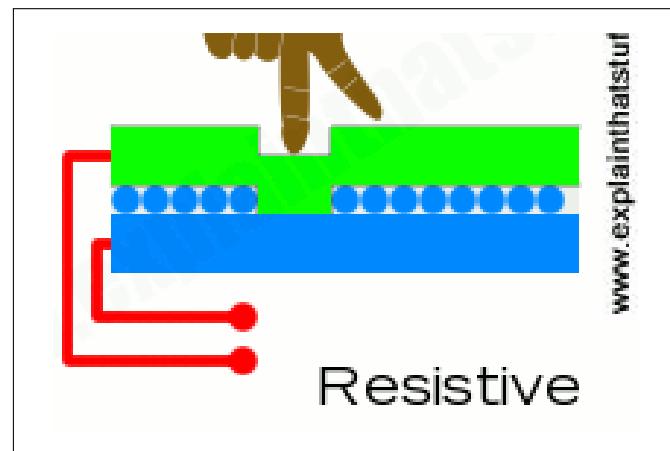
Bij het aanraken van een resistief aanraakscherm, druk je beide geleidende lagen tegen elkaar en je veroorzaakt zo een contact, gelijkaardig als het indrukken van een toetsenbord.

### 11.3.6 De near field imaging aanraakschermen

Bij schermen die gebruik maken van de techniek van *near field imaging* schermen, gebruik je kleine spanningen aan de randen van het scherm. Hierdoor krijg je een elektrisch veld op het oppervlakte.

Bij het naderen van je vinger, verstoort je het elektrisch veld, waardoor je positie bepaald kan worden.

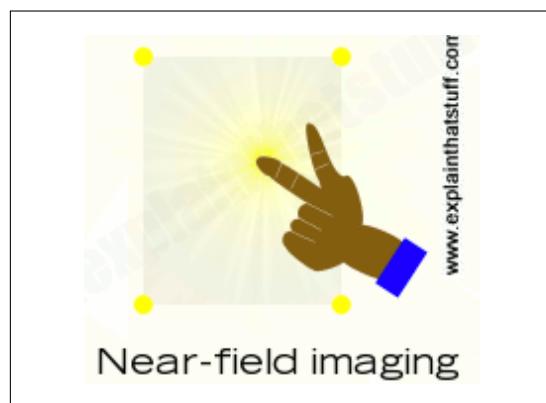
Dergelijke schermen kan je ook met handschoenen aan en met aanraakpennen bedienen



Figuur 11.14: Het resistief aanraakscherm

a

<sup>a</sup><https://www.explainthatstuff.com/touchscreens.html#resistive>



Figuur 11.15: Het near field imaging aanraakscherm

a

<sup>a</sup><https://www.explainthatstuff.com/touchscreens.html>

**11.3.7 Wat moet je weten en/of kunnen?**

- ? Bespreek de capacitieve aanraakschermen
- ? Bespreek de surface acoustic wave aanraakschermen
- ? Bespreek de infrarood aanraakschermen
- ? Bespreek de resistieve aanraakschermen
- ? Bespreek de near field imaging aanraakschermen
- ? Maak een overzicht (naam en uitleg) van een viertal technieken die aanraakschermen gebruiken
- ? Vergelijk het gebruik van resistive touchscreen met capacitive touchscreen

# 12 Output

## 12.1 Beeldschermen en de rol van polarisatie

-  1.3.1 *De functie en belangrijke karakteristieken van de gangbare optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld beeldscherm, grafische kaart, muis, toetsenbord, printer, scanner*

### 12.1.1 Documentatie

Bij de voorbereiding van dit cursusdeel kan je bijvoorbeeld onderstaande YouTube-filmpjes bekijken:

- <https://www.youtube.com/watch?v=uyLDA9QT8EY>
- <https://www.youtube.com/watch?v=aAZKICHWGnA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=0B79dGR19Tg>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xDaI-I4GYXI>

#### Opdracht 32

Als voorbereiding bekijk je best bovenstaande filmpjes en noteer hieronder je opmerkingen (*goed, bruikbaar, te moeilijk,...*).

Je zoekt vervolgens naar soortelijk documentatiemateriaal (filmpjes, website, ...) die je helpen om het onderwerp te begrijpen. Je noteert hieronder minimaal één referentie naar Internetbron.

Noteer hieronder met welke parameters je rekening moet houden bij de aankoop van een nieuwe monitor.

- de prijs
- 
- 
- 

In de volgende hoofdstukken vind je een verwerking van wat je over monitor moet weten.

*Opdracht 32: Kennismaking met het onderwerp*

### 12.1.2 De basisbegrippen

Begrip	Omschrijving
pixel	Een <b>pixel</b> is een beeldpunt op een scherm. Om <b>kleuren</b> weer te geven, is een <b>pixel</b> opgebouwd uit <b>drie subpixels</b> die elk een primaire kleur (rood, geel , blauw) kunnen weergeven.
aspect ratio	De <b>aspect ratio</b> is de <b>verhouding</b> tussen het aantal <b>pixels</b> in <b>horizontale</b> en in <b>vertikale</b> richting. Een klassieke waarde is 16:9, zoals bij een beeldscherm met een <b>resolutie</b> van <b>1920 x 1080</b> . Vroeger was de waarde 4:3 gebruikelijker.
polarisatie	<b>polarisatie</b> is het natuurkundig verschijnsel waarbij <b>de elektrische component</b> van een lichtgolf in één bepaalde richting wordt beperkt
responstijd	De <b>responstijd</b> is de <b>tijd</b> die het <b>scherm</b> nodig heeft om van <b>kleur/intensiteit te veranderen</b> (het scherm is enigszins traag). Hoe <b>lager</b> de responstijd, hoe <b>sneller</b> het scherm zich <b>aanpast</b> aan beeldverandering. Een <b>lagere responstijd</b> wordt als <b>beter</b> ervaren.
TFT	Een <b>TFT</b> -scherm, voluit ( <b>thin film transistor</b> scherm, is een <b>scherm</b> dat opgebouwd is als een <b>matrix</b> met <b>transistoren</b> , één per <b>kleur</b> en per <b>pixel</b> en condensatoren
refresh rate	De <b>refresh rate</b> is de <b>frequentie</b> waarmee het <b>beeld</b> volledig <b>opnieuw opgebouwd</b> wordt en dus elke <b>pixel</b> van het beeldscherm het <b>correct kleur</b> gekregen heeft.
native resolutie	De <b>native resolutie</b> is de <b>maximale</b> resolutie die het toestel, beeldscherm of projector, kan <b>weergeven</b> . Dit begrip wordt ook <b>optische resolutie</b> genoemd. <sup>1</sup>
input resolutie	De <b>input resolutie</b> is de <b>maximale</b> resolutie die een beeldscherm of projector kan <b>verwerken</b> . De <b>input resolutie</b> is groter of gelijk aan de <b>native resolutie</b> .

*vervolg op volgende pagina*

<sup>1</sup><https://www.startpagina.nl/v/elektronica/televisies/vraag/613366/verschil-tussen-verschillende-resoluties/>,  
geconsulteerd op 2021-01-29

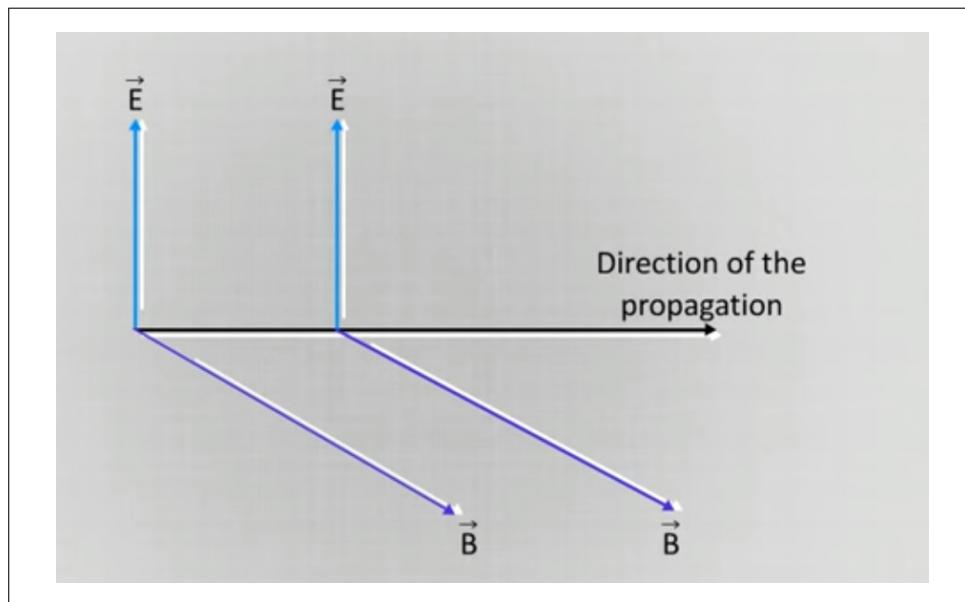
Begrip	Omschrijving
helderheidsgraad	De <b>helderheidsgraad</b> . ( <b>brightness</b> ) is de <b>maximale</b> hoeveelheid <b>licht</b> , (dus de <b>lichtintensiteit</b> ,) dat een pixel kan uitstralen. Dit wordt uitgedrukt in <i>candela/m<sup>2</sup></i> .
candela	De <b>candela</b> is een <b>eenheid</b> voor de <b>lichtsterkte</b> . 1 candela staat ongeveer gelijk aan de <b>lichtsterkte</b> van een standaard <b>zaklamp</b> . Een gloeilamp van 100 watt heeft bijvoorbeeld een lichtsterkte van 100 candela. (²)
contrast verhouding	De <b>contrastverhouding</b> , ook <b>contrastratio</b> geheten, is het <b>verschil</b> in <b>lichtintensiteit</b> tussen de <b>allerlichtste</b> en <b>allerdonkerste</b> beeldpunten, bv <b>600:1</b>
reactietijd	De <b>reactietijd</b> of <b>response time</b> is de <b>tijd</b> die nodig is om <b>één beeldpunt</b> te <b>wijzigen</b> van (actief) <b>zwart</b> naar (inactief) <b>wit</b> en terug naar <b>zwart</b> . Deze waarde druk je uit in <b>millisec</b> . (³)
kijkhoek	De <b>kijkhoek</b> is de <b>maximale hoek</b> (in <b>graden</b> uitgedrukt) waaronder je nog kunt <b>lezen</b> wat op het <b>beeldscherm</b> staat. Hoe kleiner de hoek, hoe groter je privacy.
pivotfunctie	De <b>pivotfunctie</b> is een <b>eigenschap</b> van <b>bepaalde beeldschermen</b> die <b>90 °</b> kunnen draaien, van <b>landschapsweergave</b> naar <b>portretweergave</b>

Tabel 12.2: Overzicht van de basisbegrippen

<sup>2</sup><https://www.kieskeurig.be/monitor/informatie><sup>3</sup><https://www.kieskeurig.be/monitor/informatie>

### 12.1.3 Wat is licht?

Zoals besproken in het YouTube filmpje [https://www.youtube.com/watch?v=6\\_C8KyU67RU](https://www.youtube.com/watch?v=6_C8KyU67RU) is licht een **elektro-magnetische golf** die zich in een **bepaalde richting voortplant**. De **elektrische** component en de **magnetische** component van de golf staan **loodrecht** op elkaar en ook **loodrecht** op de **richting** van de **golf**. Je beschouwt de **x-as** als de richting van de golf; de **y-as** is de richting van de elektrische component en de **z-as** is dan de richting van de magnetische component.



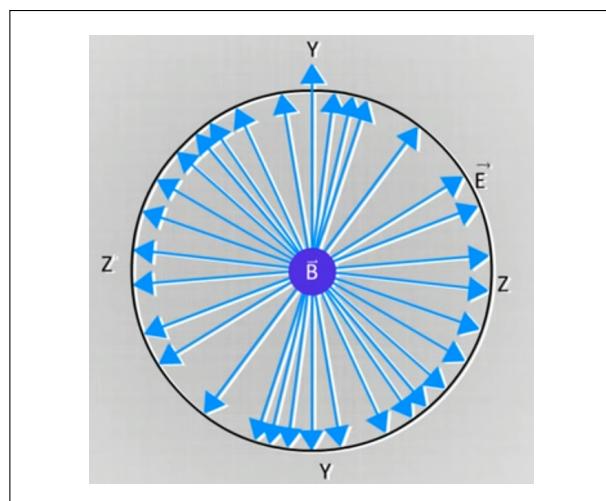
Figuur 12.1: Licht als elektromagnetische golf in bepaalde richting

a

<sup>a</sup>[https://www.youtube.com/watch?v=6\\_C8KyU67RU](https://www.youtube.com/watch?v=6_C8KyU67RU)

Zelfs al ken je de **richting** van de golf, dan nog ken je nog niet de **exacte positie** van de **elektrische component** van de lichtbundel en kan die zich met een willekeurige hoek op het **loodvlak** op de **richting** van de golf bevinden.

Dit kan je zien op de figuur 12.2 hier-naast.



Figuur 12.2: De elektrische component van het licht kan in elke richting wijzen

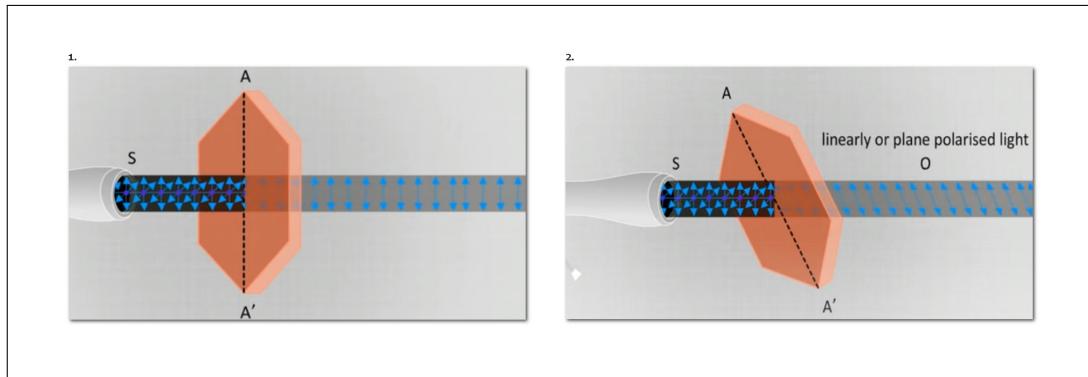
a

<sup>a</sup>[https://www.youtube.com/watch?v=6\\_C8KyU67RU](https://www.youtube.com/watch?v=6_C8KyU67RU), geconsulteerd op 2021-01-29

### 12.1.4 De polarisatie van het licht

De figuur 12.3 toont het **effect** van een **polarisatiefilter** op een lichtbundel. Enkel de lichtstralen met een **orientatie** van de **elektrische component** gelijk aan de richting **A-A'** van de polarisatiefilter.

De figuren linke en rechts hieronder illustreren elk een eigen overblijvende richting.

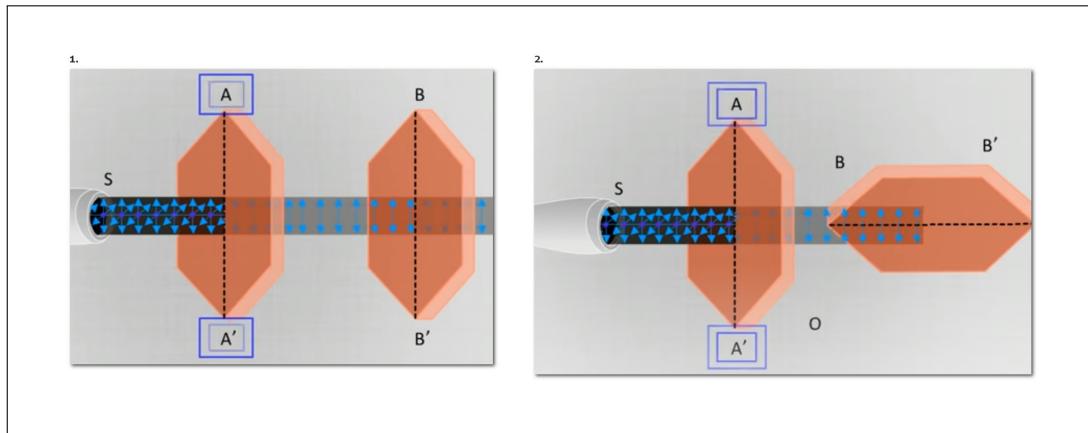


Figuur 12.3: Het effect van een polarisatiefilter

a

<sup>a</sup>[https://www.youtube.com/watch?v=6\\_C8KyU67RU](https://www.youtube.com/watch?v=6_C8KyU67RU), geconsulteerd op 2021-01-29

Bij het gebruik van een **tweede** polarisatiefilter kan je de doorgang van het licht nog verder sturen.



Figuur 12.4: Het effect van een **tweede** polarisatiefilter

a

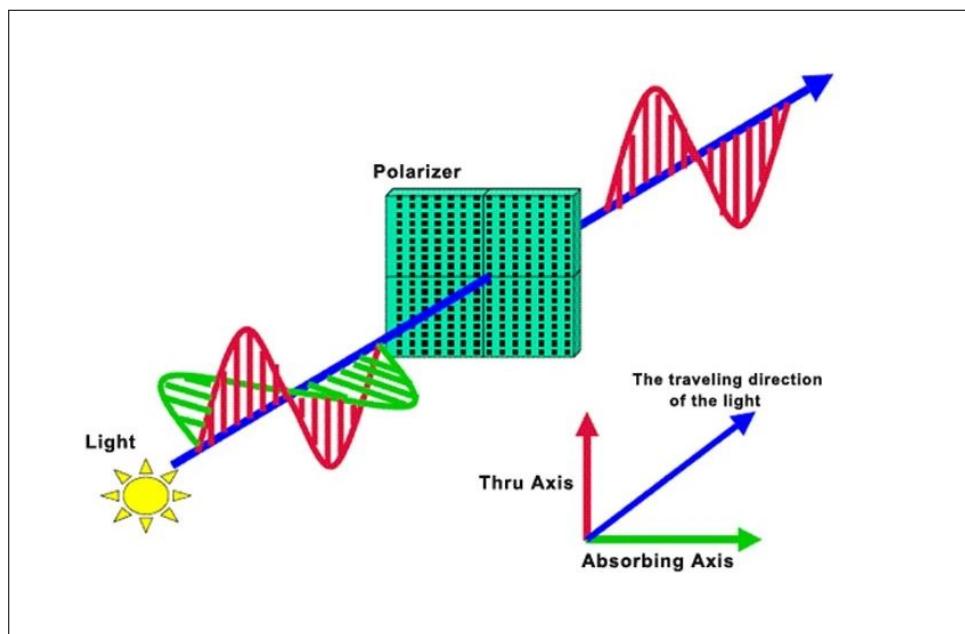
<sup>a</sup>[https://www.youtube.com/watch?v=6\\_C8KyU67RU](https://www.youtube.com/watch?v=6_C8KyU67RU), geconsulteerd op 2021-01-29

Het is zo ook mogelijk om niets door te laten, zoals je ziet op het rechtergedeelte van figuur 12.4.

### 12.1.5 Het begrip polarisatie en het gebruik van beeldschermen

De werking van een aantal hedendaagse **schermen**, waaronder de **LCD schermen**, maken gebruik van **gepolariseerd licht**.

- Een **lichtbron** straalt **licht** uit in **alle richtingen** maar ook in **alle golflengtes**.
- Een **polarisatiefilter** zal al het licht tegenhouden, behalve het licht dat in een bepaalde oriëntatie door gelaten wordt.
- Bij het gebruik van een tweede polarisatiefilter zijn er volgende mogelijkheden
  - je zie geen licht: de **oriëntatierichting** van de tweede polarisatiefilter laat het licht in een **andere richting** door dat de **eerste**;
  - je ziet wel licht: de **oriëntatierichting** van de tweede polarisatiefilter laat het licht in een **dezelfde richting** door dat de **eerste**;



Figuur 12.5: De werking van het LCD scherm

a

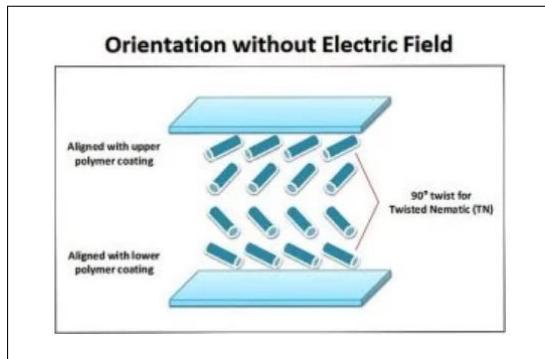
<sup>a</sup><https://replacement.parts/blogs/articles/why-you-can-t-see-the-iphone-screen-with-polarized-sunglasses>

Alleen als de tweede polarisatiefilter gelijk is aan de eerste filter, zal je licht zien. Je zal ook licht zien als het licht tussen beide polarisatiefilters een andere oriëntatie krijgt (zie verder)

### 12.1.6 Het begrip polarisatie en LCD schermen

Verderop in de cursus op pagina III-276 vind je de bespreking van de **LCD** schermen.

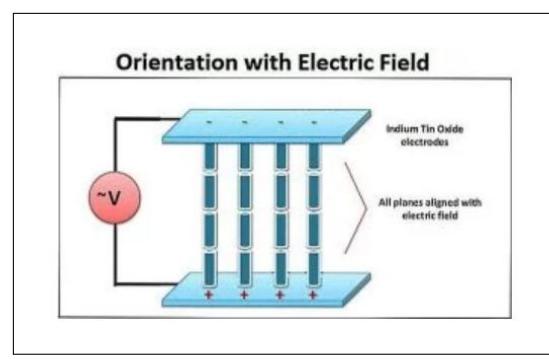
Op de figuur 12.6 en 12.7 zie je het effect van een **elektrische veld** tussen twee platen en het effect op de **vloeibare kristallen** die er tussen zijn en onder invloed van het elektrisch veld zich oriënteren.



Figuur 12.6: zonder elektrisch veld

a

<sup>a</sup>[https://electrosome.com/  
lcd-display-fundamentals/](https://electrosome.com/lcd-display-fundamentals/)



Figuur 12.7: met elektrisch veld

a

<sup>a</sup>[https://electrosome.com/  
lcd-display-fundamentals/](https://electrosome.com/lcd-display-fundamentals/)

In verdere hoofdstukken komt dit begrip nog aan bod.

*Pagina voor eigen notities.*

## 12.2 Het overzicht van de beeldschermen

### 12.2.1 De CRT-schermen: verouderd

**CRT (cathodestraalbuizen)schermen** zijn volledig verouderd en vind je normaal gesproken ook **niet** meer in een **kantooromgeving**.

Op de figuur 12.8 zie je een voorbeeld van een **CRT** monitor.



Figuur 12.8: Een voorbeeld van een CRT

a

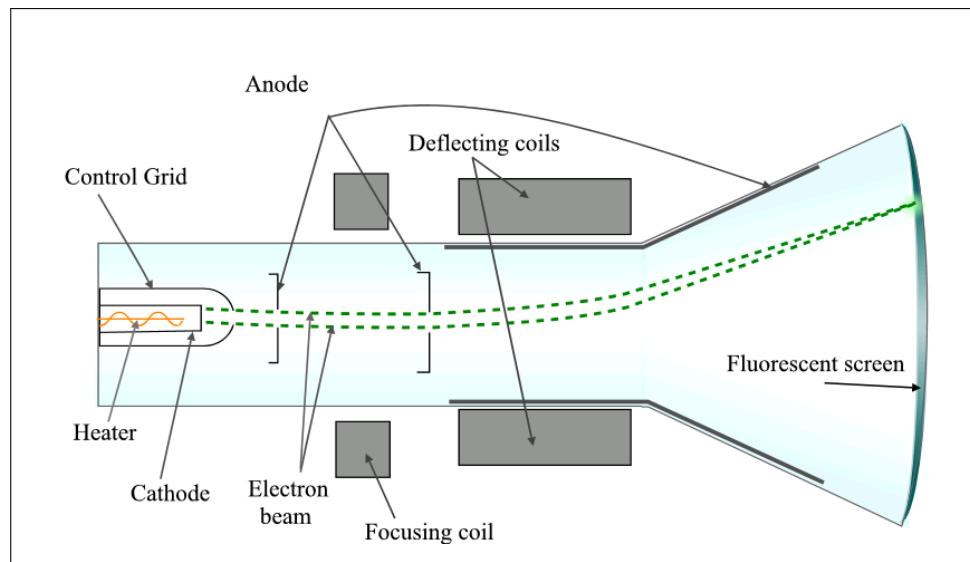
<sup>a</sup><https://nl.123rf.com/>

De werking ervan wordt voorgesteld op figuur 12.9 hieronder.

Een elektronenstraal wordt door 2 loodrecht op elkaar staande magnetische velden gestuurd van links naar rechts en van boven naar onder. De elektronen botsen op een fluoriserend scherm dat hierdoor oplicht. Op die manier bouw je je beeld op, dat kan zowel monochroom als met RGB kleuren kan zijn.

**Langdurig hetzelfde** beeld tonen, zorgt voor **beschadiging** van de **fluoriserende** laag waardoor je de **schaduw** van dat **beeld** ook **nadien** nog blijft zien. Om dit effect tegen te gaan, gebruikte je vroeger **een schermbeschermer** of **screen protector**. Na verloop van een instelbare tijd, verscheen een **vooraf ingestelde** bewegende tekening of werd je scherm **uitgeschakeld**.

Dit kan je nog altijd gebruiken maar heeft niet meer tot doel om je monitor te beschermen. Het **uitschakelen** van je scherm bij niet gebruik kadert nu in **energiezuinig computergebruik**.



Figuur 12.9: De werking van de CRT

a

<sup>a</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Cathode-ray\\_tub](https://en.wikipedia.org/wiki/Cathode-ray_tub)

## 12.2.2 Het LCD scherm

Een eerste generatie van dunner computerschermen bestaat uit een **liquid crystal display (lcd)** scherm.<sup>4</sup> De werking berust op het effect dat de '**vloeibare kristallen**' in het display in staat zijn om de **polarisatierichting** van licht te **draaien** als er een **elektrische spanning** op wordt gezet. Zij laten het licht al dan niet door.

### 12.2.2.1 De 3 types van een LCD scherm

De **passieve** schermen kunnen voorkomen in zwart-wit, met grijstinten (grayscale) of in kleur. Het display kan:

- **reflectief** zijn (waarbij gebruik wordt gemaakt van **weerkaatsing** van **omgevingslicht** met behulp van een **spiegel** in de lcd-cel, bijvoorbeeld in rekenmachines) (zie figuur 12.11)
- **transmissief** (met een **kunstmatige CCFL-lichtbron** achter het display, bijvoorbeeld in **laptops**) (zie figuur 12.10)
- **transflectief** een **combinatie** van beide vorige, in mobiele telefoons, waarbij gebruik wordt gemaakt van een **halfdoorlatende spiegel** of een **spiegel met gaatjes**.

### 12.2.2.2 De verschillende mogelijkheden

Als je figuur 12.10 op pagina III-282 vergelijkt met figuur 12.11 op pagina III-282, dan merk je dat tussen beide systemen, met name **transmissief** en **reflectief** weinig fundamenteel verschil is, op de **plaats** van de **lichtbron** na. Herlees zo nodig het principe van polarisatie op pagina III-276.

De **eerste polarisatiefilter** zorgt ervoor dat het **licht** in slechts **één richting** wordt doorgelaten. Stel dat dit verticaal is.

Afhankelijk van de bron op internet, staat de **tweede polarisatiefilter** in dezelfde richting of is gedraaid onder een hoek van 90°. Stel dat de tweede polarisatiefilter in dezelfde richting (bijvoorbeeld verticaal) polariseert.

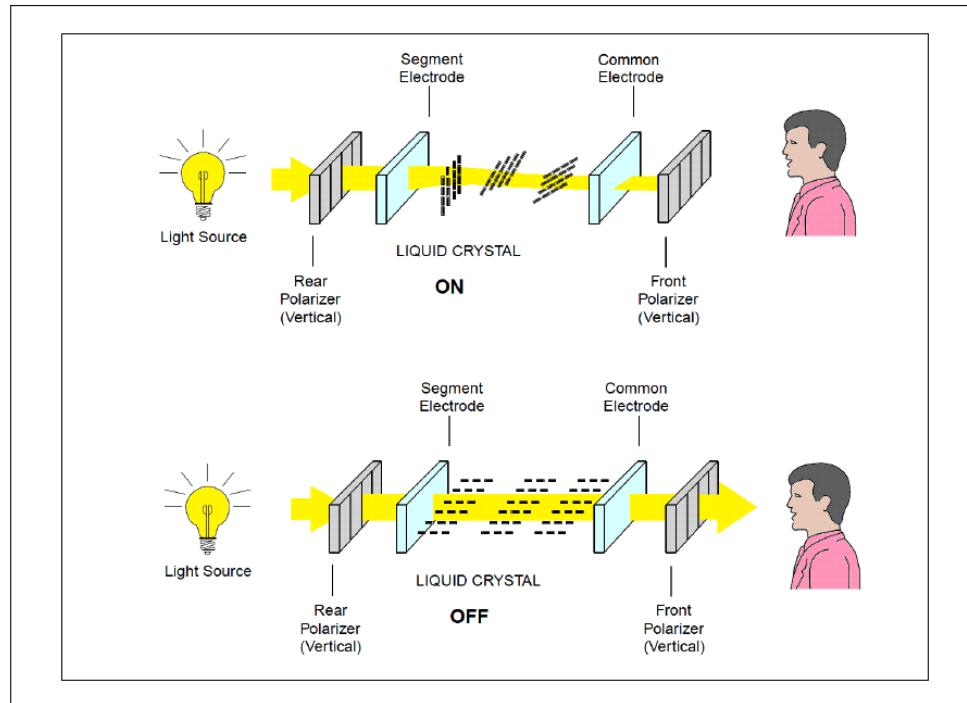
Onder invloed van het **elektrisch veld**, zullen de **LCD kristallen** in **dezelfde** richting staan, en de **polarisatie** van het **licht** veranderen naar **horizontaal**.

Als de **tweede polarisatiefilter verticaal** is, zal er **geen licht** doorgelaten worden en je krijgt dan '**zwart**' op het beeld. Dan krijg je bijvoorbeeld **cijfers op je rekenmachine**.

Als er **geen elektrisch veld** aangelegd wordt, zal de **polarisatie** van het **inkomend licht** **niet** veranderen (het blijft in dit voorbeeld verticaal) en zal **doorgelaten** worden **door de tweede polarisatiefilter** (die ook verticaal is in dit voorbeeld). Je krijgt dan een **helder** scherm.

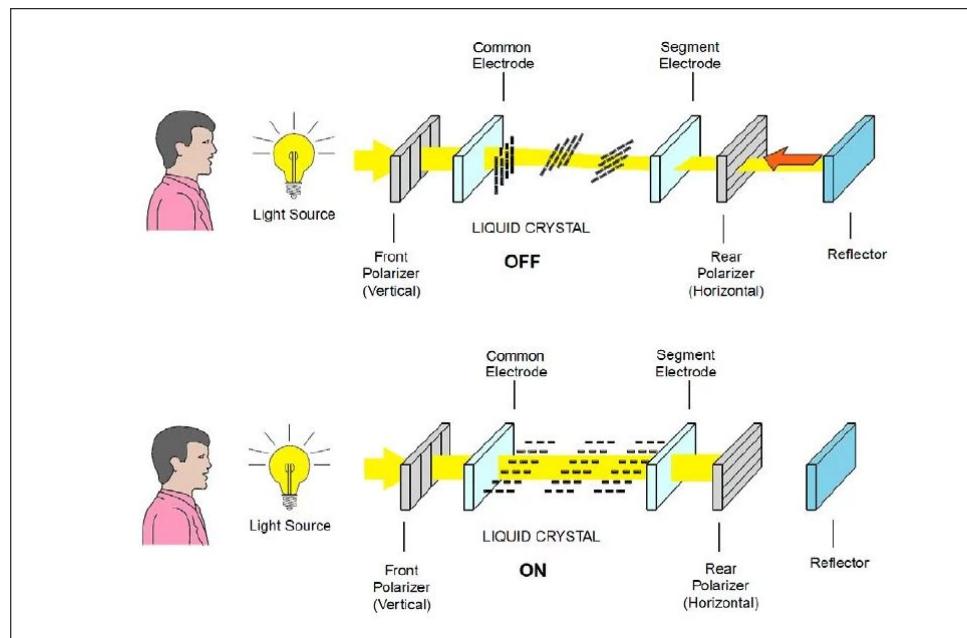
De twee polarisatiefilters staan onder een hoek van 90°. In normale omstandigheden zal er geen licht doorgelaten worden.

<sup>4</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Beeldscherm>, geconsulteerd op 2020/02/29

Figuur 12.10: Het **transmissief** LCD scherm*a*

<sup>a</sup><https://electrosome.com/lcd-display-fundamentals/>

Tussen beide polarisatiefilters zijn er vloeibare kristallen die in willekeurige richtingen staan. Hierdoor is het toch mogelijk om een deel van het licht door te laten.

Figuur 12.11: Het **reflectief** LCD scherm*a*

<sup>a</sup><https://electrosome.com/lcd-display-fundamentals/>

Onder invloed van een elektrische spanning tussen twee elektrodes, die elk tussen de kristallen en de polarisatiefilter staan, zullen de kristallen in een bepaalde richting gedwongen

worden. Als de kristallen allemaal in éénzelfde richting staan, zal uiteindelijk er geen licht meer doorgelaten worden.

#### 12.2.2.3 De kenmerken van een LCD scherm

De technologie van de lcd's geeft de mogelijkheid de aspect ratio te variëren (16:9, of soms 16:10 of 15:9). De afmetingen (diagonaal) kunnen groter worden: 53 cm (21"), 76 cm (30") en zelfs 2,08 m (82"), maar ook relatief klein van minder dan 5 cm (2").

Deze schermen vertonen geen flikkering, wat wel het geval is bij CRT schermen.

Bij lcd's spreekt men eerder over **responstijd**. Dit is de tijd die het scherm nodig heeft om van kleur/intensiteit te veranderen (het scherm is enigszins traag). Hoe lager de responstijd, hoe sneller het scherm zich aanpast aan beeldverandering. Een lagere responstijd wordt als beter ervaren.

### 12.2.3 Het TFT scherm

Een volgend type scherm was het **TFT (thin film transistor)** met volgende kenmerken:

- Een **TFT scherm** bestaat uit een **active matrix**. Het LCD scherm is een **passieve matrix**
- opgebouwd uit een **zeer groot aantal zeer kleine transistoren** met een **condensator**
- elke **transistor** stuurt **één kleur** van **één pixel** (beeldpunt). Je hebt per **pixel drie transistoren** nodig, **één voor elke basiskleur** van het RGB schema.
- de **condensator** behoudt de **stroom** gedurende een zeer korte tijd (fractie van seconde)
- om een **pixel** aan te spreken moet je zowel de **rij** als de **kolom** van de **matrix** onder **spanning** brengen. De **condensator** op het **snijpunt** van die rij en die kolom krijgt dan de **stroom**
- die **transistor** beïnvloedt de **amorfe kristallen** die onder invloed van **stroom draaien**
- via **polarisatiefilters** en een **RGB kleurenfilter** krijg je dan het **beeld**
- de **beeldfrequentie** is **minimaal 60-70 Hz**.

### 12.2.4 Het LED scherm

Als de lichtbron een klassieke backlight (CCFL) lamp is, dan heb je het gewone TFT scherm. Nu wordt er meer en meer LED gebruikt voor een energiezuiniger beeldscherm.

### 12.2.5 Het OLED scherm

Het OLED scherm is een verdere ontwikkeling van het **plasmascherm**. Gebruik je Organic LED (OLED), dan is er **geen achtergrondverlichting** meer nodig.

Deze techniek heeft als voordeel:

- **zuiniger** met energie tov LED
- **dunner** te produceren
- **beter contrast** dan bij TFT
- **grottere kijkhoek** dan bij TFT
- **hogere reactietijd**

### 12.2.6 Sythesetabel

In de onderstaande figuur 12.12 op pagina III-285 zie je de verschillen tussen de mogelijke actuele beeldschermen

	LCD	LED	Plasma
<b>Techniek</b>	Vloeibare kristallen met CCFL lichtbron	Vloeibare kristallen met LED lichtbron	Gascapsules welke oplichten. De cellen maken zelf licht.
<b>Helderheid</b>	Hoge helderheid, minder last van invallend zonlicht	Hoge helderheid, minder last van invallend zonlicht	Matige helderheid, last van invallend zonlicht
<b>Contrast</b>	Matig doordat invallend licht moet worden afgedekt door de pixels.	Beter dan LCD door gebruik van de LED backlight. Bij local dimming LED zeer goed.	Zeer goed omdat elke pixel afzonderlijk uitgezet kan worden.
<b>Kleuren</b>	Miljoen kleuren. Kleurechtheid redelijk.	Miljoen kleuren. Kleurechtheid goed.	> Miljard kleuren. Kleurechtheid zeer goed.
<b>Kijkhoek</b>	Beeld verkleurd bij kijken onder grote kijkhoek.	Beter als bij LCD schermen, maar nog altijd verkleuring.	Kleur blijft goed bij kijken onder grote hoek. Vergelijkbaar met CRT TV.
<b>Responsetime</b>	Hoog. Zorgt voor onscherp beeld bij snelle bewegingen zoals games en voetbal.	Hoog. Zorgt voor onscherp beeld bij snelle bewegingen zoals games en voetbal.	Geen. Zorgt voor scherp beeld bij snelle bewegingen zoals games en voetbal.
<b>Energieverbruik</b>	Normaal	Laag	Hoog

Figuur 12.12: Vergelijking tussen de verschillende beeldschermen

a

<sup>a</sup>[http://www.beamerplanet.be/verschil\\_tussen\\_lcd\\_plasma\\_led\\_of\\_oled.html](http://www.beamerplanet.be/verschil_tussen_lcd_plasma_led_of_oled.html)

### 12.2.7 Tips bij aankoop van een scherm

Bij de aankoop van een beeldscherm zijn er een aantal factoren waarmee je rekening kan houden. De opsomming hieronder is overgenomen van het Sleutelboek p. 132 ). Analoge lijstjes vind je op bv <https://www.kieskeurig.be/monitor/informatie>:

- **Dot pitch of pixel pitch** : De fysische grootte van een beeldpunt (pixel) uitgedrukt in mm. Hoe kleiner die waarde, hoe meer pixels er zijn en hoe scherper het beeld.

Een alternatieve definitie <sup>(5)</sup> is dat **dot pitch** de afstand is tussen twee beeldpunten (of pixels) en gelijk is aan 0.2 to 0.3 mm. De meeste monitoren hebben een dot pitch tussen 0.27 en 0.29 mm. Hoe lager de waarde, hoe beter voor je ogen bij intensief beeldschermgebruik.

- De **schermresolutie** als aantal **pixels horizontaal** \* het aantal pixels **verticaal** bv 1920 \* 1080.

Een lcd-monitor kan wel degelijk op verschillende resoluties worden ingesteld, maar uiteindelijk is het scherm gemaakt met één optimale resolutie: **de native resolutie** . Die waarde hangt vooral af van de **grootte van het beeldscherm**. Bij een standaard (dus geen breedbeeld) TFT-monitor van 19 inch bijvoorbeeld is de **meestgebruikte** resolutie **1280 x 1024** pixels.

- de **refresh rate**: Niet alleen de resolutie is belangrijk, ook de **verversingsfrequentie (refresh rate)** speelt hierin een rol. Hoe vaker het beeld ververst wordt, hoe rustiger het is voor je ogen.
- De **helderheidsgraad** . (**brightness**) Dit is de maximale hoeveelheid licht (**lichtintensiteit**) dat een pixel kan uitstralen. Dit wordt uitgedrukt in *candela/m<sup>2</sup>* .

1 candela staat ongeveer gelijk aan de lichtsterkte van een standaard zaklamp. Een gloeilamp van 100 watt heeft bijvoorbeeld een lichtsterkte van 100 candela. Hoe hoger de helderheidswaarde van een lcd-monitor, hoe helderder het scherm kan worden ingesteld. <sup>(6)</sup>

- de **contrastverhouding** , ook **contrastratio** geheten, is het verschil in lichtintensiteit tussen de allerlichtste en allerdonkerste beeldpunten, bv 600:1

Dit betekent ok dat de **contrastverhouding** de verhouding weergeeft tussen het aantal stappen of eenheden die mogelijk zijn tussen wit en zwart. Hoe groter deze verhouding, hoe beter het contrast. Een lcd-monitor met een contrastverhouding van 1000:1 kan bijvoorbeeld 1000 tinten onderscheiden tussen zwart en wit.

Het is niet altijd evident om LCD-schermen onderling te vergelijken omdat er naast de **normale contrastverhouding**, ook gewerkt wordt met een **dynamisch contrast** . Daarbij wordt de lichtbron van de monitor verminderd als het beeld op het scherm donker is. Een **dynamisch** contrast heeft altijd een **hogere** waarde dan het typische, **normale** contrast. Je kan moeilijk vergelijken omdat niet alle fabrikanten altijd beide waarden opgeven.

- de **kijkhoek** . Dit is de maximale hoek (in graden uitgedrukt) waaronder je nog kunt lezen

<sup>5</sup><https://www.kieskeurig.be/monitor/informatie>

<sup>6</sup><https://www.kieskeurig.be/monitor/informatie>

wat op het beeldscherm staat. Hoe kleiner de hoek, hoe groter je privacy.

De kijkhoek geeft aan tot welke positie het beeld op de lcd-monitor nog goed te onderscheiden is als je er van opzij (of boven- of onderaan) tegenaan kijkt. Normale waarden voor een kijkhoek zijn 150 tot 168. Hoe groter de kijkhoek, hoe minder vervorming er optreedt als je van opzij of boven of onder naar de monitor kijkt. Een horizontale kijkhoek van bijvoorbeeld 140 graden wil zeggen dat je nog steeds kunt zien wat er op het scherm staat als je er vanuit een hoek van 70 graden naar kijkt. Meestal zal je echter recht voor het scherm zitten, en dan is het belangrijker dat het beeld aan de randen niet van helderheid of kleur verandert.

- de **reactietijd** of **response time**. Dit is de tijd die nodig is om één beeldpunt te wijzigen van (actief) zwart naar (inactief) wit en terug naar zwart. Deze waarde druk je uit in millisec. (<sup>7</sup>)

Hoe lager het getal, hoe beter. Een reactietijd van 2 à 4 milliseconden (ms) is op dit moment snel. Lage reactietijden zijn vooral belangrijk voor het spelen van games of het kijken van films omdat de lcd-cellent dan constant snel van kleur veranderen en er anders een waas kan ontstaan.

Voor **kantoorgebruik** maakt het **niet uit** hoe hoog of laag de reactietijd is.

De vermelde waarde is niet altijd betrouwbaar omdat fabrikanten hun reactiesnelheid soms alleen geven als gemeten waarde van grijs tot grijs. Een echt goede vergelijking is alleen mogelijk door waarden naast elkaar te leggen die gemeten zijn door van zwart naar wit en weer terug naar zwart te gaan.

- de mogelijke **aansluitingen** met de **pc**. Verschillende mogelijkheden zijn onder andere VGA, DVI, HDMI, DisplayPort
- bijkomende voordelen zoals:
  - de aanwezigheid van ingebouwde **luidsprekers**
  - de aanwezigheid van **USB** aansluitingen.
  - de aanwezigheid van ingebouwde **webcam**
  - De mogelijkheid om je scherm 90° te draaien: **pivotfunctie**
  - Een mooi design

<sup>7</sup><https://www.kieskeurig.be/monitor/informatie>

### 12.2.8 De activeren van dode pixels

Om een dode of geblokkeerde pixel tot leven te wekken kan je drie technieken toepassen:

- Je laat die **pixel heel snel** na elkaar **verschillende kleuren** verwerken. Je kan hiervoor gratis **software** gebruiken.
- Je probeert door de **druk** van je **vinger** de **pixel** te **reanimeren**:
  - Je **schakelt je beeldscherm uit**
  - **Druk geleidelijk op de plaats** waar je de dode of geblokkeerde **pixel** vindt
  - **Schakel je beeldscherm aan**
  - laat nu je **vinger los** na enkele seconden de druk aan te houden
- Je drukt met een **stomp voorwerk**, bv het uiteinde van een balpen of potlood op die **dode pixel** die zich in een **donkere** achtergrond bevindt. Die dode of geblokkeerde pixel zou door die druk **kort moeten oplichten** en -hopelijk- nadien terug normaal functioneren.

### 12.2.9 De kleuren op je monitor

#### 12.2.9.1 Monochroom

Monochroom is het eenvoudigst. In die situatie heb je maar één bit nodig voor elke pixel. De beeldschermen zijn dan groen- of amberkleurig.

#### 12.2.9.2 Een bit per kleur en per pixel

Als je kleur gebruikt, dan heb je voor beeldschermen **RGB** kleuren. Elke pixel zal dan een waarde voor rood, groen en blauw nodig hebben. Op die manier kan je  $2^3 = 8$  kleuren definiëren. De waarde (0,0,0) is dan zwart. De waarde (1,1,1) is dan wit.

#### 12.2.9.3 Meerdere bits per pixel

Bij het gebruik van 8 bits per pixel, bekom je  $2^8 = 256$  kleuren.

Nu gebruik je eerder **24 bits per pixel** zodat je  $2^{24} = 16$  miljoen kleuren hebt. Dit noemt men **ware kleuren** of in het Engels **true colors**

### 12.2.10 Wat moet je weten en/of kunnen?

- ? Bespreek het begrip polarisatie van licht
- ? Bespreek de werking van een LCD scherm.
- ? Bespreek het begrip **respons tijd**
  - ? Bespreek de stelling: *Bij de keuze van een beeldscherm is een hoge waarde van de responstijd te verkiezen*
- ? Bespreek het TFT scherm
- ? Bespreek het LED scherm
- ? Bespreek de kenmerken van een OLED scherm
  - ? Vergelijk **LCD**, **LED** en **plasma** schermen wat betreft de **techniek**, de mogelijke **helderheid**, het **contrast**, de mogelijke **kleuren**, de **kijkhoek**, de **responstijd** en het **energieverbruik**
- ? Noteer 7 voldoende verschillende factoren waarmee je rekening houdt bij aankoop van een scherm.
- ? Bespreek drie technieken (of stappen) die je kan ondernemen om een dode of geblokkeerde pixel tot leven te wekken.
- ? Bespreek het begrip 'true colors'

*Pagina voor eigen notities.*

## 12.3 De videoprojector (Beamers)

1.3.1 *De functie en belangrijke karakteristieken van de gangbare optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld beeldscherm, grafische kaart, muis, toetsenbord, printer, scanner*

 <https://www.youtube.com/watch?v=0D3buLqTHHY>

 [https://www.youtube.com/watch?v=Z90bNuxBA\\_U](https://www.youtube.com/watch?v=Z90bNuxBA_U)

 <https://www.goedkoopbeamerhuren.nl/welke-beamer-moet-ik-kiezen/>

De gebruikelijke benaming voor de **videoprojector** is **beamer** en zal ook in deze tekst verder gebruikt worden, soms als synoniem voor **projector**.

### 12.3.1 De werking van de beamer

De werking van de beamer kan je in het volgend stappenplan volgen

1. je hebt een lichtbron nodig
  - 3 laserstralen die respectievelijk rood, groen en blauw licht uitstralen
  - **klassieke lichtbron** (lamp, in het Engels **bulb**) die wit licht uitstraalt. Dat licht wordt door onder andere rondraaiend kleurenwiel in de drie hoofdkleuren RGB (Rood, Groen en Blauw) verdeeld. Hierdoor wordt slechts 20 % van het oorspronkelijke licht gebruikt
2. beeldvorming van een hedendaagse beamer kan op de volgende manieren gebeuren
  - **LCD** (Liquid cristal display)
    - **kleine LCD schermen** zijn voorzien van een een **raster** in de drie **basiskleuren** rood, groen en blauw. De elementjes in dit kleine scherm genereren een **transparant en dus projecteerbaar kleurenbeeld**
    - dit levert een **scherper beeld** op dan DLP
    - **duurder** dan DLP
  - DLP (Digital Light Processing).
    - Bij dit systeem gebruik je een groot aantal **microscopisch kleine spiegels** die door een micro-elektromechanisch systeem **bewogen** worden
    - deze projectoren zijn vaak goedkoper en eerder voor **kleiner** beeld

### 12.3.2 Waarmee rekening houden bij aankoop?

Bij de aankoop van een **beamer** hou je best rekening met volgende factoren:<sup>8</sup>

- maximale **resolutie** bijvoorbeeld 1920 \* 1080. Dit wordt ook vaak voorgesteld als **HD 1080p** en komt overeen met 2.1 megapixels. Dit noem je **Full HD**<sup>9</sup>
- het **contrast** als verhouding tussen **zwart** en **wit**. Hoe hoger het getal, hoe meer verschillende grijstinten je tussen zwart en wit kan onderscheiden.
- de **helderheid** in **lumen** uitgedrukt
- **prijs** en **levensduur** van de **lamp** (tenzij je met een laserlicht werkt)
- de **aansluitmogelijkheden**
- het **geluidsniveau**
- de **brandpuntsafstand**
- mogelijkheid van beeldcorrectie (keystonecorrectie) zodat een beeld op een scherm dat er **trapeziumvormig** uitziet omdat het projectscherm een schuin oppervlak heeft en/of het beeld van de projector niet loodrecht op een scherm is uitgelijnd of wanneer het projectiescherm een schuin oppervlak heeft. Met deze correctie bekom je terug een **rechthoekig beeld**

Bij gebruik van een **laserlicht** als **lichtbron** heb je een aantal **voordelen**:

- lange levensduur
- geen opwarmtijd of afkoeltijd

Bij de specificaties vind je soms **1080i** en andere keren eerder **1080p**. Het verschil vind je hieronder uitgelegd.<sup>10</sup>

- 1080i: het beeld wordt opgebouwd door **afwisseld** de **even** en nadien de **oneven** lijnen **te verversen**
- 1080p: het beeld wordt opgebouwd door **alle lijnen één na één** te verversen.

### 12.3.3 Wat betekent de waarde 'ANSI Lumen'?



1.3.5 *Belangrijke eenheden voor technische specificaties van optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld bit, byte, rpm, inch, dpi, ppm, ppi, Hz, bps, ANSI lumen*



<https://www.beamerexpert.nl/lichtopbrengst-beamer/>

De **lichtsterkte** van een beamer wordt in **ANSI lumen** uitgedrukt. Hoe hoger de waarde, hoe meer **lichtsterkte** de lamp heeft en hoe **groter** het geprojecteerde **beeld** kan worden.

De **lumen** is een **maat** voor de **totale hoeveelheid zichtbaar licht** die een **lichtbron** in **alle richtingen uitstraalt.**<sup>11</sup>

<sup>8</sup><https://sleutelboek.eu>, geconsulteerd op 2020/02/28

<sup>9</sup>Ultra HD is een variant met een beeldresolutie van 3840 x 2160 (8,3 megapixel).

<sup>10</sup><https://www.coolblue.be/nl/advies/full-hd-versus-ultra-hd.html>, geconsulteerd op 2020/02/28

<sup>11</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Lumen\\_\(eenheid\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Lumen_(eenheid)), geconsulteerd op 2020/02/27

Voor projectoren is er een standaard uitgewerkt die zich baseert op de **gemiddelde lichtsterkte** van 9 punten **volledig wit licht** op het **projectievlak**. Dit noemt men ANSI lumen naar de vereniging die de standaard opstelde.

Bij presentaties bij **daglicht**, is **minimaal 1750 lumen** nodig Bij het bekijken van een film in **verduisterde kamer**, heb je genoeg met **800 tot 1000 lumen**. Een te hoge waarde zal eerder een verblindend beeld geven.

#### 12.3.4 Wat betekent de waarde 'resolutie'?

De **resolutie** zijn het aantal beeldpunten, **pixels** waaruit het beeld opgebouwd is. Een voorbeeld is een **VGA** resolutie van  $640 * 480$  pixels , wat de standaard was in de beginjaren van de personal computer (pc).

#### 12.3.5 Wat betekent de waarde 'aspect ratio'?



<https://www.youtube.com/watch?v=npbsI8-nD-4>

De **aspect ratio** is de verhouding tussen het aantal pixels van de **lengte** met de het aantal pixels van **breedte** van een beeld. Bij projectoren onderscheiden drie situaties:

- **XGA** Is een resolutie  $1024 * 768$ . Dit is een **aspect ratio** van **4:3**. Dit is voldoende voor een lichtgewicht, goedkopere beamer.
- **WXGA** Dit heeft een resolutie van  $1280 * 800$ . Dit is een aspect ratio van **16:10**
- **HD** Dit heeft een resolutie van  $1920 * 1080$  pixels en komt overeen met een **aspect ratio** van **16:9**. Dit noemen we ook **High Definition**.

Een gewoon tv-toestel heeft een aspect ratio van 4:3. Een breedbeeldtelevisie een ratio van 16:9.



Hoe hoger de resolutie, hoe scherper het beeld.

De beste resultaten bereik je als standaardresolutie van je computer gelijk is aan de aspect ratio van de projector.

#### 12.3.6 Wat moet je weten en/of kunnen?

- ? Bespreek vijf voldoende verschillende criteria bij de aankoop van een beamer.
- ? verklaar de betekenis van 'ansi lumen'
- ? Noteer gebruikte waarden voor projectoren in ansi lumen
- ? Verklaar het begrip **resolutie**
- ? Verklaar de volgende begrippen: **aspect ratio**, **XGA**, **WXGA** en **HD**

*Pagina voor eigen notities.*

## 12.4 Printers en afdrukapparaten



1.3.1 De functie en belangrijke karakteristieken van de gangbare optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld beeldscherm, grafische kaart, muis, toetsenbord, printer, scanner

### 12.4.1 De basisbegrippen

Begrip	Omschrijving
carbonpapier	<b>carbonpapier</b> is een blad waarvan een kant speciaal behandeld is en zwart uitziet. Het <b>carbonblad</b> plaats je <b>tussen twee gewone bladen papier</b> . Bij het uitoefenen van <b>druk</b> op de bovenkant van het bovenste blad papier, bijvoorbeeld door <b>schrijven</b> of (vroeger) het gebruik van een <b>typemachine</b> of <b>matrixprinter</b> , geeft het <b>carbonblad inkt</b> af en wordt de afdruk op het <b>onderste blad papier</b> gezet.
RGB	<b>RGB</b> , voluit <b>Red Green Blue</b> zijn de drie kleuren van de <b>kleurencodering</b> voor <b>beeldschermen</b> en <b>beamers</b> en werkt met een <b>additieve kleurenmenging</b> .  De waarden worden vaak uitgedrukt als een <b>byte</b> en <b>decimaal</b> voorgesteld. Alle waarden maximaal ( <b>255,255,255</b> ) is <b>wit</b> , alle waarden minimaal ( <b>0,0,0</b> ) is <b>zwart</b> .
CMY	<b>CMY</b> , voluit <b>Cyaan, Magenta, Yellow</b> , zijn de drie kleuren van de <b>kleurencodering</b> voor <b>printers</b> en andere <b>afdrukapparaten</b> en werkt met een <b>subtractieve kleurenmenging</b> . Je gebruikt in de praktijk de variant <b>CMYK</b> waarbij <b>K</b> staat voor 'key' en betekent dat de kleur <b>zwart</b> ook expliciet gebruikt wordt bij het mengen van de kleuren.  De waarden worden vaak uitgedrukt als een <b>percentage</b> van de kleur die nodig is bij het <b>mengen</b> om een <b>bepaalde</b> kleur te <b>krijgen</b> . De waarde ( <b>0,0,0,0</b> ) is <b>wit</b> . De waarde ( <b>100,100,100,100</b> ) is <b>zwart</b> . In de theorie is de laatste waarde niet nodig, maar geeft in de praktijk eerder donker grijs.

*vervolg op volgende pagina*

Begrip	Omschrijving
PCL	<b>PCL</b> , voluit <b>Printer Control Language</b> , soms ook <b>Printer Command Language</b> geheten, is een instructietaal voor printers die door verschillende fabrikanten wordt gebruikt en door verschillende besturingssystemen ondersteund wordt. <b>PCL</b> maakt ook gebruik van de printerhardware zodat dezelfde afdruk op twee verschillende printers ook licht verschillend kan zijn. Het is een handelsmerk van de firma <b>Hewlett-Packard</b> , (HP). Een andere instructietaal voor printers is <b>PS</b> <sup>12</sup>
PS	<b>PS</b> , voluit <b>Post Script</b> is een <b>instructietaal</b> voor printers die door verschillende fabrikanten ondersteund wordt. Het wordt vooral op <b>Macintosh</b> en voor <b>grafische toepassingen</b> gebruikt. In tegenstelling tot <b>PLC</b> is <b>PS onafhankelijk</b> van de gebruikte <b>printer</b> en dus zal dezelfde <b>afdruk</b> op twee verschillende printer, ook hetzelfde eruit zien. Het is ontwikkeld door <b>Adobe</b>
piëzo-elektrisch kristal	Een <b>piëzo-elektrisch kristal</b> is een <b>materiaal in vaste stof</b> met een wisselwerking tussen <b>volume-verandering</b> en <b>elektrische spanning</b> . Onder <b>invloed</b> van een <b>elektrische spanning</b> zal het materiaal <b>vervormen</b> en kan zo bv een <b>druk</b> uitoefenen en een <b>mechanische spanning</b> meetbaar zijn. Omgekeerd zal door een <b>druk</b> op het materiaal er een <b>elektrische spanning</b> gegenereerd worden. Het <b>piëzo-elektrisch kristal</b> is de <b>bouwsteen</b> van onder andere de <b>klokgenerator</b> van de <b>computer</b> .
DOD	<b>DOD</b> , voluit <b>Drop on Demand</b> is de benaming van de <b>techniek</b> die door <b>inktjetprinters</b> gebruikt wordt. Zowel <b>thermische</b> en <b>piëzo-elektrische</b> inktjetprinters zijn twee voorbeelden van die afdruktechniek. Een andere naam voor <b>thermische printers</b> is <b>bubblejet printers</b>
resolutie	De term <b>resolutie</b> is het scheidend vermogen van een optisch apparaat <sup>13</sup>

*vervolg op volgende pagina*

<sup>12</sup><https://www.support.xerox.com/en-us/article/en/2121732.html>, geconsulteerd op 2021-01-29

<sup>13</sup><https://www.hyperfocus.be/vocabulary/resolutie-digitale-beeldverwerking/>, geconsulteerd op 2021-01-29

Begrip	Omschrijving
pixel	Een <b>pixel</b> , voluit <b>picture element</b> en afgekort als <b>px</b> , is het kleine deel van een <b>beeldscherm</b> dat <b>instelbaar</b> is. Het is ook het <b>kleinste onderdeel</b> van een <b>afbeelding</b> dat niet opgebouwd is uit meetkundige figuren maar uit een opeenvolging van een matrix van punten met verschillende kleur. <b>Pixel</b> is ook een maat voor de grootte van een afbeelding op scherm. 1 Px komt overeen met $\frac{1}{96}$ inch, afgerond 0.26 mm
dpi	<b>DPI</b> , voluit <b>dots per inch</b> is de <b>eenheid</b> voor de <b>resolutie</b> bij <b>uitvoer</b> (printers) en <b>invoer</b> (muis, scanner).
ppi	<b>PPI</b> , voluit <b>pixels per inch</b> is de <b>eenheid</b> van de resolutie bij <b>uitvoer</b> (beeldschermen) en bij invoer, zoals <b>scanners</b> en beeldsensoren van digitale camera. Het begrip wordt <b>vaak verward</b> met <b>DPI</b>

Tabel 12.4: Overzicht van de basisbegrippen

### 12.4.2 Kennismaking met het onderwerp



<https://www.youtube.com/watch?v=JEVurb1uVFA>

We gebruiken beide termen als synoniem, als vertaling. Voor Microsoft (zie cursus Windows servers) is er wel een onderscheid:

- een **printer** is het **software** onderdeel dat je toevoegt aan een toepassingsprogramma (bv MS Word) als je een bepaald type van afdrukapparaat wilt kunnen gebruiken. Je kan een printer installeren zonder dat je over het afdrukapparaat zelf moet beschikken.  
Je hebt speciale printers zoals **pdf-printer** waarmee je als output een **pdf-document** bekomt. Een voorbeeld hiervan is het open Source programma **pdf-creator** op <https://www.pdfforge.org/pdfcreator>.
- een **afdrukapparaat** is het **fysisch toestel** dat papier bedrukt. Je kunt dit vanuit een toepassingsprogramma enkel gebruiken na installatie van de 'printer'.

Dit hoofdstuk bespreekt de **lasterprinter** en de **inkjetprinter**. Andere printers zoals **matrix-printer** en **margrietprinter (daisy wheel printer)** zijn verouderd en vind je niet tot amper nog in gebruik.

### 12.4.3 Het begrip 'resolutie'

Dit cursusdeel is toegevoegd om een aantal **basisbegrippen** te kunnen **toelichten**. Bijkomende uitleg vind je via de gebruikte **bronnen** en de **tips** verderop deze tekst.

Het begrip **resolutie** is een **omschrijving** van het **scheidend** vermogen van een **optisch**

apparaat.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup><https://www.hyperfocus.be/vocabulary/resolutie-digitale-beeldverwerking/>, geconsulteerd op 2021-01-29

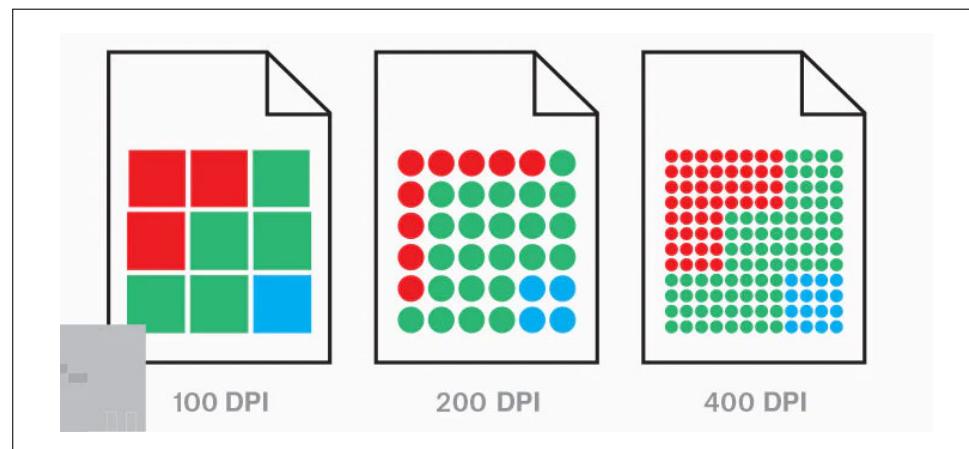
Het begrip **resolutie** wordt in **drie betekenissen** gebruikt:

- **DPI** : dots per inch
- **PPI** : pixels per inch
- **pixels**
  - **pixels** van een **foto** : het **aantal** pixels in **breedte** en in **hoogte**. Bijvoorbeeld 4500 \* 3000 px. Hoe meer pixels: hoe **groter** het **bestand** op harde schijf wordt. Een digitale fotocamera rekent in **megapixels**.
  - **pixels** van een **beeldscherm**. De resolutie wordt uitgedrukt in het aantal pixels, bijvoorbeeld **640 \* 480** voor een **VGA** scherm

Je gebruikt **DPI** bij **printers** en **gedrukte media**.

Hieronder vind je een aantal **voorbeelden** van de waarden van **DPI**<sup>15</sup>

- In **tijdschriften** en **boeken** zal de **resolutie** ongeveer **150 DPI** zijn
- in **kranten** zal de **resolutie** ongeveer **85 DPI** zijn
- Een **inktjetprinter** heeft **resolutie** van **300 tot 720 DPI**,
- Een **laserprinter** heeft een **resolutie** van **600 tot 2400 DPI**



Figuur 12.13: De betekenis van DPI

a

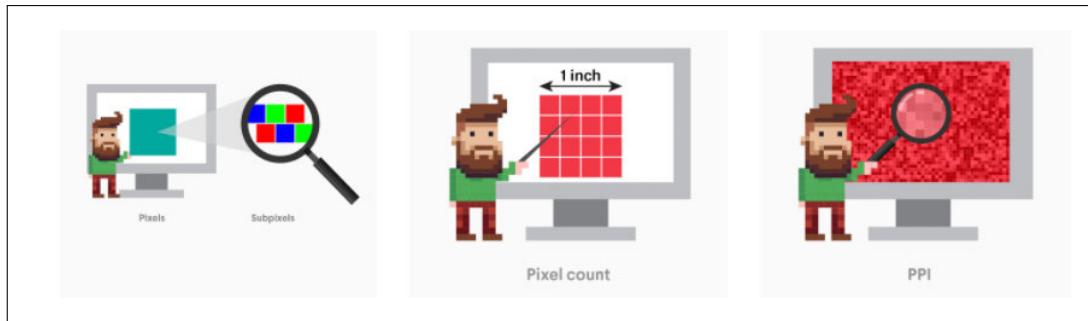
<sup>15</sup><https://99designs.be/blog/tips/ppi-vs-dpi-whats-the-difference/>, geconsulteerd op 2021-01-29

Je gebruikt **PPI** bij **beeldschermen** en bij **digitaal** opgenomen **foto's**. Een goede kwaliteitsafdruk van een foto moet ongeveer **300 PPI** hebben.<sup>16</sup> <sup>17</sup>

<sup>15</sup><https://99designs.be/blog/tips/ppi-vs-dpi-whats-the-difference/>, geconsulteerd op 2021-01-29

<sup>16</sup><http://www.dpiphoto.eu/dpitoelichting.htm>, geconsulteerd op 2021-01-29

<sup>17</sup><https://www.chromio.nl/sublimatie/dpi-ppi-resolutie-waar-moet-ik-rekening-mee-houden-met-het-aanleveren-van-e> geconsulteerd op 2021-01-29



Figuur 12.14: De betekenis van PPI

a

<sup>a</sup><https://99designs.be/blog/tips/ppi-vs-dpi-whats-the-difference/>, geconsulteerd op 2021-01-29

 [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_high-definition\\_smartphone\\_displays](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_high-definition_smartphone_displays) voor een bespreking van de resolutie op smartphone schermen.

 <https://www.scantips.com/no72dpi.html>

### 12.4.4 Naald- en matrixprinter

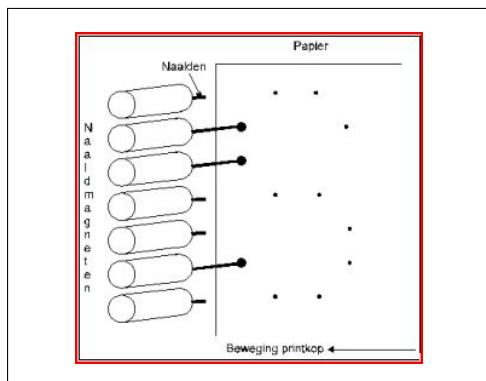
Na de typemachine was de **naaldprinter** met als synoniem **matrixprinter** de eerste printer die voor computergebruik bestemd was.

Nu nog altijd kan je matrixprinters kopen, zie bv <https://www.123inkt.be/Printers/Matrix-printers-p125.html> en de prijs is hoger dan die van inktjet of laserprinter.

#### 12.4.4.1 De werking van de matrixprinter

Een matrixprinter bestaat uit een

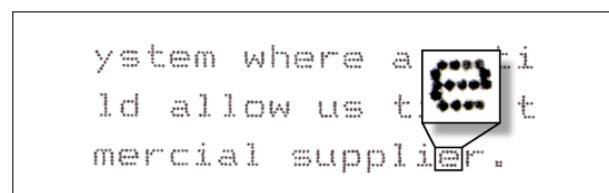
- een printkop met **9, 18 of 24 pinnen** op één vertikale lijn
- een lint dat tussen het papier en de printkop bevindt
- een rol om het printerpapier te geleiden
- een stang met ketting om de printkop links-rechts te bewegen



Figuur 12.15: Printkop van matrixprinter

a

<sup>a</sup><http://randapparaten.atspace.com/printer.html>



Figuur 12.16: Detail van de afdruk

a

<sup>a</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Matrixprinter>

#### 12.4.4.2 De voor- en nadelen van de matrixprinter

De voordelen van de matrixprinter zijn

- een **eenvoudige** printer is
- geschikt is om **meerdere kopies** tezelfdertijd van **eenzelfde afdruk** te maken door de **impakt** van de **naalden** op het **papier**. Je kan **carbonpapier** gebruiken of **speciale documenten** die **doordrukken** wat je schrijft (bv op aanrijdingsformulier in het verkeer, indien je hier al ervaring mee zou hebben)

De **nadelen** van een matrixprinter zijn

- **lawaaihinder**
- **middelmatige** kwaliteit, in vergelijking met laserjet of inktjet
- **snelheid** van afdruk

## 12.4.5 De inktjetprinter



<https://www.youtube.com/watch?v=BhdgvIL7EZ4>

De **inktjetprinter** is een printer die bij voorkeur voor **thuisgebruik** bestemd is. Het is **goedkoop** in **aankoop** en levert een **behoorlijke** afdrukkwaliteit. De **prijs per afdruk** is echter **hoger** dan bij **laserprinter**.

In tegenstelling tot de matrixprinter, kan je hier wel in **kleur** afdrukken. De drie hoofdkleuren zijn bij drukwerk **niet RGB** maar wel **CMY** (Cyaan, Magenta en Yellow (geel)).

### 12.4.5.1 De werking van de inktjetprinter

De **werking** van de **inktjetprinter** verloopt in volgende stappen zoals beschreven in het **Sleutelboek** en de bijhorende presentatie. <http://www.sleutelboek.be/>, geconsulteerd op 29 januari 2021.

1. Het document dat je wilt afdrukken, wordt naar het **stuurprogramma** van de printer gestuurd.
  2. Het **stuurprogramma** vertaalt het af te drukken document naar een taal die de printer begrijpt: **PLC** (Printer command language). Zo nodig wordt deze instructies in de buffer van de printer opgeslagen.
  3. De printer maakt zich klaar. De **printmondjes** worden **gereinigd**. Dit kost je een beetje inkt.
  4. De **transportrol** neemt een **blad** papier en brengt het voor de **printkop**.
  5. De **printkop** wordt door twee **stangen**, een **stabilisatiestang** en een **draagstang**, horizontaal (van links naar rechts) over het papier bewogen.
  6. de **printkoppen** zijn opgebouwd uit verschillende zeer kleine **sputimonddjes** waaruit de **inkt** op het papier wordt aangebracht.
  7. de **inkt** wordt op het **papier gestuurd**. Hiervoor zijn er **twee technieken**.
    - **bubblejet**
      - de **inkt verdamp**t in de **sputimonddje** door een **elektrische impuls**. Hierdoor ontstaat een **gasbelletje** (bubble)
      - De **inkt** die zich voor het gasbelletje bevindt, wordt **weggeblazen** op het **papier**.
      - Wanneer het **gasbelletje** ontploft, ontstaat er een **vacuum** waardoor er **nieuwe** inkt uit het **inktpatroon** wordt aangezogen.
    - **piëzo-elektrisch kristal**
      - Onder invloed van een **elektrische impuls** wordt een **piëzo-elektrisch kristal** in het **sputimonddje** aan het **trillen** gebracht.
      - Door het **trillen** van het piëzo-elektrisch kristal ontstaat er een **druk** in het **sputimonddje**, waardoor er een druppeltje **inkt** op het **papier** wordt **geschoten**.
      - Wanneer het **kristal** stopt met **trillen** ontstaat er een **onderdruk** in het sputimonddje, waardoor **inkt** uit het **inktpatroon** wordt aangezogen.
- Hoe **kleiner** de druppel, hoe **groter** de **resolutie**
8. Op het eind van de opdracht

- het **papier** komt uit de **printer**
- de **inkt** moet nog even **drogen**
- de **printkoppen** worden **geparkeerd**.

Op basis van de gebruikte **technieken**, vind je voor deze **inktjetprinters** ook de term **drop on demand**, afgekort **DOD** terug.

Op de onderstaande figuren vind je meer uitleg over de werking van de inktjetprinter.

Figuur 12.17 toont je de bouw van een inktpatroon met ingebouwde printkop.



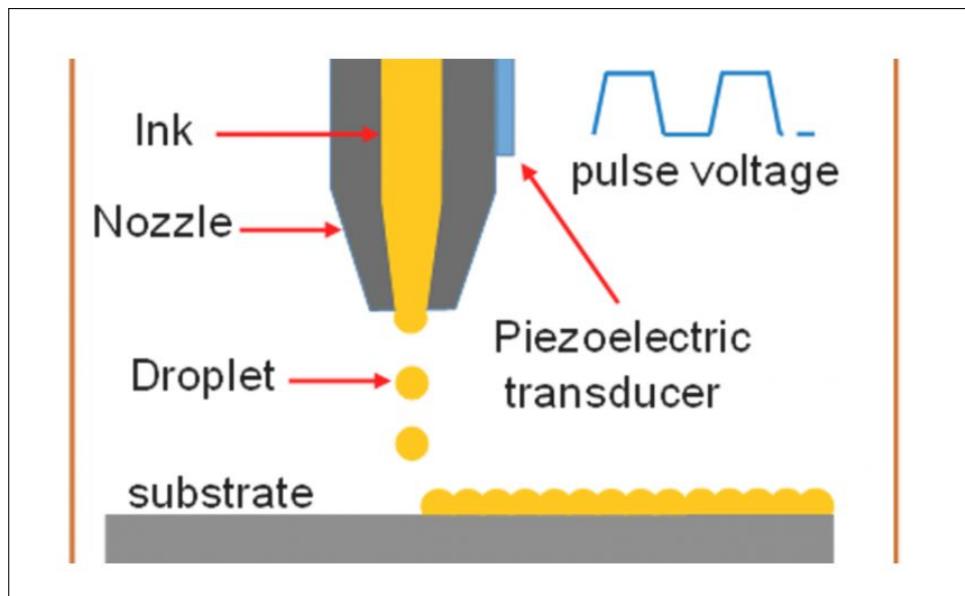
Figuur 12.17: Kop van inktjetprinter

a

<sup>a</sup><https://www.inktweb.nl/blog/wat-is-een-printkop-en-heeft-mijn-cartridge-er-een/>

Figuur 12.18 toont je de werking van een **inktjetprinter** met een **piëzo-elektrische kristal**, op de figuur aangeduid als **piezoelectric transducer**.

Onder invloed van een spanningsverloop (**pulse voltage**) trilt het **piëzo-elektrisch kristal** en zal bij uitzetting een **inktdruppel** wegduwen, richting papier. Je vindt hierboven een uitgebreidere omschrijving van het afdrukproces.



Figuur 12.18: De werking van inktjetprinter

a

<sup>a</sup><https://phys.org/news/2015-05-inkjet-kesterite-solar-cells.html1/>

#### 12.4.5.2 De kenmerken van de inktjetprinter

Vaak zijn de **printkop** en de **inktpatroon** één geheel. Dit is **duurder** in aankoop. Bij **kleurenprinters** zijn de **drie kleuren** vaak in **één inktpatroon**. Bij de **duurdere** printers kan je voor **elke kleur** een **afzonderlijk** inktpatroon kopen. Dit is **goedkoper** en ook milieubewuster.

Je kan **lege inktpatronen** opnieuw **vullen**. Maar dit levert **niet altijd goede** kwaliteit op. Beter is om inktpatronen van een **huismerk** (bv <https://www.123inkt.be>) te **kopen**, als je wilt besparen. Niet elke fabrikant is hier gelukkig mee. HP heeft de reputatie om via een softwareupdate van zijn printer de inktpatronen van huismerken niet meer te herkennen en dus je te verplichten om een merkgebonden printkop te kopen , of -drastischer- een printer van een ander printermerk te kopen.

Bij aankoop van een nieuwe inktjetprinter kan je met volgende criteria rekening houden

- de **prijs** van het toestel
- het aantal **pagina's** per **minuut** (in kleur en in zwart/wit)
- de **printresolutie** in dpi (dots per inch)
- het maximale **formaat van papier**: is A4 het grootste afdrukbaar formaat?
- de **verbinding met pc** (via **USB** kabel, via het netwerk (**WiFi** of **Ethernetkabel**))
- het **duplexprinten** (recto-verso afdruk mogelijk?)
- **extra** mogelijkheden zoals **scannen** en/of **faxen**
- het **bedieningsgemak** bv via een **groot LCD scherm**.

## 12.4.6 De laserprinter

### 12.4.6.1 De werking van de laserprinter

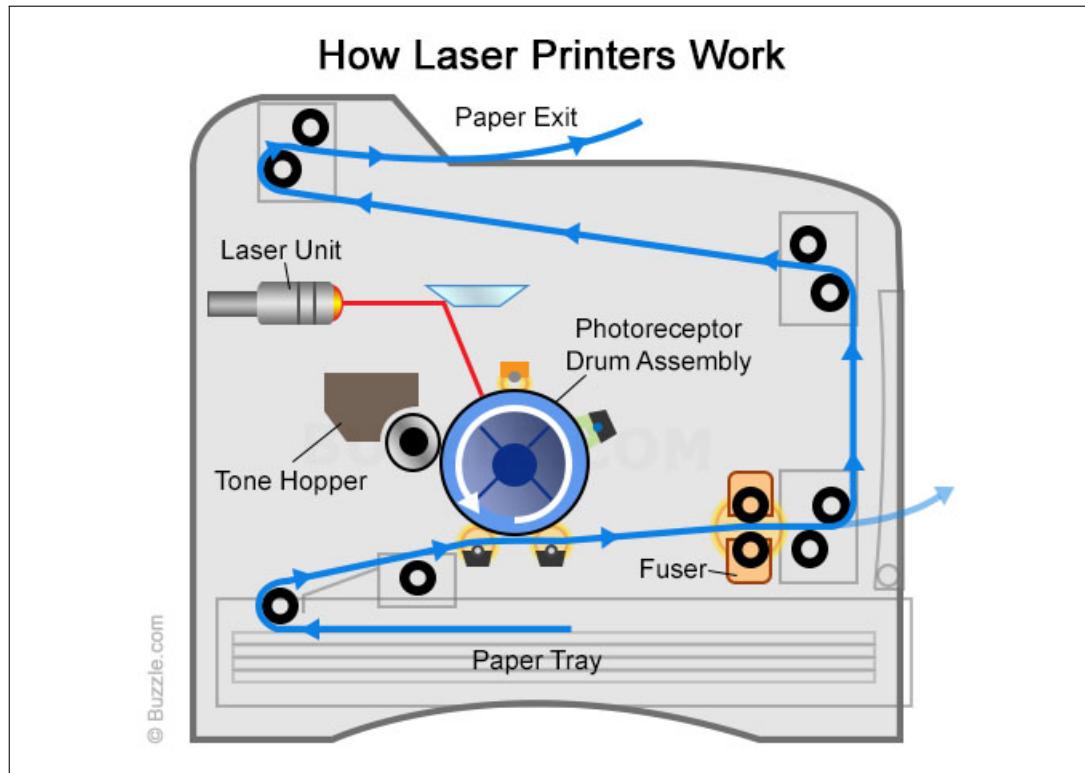


[https://www.youtube.com/watch?v=\\_UOU5\\_4fnzs](https://www.youtube.com/watch?v=_UOU5_4fnzs)



<https://www.youtube.com/watch?v=a6RvbE9beNg>

Een kleine zoektocht naar de werking van de laserprinter, levert je diverse afbeeldingen en YouTubefilmpjes op. Het basisprincipe blijft telkens gelijk.



Figuur 12.19: De werking van de laserprinter

a

<sup>a</sup>[http://wiki.sjs.org/wiki/index.php/History\\_of\\_Computers\\_-\\_Laser\\_Printer](http://wiki.sjs.org/wiki/index.php/History_of_Computers_-_Laser_Printer)

De verschillende stappen zijn hieronder beschreven :

1. de computer stuurt in **PLC**, voluit **Printer command language** het af te drukken document door.
2. De drum krijgt een negatieve lading door statische elektriciteit, aangebracht door een **coronadraad**, een draad dat onder een hoge spanning staat en voorwerp in de omgeving een statische lading bezorgt.
3. De laser schrijft op wat moet afgedrukt worden de drum. Hiervoor gebruikt men spiegels en lenzen. De negatieve lading op de drum wordt zo op die plaatsen gewist. Afhankelijk van de bron zijn die plaatsen neutraal of positief geladen.
4. De tonerdeeltje krijgen eveneens een negatieve lading.
5. Door statische elektriciteit zullen de negatief geladen tonerdeeltjes zich vasthechten op de plaatsen van de drum die door de laserstraal beschreven zijn. Er is afstoting tussen

de negatieve tonerdeeltjes en de negatief geladen plaatsen op de drum die niet door de laserstraal beschreven zijn.

6. Een blad papier wordt positief geladen.
7. Het blad papier gaat over de drum en de negatieve tonerdeeltjes springen over op het positief geladen papier
8. Door de temperatuur in de **fuser** en onder druk worden de tonerdeeltjes in het papier gebakken
9. Het papier wordt ontladen
10. De afdruk is klaar

#### 12.4.6.2 De kenmerken van een laserprinter

Bij aankoop van een laserprinter zal je vaak volgende criteria terugvinden <sup>18</sup>

- **geschat maandelijks verbruik:** op die manier kan je een eerste selectie maken
- **afdruksnelheid**, uitgedrukt in pagina's per minuut (**ppm** of voluit **pages per minute**). Goedkopere printers zullen eerder 20-50 ppm terwijl topmodellen eerder 100 ppm of meer hebben.
- **prijs per pagina.** Deze prijs is afhankelijk van afdruk in zwart/wit of in kleur. Vereenvoudigd is dat de prijs van de toner gedeeld door het aantal pagina's, maar dit is slechts een ondergrens omdat je afschrijving van de printer en onderhoudskosten ook in rekening moet brengen.
- de **maximale grootte** van het papier: standaard is A4 formaat. Een aantal printers kan ook A3 aan.
- **dubbelzijdig** of **duplex** printmogelijkheid: kan je automatisch recto-verso drukken? Op die manier spaar je papier uit
- afdruk in **zwart/wit** of in **kleur**. Kleurprinters zijn altijd met afzonderlijke toners voor elk kleur.
- **verbinding met PC** zal hoofdzakelijk op de volgende manier gebeuren
  - via USB kabel
  - via netwerk (WiFi) of ethernetkabel

Bij WiFi verbindingen kan de netwerkkwaliteit variabel zijn. Bij afdruksituaties waarbij snelheid belangrijk is, kies je voor ethernetkabel of voor USB verbinding met de computer.

- de **kwaliteit** van de afdruk in dpi (dots per inch)
- de **garantie**: periode en voorwaarden kan je vergelijken. Eventueel kan je voor een **onderhoudscontract** kiezen die je bedrijfszekerheid geeft tegen een vaste kostprijs.

Niet alleen de toner zal je regelmatig moeten vervangen. Ook de drum zelf zul je na een aantal nieuwe toners moeten vervangen. De vermindering van afdrukkwaliteit herinneren je aan de noodzaak om toner en/of drum te vervangen.

---

<sup>18</sup><https://www.1dproducts.com/blog/buying-guide-whats-the-best-laser-printer-for-you/>, geconsulteerd op 2020/02/28

### 12.4.7 De 3-D printer



<https://www.youtube.com/watch?v=bg-mA1SLFHk>

De **3D-printer** is geschikt voor het maken van **driedimensionale voorwerpen**. Laag per laag bouw je het voorwerp op en wordt vaak gebruikt voor prototypes en voor het maken op kleine schaal van vervangonderdelen.

Afhankelijk van de gebruikte techniek kan je zelfs een printresolutie van 200 micrometer of lager bereiken. Dit betekent dat je een minimale nauwkeurigheid van 0,2 millimeter heb, vergelijkbaar met de dikte van een mensenhaar. De goedkopere 3D printers hebben een laagdikte van 0.1mm

#### 12.4.7.1 De werking van de 3D-printer

Er zijn verschillende technieken om een 3D-voorwerp te maken.<sup>19</sup>

- Het gebruik van een fijn poeder, zoals bij inktjet
- Het sputten van gesmolten polymeren op een drager
- het gebruik van vloeistoffen en UV licht

**Material Jetting**, afgekort **MJ** is een veelgebruikte methode bij 3D-printen die gebruik maakt van een **fijn poeder** (gips, plantaardige stoffen, bioplastic, polyurethaan, polyester, epoxy) zoals **inkjetprinters** gebruiken, waarbij er **telkens lagen** van dit poeder met elkaar verbonden worden, zodat deze een vaste vorm aannemen. Deze bindingen worden gedefinieerd door een CAD-bestand. Deze methode is de enigste methode waarbij een model volledig met kleuren geprint wordt. Het is ook de snelste methode.

**Fused deposition modeling** (FDM) is een andere manier, waarbij gesmolten polymeren op een supportlaag worden gespoten en het model zo laag na laag wordt opgebouwd.

Een andere methode is **stereolithografie** die gebruikmaakt van vloeistoffen, zoals fotopolymer, door eenzelfde inkjet-typekop, waarbij men ook telkens laag na laag print. Vervolgens wordt er een uv-lamp aan de printkop geactiveerd, die iedere vloeistoflaag vast maakt.

<sup>19</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/3D-printer>, geconsulteerd op 2020/02/27

### 12.4.8 De kostprijs van het afdrukken: kies ik een laser- of inktjetprinter?

Bij het bepalen van de kostprijs van een afdruk heb je een aantal getalwaarden nodig:

- vaste kosten
  - wat is de **aankoopprijs** van de printer
  - wat is de **restwaarde** van de printer na 3 jaar en na 5 jaar. Vaak is de restwaarde nul euro.
  - wat is de **kostprijs** van het **onderhoud** van de printer. Dit kan via een onderhoudscontract zijn maar voor een printer thuis en op home office zal je wellicht niet met een onderhoudscontract werken maar de printer bij defect vernieuwen.<sup>20</sup>
- variabele kosten
  - de **prijs** van de **inkt** of **toner**
  - het **gemiddeld** aantal **afdrukken** per inktpatroon of toner
  - **papierkostprijs**. Een riem van 250 pagina's kost afgerond 4-5 euro.

Het zijn vooral de variabele kosten die doorwegen in de eindprijs per afdruk.

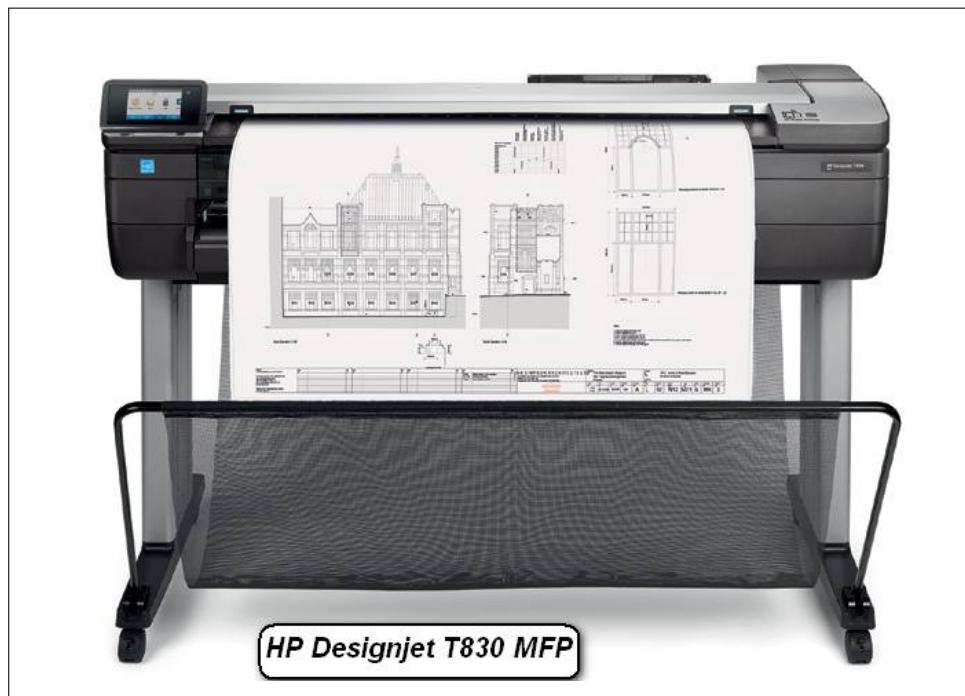
---

<sup>20</sup>SOHO: Small Office Home Office

### 12.4.9 De plotter

Een plotter<sup>21</sup> is een **uitvoerapparaat** waarmee je **lijntekeningen**, zoals **plannen** van een **architect** of andere technische tekeningen kunnen worden gemaakt.<sup>22</sup>

Een plotter kan **grote papierformaten** aan. Klassiek is van A2 tot A0 in grote resolutie. De eerste plotters bestonden uit een pen die over een blad papier werd bewogen volgens twee loodrechte assen. De plotters nu lijken meer op een groot formaat **inktjetprinter**.



Figuur 12.20: Plotter

### 12.4.10 Wat moet je weten en/of kunnen?

- ? Bespreek de **werking** van de **matrixprinter** in maximaal drie zinnen
- ? Bespreek de werking van de **inktjetprinter**
- ? Bespreek de bouw van een **inktjetprinter**
- ? Bespreek een vijftal criteria bij aankoop van een **inktjetprinter**, die volgens jou de belangrijkste zijn.
- ? Bespreek het verschil tussen twee **inktjetprinters**: bubblejet en piezo elektrisch
- ? Bespreek de volgende begrippen: draagstang, stabilisatiestang, RGB, CMY
- ? Bespreek het verschil tussen RGB en CMY. *tip: verklaar het letterwoord, bespreek in welke context deze code gebruikt wordt*
- ? Bespreek de werking van de **laserprinter**

<sup>21</sup>de Franse vertaling is **traceur**

<sup>22</sup>[https://nl.wikipedia.org/wiki/Plotter\\_\(uitvoerapparaat\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Plotter_(uitvoerapparaat)), geconsulteerd op 2020/02/27

- ? Bespreek de kenmerken van de laserprinter.
- ? Bespreek de **werking** van de **laserprinter**. *Tip: Toon in je antwoord aan dat **statische elektriciteit** een belangrijke rol speelt.*
- ? Bespreek de factoren waarmee je rekening houdt bij de aankoop van een printer.
- ? Bespreek de werking van de 3D-printer
- ? Bespreek de stelling: *een 3D-printer is voor grotere bedrijven echt een aanwinst.*
- ? Noteer in één tot drie zinnen wat *3d printing* is.
- ? Noteer in een tot drie zinnen wat een plotter is.
- ? Noteer de verschillende factoren die een rol spelen bij de kostprijsberekening van het gebruik van de printer.

## 12.5 De luidspreker

- 1.3.1 *De functie en belangrijke karakteristieken van de gangbare optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld beeldscherm, grafische kaart, muis, toetsenbord, printer, scanner*

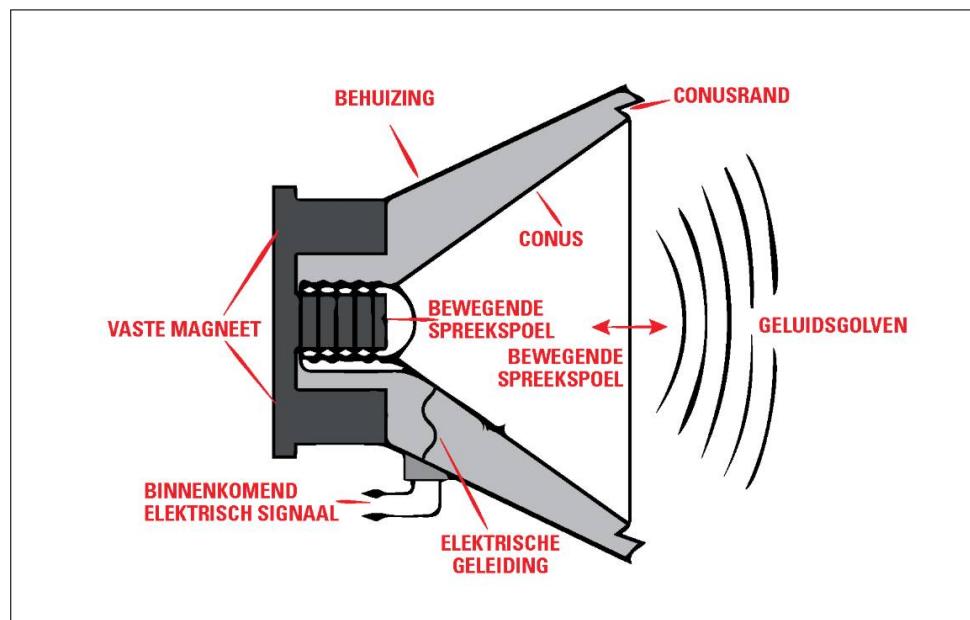
De werking van de luidspreker is een voorbeeld van het effect van magnetisme.

 [https://www.youtube.com/watch?v=IV0g4pSV\\_JE](https://www.youtube.com/watch?v=IV0g4pSV_JE)

 <https://www.hifiklubben.nl/hifimagazine/deskundig/2016/02/zo-werkt-een-luidspreker/>

Beide referenties leggen de werking van de luidspreker op een eenvoudige manier in het Nederlands uit.

### 12.5.1 De werking van de luidspreker



Figuur 12.21: De bouw van de luidspreker

a

---

<sup>a</sup><https://www.hifiklubben.nl/hifimagazine/deskundig/2016/02/zo-werkt-een-luidspreker/>

De **werking** van de **luidspreker** vind je hieronder beschreven <sup>23</sup>.

1. Er vloeit een **elektrische stroom** door een **spoel** (in het Engels **coil**) en veroorzaakt een **magnetisch veld**.
2. Het **magnetisch veld** van de **spoel** ondervindt een **aantrekings- of afstotingskracht** van de **vaste magneet** rond de **spoel**.
3. Aan de **spoel** is een **luidsprekerconus**, ook wel **diafragma** en in het Engels **cone** genoemd, vastgemaakt. Het is in de vorm van een **kegel**. Beide onderdelen bewegen samen.
4. De **beweging** van de **luidsprekerconus** veroorzaakt **geluidsgolven** van verschillende frequentie.

De **conus** van de luidspreker beweegt **niet volledig vrij** maar is aan het einde op een flexibele manier **vast** gemaakt aan het **kader** van de luidspreker. In het Engels heet dit onderdeel een **suspension**.

### 12.5.2 De kenmerken van de luidspreker



1.3.5 *Belangrijke eenheden voor technische specificaties van optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld bit, byte, rpm, inch, dpi, ppm, ppi, Hz, bps, ANSI lumen*

Bij de **keuze** van de **luidspreker** heb je onder andere **volgende kenmerken** <sup>24</sup>

- het **frequentiegebied** (in Hz) bv. 20-20.000 Hz
  - **lage** frequenties en dus lage tonen komen uit een **woofer** dat een relatief **grote conus** heeft
  - **hoge** frequenties komen uit een **tweeter** dat een relatief **kleine conus** heeft.
- Via een **frequentiefilter** kan je zorgen dat de correcte luidspreker gebruikt wordt.
- het **vermogen** van de luidspreker bv 80 W. Dit is een waarde wat de **luidspreker** maximaal **aankan**. De concrete betekenis is vaak een marketingaspect dat elke fabrikant wat op zijn eigen manier berekent.
- aantal **decibel (dB.)** Dit is een maatstaf voor de **maximale luidsterkte** van een luidspreker. Hoe hoger het vermogen, hoe hoger het aantal decibel.
- de **impedantie** (in Ohm uitgedrukt). De meeste luidsprekers hebben een impedantie van **8 Ω**, wat een **goede** keuze is. De **impedantie** is een vorm van een **weerstand**. Een luidspreker met een **impedantie** van **4 Ω** zal een **grotere stroom** van de **versterker** vragen, wat niet elke versterker aan kan.

<sup>23</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Luidspreker>, geconsulteerd op 2020/02/27

<sup>24</sup>[https://www.homecinemamagazine.nl/home\\_cinema/luidsprekers/specificaties\\_speakers/](https://www.homecinemamagazine.nl/home_cinema/luidsprekers/specificaties_speakers/), geconsulteerd op 2020/02/27

Het **hoorbaar spectrum** is normaal **20 Hz tot 20.000 Hz** maar dit gebied wordt kleiner, bijvoorbeeld door ouder te worden of gehoorschade.

- De **lage tonen** liggen tussen **20 Hz en 200 Hz**
- De **hoge tonen** liggen tussen **2.000 en 20.000 Hz**

### 12.5.3 De verbinding met de computer

De meest klassieke verbinding van de luidspreker met de computer is via een stekker **3.5 mm**. De stekker op de figuur 12.22 hieronder heeft **3 verschillende contacten**, afgescheiden door de zwarte ring. Het wordt gebruikt voor een **stereosignaal**.

Stekkers met slechts **2 contacten**, zijn voor mono geluid.

De stekkers met **4 contacten** zijn vaak voor GSM gebruik: zowel voor de luidspreker als één extra contact voor de microfoon.



Figuur 12.22: Klassieke 3.5 mm stekker

Naast de klassieke 3.5 mm stekker, kan je de luidspreker ook verbinden via **bluetooth** (als de luidspreker dit ondersteunt) en via USB verloopstekker.

### 12.5.4 Wat moet je weten en/of inzien?

tvraag Bespreek de werking van de luidspreker

- ? Bespreek de voornaamste kenmerken van de luidspreker
- ? bespreek de verschillende frequentiegebieden bij de luidspreker
- ? Bespreek volgende begrippen: woofer, tweeter, conus,

- ? Bespreek de verbinding van de luidspreker met de computer.

## 12.6 De webcam

In deze periode van afstandsonderwijs is een **webcam** vaak een noodzakelijk vergadermiddel. Hieronder vind je de criteria bij aankoop van een webcam.

Bij de aankoop van een webcam hou je best rekening met volgende **criteria**:

- **resolutie** Hoe hoger de resolutie, hoe meer pixels, hoe groter het door te sturen bestand maar ook hoe scherper de beelden zullen zijn.
  - **framerate** Hoe hoger de framerate, hoe vloeiender het beeld. Standaardwaarde is 30 frames per sec (30 beelden per seconde)
  - **scherpstelling**. Het scherpstellen kan door het draaien aan de lenzen maar kan ook door software.
  - **Gezicht volgen (facetracking)** De webcam volgt de beweging van een persoon
  - **Montage / stand alone** Je hebt webcams met eigen bevestigingssysteem als webcams die je op een beeldscherm moet vastklikken.
  - **Ingebouwde microfoon**. Dank zij de ingebouwde microfoon kan je zo'n webcam ook voor bewakingsopdrachten gebruiken, bv als babyfoon.
  - **zoomfunctie**. De zoomfunctie kan zowel optisch als softwarematig zijn. Een optische zoom is kwalitatief beter dan een softwarematige. Vaak heb je een combinatie van beiden.
- ?
- Noteer 5 factoren waarmee je rekening houdt bij de aankoop van een webcam. Noteer het begrip (bv framerate) samen met de nodige uitleg over dat begrip

*Pagina voor eigen notities.*

# 13 Ergonomie

## 13.1 Wat is ergonomie?

Wat **ergonomie** is, kan je zeker en vast spontaan beantwoorden. Een te lage spoelbak in de keuken, een pijnlijke zetel om uit recht te komen, zijn voorbeelden van situaties die *niet ergonomisch* zijn.

Op Wikipedia vind je een goede definitie van 'ergonomie'.

### Citaat

*Ergonomie is de wetenschappelijke studie van de mens in relatie tot zijn omgeving. Dit kan een product, ruimte of werkplek zijn. Ergonomie zit vervat in ons dagelijks leven, maar is vooral bekend in arbeidssituaties.*

Citer

*Het is afgeleid van de Griekse woorden 'ergon' (werk) en 'nomos' (wet) en moet ervoor zorgen dat de veiligheid en gezondheid van de werknemers verzekerd wordt. Bij het ontwerpen van consumentengoederen en interieurs speelt vooral comfort en het doeltreffend functioneren een rol.*

a

<sup>a</sup><https://nl.wikipedia.org/wiki/Ergonomie/>

Er zijn drie invalshoeken, zoals geciteerd uit <http://www.ergonomiesite.be/ergonomie-2/>:

- **Fysieke ergonomie** houdt rekening met de menselijke anatomie, antropometrie<sup>1</sup>, fysiologie, biomechanica in relatie tot de fysieke activiteit.

Relevante topics zijn de werkhoudingen, manueel hanteren van lasten, repetitieve bewegingen, werkplekinrichting, veiligheid en gezondheid.

Autos, huizen, tafels en stoelen, heel de wereld is op maat van de mens gebouwd. Deuren vereisen niet teveel kracht om geopend te worden, winkelkarren verlichten het dragen van boodschappen, een lange borstelsteel maakt bukken overbodig en fietsen hebben verschillende maten zodat extreme houdingen vermeden worden. In werksituaties besteedt ergonomie vooral aandacht aan een correcte werkhouding tijdens het zitten, het tillen, trekken of duwen, en de (hulp)middelen die dit mogelijk maken.

<sup>1</sup>Citaat uit Wikipedia: *Het woord betekent letterlijk "het meten van mensen en houdt zich bezig met het vaststellen van afmetingen en verhoudingen van het menselijk lichaam. Antropometrie speelt een belangrijke rol in industrieel ontwerpen, ergonomie en architectuur, waar de statistische data over de verdeling van de lichaamsmaten gebruikt worden om een product, werkpost of ruimte te optimaliseren.*

- **Cognitieve ergonomie** bestudeert de **mentale processen** zoals perceptie, geheugen, denken en motorische reacties in de **interactie tussen mens en systeem**. Relevant topics zijn de mentale werkbelasting, beslissen, mens-computer interactie, menselijke betrouwbaarheid, stress en training.

Informatie zoals wegwijzers moet men liefst kunnen vinden, lezen en begrijpen. Technologische producten zoals een smartphone krijgen steeds meer functies die dan in een menustructuur te vinden zijn. Belangrijk is dat de gebruikers deze mogelijkheden kennen, begrijpen en eenvoudig kunnen gebruiken **zonder teveel hulp van de handleiding**. Op het werk moet een aantal werk vermeden worden, maar teveel informatie tegelijk controleren zal ook tot overbelasting leiden.

- **Organisatie ergonomie** focust op het **optimaliseren** van sociotechnische systemen zoals **organisatiestructuren en processen**.

Onderwerpen zijn communicatie, ontwerpen van werkplekken en tijden, teamwork, participatieve ergonomie, telewerken en kwaliteitszorg.

Een keuken is zo ingericht dat koken en afwassen vlot kunnen verlopen en de loopafstanden beperkt blijven. In arbeidssituaties betekent dit een logische flow van processen zodat **overbodige handelingen vermeden** worden. Het betrekken van de werknemers bij het ontwerpen een nieuwe werkpost resulteert in betere oplossingen. Een juiste afwisseling van shiften bij ploegenarbeid zorgt ook voor tevreden en productieve medewerkers.

In de praktijk zal ergonomie zich vooral bezig houden met het **aanpassen van de werksituatie** aan de omgeving volgens de **mogelijkheden** van de mens.<sup>2</sup>

## 13.2 De situering van dit hoofdstuk

Dit onderdeel beantwoordt aan onderstaande leerplandoelstellingen:

-  7.2.1 *De wettelijke voorschriften m.b.t. tot ergonomie toelichten en toepassen.*
-  7.2.2 *Mogelijke gevolgen van het negeren van ergonomische voorschriften toelichten.*

Documentatie vind je bijvoorbeeld op

- <https://nl.wikipedia.org/wiki/Ergonomie>
- <http://www.ergonomiesite.be/ergonomie-2/>
- <https://www.bewic.be/nl/themas/ergonomie/>

Bekijk de bovenstaande verwijzingen.

## 13.3 De wetgeving

Op <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31990L0270&from=NL> vind je de tekst van de **richtlijn** van de Raad van 29 mei 1990 betreffende minimumvoor-

<sup>2</sup><http://www.ergonomiesite.be/ergonomie-2/>

schriften inzake veiligheid en gezondheid met betrekking tot het werken met beeldschermapparatuur (vijfde bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1 ,van Richtlijn 89/391 /EEG), in het kort Europese richtlijn **90/270/EEG**.

Een Europese richtlijn is wetgeving op Europees vlak die door de verschillende lidstaten in eigen wetgeving moet omgezet worden. Elke lidstaat zelf bepaalt op welke manier dit gebeurt. Voor België betekent dit dat naar gelang de materie in toepassing van de verschillende staats-hervormingen, dit gebeurt bijvoorbeeld via wetten, koninklijke en ministeriële besluiten (voor federale materie), via decreten en ordonnanties (voor materie van gewesten en gemeenschappen).

In België vind je op <https://www.bewic.be/nl/themas/ergonomie> de website van het **Belgisch Kenniscentrum over welzijn**, een initiatief van de Federale overheidsdienst (FOD) werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg.

De Belgische reglementering voor de gezondheid en de veiligheid van de werknemers was sinds het einde van de jaren 1940 gebundeld in het **Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming (ARAB)**. Onder invloed van de Europese reglementering en de ontwikkelingen op het vlak van de preventieprincipes werd deze reglementering herwerkt. Hierbij werd het ARAB geleidelijk vervangen door een nieuwe codificatie: de Codex over het welzijn op het werk. Deze evolutie heeft geleid tot de invoering van een breder begrip dan dat van de "veiligheid en gezondheid op het werk": het welzijn op het werk.<sup>3</sup>

**Welzijn op het werk** definieert men als het geheel van factoren met betrekking tot de **arbeidsvoorraarden** waarin het werk wordt uitgevoerd: **veiligheid** op het werk, de **bescherming** van de gezondheid van de werknemer, de **psychosociale belasting** veroorzaakt door het werk, de **ergonomie**, de **arbeidshygiëne**, de **verfraaiing van de werkplaatsen** en de door de bedrijven getroffen milieumaatregelen.

In Nederland is de omzetting van de Europese richtlijn naar Nederlands recht onder andere gebeurd in Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR 1813 (Ergonomie van kantoormeubelen) van december 2016. In de vorige versie werden de ruime verstelbaarheden van een 'ergonomische' bureaustoel beschreven. De nieuwe norm is breder opgevat en geeft info over kantoormeubilair. In functie van het soort werkplek en het aantal uren dat men er werkt, gelden er andere eisen voor bureaustoel, tafel en hulpmaterialen.<sup>4</sup>

*Als je inspiratie zoekt bij het ergonomisch uitbouwen van een werkomgeving, kan je je zowel door de Belgische als door die van andere Europeese lidstaten zoals Nederland laten inspireren. Bij verschillende interpretaties, baseer je je best op de meest recente tekst. In het verleden was dat vaak de Nederlandse in vergelijking met de Belgische.*

Er zijn ook privéinitiatieven, zoals de website <http://www.ergonomiesite.be/> die je helpen bij de toepassing van deze wetgeving op de werkvloer

<sup>3</sup>[http://www.werk.belgie.be/detailA\\_Z.aspx?id=796](http://www.werk.belgie.be/detailA_Z.aspx?id=796)

<sup>4</sup><http://www.ergonomiesite.be/npr1813-kantoormeubelen/>

## 13.4 Ergonomie in een computeromgeving

### 13.4.1 De gevaren van computergebruik

Een ganse reeks klachten kan je linken met verkeerd computergebruik. Voorbeelden zijn:

- Pijn in gewrichten en spieren door RSI
- Gezichtsproblemen
- Pijn in rug
- Hoofdpijn
- Vermoeidheid door langdurig computerwerk

Al deze klachten vallen onder de noemer: **Musculoskeletale aandoeningen**, in het kort **MSA**. Dit is een verzamelnaam voor de problemen (pijn, jeuk, tintelingen, warmte, krampen, stijfheid) ter hoogte van de musculoskeletale structuren (spieren, beenderen, pezen, ligamenten, zenuwen, gewrichten met het kraakbeen en de slijmbeurs).

RSI en het Tunnel carpaal syndroom zijn daar voorbeelden van.

### 13.4.2 Wat is RSI?

RSI staat voor **Repetitive Strain Injury** en wordt veroorzaakt door :

- herhaaldelijk dezelfde beweging (repetitive bewegingen)
- langdurig dezelfde houding aannemen (langdurige statische houding )
- een combinatie van beide oorzaken

Bij RSI kunnen we drie fasen onderscheiden:

- een **beginfase** waarbij de last die RSI veroorzaakt (waaronder de pijn en tintelingen) verdwijnt na het stoppen met computergebruik. Remedie: rust
- een **vervolgfase** waarbij de last die RSI veroorzaakt vaker voorkomt en niet dadelijk bij rust verdwijnt. Remedie: medicatie en kinesitherapie
- een **eindfase** waarbij je geconfronteerd wordt met continue pijn die bij rust niet verdwijnt. Computerwerk wordt eigenlijk onmogelijk. Remedie: langere periode stoppen met computergebruik In bepaalde gevallen is een operatie de enige manier.

### 13.4.3 Hoe kan je RSI vermijden?

In vorig puntje op pagina III-320 vond je een oplijsting van de verschillende fases van RSI en wat de gevolgen zijn.

Op de website van de christelijke mutualiteit (<https://www.cm.be/ziekte-en-behandeling/klachten-en-ziekten/rsi/voorkomen>) vind je een reeks tips om RSI te vermijden.

- Werk nooit langer dan een uur ononderbroken aan het beeldscherm en beperk dit werk tot zes uur per dag (inclusief de uren thuis).

- Onderbreek het werk aan de computer regelmatig door andere activiteiten, zoals telefo-neren, kopiëren of archiveren. Vele kleine pauzes zijn namelijk beter dan één lange.
- Beweeg geregeld en strek de spieren.
- Werk met ontspannen schouders, afhangende bovenarmen en hou de polsen recht.
- Verplaats de muis met de hele hand en combineer het gebruik van toetsenbord en muis.
- Vermijd een gedraaide of scheve werkhouding.
- Beweeg voldoende in je vrije tijd, eet en leef gezond.
- Hou stress onder controle.

#### 13.4.4 Hoe kan je RSI behandelen?

Afhankelijk van de ernst vind je op pagina III-320 al een eerste oplijsting van de verschillende behandelingsmogelijkheden.

#### 13.4.5 Het carpaal tunnel syndroom

Een specifiek geval van **RSI** is het **carpaal tunnel syndroom**. In de **pols** is er dan een zenuw gekneld in de carpaal tunnel.<sup>5</sup> Het filmpje op <https://www.youtube.com/watch?v=PxAEky-KP2g> geef je achtergrondinformatie over deze aandoening en haar behandeling.

De klachten zijn meestal last en hinder in je hand ter hoogte van duim, wijs-, middelvinger en deels ringvinger:

- **Tintelend**, pijnlijk gevoel dat kan verder uitstralen tot schouder, zowel 's nacht als overdag
- Verdoofd **gezwollen gevoel** in de vingers en vingertoppen
- **Verminderde functionaliteit** van de hand, bijvoorbeeld met je dat in een verminderde grijpkraag of in de moeilijkheid om een draaibeweging met de pols uit te voeren, bv het vastdraaien van een schroef.

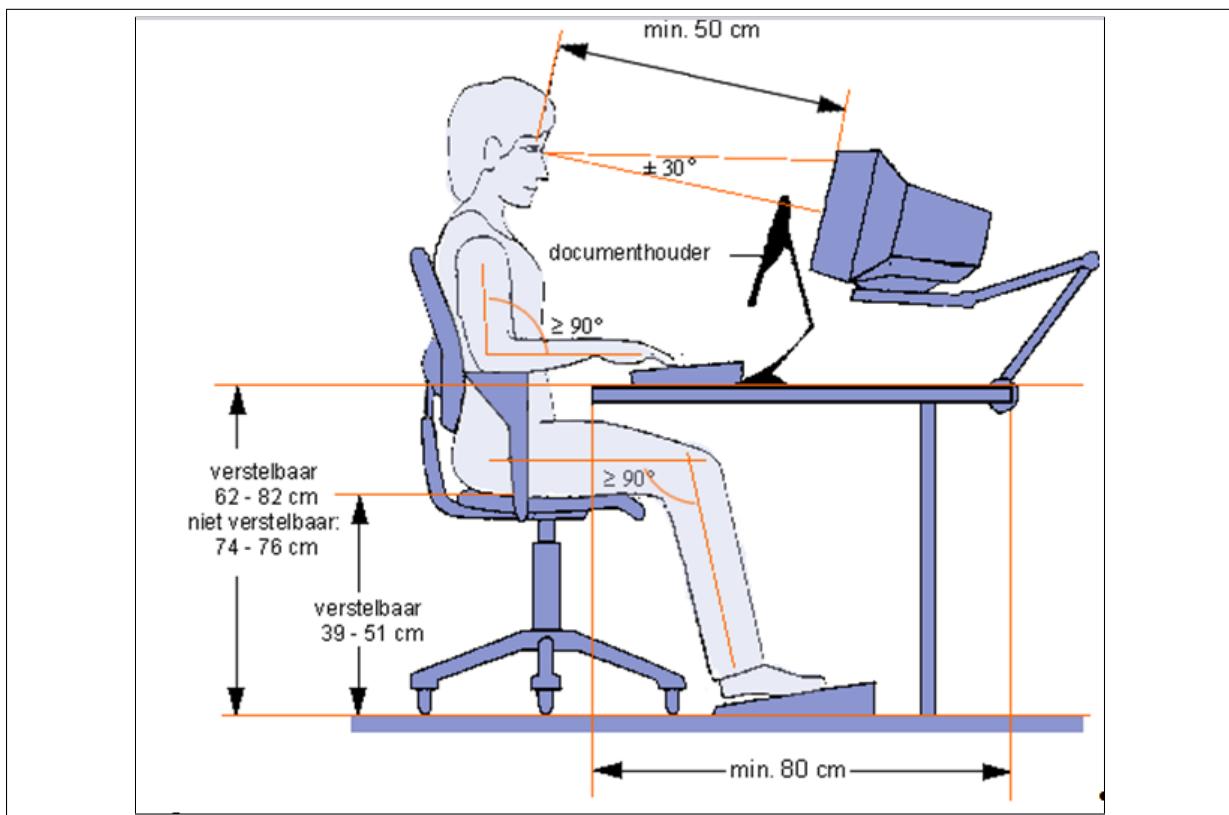
#### Hoe kan je het carpaal tunnel syndroom **behandelen**?

- Bij een **beginnend carpaal tunnel syndroom** word je in eerste instantie geprobeerd met medicatie zoals gedurende een korte kuur het innemen van een ontstekingsremmer (zoals Brufen), gedwongen rust zonder computergebruik, kinesitherapie,... Deze maatregelen verlichten de pijn maar helpen bij ernstige gevallen enkel tijdelijk.
- Bij toenemende aanslepende last en bij ontstaan van gevoelsverlies en krachtverlies is een chirurgische ingreep aangewezen.

<sup>5</sup><https://www.zol.be/neurochirurgie/ziektebeelden/perifere-zenuwen/carpaal-tunnel-syndroom>

### 13.4.6 De ideale houding

Onderstaande figuur (figuur 13.1) bespreekt de ideale houding bij computerwerk.



Figuur 13.1: Ergonomie op de werkvloer

#### Opdracht 33

Uit deze figuur kan je verschillende aandachtspunten om ergonomisch te werken, opsommen. Noteer hieronder vier verschillende kenmerken van ergonomisch werken aan een computer.

1.

2.

3.

4.

*Opdracht 33: Hoe ergonomisch werken?*

Vergelijk met de tips die je krijgt op <http://www.ergonomiesite.be/computerwerkplek/>.



#### Citaat

*Tips voor een ergonomische uitrusting zijn:*

- *Zithoogte: bekken hoger dan knieën*
- *Zitdiepte: vuist ruimte in kniekuil*
- *Steun lage rug: boven broeksriem*
- *Beweging rug: los zetten*
- *Tafel en armsteunen: op ellebooghoogte*
- *Beeldscherm: bovenrand op ooghoogte*
- *Scherm: op armlengte afstand*
- *Toetsenbord: 15cm van tafelrand*
- *Muis: dichtbij het lichaam*
- *Haaks op venster en 2m afstand*

#### 13.4.7 De werkruimte

In dit onderdeel vind je een bespreking van de verschillende onderdelen van je werkruimte: niet alleen bureaustoel en -tabel spelen een rol maar ook hoe je bureauruimte/studeerplek ingericht is.

##### 13.4.7.1 De bureautafel

In het ideale geval moet je **bureautafel** volgende kenmerken hebben:

- in de **hoogte verstelbaar**
- voldoende diep en ruim zijn om zo **voldoende ruimte voor documenten** te hebben en **op voldoende afstand** naar je **beeldscherm** te kunnen kijken.
- afgeronde hoorden
- de **bekabeling** kan je netjes wegbergen

Het spreekt van zelf dat het aangenamer werken is op een opgeruimd bureau dan op een bureau waar alles op elkaar gestapeld, verloren gelegd is.

De hoogte van je werkblad bepaal je aan de hand van je lichaamslengte.

Lichaamslengte	160	165	<b>170</b>	175	180	185	190	195
Hoogte werkblad	66	68	<b>70</b>	72	74	76	78	80

Tabel 13.1: Overzicht van de ideale hoogte van het werkblad volgens de lichaamslengte

Deze tabel leer je niet van buiten maar kan je wel toepassen en afleiden. Je onthoudt volgende vuistregel

- lengte **170 cm** = Werkbladhoogte **70 cm**
- **Lichaamslengte** varieert per **5 cm**; *werkbladhoogte* per **2 cm**.

#### 13.4.7.2 De bureaustoel

in het ideale geval moet je **bureaustoel** de volgende kenmerken hebben:

- minstens **5 draagarmen** voor de stabiliteit
- een **actieve steun** in de **onderrug**
- voldoende diepte
- verstelbaar:
  - in de **hoogte** aanpasbaar
  - **rug-** en **armleuning** aanpasbaar

#### 13.4.7.3 Het toetsenbord

Voor het ideale gebruik van je toetsenbord vind je hieronder een aantal tips:

- Behandel je toetsenbord met **zachtheid**: teveel kracht gebruiken is nergens voor nodig en je belast onnodig je vinger- en polsgewrichten.
- plaats je toetsenbord voldoende **ver van de rand** van de tafel
- hou je **polsen recht** tijdens het typen, en indien mogelijk laat je je polsen rusten op een **polssteun**.
- indien nodig , kan je een **speciaal ergonomisch toetsenbord** gebruiken.

Hieronder vind je een voorbeeld van een ergonomisch toetsenbord. Je merkt op dat **toetsen** in een **boog** staan en dat er vooraan het toetsenbord een **polssteun** voorzien is. Op internet vind je nog andere ergonomische toetsenborden.

#### 13.4.7.4 De computermuis

Een ergonomische muis kan helpen om RSI te vermijden. Je vindt diverse alternatieven voor de klassieke muis, zoals de **trackballmuis** en de **verticale muis** op <http://www.ergonomiesite.be/ergonomische-muis/>.



6

Figuur 13.2: Een voorbeeld van een ergonomisch toetsenbord van Microsoft

#### 13.4.7.5 Het beeldscherm

Hieronder vind je een aantal tips om je beeldscherm zo ergonomisch te plaatsen

- je plaatst je beeldscherm **recht voor je** zodat je niet schuin moet kijken.
- op een **afstand** van ongeveer 50 cm
- je scherm is verstelbaar in de **hoogte** zodat de bovenrand van je scherm op ooghoogte of iets lager dan ooghoogte is
- het scherm is **kantelbaar**
- je regelt de **helderheid** en het **contrast** zodat je een **scherp en duidelijk beeld** hebt.

Sinds er geen kathodestraalbeeldschermen meer gebruikt worden, is er ook een last meer van flikkeringen van je beeldscherm door een te lage verversingsgraad (*refresh rate*).

#### 13.4.7.6 De verlichting

Als je kan werken in een ruimte die natuurlijk verlicht wordt, is het aangenamer dan te werken met kunstlicht. Alleen moet je vermijden dat er een rechtstreekse lichtinval of reflecties op je beeldscherm zijn. Je plaatst best ook geen sterk lamp vlak naast je beeldscherm.

#### 13.4.7.7 De invulling van je arbeidstijd

Je werkt best niet de hele tijd onafgebroken aan de computer maar neem voldoende pauze. Zo behoud je je concentratie.

Je hebt in de les enkele oefeningen geleerd om tijdens een korte pauze even de spieren te ontspannen. Dit is zeker belangrijk want zo vermijd je op een speelse en eenvoudige manier RSI klachten. Je vindt op Internet verschillende oefeningen, zie bijvoorbeeld op <https://www.dokterdokter.nl/gezond-leven/bewegen/rsi-oefeningen-om-je-spierklachten-te-verminderen/item66000>

#### 13.4.7.8 Je werkruimte

De inrichting van de werkruimte speelt een grote rol bij het zo efficiënt mogelijk benutten van je tijd. Op kantoor kan je de werkruimte maar beperkt aanpassen. Je eigen studeerkamer kan je wel aanpassen volgens ergonomische principes.

Een aantal tips:

- zorg voor een **rustige werkomgeving** met zo min mogelijk (storend) lawaai
- zorg voor een **sobere werkomgeving** die wel een persoonlijke tint mag geven (*hoe kan je je anders er thuis voelen* maar vermindert bv drukke kleuren)
- plaats je bureau zo dat er zo weinig mogelijke hinder ervaart van eventuele **lichtreflecties** in je computerscherm.

### 13.5 Wat moet ik kennen of kunnen?

Hieronder vind je de verschillende typevragen voor dit hoofdstuk.

- ? Noteer de drie invalshoeken van ergonomie en geef telkens een voorbeeld uit de ICT-omgeving.
- ? Verklaar de betekenis van de verwijzing **90/270/EWG**. *Tip: begin je antwoord met te noteren dat het een Europese richtlijn is, waarover de richtlijn spreekt en de verplichting om het om te zetten in nationale wetgeving*
- ? Noteer waarom de Nederlandse wetgeving en de Belgische wetgeving over ergonomienormen sterk op elkaar lijken.
- ? Zoek op Internet, op een al dan niet opgelegde website zoals <http://www.ergonomiesite.be/> naar richtlijnen voor de ergonomisch gebruik op de werkvloer
- ? Noteer de betekenis van het letterwoord RSI
- ? Noteer de drie oorzaken van RSI
- ? Noteer de drie fasen bij RSI aandoeningen. Je vermeldt de naam van de fase, de kenmerken van die fase en de remediëring
- ? Noteer 5 voldoende verschillende tips om RSI te vermijden.
- ? Noteer wat het **carpaal tunnel syndroom betekent**.
- ? Noteer welke **klachten** het **carpaal tunnel syndroom** veroorzaakt.
- ? Noteer hoe je het **carpaal tunnel syndroom kan behandelen**.
- ? Noteer vijf tips voor een ergonomische inrichting van de computerwerkplek.
- ? Bespreek drie voldoende verschillende kenmerken van een ergonomische bureautafel.
- ? Noteer een **vijftal kenmerken** van een ideale **bureaustoel**
- ? Bespreek beknopt de ideale verlichting van de werkruimte

- ? Bepaal jouw ideale hoogte van je bureauwerkblad. Je noteert ook je eigen lichaamslengte
- ? Bepaalde de ideale hoogte van het bureauwerkblad voor een werknemer met een gegeven lengte, bijvoorbeeld 180 cm
- ? Noteer **3 tips** om het **toetsenbord** zo **ergonomisch** te gebruiken.
- ? Bespreek een aantal **aandachtspunten** om het **beeldscherm** zo **ergonomisch** mogelijk te plaatsen.
- ? Demonstreer enkele oefeningen voor polsen, schouder, nek, ... om RSI klachten te verminderen en zelfs te vermijden
- ? Vergelijk de kenmerken die je vond in de bovenstaande figuur (figuur 13.1 op pagina III-322) met wat je op Internet vindt.
- ? Noteer vijf kenmerken van een ergonomisch bureau
- ? Noteer vijf redenen waarom het ergonomisch is dat je rechtstaand in plaats van zittend zou werken
- ? Beschrijf een goede zithouding op een (ergonomische) bureaustoel
- ? Bespreek de verschillende soorten computermuizen vanuit ergonomisch standpunt zoals besproken op de website <https://www.ergonomiesite.be/> van Roeland Motmans.
- ? Demonstreer op welke manier je je kan RSI vermijden door tijdens de korte pauzes bepaalde oefeningen uit te voeren
- ? Op basis van dit hoofdstuk bespreek je de **werkplaats** van een **computergebruiker**. Je noteert je observaties; je duidt aan wat positief is en je vermeldt ook de werkpunten.

*Pagina voor eigen notities.*

# 14 Probleemoplossen

## 14.1 Het plan van aanpak

Zelfs als leerling ben jij al thuis en voor je familie wellicht de 'IT specialist' in wording en het plaatselijk *orakel van Delphi* om anderen nu al met raad en daad bij te staan, zowel voor aankoopadvies als voor 'eerste hulp bij computeronderhoud' (*EHBO PC*).

Bij de aanpak van computerproblemen speelt de opgebouwde ervaring en verworven kennis, een grote rol. Maar hoe ga je best te werk? Er zijn twee grote werkwijzen:

- **trial and error** -benadering: je gaat , op basis van intuïtie, kennis,... wat uitproberen in de hoop dat het probleem opgelost geraakt. Dit pas je toe bij voorbeeld als de pc niet opstart en je steekt de stroomkabel wat vaster in de computer en of in het stopcontact. Misschien is dit de oplossing en moet je niet verder zoeken.
- **methodische** aanpak: werken volgens een bepaald stappenplan.

Deze laatste werkwijze verdient de voorkeur. Schijnbaar ga je sneller als je 'gewoon wat probeert en je ziet wel'. Bij triviale gevallen en steunend op je ervaring, kan dit via *trial and error* misschien sneller. Echter enkel door een methodische aanpak ben je zeker dat je geen mogelijke oorzaak negeert.

## 14.2 De situering van dit hoofdstuk

Dit deel sluit aan bij de praktijkervaring na de les 'hands on'. Het beantwoordt aan de onderstaande leerplandoestellingen:

- 1.5.1 *De vereiste voorzorgsmaatregelen bij de manipulatie van computercomponenten toelichten en toepassen.*
- 1.5.5 *Gelijk- en wisselspanning correct uitmeten.*
- SV1 *Een probleem eerst analyseren alvorens een oplossing uit te werken.*
- SV2 *Gericht en efficiënt informatie zoeken, de gevonden informatie kritisch inschatten en evalueren.*
- SV3 *Zelfredzaam zijn en doorzettingsvermogen tonen bij het oplossen van problemen.*
- SV5 *De verworven kennis en vaardigheden toepassen in een onbekende context.*

*Pagina voor eigen notities.*

## 14.3 Het stappenplan uitwerken

Hoe stel je nu zo'n stappenplan op? In dit hoofdstuk vind je een aantal strategieën:

- **bevragen** van de **eindgebruiker** om zo een zo goed mogelijk beeld te krijgen van het probleem. De uitspraak *mijn pc werkt niet meer*
  - **opzoeken** van **informatie** op Internet. Zo heb je al een eerste gerichte lijst van mogelijke oorzaken
  - **inventariseer** alle mogelijke oorzaken, ook die misschien ver gezocht lijken of die misschien niet zo eenvoudig te testen zijn. In de vorige stap heb je al een aantal mogelijkheden gevonden.
  - **elimineer** die oplossingen die je zonder veel verder onderzoek mag uitsluiten. Stel bijvoorbeeld dat een pc niet opstart. Een van de mogelijke redenen is een algemene stroomstoring. Als de andere pc's in het lokaal wel functioneren, kan je deze oorzaak al vanaf het begin elimineren.
  - **structureer** de mogelijke oorzaken. Je zal nu een bepaalde **volgorde** bepalen waarin je de verschillende oorzaken overloopt. Er zijn drie invalshoeken op de volgorde te bepalen:
    - op basis van de **waarschijnlijkheid**: het is veel realistischer dat de kabel 'niet goed in zit' dan dat de voeding stuk is. Dus controleer je eerst de kabel en stopcontact vooraleer je verder gaat.
    - op basis van de **complexiteit**: het is eenvoudiger om een voeding uit te meten dan om het moederbord te vervangen
    - op basis van het **fysiek pad**: bij het niet op starten van de pc, volg je de spanning vanaf het stopcontact in de muur, de kabel, de stekker, de voeding, de connectoren naar het moederbord, het moederbord,... om zo de fout op te sporen.
  - **analyseren** van het probleem door eigen testen, al dan niet met gebruik van tools op basis van bovenstaande
  - **systematisch onderzoek** van de mogelijke oorzaken en hun remediëring
  - **documenteren** van de interventie voor later gebruik.
- ? Som een gestructureerde aanpak op voor het oplossen van een gegeven computerprobleem. Je vertrekt vanaf de probleemmelding door de gebruiker.

In het Sleutelboek is een voorbeeld uitgewerkt met de verschillende oorzaken volgens drie verschillende technieken gestructureerd

Nr	Waarschijnlijkheid	Complexiteit	Fysiek pad
1	Aan/uitknop aan de voeding staat uit	De stekker is uit het stopcontact	Het stopcontact is defect
2	De stekker is uit het stopcontact	De voedingskabel steekt niet in de computer	De stekker is uit het stopcontact
3	De voedingskabel steekt niet in de computer	Aan/uitknop aan de voeding staat uit	De voedingskabel steekt niet in de computer
4	De voeding is stuk	De voedingskabel is defect	De voedingskabel steekt niet in de computer
5	Het moederbord is defect	De voedingskabel is defect	Aan/uitknop aan de voeding staat uit
6	De aan/uitknop van de computerkast zelf is stuk	Losse frontpaneelkabeltjes	De voeding is stuk
7	De kabeltjes van de frontpaneelaansluitingen zitten los	De voeding is stuk	Het moederbord is defect
8	Het stopcontact is defect	Het moederbord is defect	De kabeltjes van de frontpaneelaansluitingen zitten los
9	De voedingskabel is defect	De aan/uitknop van de computerkast zelf is stuk	De aan/uitknop van de computerkast zelf is stuk

Tabel 14.1: Overzicht van de methodische probleemanalyse volgens invalshoek

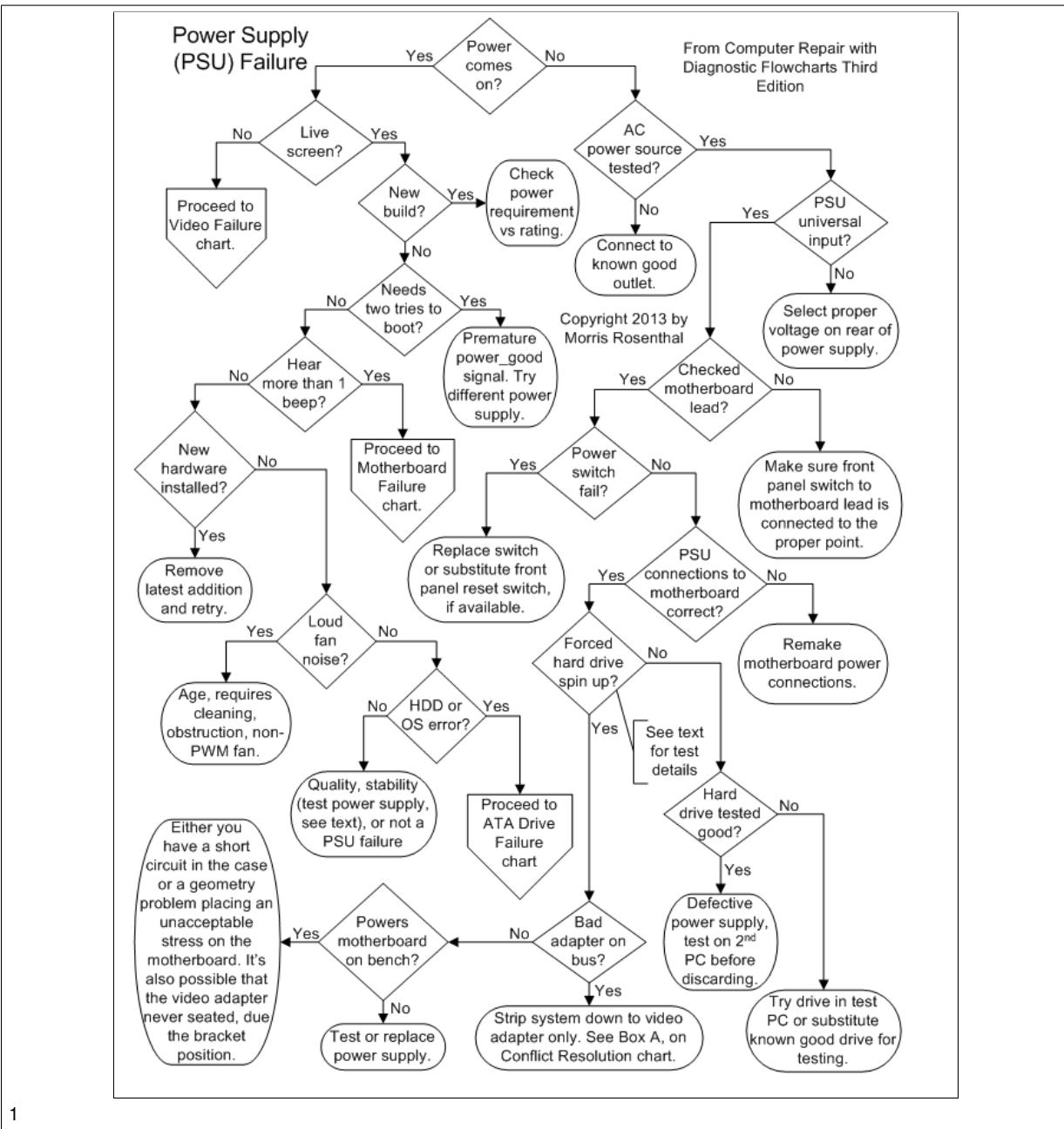
Het spreekt vanzelf dat je deze tabel niet van buiten leert.

- ? Som een vijftal mogelijke verklaringen op waarom de pc niet opstart
- ? Sorteer een vijftal mogelijke verklaringen waarom een pc niet opstart volgens drie verschillende invalshoeken (*tip: waarschijnlijkheid, complexiteit en fysiek pad*)

## 14.4 Flowcharts

Om op een gestructureerde wijze computerproblemen aan te pakken, vind je voldoende flowcharts op het Internet. Voor dit hoofdstuk werd dankbaar gebruik gemaakt van het materiaal dat op <http://www.fonerbooks.com/> te vinden is.

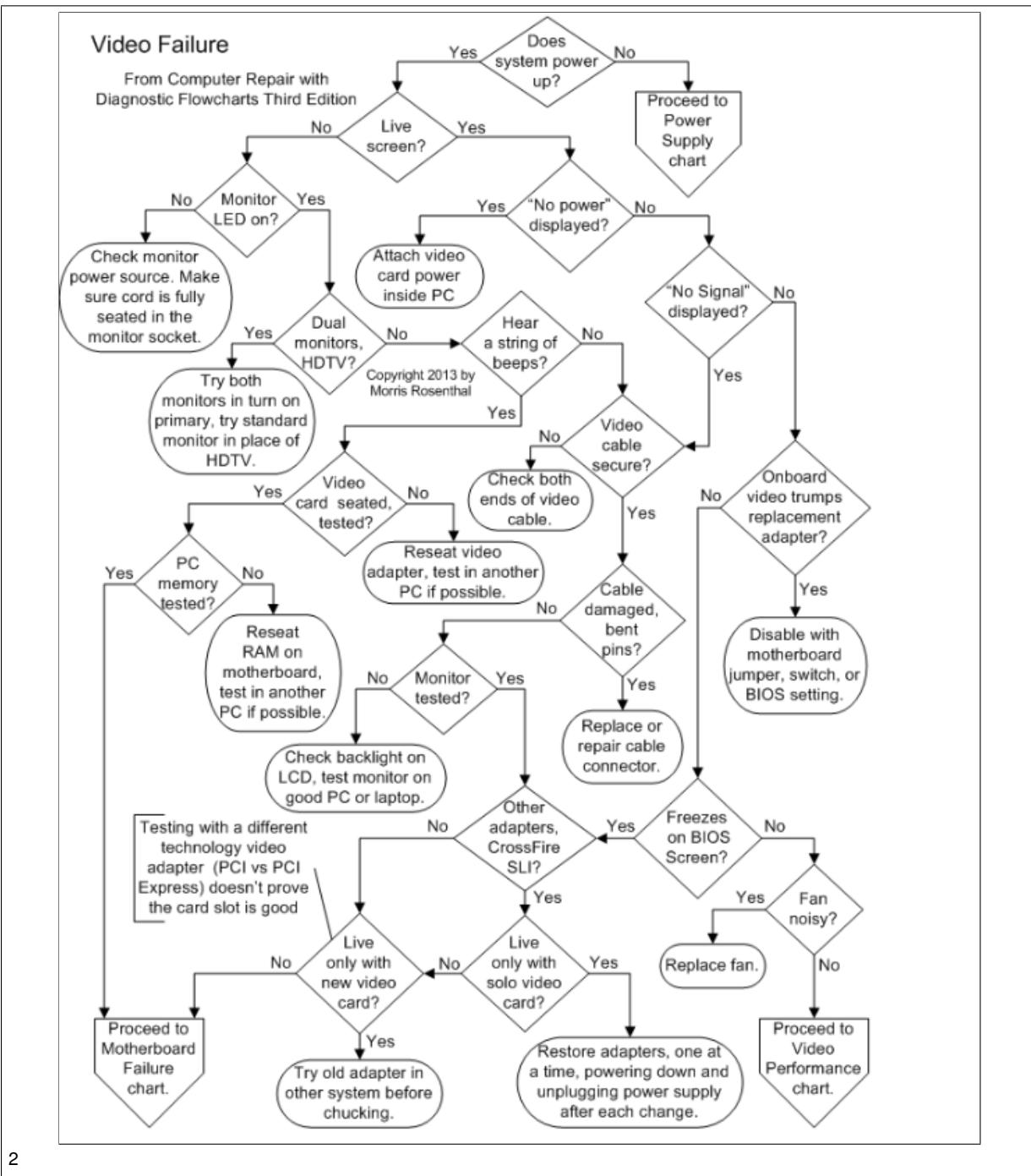
### 14.4.1 De voeding



Figuur 14.1: Flowchart: aanpak van voedingsproblemen

De begeleidende tekst vind je op <https://www.fonerbooks.com/power.htm>.

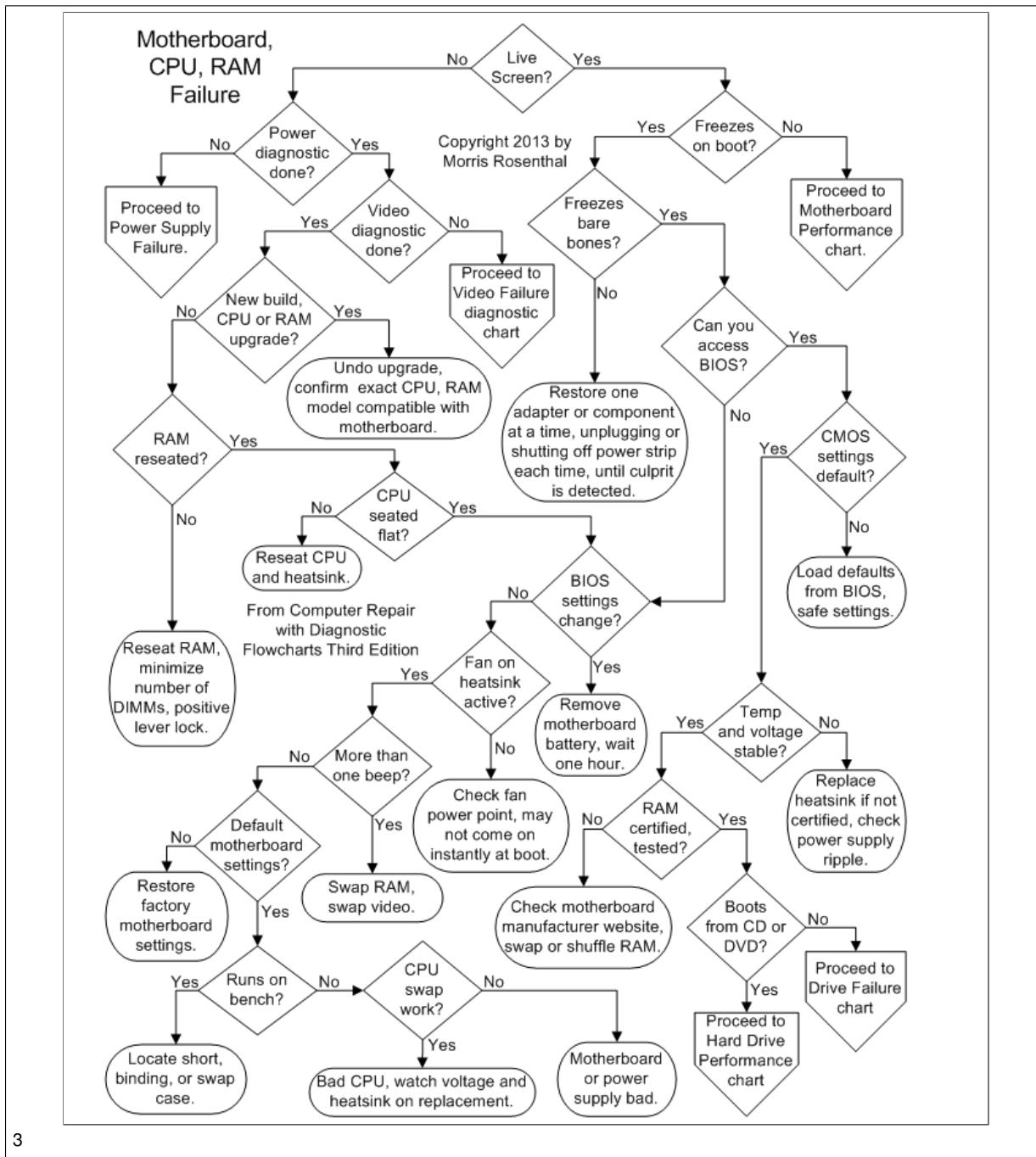
## 14.4.2 De videokaart



Figuur 14.2: Flowchart: aanpak van voedingsproblemen

De begeleidende tekst vind je op <https://www.fonerbooks.com/video.htm>.

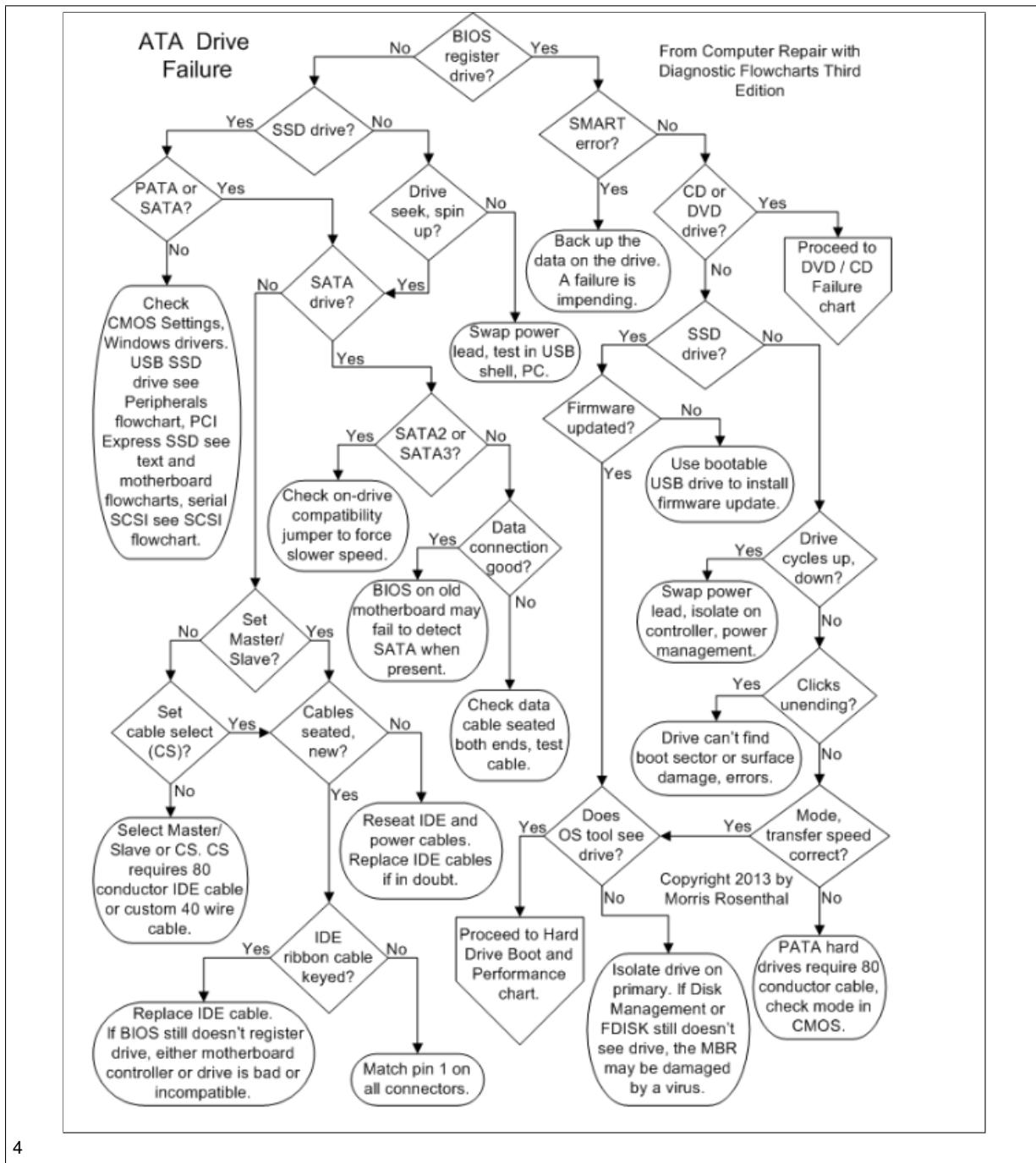
#### 14.4.3 Het moederbord-CPU-geheugen



Figuur 14.3: Flowchart: aanpak van voedingsproblemen

De begeleidende tekst vind je op [https://www.fonerbooks.com/cpu\\_ram.htm](https://www.fonerbooks.com/cpu_ram.htm).

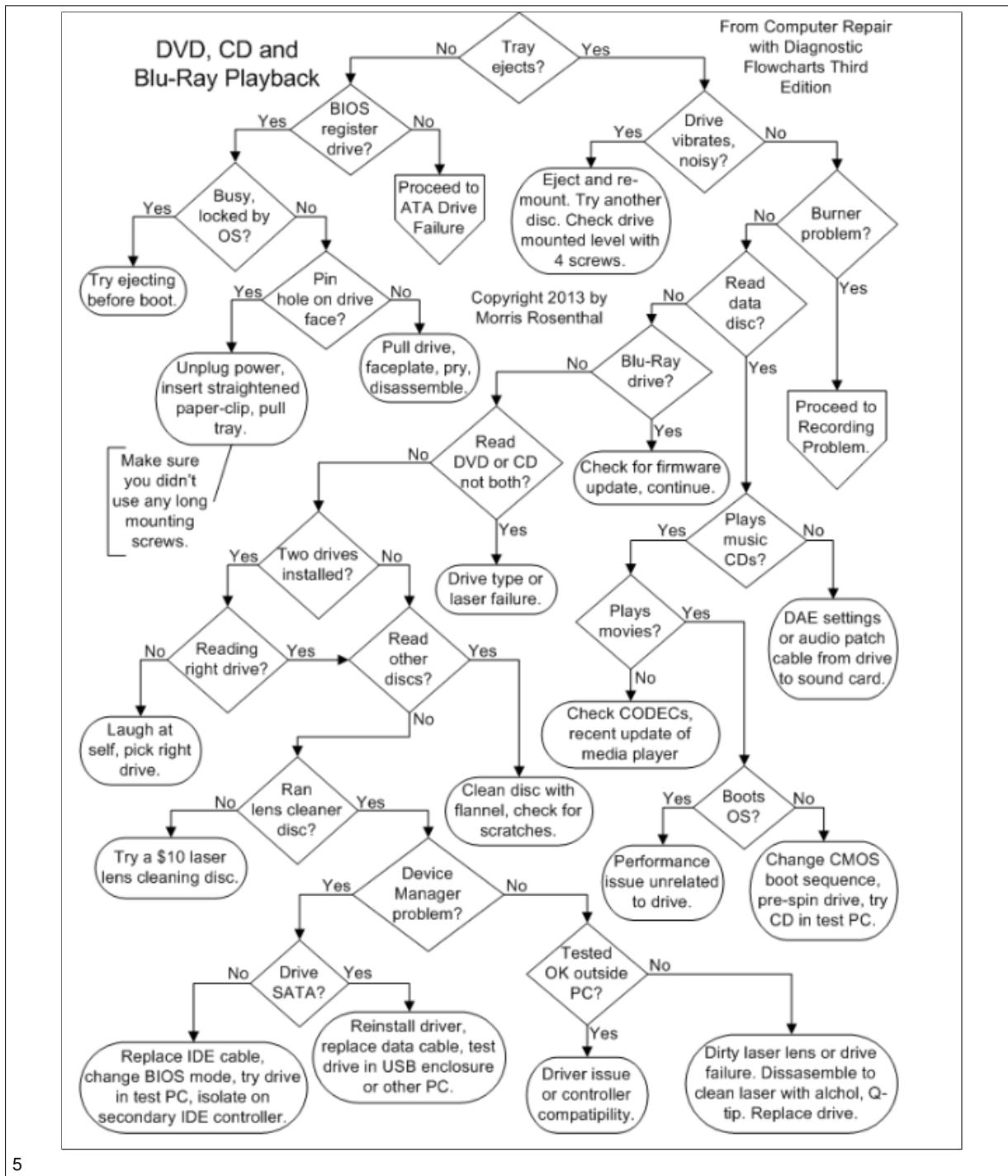
#### 14.4.4 De harde schijf (IDE)



Figuur 14.4: Flowchart: aanpak van voedingsproblemen

De begeleidende tekst vind je op [https://www.fonerbooks.com/ide\\_hd.htm](https://www.fonerbooks.com/ide_hd.htm).

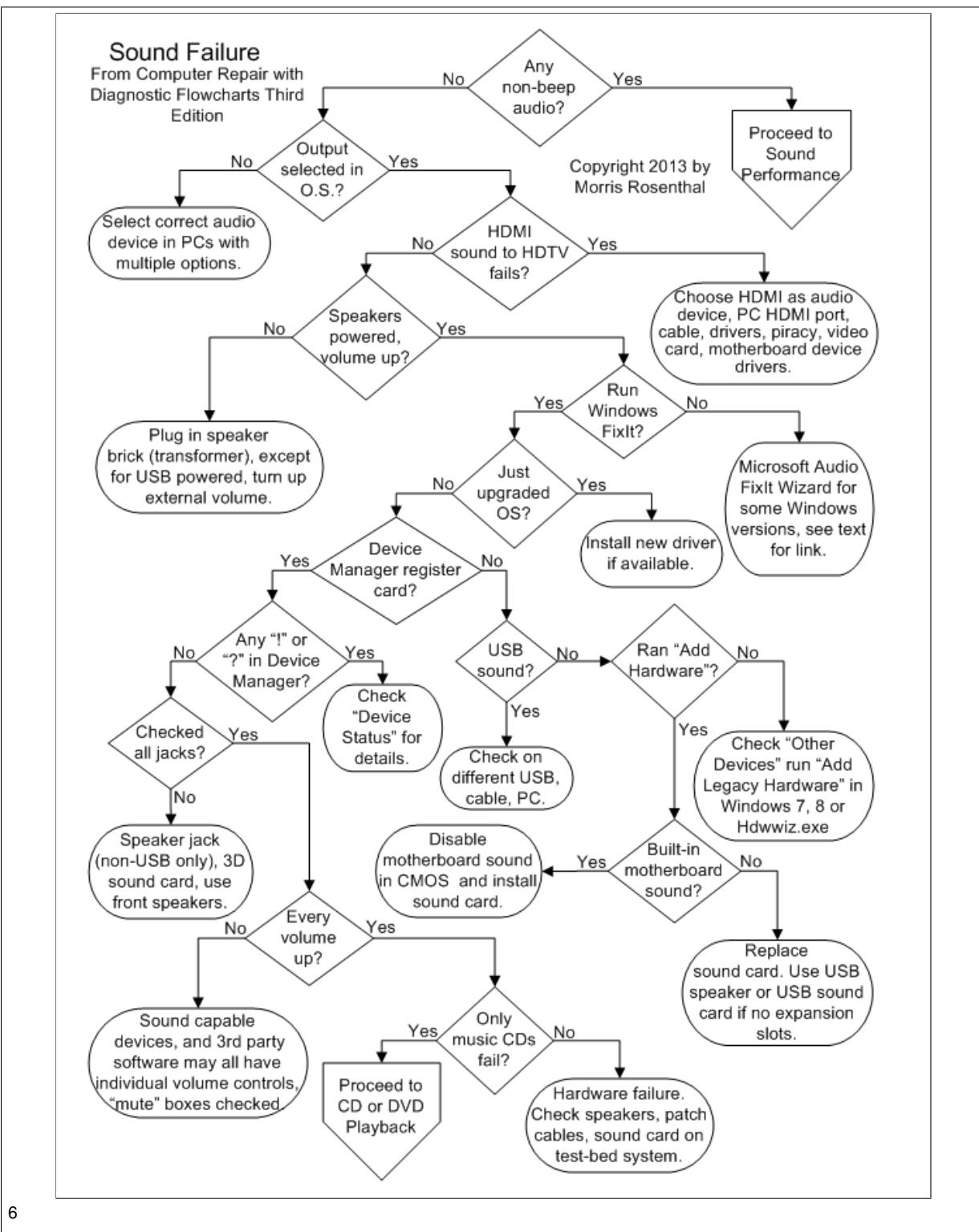
### 14.4.5 De cd-rom en DVD speler



Figuur 14.5: Flowchart: aanpak van voedingsproblemen

De begeleidende tekst vind je op [https://www.fonerbooks.com/ide\\_cd.htm](https://www.fonerbooks.com/ide_cd.htm).

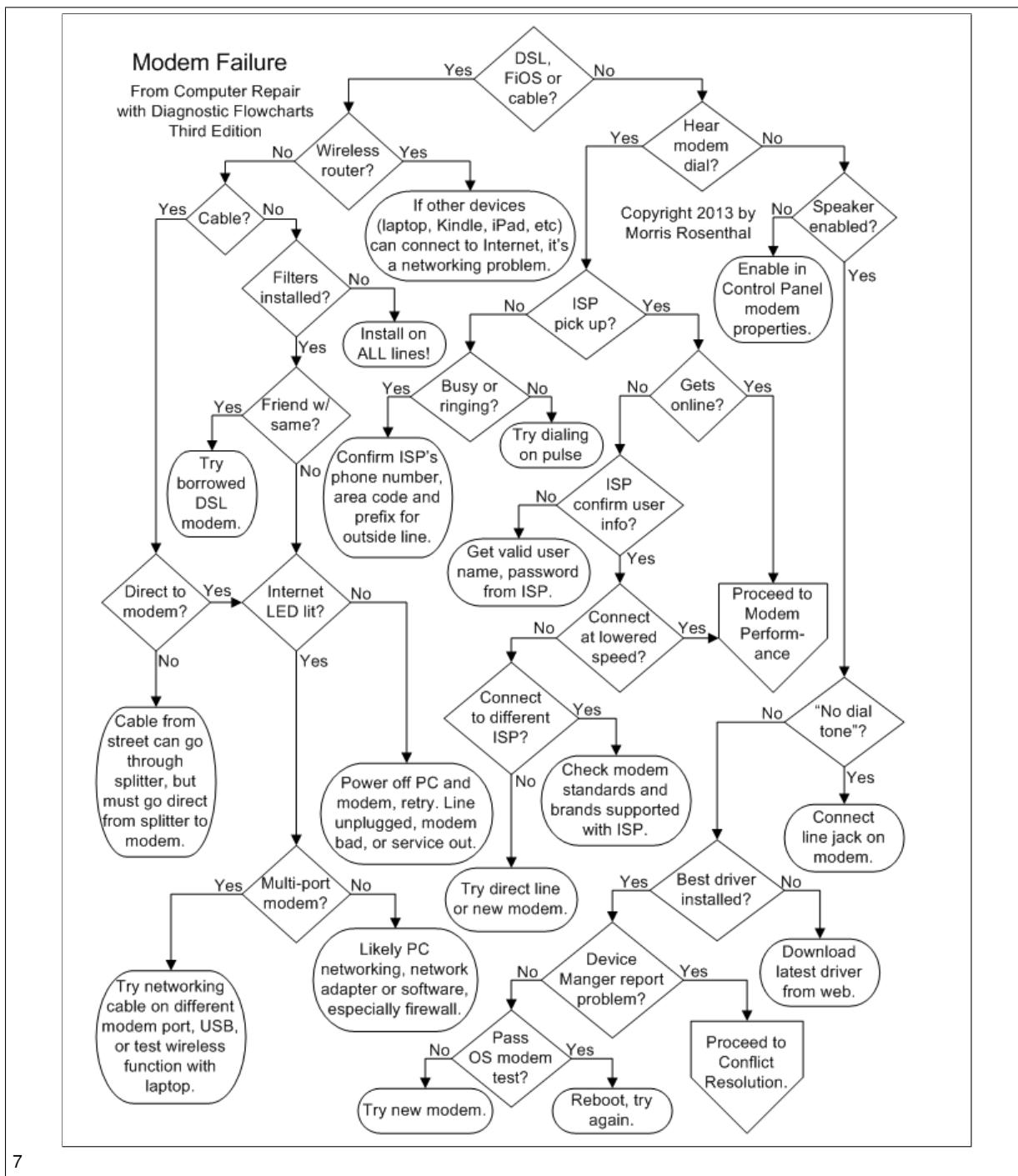
#### 14.4.6 De geluidskaart



Figuur 14.6: Flowchart: aanpak van problemen met de geluidskaart

De begeleidende tekst vind je op <https://www.fonerbooks.com/sound.htm>.

#### 14.4.7 De modem



Figuur 14.7: Flowchart: aanpak van problemen met de modem

De begeleidende tekst vind je op <https://www.fonerbooks.com/modem.htm>.

### 14.4.8 De netwerkkaart



Figuur 14.8: Flowchart: aanpak van voedingsproblemen

De begeleidende tekst vind je op <https://www.fonerbooks.com/network.htm>.

## 14.5 casestudy: 911PC00 start niet meer op

### Opdracht 34

Het leraartoestel in lokaal 911 start niet meer op. De dag voordien werkte alles nog normaal.

Je zal een stappenplan toepassen.

Pas nu de methodologische aanpak toe (zie pagina III-329 ) op deze pc. Noteer ook wat je gedaan hebt in een verslag.

*tip: na afloop van dit labo heb je ook de betekenis gezien van de groen knop aan de voeding van het DELL toestel. Je bekijkt hiervoor best <https://www.youtube.com/watch?v=udGOe7LQJEI>.*



Figuur 14.9: Testlampje voor voeding  
a



Figuur 14.10: Testlampje voor voeding

### Opdracht 34: Analyse van opstartprobleem van een pc uit de laboklas

Tijdens het uitvoeren van de nodige testen, heb je wellicht gemerkt dat voor die defecte labopc de eindconclusie luidde 'voeding is defect'. Heb je immers opgemerkt dat het groene lampje nooit brandde.

- het lampje brandde niet tijdens het indrukken van de knop
- het lampje brandde niet toen alle stroomkabels met het moederbord en met andere randapparaten één voor één uitgetrokken zijn totdat er niets meer verbonden was. Telkens ga je de knop indrukken.
- het lampje brandde niet wanneer je telkens een randapparaat toevoegt aan het systeem.

Deze testknop is niet bij elke pc noch voeding aanwezig.

Bij andere computers heb je dan een voltmeter nodig om de voeding uit te meten. Koppel de voeding los van het moederbord en zorg zelf voor het **POWER-ON** signaal door de kortsluiting van die pin met de aarding. Na het maken van die 'overbrugging' kan je de spanningen

uitmeten, rekening houdend met de tolerantie op de meetresultaten.

#### 14.6 Wat moet ik kennen of kunnen?

- ? Bespreek het gebruik van de groene knop aan de voeding op de achterzijde van een DELL computer
- ? Analyseer stapsgewijs een hardwareprobleem, al dan niet gebruikmakend van het Internet
- ? Bespreek en zo nodig actualiseer een flowchart om een specifiek computerprobleem op te lossen
- ? Pas een flowchart om een specifiek computerprobleem op te lossen toe

## **Deel IV**

# **Projecten en lab-opdrachten**



# 1 De eigen PC-configuratie

## 1.1 Situering van deze opdracht

Het samenstellen van een nieuwe pc uit losse onderdelen, anders dan een kant-en-klaar toestel aankopen, is een oefening die je zeer vaak zult herhalen. De eisen van jezelf of van je klant bepalen de keuze van de onderdelen. Voor deze opdracht stel je een computer samen. Je krijgt het **processormerk** (AMD of Intel) en de **prijsklasse opgelegd**.

## 1.2 De doelstellingen

-  1.4.7 *Rekening houdend met het beoogde gebruik, kostprijs en performantie, een voorstel formuleren om een computer samen te stellen of te actualiseren.*

## 1.3 Samenvatting van deze opdracht

Onderdeel	Omschrijving
Vak Smartschool	BEHR5NIT
Uploadmap	2022-2023 -> HW01-Eigen-PC
Quotering	BEHR5NIT
Bestanden	Taken -> 2-SJ 2022-2023->HW01-Eigen-PC
Maken	individueel
Indienen	Individueel
Opgavedatum	13 oktober 2022
Indiendatum	26 oktober 2022, voor middernacht
Antwoordsjabloon	20211019-5NIT-MOBO-COMBI-SJBL <sup>1</sup>
Naam Worddocument	HW01-familienaam.docx <sup>2</sup>
Naam PDF bestand	HW01-familienaam.pdf

Tabel 1.1: Synthese van de opdracht

<sup>1</sup>Vergeet niet de hoofding aan te passen, bv met de correcte datum en met je eigen naam en klasnummer.

<sup>2</sup>Je vervangt in dergelijke situatie altijd *Klas* door je eigen klas en *familienaam* door je **eigen familienaam**.

## 1.4 Takkverdeling binnen de klas

Via de 'onschuldige hand' van <https://wheelofnames.com/> is onderstaande tabel samengesteld.

Klasse	Intel	AMD	Laptop
Low budget	13 Bo Van Aelbrouck	9 Wout Malfroy	8 Ilias Lievens
	15 Xander Verduyckt	12 Milan Schockaert	
Mid range	2 Lucas De Cock	7 Kenzo-Yannick Habayrimana	6 Joshua De Wannemaeker
	4 Benito Degrieck	11 Zack Ngahanne	
High end	10 Telmo Miguel Pinheiro	3 Simon Francis De Cock	1 Ahmad Abdal
	14 Gilles Van den Hooff	5 Gabriel de Neuville	

Tabel 1.3: De zoektocht naar een eigen pc volgens opgelegde parameters

## 1.5 Uitwerking van deze opdracht

In de cursus heb je al een aanzet tot deze opdracht met een beschrijving van de moederborden in de drie categorieën die ook voor deze opdracht gebruikt worden, met de bedenking dat de beschrijving van de moederborden met bijhorende chipsets al drie jaar oud is en dus niet meer volledig actueel (of misschien toch?).

Hieronder vind je een stappenplan om deze opdracht tijdig tot een goede einde te brengen.

### 1.5.1 Je bespreekt een laptop

Bij de besprekking van de laptop heb je geen kans om zelf je laptop uit losse onderdelen samen te stellen. Je moet je beperken tot een kant en klaar laptop, waarbij je (bv bij Dell) tijdens het bestelproces nog bepaalde aanpassingen kan aanbrengen.

Bij de keuze van een **laptop** kan je niet alleen een **nieuw** toestel aankopen, maar ook kijken of een **refurbished** toestel ook een oplossing voor dit vraagstuk kan zijn. Oudere toestellen die vroeger tot een hogere prijsklasse behoren, kan je nu met garantie voor een grote korting kopen. Is dit nu goedkoper dan een nieuw toestel aanschaffen. Het is in elk geval milieuvriendelijker. Wat is jouw mening?

**Opdracht 35**

Je selecteert één laptop na een bespreking van de verschillende mogelijkheden. Je werkt als volgt:

- **vergelijk** een aantal mogelijke **laptops** met elkaar
- **beschrijf** je **zoekproces**: noteer hoe je te werk bent gegaan.
- **motiveer** je keuze van laptop
- **bespreek** de **eigenschappen** van je laptop
- noteer de **URLs** als bronvermelding
- noteer de **bronvermelding** in welke **webwinkel** je deze **laptop** koopt
- noteer de **prijs** (in EUR, BTW inbegrepen)
- **Vergelijk** jouw **keuze** met wat je aantreft op de markt van tweedehandstoestellen (**refurbished**, soms ook **second life** geheten)
- **Noteer** ook hier de nodige **URL's** en je ervaringen bij deze zoektocht

*Opdracht 35: De selectie van de laptop*

Deze opdracht is eenvoudiger dan de samenstelling van een volledige computer uit losse onderdelen. Het **wheel of names** was voor jullie ergens een **wheel of fortune**. Of misschien niet omdat je deze deelopdracht onderschat?

### 1.5.2 Je bespreekt een zelf samengestelde computer

Voor deze taak gebruik je het opgelegde **sjabloon** dat je op **Smartschool** als bijlage bij deze **taak** vindt.

#### 1.5.2.1 Het moederbord

Je eerste stap is een moederbord vinden die:

- compatibel is met de opgelegde processor
- in de correcte prijsklasse zit

Je hebt verschillende websites die je hierbij helpen. In de klas werden er al getoond:

- <https://tweakers.net/moederborden/vergelijken/>
- <https://be.hardware.info/moederborden.1>
- <https://www.tomshardware.com/best-picks/best-motherboards>

Een **belangrijke eis** bij deze deeltaak, is dat **jouw keuze** van **moederbord** niet ook door een **klasgenoot gekozen** wordt. Je **overlegt onderling** om dit te vermijden.

### Opdracht 36

Na de selectie noteer je zeker:

- De **bronvermelding** waar je je keuze vond
- je **motivatie** om precies dat moederbord te kiezen
- de **code** en de **kenmerken** van de **chipset** (die je ook samenvat in de onderstaande tabel)
- de **kenmerken** van het **moederbord** zoals je in de **cursus** vind en hieronder herhaald als voorbeeld.
- noteer de **bronvermelding** van welke **webwinkel** je dit **moederbord** koopt
- **noteer de prijs** (in EUR, BTW inbegrepen)

*Opdracht 36: de keuze van een moederbord*

Onderdeel	Kenmerk	Eigenschap
Moederbord	Merk	Asus
	Vormfactor	ATX
	CPU Socket	LGA 1151
	Voedingsconnector	ATX 24 pins: 3 connectoren
	Chipset	B250
Geheugen	Type	DDR4
	Aantal slots	2
	Max grootte	32 GB
	Max. snelheid	2400
Insteeksloten	PCI	0
	PCIe 1x	18
	PCIe 16x	1
	M.2	niet vermeld
	SATA 3 (6Gbps)	4
	PS/2	niet vermeld
Grafisch	DVI	0
	HDMI	1
USB	2.0	4
	3.2	6
Extra	RAID	neen

Tabel 1.4: Voorbeeld van mogelijke kenmerken van het moederbord

Bij de opdracht op Smartschool vind je een **MS Word sjabloon** die deze tabel bevat. Je gebruikt dat sjabloon bij het uitwerken van deze opdracht.

### 1.5.2.2 De processor

De keuze van merk ligt vast en volgt uit de opdracht. Ook binnen eenzelfde merk heb je processoren die zich meer richten op de markt van de budgetpc's en andere op de markt van de fervente gamers. Midrange processoren zitten er tussen.

#### Opdracht 37

Je kiest een processor.

- ga op zoek naar **internetreferenties** die bepalen in welke **klasse** de processoren van jouw **merk** zich nu situeren.
- maak een **processorkeuze**
- noteer de **URL**
- motiveer je **keuze**
- bespreek de **eigenschappen** van die **processor**.
- noteer de **bronvermelding** van welke **webwinkel** je deze **processor** koopt
- **noteer de prijs** (in EUR, BTW inbegrepen)

Je noteert alles in hetzelfde MS Word document als waar je ook de beschrijving van je moederbord noteerde.

*Opdracht 37: De keuze van processor*

### 1.5.2.3 Het geheugen

De **keuze van het moederbord** met bijhorende **chipset** bepalen het **type** en de **maximale waarde** van het intern geheugen.

#### Opdracht 38

Ga op zoek naar de nodige informatie op internet en/of in de cursus en volg het stappenplan:

- **noteer de URL's** waar je relevante informatie vond. **Bespreek** ook kort wat je **leerde** uit die bron
- noteer (of herhaal) het **type** geheugen dat je nodig hebt (bv **DDR3 geheugen**)
- noteer de **grootte** van het intern **geheugen** voor je computer
- noteer de **bronvermelding** van welke **webwinkel** je dit geheugen koopt
- noteer de **prijs** (in EUR, BTW inbegrepen)

*Opdracht 38: De keuze van het geheugen*

#### 1.5.2.4 De computerbehuizing

De **belangrijkste** componenten zijn gekozen. Nu moet je nog zorgen voor een werkende computer. Je hebt dus bijvoorbeeld een **behuizing** nodig.

##### Opdracht 39

Je gaat op zoek naar een passende computerbehuizing:

- Hou rekening met de prijsklasse van je computer
- Beschrijf kort je zoektocht naar een passende behuizing
- Stel een computerbehuizing voor. Noteer de **webwinkel** waar je die koopt
- **Noteer** de gebruikte **URL's**
- **Noteer** de prijs (in EUR, BTW inbegrepen)

*Opdracht 39: De computerbehuizing*

#### 1.5.2.5 De computervoeding

De losse onderdelen, zelfs na montage in de computerbehuizing, zullen niet samenwerken zonder **voeding**

##### Opdracht 40

Je gaat op zoek naar een passende voeding (PSU):

- Hou rekening met de prijsklasse van je computer
- Beschrijf kort je zoektocht naar een passende voeding en het nodige vermogen voor je computer
- Stel een **voeding** voor. Noteer de **webwinkel** waar je die koopt
- **Noteer** de gebruikte **URL's**
- **Noteer** de prijs (in EUR, BTW inbegrepen)

*Opdracht 40: De voeding*

### 1.5.2.6 De software

Een niet onbelangrijk deel van de kostprijs van een computer, zijn de softwarelicenties. Minimaal heb je een **besturingssysteem** en basis **toepassingssoftware** nodig.

Bij de keuze van de softwarelicenties, gaan we voor deze deelopdracht niet winkelen bij websites zoals **Gamivo** maar beperken we ons tot de gewone webwinkels met bijhorende officiële prijzen.

#### Opdracht 41

Voor dit onderdeel kiezen we voor twee programma's:

- het **besturingssysteem** is **Windows 11**. Je kiest zelf de versie (pro of home) en motiveer je keuze. Noteer ook de **webwinkel** en de correcte **prijs**.
- de **basistoepassingssoftware** is **MS office**. Je kiest hier voor een licentie voor je toestel en niet voor een abonnementsformule zoals Office 365. Ook kies je niet voor Open source zoals OpenOffice. Noteer de **webwinkel** en de correcte prijs. Motiveer de keuze van de versie van MS Office die je neemt.

*Opdracht 41: De prijs van de software*

### 1.5.2.7 Eventuele andere onderdelen

Mogelijk zijn in deze bovenstaande beschrijving onderdelen vergeten.

#### Opdracht 42

Voor de bijkomende onderdelen ga je analoog te werk:

- bespreek welke onderdelen ontbreken
- noteer de webwinkel waar je deze onderdelen aankoopt
- noteer de correcte prijs(in EUR en BTW-inbegrepen)

*Opdracht 42: De bijkomende onderdelen*

## 1.6 Afwerking

Na uitwerking van deze taak heb je een computerconfiguratie beschreven en hiervan de totale prijs bepaald.

Bespreek het geheel:

- Ben je zelf tevreden met het eindresultaat
- Zou je zelf deze computer aanschaffen?

Je **rondt** je opdracht **af** met volgende **onderdelen**:

- het **besluit**. Hierin vat je jouw voorstel in één tot twee regels samen.
- de **nabespreking**. Hierin noteer je hoe je de opdracht ervaren hebt, hoeveel tijd je in deze opdracht ongeveer besteed hebt, wat voor jouw eventuele problemen waren om deze opdracht vlot te kunnen uitvoeren. Dit gedeelte is het *emotioneel* gedeelte van de opdracht.

## 1.7 Quotering en evaluatie

De quotering gebeurt op **vorm** en **inhoud**

- de **inhoud** evaluateert de uitwerking van je voorstel. Dit onderdeel is ongeveer 60% van de eindquotering
- de **vorm** evaluateert het gebruik van het sjabloon, de gebruikte taal en taalfouten, de tijdigheid en correctheid van indienen. Dit onderdeel is ongeveer 40% van de eindquotering

Bij vragen en/of opmerkingen, aarzel niet om de vakleerkracht te contacteren.

## 2 Project ICT-actualiteit

### 2.1 Situering van deze opdracht

De lessen toegepaste informatica moeten het niveau van 'toegepaste geschiedenis' overstijgen. Zelfs die leerstof die in de grote vakantie geüdateert werd, is vaak vier maand later al verouderd. Het blijft zijn waarde behouden als houvast maar niet meer als referentie. We moeten dus zelf naar nieuwe, actuele informatie op zoek gaan.

### 2.2 Doelstelling van deze opdracht

-  1.4.8 *De algemene evolutie van hardware opvolgen.*

### 2.3 Samenvatting van deze opdracht

Onderdeel	Omschrijving
Vak Smartschool	BEHR5NIT
Uploadmap	2022-2023->HW02-ICT-ACTUA
Quotering	BEHR5NIT
Bestanden	Taken ->2-SJ 2022-2023->HW02-ICT-ACTUA
Maken	individueel
Indienen	Individueel
Opgavedatum	26 september 2022 (onderwerp)
Indiendatum	22 november 2022, voor middernacht
Naam videobestand	HW02-familienaam.docx <sup>1</sup>
Naam script bestand	HW02-familienaam.docx

Tabel 2.1: Synthese van de opdracht

<sup>1</sup>Je vervangt in dergelijke situatie altijd *Klas* door je eigen klas en *familienaam* door je **eigen familienaam**.

## 2.4 De onderwerpen per leerling

In de onderstaande tabel vind je per leerling het gekozen onderwerp. De laatste aanpassingen aan deze lijst zijn op zaterdag 15 oktober 2022 gebeurd.

Nr	Naam	Onderwerp
1	Ahmad Abdal	central bank digital currency (CBDC)
2	Lucas De Cock	Hoe VR de toekomst zal veranderen.
3	Simon Francis De Cock	Streaming software vergelijken en toepassen in concrete situatie
4	Benito Degrieck	Verschil tussen AMD en Intel.
5	Gabriel de Neuville	Hoe werken Smart Contracts en welke effect hebben ze op de blockchain.
6	Joshua De Wannemaeker	Kan AI beter mentale stoornissen detecteren dan ouders/zorgververs?
7	Kenzo-Yannick Habyarimana	Amd radeon
8	Ilias Lievens	Verschil tussen de nieuwste procesoren van AMD en Intel, Core i9-12900KS VS Ryzen 7000-serie
9	Wout Malfroy	beste gaming pc merk (kwaliteit)
10	Telmo Miguel Pinheiro	Het verschil van ddr-3 en ddr-4
11	Zack Ngahanne	Hoe vind je betrouwbare onderdelen voor tech-hardware?
12	Milan Schockaert	beste beeldscherm
13	Bo Van Aelbrouck	Water cooling vs air cooling
14	Gilles Van den Hooff	Hoe evolueerde de computers de laatste 20 jaren?
15	Xander Verduyckt	De beste toevoegingen voor je gaming setup

Tabel 2.3: De onderwerpen per leerling voor de taak ICT-Actua

## 2.5 De uitwerking van de opdracht

### 2.5.1 Informatie verzamelen

Bij het uitwerken van je onderwerp, maak je gebruik van **internetbronnen**, eventueel aangevuld met **tijdschriftartikels** en je **eigen ervaringen** met het onderwerp. Je zoekt zowel **teksten** uit website, **YouTube-filmpjes** en **afbeeldingen** over je onderwerp

Belangrijk om telkens de **bron** en **datum van consultatie** te vermelden. De bronvermelding moet voldoende nauwkeurig zijn om nadien die informatie terug te vinden. Contacteer bij twijfel de vakleerkracht.

Vervolgens ga je de informatie **verwerken**.

### 2.5.2 Het samenstellen van een verhaal

Bij het verwerken van het materiaal zorg je voor een verhaal met **inleiding** en **situering van het onderwerp**. Je vertelt hier bijvoorbeeld je motivatie bij de keuze van dat onderwerp.

Bij de **uitwerking** van je onderwerp, zorg je voor een **logische volgorde**. Je houdt rekening met de voorkennis (of gebrek aan voorkennis) van het onderwerp bij je publiek.

Tot slot ga je in enkele zinnen en met een of meerdere beelden, je verhaal **samenvatten** in een **besluit**.

Je rondt af met de **credits**:

- de bronvermeldingen van het gevonden materiaal (en uitgebreider dan *ik vond alles op Google*)
- Je vermeldt de gebruikte softwareprogramma's
- je vermeldt de gebruikte achtergrondmuziek (licentievrij)

### 2.5.3 Uitschrijven van de tekst

Als je je materiaal in een logische volgorde hebt gezet, zal je je tekst ook volledig uitschrijven. Dit helpt achteraf bij de eindverwerking: je spreekt dan veel vlotter zonder 'euh' of andere haperingen.

### 2.5.4 De montage van het materiaal

Je gebruikt een tool naar keuze. Een mogelijkheid is het programma **OpenShot Video Editor** ([URL:<https://www.openshot.org/>](https://www.openshot.org/)). Andere leerlingen zijn lovend over het programma **Olive** ([URL: <https://olivevideoeditor.org/>](https://olivevideoeditor.org/))

Beide programma's laten je toe om foto's en figuren gedurende een in te stellen tijd te tonen, en zo nodig af te wisselen met fragmenten die je haalt uit een YouTubefilmpje. Ook kan je je webcamerabeeld gebruiken, (maar dat hoeft niet).

Met een programma zoals **Audacity** ([URL: <https://www.audacityteam.org/>](https://www.audacityteam.org/)) kan je je eigen stem opnemen en nadien dat geluidsbestand toevoegen op het gekozen video- programma zoals OpenShot.

Contacteer tijdig de leerkracht indien deze opdracht je moeilijker lijkt.

## 2.6 Het eindproduct

Het eindproduct is een **videofilmpje** van 2 tot 5 minuten.

De **start** is een **titeldia** met vermelding van :

- je naam en klas
- de titel van het onderwerp

De duurtijd van de titeldia bepaal je zelf maar in regel is het ongeveer 3 seconden tot max 5 seconden.

Je **mag** achtergrondmuziek gebruiken die je bij de intro (begin) en bij de **outro** met de credits, luider laat klinken. Vergeet ook de gebruikte muziek niet te vermelden op het einde.

De **uitwerking** is een **montage** van **foto's** en **figuren** en mogelijks een **stukje** uit een **YouTubefilmpje**. Je kan ook pagina's van een website tonen, hetzij de website zelf gebruiken hetzij schermafbeeldingen van die website opnemen in je werkstuk.

Het **einde** zijn de **credits** waarbij je de bronnen vermeldt, de gebruikte softwareprogramma's bij het maken van dit filmpje opsomt en ook de gekozen muziek (naam, vindplaats en licentie) vernoemd.

### 2.6.1 Tussentijds indienen

Je mag altijd een tussentijdse versie uploaden om zo individuele feedback en ondersteuning te kunnen krijgen.

De uitgeschreven tekst (als script) zal je ook op Smartschool in dezelfde uploadmap zetten. Zie hiervoor de tabel **De onderwerpen per leerling voor de taak ICT-Actua** op pagina IV-12.

## 2.7 Quotering en evaluatie

Dit werkje wordt gequoteerd als dagelijks werk.

### 3 Nadere kennismaking met randapparatuur

#### 3.1 Situering van deze opdracht

De kennismaking met de randapparaten bestaat uit een algemeen, klassikaal gedeelte en een eigen specifieke verwerkingstaak. De kennis van het algemeen, klassikaal deel zal op het schriftelijk examen geëvalueerd worden. De kennis van de eigen specifieke verwerkingstaak gebeurt op het mondeling examen.

#### 3.2 Samenvatting van deze opdracht

Onderdeel	Omschrijving
Vak Smartschool	BEHR5NIT
Uploadmap	2022-2023→ HW03-Randapparatuur
Quotering	BEHR5NIT
Bestanden (Taken)	2-SJ 2022-2023 → HW03-Randapparatuur
Melden onderwerp (Oefeningen)	2022-2023→HW03-Randapparatuur-Melden
Maken	per twee (of individueel)
Indienen	Individueel
Opgavedatum	8 november 2022
Indiendatum	dinsdag 22 november 2022, voor middernacht
Naam presentatie	HW03- <i>familienaam</i> .pptx <sup>1</sup>
Naam PDF bestand	HW03- <i>familienaam</i> .pdf <sup>2</sup>

Tabel 3.1: Synthese van de opdracht over randapparatuur

<sup>1</sup>Je vervangt in dergelijke situatie altijd *familienaam* door je **eigen familienaam**. Je mag een ander pakket dat MS PowerPoint voor deze taak gebruiken. **Google Slides**, waar je ook tezelfdertijd met de twee teamleden aan kan werken, is een goed alternatief

<sup>2</sup>Je drukt de presentatie af met **twee dia's per pagina** en in **portretmodus**. Ook bij het gebruik van Google Slides kan je dit realiseren.

### 3.3 De doelstellingen van deze opdracht

In deze opdracht worden een of meerdere doelstellingen voorbereid, toelicht en/of afgewerkt, meer bepaald:

- 1.3.1 *De functie en belangrijke karakteristieken van de gangbare optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld beeldscherm, grafische kaart, muis, toetsenbord, printer, scanner*
- 1.3.2 *De verschillende standaarden voor de interne en externe aansluiting van optionele componenten toelichten en de corresponderende connectoren en symbolen herkennen.*
- 1.4.6 *Aan de hand van technische specificaties diverse uitvoeringen van optionele componenten vergelijken.*
- 1.4.7 *Rekening houdend met het beoogde gebruik, kostprijs en performantie, een voorstel formuleren om een computer samen te stellen of te actualiseren.*
- 7.4.1 *Met meerdere personen samenwerken aan eenzelfde document met gebruik van onder meer opmerkingen, revisie, versiebeheer.*

### 3.4 De beschrijving van deze opdracht

Na de klassikale inleiding op het hoofdstuk over randapparatuur en het overlopen van de beschikbare cursus, ga je in groepjes van twee leerlingen verder met het bespreken van de diverse randapparaten.

Telkens ga je de volgende punten na:

- **Algemene classificatie:** bespreek de verschillende **uitvoeringswijzen** (bv bij printers heb je inktjet, laserprinter,)
- **Verbinding** met de **pc** (bv welke connector waaronder USB, serieel, parallel, PS/2, eSata, HDMI, VGA, thunderbolt, DVI, 3,5mm jack, draadloos, ) zijn nu actueel
- **Opbouw** van het toestel (tip: hier benoem je de onderdelen en je gebruikt hierbij best YouTube of e-books)
- **Werking** (tip: gebruik hierbij YouTube of e-books)
- **Karakteristieken** (waarop moet je letten als je iemand bij aankoop wilt begeleiden: hoe onderscheiden twee toestellen zich?)
- **Instellingen** in Windows 10 / Windows 11 (wat kan je in het besturingssysteem instellen?)
- **Speciale versies** (wat zijn nieuwe tendensen in de nabije toekomst?)

## 3.5 De uitwerking

Om zo efficiënt met de tijd om te gaan, werk je in een stappenplan:

- Spreek in de groep een **taakverdeling** af. Wie doet wat
- **Informatie zoeken:** ga na wat je vindt in het boek upgrading and repairing of pcs en in YouTube filmpjes. Noteer de bron (boeknaam en pagina, url van YouTube of andere informatiebron). Duurtijd: circa 30 minuten
- Noteer al de **classificatie** (indien nodig/mogelijk)
- Noteer al de **verbindingen** met de pc (en basisonderscheid)
- Ga na wat je vindt over je **onderwerp** op **sites** zoals Tomshardware.com, Tweakers.net en Hardware.info. Je leert er wellicht over de nieuwe tendensen.
- Noteer nu de **standaardkarakteristieken** voor een **hedendaags randapparaat**. Voor een **muis** is dit bv de **resolutie**; voor een beeldscherm onder andere de dpi.
- Noteer de **werking** in **telegramstijl** met bronvermelding
- Noteer of er in het **besturingssysteem instellingen** moeten (of kunnen) aangepast worden. Bij een toetsenbord is dit bv het land (en zo azerty en querty). Mogelijks zijn er ook nog anderen

Let op dat je telkens en zo dicht mogelijk bij het gebruikte citaat of kopie de correcte bronvermelding noteert.

## 3.6 Takkverdeling

Hieronder vind je de verschillende onderwerpen die in een vorig schooljaar gekozen zijn. Je kan deze lijst gebruiken of zelf een alternatief voorstel bij de leerkracht ter goedkeuring indienen.

De indeling van de groepen van twee leerlingen kan gebeuren door het tijdig doorgeven van de eigen voorkeuren, en -alternatief- via lottrekking (Wheel of Names) om een zo willekeurigere samenstelling te verkrijgen.

In de tabel hieronder vind je mogelijke onderwerpen die leerlingen in een van de voorbije jaren kozen. Je kan zeker en vast je eigen voorstel indienen ter beoordeling.

Onderwerp	Aantal	Leerling
Invoer: toetsenbord en muis	2	
Invoer: Scanner en kaartlezer (o.a. E-id)	2	
Uitvoer: Grafische kaart	2	
Uitvoer: Geluidskaart	2	
Uitvoer: TFT, LDC en LED schermen	2	
Uitvoer: Projectiesystemen (Beamer en andere)	2	
Invoer: webcam of IP-cam	2	
Uitvoer: printer (o.a. inkjet, laser)	2	

Tabel 3.3: Overzicht van de groepsverdeling

Je mag eigen voorstellen indienen.

Uit ervaring geleerd, pas je best volgende tips toe

- werk aan één gezamelijk versie (elektronische publicatie) dat je deelt tussen de groepsleden. Dit kan een **Google slides** zijn maar ook via Onedrive van Microsoft waarin je een PowerPointbestand plaatst dat je deelt met de groepsleden.
- Gebruik het opgelegd sjabloon:
  - eerste dia: een titeldia met titel, namen van de teamleden en klas
  - tweede dia: een overzicht van de inhoud van de presentatie
  - een derde dia met de inleiding (vermelding van het onderwerp en de manier van uitwerken)
  - de nodige dia's om het onderwerp te bespreken. Hierbij mag je ook multimediamateriaal (foto's, posters, videofragmenten) verwerken.
  - een dia met een **besluit**: de samenvatting van je presentatie
  - een dia met een **nabespreking**: over de tijdsduur, de moeilijkheidsgraad van de opdracht, het verloop van de samenwerking tussen de teamleden
  - een (of meerdere) dia's met de **bronvermelding**
- Bewaak de tijd: wacht niet te lang om met deze opdracht te starten
- Lees alles na voor het indienen. Je vermijdt storende typfouten of andere kenmerken van overdreven haastwerk. Let er ook op dat je bij een elektronische presentatie **geen volzinnen** maar **wel telegramstijl** gebruikt.

## 3.7 Evaluatiecriteria

Deze taak bevat volgende evaluatie-onderdelen op het **maandrapport**:

- de **tijdige melding** van de gemaakte keuze. Na de opgavedatum heb je hiervoor **één week de tijd**. Hetzelfde onderwerp zal door twee leerlingen uitgewerkt worden. Het **tijdstip van melding** bepaalt welke leerlingen het onderwerp verder mogen uitwerken. De verzamellijst wordt gepubliceerd en bij deze opgave gevoegd.
- De **elektronische presentatie** van je opzoekwerk. De opgelegde naam en inleverdatum vind je in de tabel op pagina IV-15

Elke tijdig ingediende presentatie krijg je met quotering en eventuele verbetertips terug. Bij een sterk ondermaatse score zal je de presentatie bijwerken en opnieuw indienen. In dit geval wordt je werkje opnieuw, en afzonderlijk van de eerder gegeven score, gequoteerd. Voor de werkjes die als voldoende werden gequoteerd, hoeft dit niet.

Deze taak bevat volgende evaluatie-onderdelen tijdens het **mondeling examen**:

- de **mondelinge, individuele voorstelling** van je randapparaat. Je bespreekt bijvoorbeeld je antwoorden op de vragen hoger in deze tekst,... De laatste versie van de ingediende elektronische presentatie dient als basis voor de mondelinge voorstelling en de vragen die je mag verwachten.

## 3.8 Bij onduidelijkheden

Bij opmerkingen en/of onduidelijkheden contacteer je tijdig de vakleerkracht via een Smart-schoolbericht.

*Pagina voor eigen notities.*

## 4 ICT-tools voor het beheer van computerhardware

### 4.1 Situering van deze opdracht

De kennismaking met een **onbekend computersysteem** start met een **systeemanalyse**. Deze taak bestaat uit een schriftelijk rapporteren van de zoektocht en de mogelijkheden van een **tool**, gevolgd door een **praktijkdemonstratie** op een onbekend toestel.

De leerlingen zoeken een tool om een computersysteem te analyseren. Deze tool testen ze uit en maken hierover een verslag.

### 4.2 Samenvatting van deze opdracht

Onderdeel	Omschrijving
Vak Smartschool	BEHR5NIT
Uploadmap	2022-2023 -> HW04-ICT-Tool
Quotering	BEHR5NIT
Bestanden (Taken)	2-SJ 2022-2023->HW04-ICT-Tool
Melden tool (Oefeningen)	2022-2023->HW04-ICT-tool-Melden
Maken	individueel
Indienen	Individueel
Opgavedatum	dinsdag 8 november 2022
Indiendatum	dinsdag 22 november 2022, voor middernacht
Antwoordsjabloon	Opgelegd MS Word sjabloon of analoge versie in andere tekstverwerker
Naam Worddocument	HW04- <i>familienaam</i> .docx <sup>1</sup>
Naam PDF bestand	HW04- <i>familienaam</i> .pdf

Tabel 4.1: Synthese van de opdracht over ICT-tools

<sup>1</sup>Je vervangt in dergelijke situatie altijd *Klas* door je eigen klas en *familienaam* door je **eigen familienaam**.

### 4.3 De doelstellingen van deze opdracht

In deze opdracht worden een of meerdere doelstellingen voorbereid, toelicht en/of afgewerkt, meer bepaald:



1.5.4 *De performantie en stabiliteit van een bestaande computer analyseren met gebruik van tools.*

### 4.4 Beschrijving van de opdracht

#### 4.4.1 De zoektocht naar een tool

De leerlingen zoeken individueel een tool om een computersysteem te analyseren. Dezelfde tool mag maar door twee leerlingen gekozen worden, die elk onafhankelijk van elkaar deze tool uitproberen en bespreken. Bij gebrek aan inspiratie kan de leerkraft zelf een tool toewijzen.

#### 4.4.2 De mogelijkheden van de tool

Hieronder volgt een lijst van mogelijke richtvragen over de mogelijkheden en het gebruik van de tool:

- wat is de chipset van het moederbord? en waar vind ik de eigenschappen van die chipset?
- wat is het type van het moederbord en ondersteunt het moederbord (met de chipset) Windows 11?
- wat is het type van processorsocket?
- wat is het type geheugen dat al in de pc aanwezig is? Is het geheugen uitbreidbaar?
- wat zijn de kenmerken van de harde schijf? Kan je bij een gewone HDD de SMART gegevens uitlezen?

Je moet in je verslag deze vragen niet één voor één beantwoorden maar globaal de mogelijkheden bespreken. Deze vragen zijn richtvragen voor het mondeling examen over deze tool.

#### 4.4.3 De mogelijke categorieën van tools

Bij de selectie van een 'unieke tool' hoef je je niet tot de **systeemanalysetools** te beperken. Elk programma wat met **computerbeheer** te maken heeft, komt in aanmerking. Voor deze opdracht zijn een aantal tools en categorieën uitgeloten, zoals hieronder een aantal voorbeelden vermeld zijn:

- softwaretools zoals beeldverwerking met GIMP, video's afspelen met VLC, geluidsbewerking met Audacity,...
- beveiliging met Tor-browser, Kali software, Nagios netwerkbescherming,



Contacteer de leerkraft na je keuze om zijn instemming te verkrijgen vooraleer je het onderwerp volledig uitwerkt.

## 4.5 De uitwerking van deze opdracht

Je gaat als volg te werk:

- - Je kiest een **onderwerp** verspreid over diverse categorieën. Het is niet de bedoeling dat bv iedereen van de klas een teksteditor bespreekt.
- Je zoekt een software tool
  - De voorkeur gaat uit naar **Open source**. Een trialversie van een programma mag ook, maar heeft niet de voorkeur. Crippleware of crackware zijn echter niet toegelaten.
  - De voorkeur gaat uit naar programmas die **portable** zijn en geen installatie nodig hebben. Een aanbevolen website voor dergelijke software is <https://portableapps.com/> en <https://portapps.io/>
  - De voorkeur gaat uit naar programmas die door een **gewone gebruiker** kunnen gebruikt worden en waarvoor dus **geen beheerdersaccount** nodig is
  - Je geeft de **categorie**, **naam** en **url** van het programma door aan de leerkracht. Op Smartschool zie je de aangepaste lijst. Een programma dat een klasgenoot gekozen heeft, mag je niet zelf gebruiken. *tip: gebruik hiervoor een sjabloon met hoofding en de de klassieke structuur inleiding - melding van softwaretool - besluit - nabespreking.*
- Je bespreekt de tool als volgt:
  - **Licentievoorwaarden**
  - **Gebruiksvoorwaarden**: enkel beheerder of ook door gewone gebruiker
  - **Installatie**. Dit is belangrijk als er bepaalde instellingen moeten aangepast worden
  - Je bespreekt het **testen** van de **softwaretool thuis** of op **school** (laboklas of virtuele machine). Enkele schermafdrukken toevoegen aan je verslag, geven dat verslag zeker een meerwaarde. Gebruik bij voorkeur een virtuele machine voor de eerste testen. Met de nodige ervaring kan je je tool daarna op een 'gewone computer' uitstellen. Niet elke systeemanalysetool werkt voldoende goed op een virtuele machine.
  - Je formuleert een **besluit** en een **nabespreking** (met ander andere de ervaren moeilijkheidsgraad, tijdsgebruik,)
  - Je dient het **verslag** in op <https://portapps.io/>. ?De nodige gegevens vind je in de tabel **Synthese van de opdracht over ICT-tools** op pagina IV-21 De naam is
  - Je maakt een korte elektronische presentatie en dient die in op Smartschool
- Je stelt de softwaretool op het **mondeling examen** voor en **demonstreert** het op een **toestel** in de **laboklas lokaal 911**.

## 4.6 Evaluatiecriteria

Deze taak bevat volgende evaluatie-onderdelen op het **maandrapport**:

- de **tijdige melding** van de gemaakte keuze. Na de opgavedatum heb je hiervoor **één week de tijd**. Als er meerdere leerlingen dezelfde tool kiezen, geldt het **tijdstip** van **melding** om te bepalen welke leerling het onderwerp verder mag uitwerken. De verzamellijst wordt gepubliceerd en bij deze opgave gevoegd.
- Het **verslag** van je testen. De opgelegde naam en inleverdatum vind je in de tabel op pagina IV-21

Het tijdig ingediende verslag krijg je met quotering en eventuele verbetertips terug. Bij een sterk ondermaatse score zal je het verslag bijwerken en opnieuw indienen. In dit geval wordt je werkje opnieuw, en afzonderlijk van de eerder gegeven score, gequoteerd. Voor de werkjes die als voldoende werden gequoteerd, hoeft dit niet.

Deze taak bevat volgende evaluatie-onderdelen tijdens het **mondeling examen**:

- de **mondelinge voorstelling** van de besproken tool. Je bespreekt bijvoorbeeld de zoektocht, de motivatie om die tool te kiezen, het verloop van de eigen testen, de voor- en nadelen van de besproken tool, de licentievooraarden,.... De laatste versie van het ingediende verslag dient als basis voor de mondelinge voorstelling en de vragen die je mag verwachten.
- Het **demonstreren** van de mogelijkheden van deze tool op een toestel (virtueel of echt) in de laboklas.

## 4.7 Bij onduidelijkheden

Bij opmerkingen en/of onduidelijkheden contacteer je tijdig de vakleerkracht via een Smart-schoolbericht.

## 5 Project CISCO academy

### 5.1 Het opstarten van de van de CISCO academy

#### 5.1.1 Verschillende mogelijkheden om een cursus te volgen

Een van de belangrijke gevolgen van **cov-sars-2** is het besef dat *les volgen op school* voor een leerling *plots* niet meer zo van zelfsprekend is. Ook jullie hebben in het schooljaar 2019-2020 meer dan enkele weken thuis *school gevuld* op een of andere manier. De lessen gingen door **op afstand**.

In het hoger onderwijs, en later ook in het beroepsleven, zal je meer en meer opleidingen krijgen die je in je eigen tempo kan volgen. Je kan ook uit interesse een onlinecursus gratis volgen bij de VDAB (<https://www.vdab.be/online-opleidingen>). Ook vele privéfirma's, waaronder het bedrijf CISCO, bieden onlinecursussen aan.

Als aanvulling bij de lessen van **beheer (hardware)** is onze school ook een **CISCO opleidingscentra** een **CISCO academy** geworden. Voor de leerlingen betekent dat ze de mogelijkheid hebben om het cursusmateriaal van CISCO te gebruiken.

#### 5.1.2 De eerste cursus

De cursus **IT Essentials** sluit het best aan bij de leerstof van het eerste en tweede trimester en is de eerste cursus waar de leerlingen van zowel 5 NIT als 6 NIT op inschrijven. Hiervoor moet je een **e-mailadres** opgeven om een uitnodiging te krijgen. Je kiest een veilig wachtwoord en kan je account beveiligen met onder andere een **twee staps verificatie** met bv **authentificatorapp** op je Smartphone.

In het formulier <https://forms.gle/DZUbSVf1krcWDs1A6> kies je je naam uit de klaslijst en geef je een geldig e-mailadres op. Je mag (maar moet niet) je e-mailadres van de school (zoals *familienaam\_voornaam@leerling.smi-aalst.be*) gebruiken. De leerkraft maakt manueel je CISCO account aan. Je ontvangt een e-mail met uitleg over de verdere aanlogprocedure. Je vindt de cursus **SMI-5NIT- IT Essentials (hard- en software)** terug en start die op.

#### 5.1.3 Volharding is niet evident

Het is niet altijd evident om zelfstandig en thuis online cursussen te volgen. Bij de relevante lesonderdelen zal je telkens de verwijzing naar de cursusdelen krijgen. Je mag zeker en vast op je eigen tempo zelf de cursus ontdekken. Na elk deel kan je ook een test afleggen. De kleinere testen zijn niet gequoteerd. De grotere testen staan wel op punten en worden automatisch gequoteerd.

### 5.1.4 Bijkomende cursussen

Het programma **Packet Tracer** zal je ook via deze website kunnen downloaden. We gebruiken dat programma bij de lessen van de module **netwerken** (voorzien in het derde trimester en op een virtuele machine Windows 10).

### 5.1.5 Samenvatting

Voer het onderstaand stappenplan uit:

- <https://forms.gle/DZUbSVf1krcWDs1A6> invullen
- reageren op e-mail van CISCO (afzender is wellicht [noreply@cisco.com](mailto:noreply@cisco.com))
- aanloggen op de website van <https://www.netacad.com>
- kennismaken met de cursus **SMI-5NIT- IT Essentials (hard- en software)**
- regelmatig aanloggen en cursusdelen op eigen tempo bijhouden

**Deel V**

**Bijlagen**



# Index

- candela/m<sup>2</sup>*, III-273, III-286  
3D-printer, III-307  
5.1 kanaalsopstelling, III-247  
  
piëzo-elektrisch kristal, III-296  
  
AC, II-11  
Accelerated Hub Architecture , III-74  
Accelerated Processing Unit, III-76  
access time, III-152, III-161  
accumulator, III-101  
ADC, III-242, III-243  
adresruimte, III-93  
afdrukapparaat, III-297  
AHA, III-74  
allocation unit size, III-154  
ALU, III-100  
analog to digital converter, III-242, III-243  
analoge communicatie, III-205  
API, III-242  
Apparaatbeheer, III-197  
applicatievirtualisatie, I-31  
APU, III-76  
ARAB, III-319  
Argon, II-6  
aspect ratio, III-231, III-272, III-293  
asynchrone communicatie, III-205  
ATX voeding, III-61  
  
b/s, III-152  
bare-metal hypervisors, I-28  
barebone, III-31  
base-64, III-19  
beamer, III-291  
besturingssysteemvirtualisatie, I-30  
BIOS, III-111  
bitrate, III-152  
bits per inch, III-152  
  
bits per second, III-152  
bits per seconde, III-152  
Bochs, I-30  
BPI, III-152  
bpi, III-152  
Bps, III-152  
bps, III-152  
brandblusmiddel, II-6  
brightness, III-273, III-286  
BTX, III-67  
bubblejet, III-302  
bulb, III-291  
bus, III-151  
byte per second, III-152  
bytes per seconde, III-152  
  
cache hit, III-117  
cache miss, III-117  
candela, III-273  
Capacitief, III-267  
carbonpapier, III-295  
carpaal tunnel syndroom, III-321  
CCD camera, III-261, III-264  
cellen, III-136  
Centronics, III-209  
Centronis, III-205  
chipset, III-71  
cluster, III-154, III-164  
clustergrootte, III-154  
CMY, III-295, III-302  
CMYK, III-295  
Code page 437, III-20  
coil, III-312  
cold boot, III-147  
cold bug., III-147  
commando convert, III-155  
communicatie, III-204

- computerbehuizing, III-31  
computercase, III-31  
condensator, III-267  
cone, III-312  
connector, III-207  
containers, I-28  
contrast, III-292  
contrastratio, III-273, III-286  
contrastverhouding, III-273, III-286  
controller, III-178, III-195, III-196  
conventionele stroomzin, II-9  
coronadraad, III-305  
crossfire, III-242, III-250  
CRT, III-279  
CU, III-100  
Cyaan, Magenta, Yellow, III-295
- DAC, III-241, III-243  
daisy chaining, III-206  
daisy wheel printer, III-297  
daisychaining, III-227  
DAS, I-29  
data access time, III-152, III-161  
DB 25, III-210  
DB 9, III-210  
DB15, III-233  
DC, II-11  
de native resolutie, III-286  
desktop, III-31  
DEV, III-198  
device driver, III-195, III-196  
diafragma, III-312  
Digital Linear Tape, III-170  
Digital Signal Processor, III-241, III-243  
digital to analog converter, III-241, III-243  
digitale communicatie, III-205  
DIMM, III-117, III-118  
Direct Media Interface, III-76  
Direct memory access, III-81  
DirectX, III-242  
diskette, III-159  
display adapter, III-249  
DisplayPort, III-238
- DLT, III-170  
DMI, III-76  
Dockers, I-28  
DOD, III-296  
doorlussen, III-206, III-227  
doorlust, III-220  
Dot pitch, III-286  
dot pitch, III-286  
dots per inch, III-266, III-297  
DPI, III-297, III-299  
dpi, III-266  
driver, III-195, III-196  
Drop on Demand, III-296  
DSP, III-241, III-243  
duplex, III-306  
DVI, III-234, III-249  
dynamic branch prediction, III-105  
dynamisch contrast, III-286
- efficiëntie, III-124  
elektrische impuls, III-302  
Elektrostatische ontlading, II-27  
emulatie, I-30  
ergonomie, III-317  
eSATA, III-224  
eSATAp, III-224  
ESD, II-27  
extended ASCII, III-20
- faseverandering damp-vloeistof, III-149  
FCH, III-76  
ferromagentisme, III-153  
FireWire, III-206, III-220  
flashen, III-111  
floppy, III-159  
form factor, III-61  
formatteren, III-154  
frequentie, II-10  
frequentiegebied, III-312  
frontside bus, III-72  
Full HD, III-292  
fuser, III-306  
Fusion Controller Hub, III-76
- garbage collection, III-179

- geheugenadressering, III-119  
geleiders, II-25  
gelijkspanning, II-10  
geluidkaart, III-243  
gemiddelde toegangstijd, III-152  
gemiddelde wachttijd, III-152  
GPU, III-242, III-250  
grafische kaart, III-249  
Graphical processing unit, III-250
- halfgeleiders, II-14  
HAMR, III-169  
harde schijf, III-151, III-159  
HD, III-293  
HDMI, III-236, III-249  
Heat-assisted magnetic recording, III-169  
helderheid, III-292  
helderheidsgraad, III-273, III-286  
Herz, II-10  
hexadecimaal, III-9  
high level formatteren, III-154  
horizontale, III-167  
hosted hypervisors, I-28  
hot swappable, III-56  
hotplugging, III-203  
hotswappen, III-203  
hub, III-206  
hybride harde schijf, III-169  
Hyper-threading, III-106  
Hz, II-10
- IEEE, III-206  
IEEE 1394, III-206, III-220  
iLink, III-206, III-220  
impedantie, III-312  
inert, II-6  
inkjetprinter, III-297  
inktjetprinter, III-302  
input resolutie, III-272  
instructieregister, III-101  
instructieset, III-93  
instruction counter, III-101  
instruction pointer, III-101  
interleaving, III-155, III-162
- interne netwerkvirtualisatie, I-29  
interrupt request, III-83  
IRQ, III-83, III-204  
Isolatoren, II-25  
ITX, III-63  
Ivy Bridge, III-40
- kernen, III-93  
kijkhoek, III-273, III-286  
klokfrequentie, III-95  
klokgenerator, III-296  
kloksignaal, III-204  
kloksnelheid, III-95
- lasterprinter, III-297  
latency, III-161  
latency time, III-152  
LBA, III-178  
lcd, III-281  
legacy, III-204  
lichtintensiteit, III-273, III-286  
lijntekeningen, III-309  
Linear Tape-Open, III-170  
liquid crystal display, III-281  
Logical Block Addresses, III-178  
longitudinale, III-167  
Low level formatteren, III-154  
LPT, III-205, III-209  
LPX, III-66  
LTO, III-170  
luidsprekerconus, III-312  
lumen, III-292
- Master Boot record, III-153  
master-slave, III-204  
Material Jetting, III-307  
matrixprinter, III-297, III-301  
MBR, III-153  
modulaire voeding, III-125  
Morse code, III-15  
MSA, III-320  
muis, III-261  
muisbal, III-262  
multicore, III-250

- multimeter, III-134  
Musculoskeletale aandoeningen, III-320
- naaldprinter, III-301  
native, I-28  
native resolutie, III-272  
native virtualisatie, I-30  
netwerkkaart, III-253  
niet-modulaire voeding, III-125  
niet-plenumkabels, II-25  
northbridge, III-71  
null modem kabel, III-205  
NVRAM, III-111
- OC, III-52  
omwentelingen per minuut, III-152  
On the Go, III-203  
OOO, III-106  
Opslagmedia, III-151  
opslagvirtualisatie, I-29  
Optisch, III-267  
optische resolutie, III-272  
OTG, III-203, III-214  
out of order execution, III-106
- pages per minute, III-306  
parallele, III-155  
parallele communicatie, III-204  
parallele poort, III-205, III-209  
parallelschakeling, II-19  
paravirtualisatie, I-30  
pariteitsbit, III-205  
partitioneren, III-154  
passieve koeling, III-146  
PCB, III-50  
PCH, III-71  
PCIe 16x, III-249  
PCL, III-296  
peer to peer, III-204  
Peltier, III-149  
periode, II-10  
permanent geheugen, III-151  
Perpendicular recording, III-169  
pipelining, III-104
- pits, III-173  
pivotfunctie, III-273, III-287  
pixel, III-272, III-297  
pixel pitch, III-286  
pixels, III-293, III-299  
pixels per inch, III-297  
piëzo-elektrisch kristal, III-302  
platform control hub, III-71  
Platform controller hub, III-76  
platter, III-153  
PLC, III-302, III-305  
plenum, II-25  
plenumkabels, II-25  
plug and play, III-204  
pointing stick, III-261  
polarisatie, III-272  
poort, III-207  
port, III-207  
Post Script, III-296  
Power Options, III-137  
Power Supply Unit, III-126  
PPI, III-297, III-299  
ppm, III-306  
Printed circuit board, III-50  
printer, III-297  
Printer Command Language, III-296  
Printer command language, III-305  
Printer Control Language, III-296  
program counter, III-101  
PS, III-296  
PS/2, III-266  
PS/2 connector, III-212  
PSU, III-126  
px, III-297
- Query, III-256  
QuickPath interconnect, III-120
- rails, III-128  
RAMDAC, III-206, III-233, III-242, III-249  
randapparatuur, III-191  
reactietijd, III-273, III-287  
Red Green Blue, III-295  
refresh rate, III-272, III-286

- Repetitive Strain Injury, III-320  
Resistief, III-267  
resolutie, III-266, III-292, III-296  
response time, III-273, III-287  
responstijd, III-272, III-283  
revolutions per minute, III-152  
RGB, III-289, III-295  
riser, III-66  
RJ45, III-242  
root hub, III-216  
rotatiesnelheid, III-152  
rotation speed, III-161  
RPM, III-152  
RSI, III-320  
  
SAN, I-29  
sandbox, I-31  
Sandy Bridge, III-40  
SAS, III-151  
screen protector, III-279  
SCSI, III-151  
sector, III-154, III-163  
Serial Attached SCSI, III-151  
seriële, III-155  
seriële communicatie, III-204, III-210  
seriële poort, III-210  
servervirtualisatie, I-30  
Signal-to-Noise Ratio, III-242, III-246  
simultaneous multithreading, III-106  
slack, III-155, III-164  
SLI, III-242, III-250  
Small Computer System Interface, III-151  
SMT, III-106  
SNR, III-242, III-246  
SO-DIMM, III-118  
southbridge, III-71  
spin, III-153  
spindle, III-153  
spoor, III-154, III-163  
sporen per inch, III-152  
statische elektriciteit, II-8  
stuurorgaan, III-178, III-195, III-196  
stuurprogramma, III-195, III-196  
  
superparamagnetisch effect, III-155, III-167  
superpipelining, III-106  
Surface Acoustic Wave, III-267  
suspension, III-312  
synchrone communicatie, III-205  
  
tape, III-151, III-159, III-160  
TDP, III-93, III-96, III-145  
Termal design Point (of Power), III-145  
TFT, III-272, III-284  
Thermal design point, III-93, III-96  
Thermal design power, III-93, III-96  
thermo-elektriciteit, III-148  
thin film transistor, III-272, III-284  
threads, III-93  
Thunderbolt, III-206, III-226, III-249  
toeren per minuut, III-152  
tolbeweging, III-153  
tolerantie, III-135  
touchpad, III-261, III-265  
touchstick, III-261  
tpi, III-152  
trackball muis, III-262  
tracks per inch, III-152  
true colors, III-289  
Turing principe, III-99  
  
UART, III-205, III-210  
UMI, III-76  
UNICODE, III-20  
UNICODE 1.0, III-21  
Unified Media Interface, III-76  
unit, III-32  
Universal asynchronous receiver  
    transmitter, III-205  
universal asynchronous receiver  
    transmitter, III-210  
Universal Power Supply, III-137  
UPS, III-137  
USB poort, III-213  
UTF-8, III-20  
  
valentie-elektronen, II-6  
vapor-chamber cooling, III-149

- VEN, III-198  
vermogen, II-13  
verouderd maar nog in gebruik, III-204  
verversingsfrequentie, III-286  
VGA, III-206, III-233, III-249, III-293  
video graphics adapter, III-249  
videokaart, III-249  
videoprojector, III-291  
VLAN, I-29  
voeding, II-10  
voltage regulator module , III-54  
Von Neumann, III-191  
voorschakelweerstand, II-7  
vormfactor, III-61  
VRAM, III-250  
VRM, III-54  
ware kleuren, III-289  
wear leveling, III-178  
werkstation virtualisatie, I-30  
wet van Ohm, II-18  
wisselspanning, II-10  
WXGA, III-293  
Xeon, III-55  
XGA, III-293

# Leerplandoelstellingen

- [7] 1.1.1. *De begrippen elektrische lading, stroom, weerstand, vermogen, spanning en elektrische arbeid toelichten.* (Zie pag. II-3, II-8, III-123).
- [8] 1.1.2. *De symbolen en eenheden van spanning, stroom, weerstand, vermogen en elektrische arbeid correct gebruiken.* (Zie pag. II-17).
- [9] 1.1.3. *De invloed van het toevoegen van vermogen op de totale stroom en op het ontwikkelen van warmte toelichten.* (Zie pag. II-20).
- [10] 1.1.4. *De soorten spanningen en stromen omschrijven, onder meer gelijkspanning en -stroom, wisselspanning en -stroom.* (Zie pag. II-9, II-11, III-123).
- [11] 1.1.5. *Het begrip aarding toelichten.* (Zie pag. II-23).
- [12] 1.1.6. *Enkele goede geleiders en isolatiematerialen opnoemen.* (Zie pag. II-25).
- [13] 1.1.7. *Het begrip ESD toelichten en enkele maatregelen opsommen om de gevolgen van ESD te minimaliseren.* (Zie pag. II-27).
- [14] 1.1.8. *De begrippen periode, frequentie en bandbreedte en hun onderling verband toelichten.* (Zie pag. II-10).
- [15] 1.2.1. *In het inwendige van een actuele computer de belangrijkste componenten aanwijzen, benoemen en hun functie omschrijven.* (Zie pag. III-23, III-61, III-91).
- [16] 1.2.2. *Het gegevenstransport tussen verschillende componenten op een moederbord toelichten, onder meer processor, bussen, geheugen.* (Zie pag. III-71).
- [17] 1.2.3. *De belangrijkste componenten van een processor toelichten en hun samenhang schematisch weergeven, onder meer stuurorganen, rekenorganen, enkele registers, klok, cachegeheugen.* (Zie pag. III-93).
- [18] 1.2.4. *De belangrijkste stappen: halen, interpreteren en uitvoeren, van de verwerking van eenvoudige instructies beschrijven en de functie van de klok daarbij toelichten.* (Zie pag. III-99, III-103).
- [19] 1.2.5. *De soorten intern geheugen toelichten onder meer cachegeheugen, werkgeheugen.* (Zie pag. III-109).
- [20] 1.2.6. *De basiswerking van het intern geheugen en de geheugenadressering toelichten.* (Zie pag. III-109, III-119).
- [21] 1.2.7. *Het onderscheid tussen (intern) geheugen en permanente gegevensopslag (storage) toelichten.* (Zie pag. III-158).
- [22] 1.3.1. *De functie en belangrijke karakteristieken van de gangbare optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld beeldscherm, grafische kaart, muis, toetsenbord, printer, scanner* (Zie pag. III-193, III-241, III-255, III-271, III-291, III-295, III-311, IV-16).

- [23] 1.3.2. *De verschillende standaarden voor de interne en externe aansluiting van optionele componenten toelichten en de corresponderende connectoren en symbolen herkennen.* (Zie pag. III-193, III-203, III-241, III-246, IV-16).
- [24] 1.3.4. *De functie van een controller en een driver toelichten.* (Zie pag. III-193, III-195).
- [25] 1.3.5. *Belangrijke eenheden voor technische specificaties van optionele componenten toelichten, bijvoorbeeld bit, byte, rpm, inch, dpi, ppm, ppi, Hz, bps, ANSI lumen* (Zie pag. III-292, III-312).
- [26] 1.3.6. *De functie, belangrijke eigenschappen, voordelen en nadelen van actuele opslagmedia toelichten.* (Zie pag. III-157).
- [27] 1.3.7. *De kenmerken en toepassingsgebieden van een aantal moderne batterijtypes toelichten en vergelijken.* (Zie pag. III-135).
- [28] 1.4.4. *Het belang van koeling van verschillende componenten toelichten.* (Zie pag. III-145, III-150).
- [29] 1.4.5. *De verschillende mogelijkheden om in koeling te voorzien toelichten, bijvoorbeeld lucht, water, passief, actief.* (Zie pag. III-150).
- [30] 1.4.6. *Aan de hand van technische specificaties diverse uitvoeringen van optionele componenten vergelijken.* (Zie pag. III-193, IV-16).
- [31] 1.4.7. *Rekening houdend met het beoogde gebruik, kostprijs en performantie, een voorstel formuleren om een computer samen te stellen of te actualiseren.* (Zie pag. III-123, III-141, IV-3, IV-16).
- [32] 1.4.8. *De algemene evolutie van hardware opvolgen.* (Zie pag. IV-11).
- [33] 1.5.1. *De vereiste voorzorgsmaatregelen bij de manipulatie van computercomponenten toelichten en toepassen.* (Zie pag. III-4, III-329).
- [34] 1.5.2. *Bij de installatie van nieuwe componenten, rekening houden met compatibiliteit, standaardisering en bedrijfszekerheid.* (Zie pag. III-4).
- [35] 1.5.3. *Verschillende componenten fysisch aansluiten op of in een computer, configureren binnen het besturingssysteem, de werking controleren en zo nodig bijstellen bijvoorbeeld intern geheugen, opslagmedia, uitbreidingskaart.* (Zie pag. III-4).
- [36] 1.5.4. *De performantie en stabiliteit van een bestaande computer analyseren met gebruik van tools.* (Zie pag. III-4, IV-22).
- [37] 1.5.5. *Gelijk- en wisselspanning correct uitmeten.* (Zie pag. II-19, III-4, III-134, III-329).
- [38] 2.1.7. *Veel gebruikte systemen voor tekencodering toelichten, onder meer ASCII en Unicode,* (zie pag. III-9, III-15).
- [39] 2.1.8. *De belangrijkste gevolgen van tekencodering toelichten.* (Zie pag. III-9, III-19).
- [40] 2.2.10. *Het opstartproces van een pc interpreteren en toelichten.* (Zie pag. I-33).
- [41] 2.2.11. *Bij probleemsituaties tijdens het opstartproces gericht ingrijpen.* (Zie pag. I-33).
- [42] 2.2.12. *Belangrijke waarden in bios interpreteren en eventueel wijzigen bijvoorbeeld opstartvolgorde, in- en uitschakelen van on board apparatuur, wachtwoord instellen.* (Zie pag. I-33).

- [43] 2.2.13. *Maatregelen om het verbruik van een computersysteem te beperken toelichten en uitvoeren.* (Zie pag. II-35).
- [44] 2.2.9. *Een aantal belangrijke bestanden en mappen lokaliseren onder meer systeem- en gebruikersmappen.* (Zie pag. I-37).
- [45] 2.5.1. *Toepassingssoftware installeren, configureren en de-installeren.* (Zie pag. III-181).
- [46] 3.1.19. *De voor- en nadelen van virtualisatie van clients en servers toelichten.* (Zie pag. I-27).
- [47] 3.5.5. *De kenmerken en het nut van een UPS toelichten.* (Zie pag. III-137).
- [48] 7.2.1. *De wettelijke voorschriften m.b.t. tot ergonomie toelichten en toepassen.* (Zie pag. III-318).
- [49] 7.2.2. *Mogelijke gevolgen van het negeren van ergonomische voorschriften toelichten.* (Zie pag. III-318).
- [50] 7.4.1. *Met meerdere personen samenwerken aan eenzelfde document met gebruik van onder meer opmerkingen, revisie, versiebeheer.* (Zie pag. IV-16).
- [51] SV1. *Een probleem eerst analyseren alvorens een oplossing uit te werken.* (Zie pag. III-329).
- [52] SV2. *Gericht en efficiënt informatie zoeken, de gevonden informatie kritisch inschatten en evalueren.* (Zie pag. III-329).
- [53] SV3. *Zelfredzaam zijn en doorzettingsvermogen tonen bij het oplossen van problemen.* (Zie pag. III-329).
- [54] SV5. *De verworven kennis en vaardigheden toepassen in een onbekende context.* (Zie pag. III-329).

*Pagina voor eigen notities.*

## Bronvermelding

- [1] Marc Goris. *Sleutelboek Computerhardware 2.0*. ISBN Kleur : 978 16 1627 169 5; ISBN Zwart-Wit : 978 16 1627 168 8. Eigen beheer. URL: <http://www.sleutelboek.eu/> (zie pag. I-5, I-30).
- [2] Marc Goris. *Sleutelboek Computernetwerken 2.0*. ISBN Kleur : 978 16 1627 215 9; ISBN Zwart-Wit : 978 16 1627 212 8. Eigen beheer. URL: <http://www.sleutelboek.eu/> (zie pag. I-5).
- [3] Leerplan toegepaste informatica derde graad tso, *informaticabeheer*. URL: <http://ond.vvkso-ict.com/leerplannen/doc/Informaticabeheer-2015-003.pdf> (zie pag. I-7).
- [4] Jan Smits. *Netwerkbeheer met Windows Server 2012 en Windows 8, deel 1*. Brinkman uitgeverij. ISBN: 978 90 5752 220 8. URL: <http://www.netwerk-smets.nl/splash2012/> (zie pag. I-5).
- [5] Jan Smits. *Netwerkbeheer met Windows Server 2016, deel 1*. Brinkman uitgeverij. ISBN: 978 90 5752 360 1. URL: <http://www.netwerk-smets.nl/splash2016/> (zie pag. I-5).
- [6] Jan Smits. *Netwerkbeheer met Windows Server 2019, deel 1*. Brinkman uitgeverij. ISBN: 978 90 5752 397 7. URL: <http://www.netwerk-smets.nl/splash2019/> (zie pag. I-5).

*Pagina voor eigen notities.*

## Lijst met typevragen

4.1	Noteer zowel twee voordelen als twee nadelen van het werken met virtualisatie. Vul aan met je eigen ervaring . . . . .	I-27
4.2	Bespreek een schermafdruk van een melding van VMware, zoals ' <i>I copied it / i moved it</i> '. Verklaar waarom je die boodschap krijgt, en welke keuze de meest aangewezen keuze is. . . . .	I-42
4.3	Bespreek de betekenis van bepaalde opties uit het configuratiebestand van VMware . . . . .	I-42
4.4	Bespreek de betekenis van de voornaamste bestanden van een virtuele machine . . . . .	I-42
1.5	Bespreek de begrippen spanning, gelijkspanning, wisselspanning. . . . .	II-10
1.6	Bespreek de begrippen stroom, gelijkstroom, wisselstroom. . . . .	II-11
1.7	Bespreek het begrip (elektrische) weerstand. . . . .	II-13
1.8	Bespreek het begrip 'elektrisch vermogen'. . . . .	II-13
1.9	Bereken en bespreek het elektrisch vermogen op basis van waarden van spanning, stroom of weerstand. . . . .	II-14
1.10	Bespreek het begrip <b>halfgeleider</b> . . . . .	II-15
1.11	Bespreek het begrip <b>dielectricum</b> . . . . .	II-15
2.12	Bereken de waarde van spanning, stroom, weerstand in een stroomkring, op basis van de wet van Ohm . . . . .	II-18
2.13	Bereken de vervangwaarde van de weerstand bij een serieschakeling van weerstanden. . . . .	II-18
2.14	Bereken de vervangwaarde van de weerstand bij een parallelschakeling van weerstanden. . . . .	II-18
2.15	Meet de spanning en de stroom in een stroomkring. . . . .	II-20
1.16	Converteer een getal tussen twee talstelsels. Een ervan is altijd het decimale . . . . .	III-14
1.17	Koppel drie getallen met gelijke waarde maar in drie verschillende talstelsels aan het correcte talstelsel . . . . .	III-14
1.18	Motiveer of een gegeven waarde (bv A8) kan behoren tot een gegeven talstelsel (bv oktaal) . . . . .	III-14
1.19	Bespreek de volgende termen: ASCII, EBCDIC, UNICODE, Morse, Base-64, MIME . . . . .	III-21
1.20	Bespreek drie toepassingen van het gebruik van ASCII code . . . . .	III-21
1.21	Bespreek de beperking van het gebruik van 7 bits ASCII code . . . . .	III-21
1.22	Bespreek de mogelijkheden en beperking van het gebruik van 8 bits ASCII code . . . . .	III-21
2.23	Verwoord je werkwijze om moederborden te sorteren van oud naar nieuw. . . . .	III-23
2.24	Benoem de componenten op een willekeurig moederbord . . . . .	III-23
2.25	Benoem de verschillende soorten computerbehuizingen, waaronder desktop, barebone, tower, server case . . . . .	III-34
2.26	Bespreek vier argumenten om een gesloten computerbehuizing te gebruiken . . . . .	III-34

2.27	Wijs de montageplaats van een computeronderdeel (waaronder moederbord, harde schijf,...) in de behuizing aan . . . . .	III-34
2.28	Beoordeel een moederbord op basis van de gegeven specificaties . . . . .	III-59
2.29	Zoek de specificaties op van een gegeven moederbord . . . . .	III-59
2.30	Zoek een moederbord op die aan bepaalde voorwaarden moet voldoen . . . . .	III-59
2.31	Motiveer je keuze van een bepaald moederbord (zie project 'moederbord zoektocht en het invullen van het online formulier)) . . . . .	III-59
2.32	Sorteer de socket en de chipsets volgens midrange of high end type en volgens processor (Intel of AMD) . . . . .	III-59
2.33	Bespreek de verschillen tussen twee chipsets in algemene termen . . . . .	III-59
2.34	Beschrijf een viertal verschillen tussen de vormfactor <b>ATX</b> en <b>BTX</b> . . . . .	III-69
2.35	Verklaar het begrip <b>vormfactor</b> . . . . .	III-70
2.36	Herken de vormfactor van een moederbord en benoem het als voor een moederbord of voor een pc (AT,ATX, BTX of LPX) . . . . .	III-70
2.37	Rangschik de vormfactoren van groot naar klein, volgens oppervlakte . . . . .	III-70
2.38	Noteer de drie functies van de chipset met de nodige toelichting bij elke functie . . . . .	III-72
2.39	Geef een overzicht van de evolutie van de chipset in drie stappen. . . . .	III-72
2.40	Bespreek de rol van de <b>northbridge</b> bij het gegevenstransport in de computer. . . . .	III-72
2.41	Bespreek de rol van de <b>southbridge</b> bij het gegevenstransport in de computer. . . . .	III-72
2.42	Bespreek de rol van de frontside bus bij het gegevenstransport in de computer. Je moet geen getalwaarden vermelden. . . . .	III-72
2.43	Bespreek de volgende termen: Memory controller hub (MCH), Grafics and Memory controller hub (GMCH), Input/output controller hub (ICH), Interlink dedicated bus. . . . .	III-74
2.44	Bespreek de drie onderdelen van de <b>Accelerated Hub Architecture</b> . . . . .	III-75
2.45	Bespreek de <b>Platform Controller Hub</b> . . . . .	III-77
2.46	Bespreek de voordelen van de <b>Platform Controller Hub</b> in vergelijking met de AHA . . . . .	III-77
2.47	Verklaar de volgende termen: Flexible Display Interface, Unified Media Interface, Fusion Controller Hub, Direct Media Interface . . . . .	III-77
2.48	Verklaar het begrip: busmastering, Direct memory access . . . . .	III-81
2.49	Bespreek het begrip IRQ . . . . .	III-85
2.50	Bespreek de systeembus. Begin met de opsomming van de drie onderdelen en geef de kenmerken. . . . .	III-88
2.51	Bespreek stapsgewijs het <b>schrijven</b> van een gegeven in het geheugen. Je maakt gebruik van de verschillende bussen. . . . .	III-89
2.52	Bespreek stapsgewijs het <b>lezen</b> van een gegeven in het geheugen. Je maakt gebruik van de verschillende bussen. . . . .	III-89
3.53	Noteer (en motiveer) wat voor jou de drie belangrijkste argumenten zijn bij de keuze van een nieuwe processor. . . . .	III-91
3.54	Noem vier verschillende kenmerken van de processor op en geef de nodige toelichting bij elk. . . . .	III-93
3.55	Verklaar het begrip: slotprocessor, socketprocessor . . . . .	III-94

3.56	Bespreek het begrip <b>behuizing van de processor</b> als eigenschap van de CPU.	III-95
3.57	Verklaar het begrip: LGA, BGA, PGA als eigenschap van de CPU . . . . .	III-95
3.58	Bespreek het begrip <b>kloksnelheid</b> als eigenschap van de CPU. . . . .	III-95
3.59	Bespreek het begrip <b>cache</b> als eigenschap van de CPU. . . . .	III-96
3.60	Bespreek het begrip <b>TDP</b> als eigenschap van de CPU. . . . .	III-96
3.61	Bespreek het begrip <b>adresruimte</b> als eigenschap van de CPU. . . . .	III-97
3.62	Bereken de adresruimte op basis van het aantal adreslijnen. . . . .	III-97
3.63	Verklaar het begrip <b>hulpprocessor</b> . . . . .	III-97
3.64	Bespreek de drie stappen bij de verwerking van instructies door de CPU. . . . .	III-99
3.65	Bespreek de cyclus van Von Neumann bij de werking van de CPU . . . . .	III-99
3.66	Bespreek de rol van de <b>ALU</b> bij de verwerking van instructies door de CPU . . . . .	III-100
3.67	Bespreek de rol van de <b>control unit</b> bij de verwerking van instructies door de CPU . . . . .	III-100
3.68	Bespreek de rol van de <b>registers</b> bij de verwerking van instructies door de CPU . . . . .	III-100
3.69	Bespreek de volgende begrippen: register, adresregister, instructieregister, vlagregister, zeroval, carryvlag, sign vlag . . . . .	III-100
3.70	Bespreek de rol van de <b>accumulator</b> bij de verwerking van instructies door de CPU. . . . .	III-101
3.71	Bespreek de rol van de <b>program counter</b> bij de verwerking van instructies door de CPU. . . . .	III-101
3.72	Bespreek de rol van het <b>instructieregister</b> bij de verwerking van instructies door de CPU. . . . .	III-101
3.73	Noteer wat <b>bottleneck van Von Neumann</b> betekent . . . . .	III-103
3.74	Noteer hieronder 3 technieken (naam en uitleg) om de efficiëntie van de proces- sor te verhogen en zo minder hinder te ondervinden van de bottleneck van Von Neumann. . . . .	III-103
3.75	Bespreek waarom <b>cachegebruik</b> bijdraagt tot de prestatieverbetering van een computer. . . . .	III-103
3.76	Bespreek het begrip <b>prefetching</b> . . . . .	III-104
3.77	Bespreek waarom <b>prefetching</b> bijdraagt tot de prestatieverbetering van een computer. . . . .	III-104
3.78	Bespreek het begrip <b>pipelining</b> . . . . .	III-104
3.79	Bespreek waarom <b>pipelining</b> bijdraagt tot de prestatieverbetering van een com- puter. . . . .	III-104
3.80	Bespreek het begrip <b>Dynamic branch prediction</b> . . . . .	III-105
3.81	Bespreek waarom <b>Dynamic branch prediction</b> bijdraagt tot de prestatieverbe- tering van een computer. . . . .	III-105
3.82	Bespreek het begrip <b>Out of order execution</b> . . . . .	III-106
3.83	Bespreek waarom <b>Out of order execution</b> bijdraagt tot de prestatieverbetering van een computer. . . . .	III-106
3.84	Bespreek het begrip <b>hyperthreading</b> . . . . .	III-106
3.85	Bespreek waarom <b>hyperthreading</b> bijdraagt tot de prestatieverbetering van een computer. . . . .	III-106
3.86	Bespreek de prestatieverbetering door <b>multicore processoren</b> . . . . .	III-107

3.87	Verklaar het begrip <b>multicore processor</b> . . . . .	III-107
3.88	Bespreek verschillen tussen i3, i5, i7 en i9 processoren (zonder internet in algemene termen, met internet door een specifieke zoekopdracht.) . . . . .	III-107
4.89	Noteer een schematisch overzicht van de verschillende soorten geheugen . . . . .	III-109
4.90	Bespreek het verschil tussen flash geheugen en EEPROM. Het volstaat om drie verschillen uit te werken. . . . .	III-114
4.91	Bespreek de evolutie bij ROM . . . . .	III-114
4.92	Verklaar volgende begrippen: schaduwen, ROM, PROM, EPROM, EEPROM . . . . .	III-114
4.93	Bespreek het verschil tussen random acces toegang en sequentiële toegang . . . . .	III-115
4.94	Bespreek vier verschillen tussen statisch en dynamisch geheugen . . . . .	III-115
4.95	Bespreek volgende begrippen: level 1 cache, level 2 cache, level 3 cache, level 4 cache . . . . .	III-116
4.96	Bespreek de volgende begrippen: prefetching, cache hit, cache miss . . . . .	III-117
4.97	Bespreek het gebruik van van level 1 tot level 3 cache bij het inlezen van gegevens uit het werkgeheugen door de processor . . . . .	III-117
4.98	Leid uit een een gegeven zoals PC2-5300 of DD2-667, de waarde af van de bandbreedte en busfrequentie . . . . .	III-117
4.99	Reken een waarde zoals PC2-5300 om naar overeenkomende waarde zoals DDR2-667 met de nodige uitleg. Doe dit ook omgekeerd, indien zo gevraagd. . . . .	III-117
4.100	Verklaar de volgende begrippen: DIMM, SO-DIMM, SIMM. Begin je antwoord met de afkorting voluit te schrijven. . . . .	III-118
4.101	Bespreek het lezen en schrijven van een gegeven in het geheugen . . . . .	III-120
4.102	Bespreek de werking van de geheugenadressering bij multicore processoren . . . . .	III-120
4.103	Verklaar de volgende begrippen: QuickPath, QuickPath interconnect, Hyper-Transport . . . . .	III-120
4.104	Motiveer hoeveel werkgeheugen jij in je eigen pc zou willen. . . . .	III-121
5.105	Bespreek de rol van de voeding in verband de werking van de computer . . . . .	III-126
5.106	Noteer de overeenkomende combinaties van spanning en kleur. . . . .	III-126
5.107	Bespreek de volgende signalen: 5VSB, PWR-OK, PS_ON . . . . .	III-128
5.108	Bespreek de verschillende signalen die je gebruikt bij het opstarten van de pc. <i>tip: werk je antwoord in een chronologische volgorde uit</i> . . . . .	III-128
5.109	Bespreek het stappenplan ( <i>procedure</i> die je toepast) als je pc niet meer correct opstart en als je wilt testen of een falende voeding er de oorzaak van is. . . . .	III-130
5.110	Noteer wat je kan observeren als de voeding te weinig stroom kan leveren bij 12V gelijkspanning . . . . .	III-130
5.111	Vermeld de belangrijkste spanning van je voeding . . . . .	III-130
5.112	Vermeld de belangrijkste toepassingen van de 12 V voedingsrail . . . . .	III-130
5.113	Bespreek de algemene voedingsconnector voor een PC . . . . .	III-130
5.114	Bespreek de extra voeding voor je CPU. . . . .	III-131
5.115	Bespreek de stelling : <i>een 4 polige CPU powerconnector kan niet gebruikt worden op een moederbord waar een 8 polige CPU powerconnector wordt verwacht.</i> . . . . .	III-131
5.116	Bespreek de voedingsconnector voor GPU . . . . .	III-132

5.117	Noteer het maximaal vermogen (getalwaarde en eenheid) dat de PCIe bus kan leveren aan de grafische kaart . . . . .	III-132
5.118	Bespreek de MOLEX stekker . . . . .	III-133
5.119	Bespreek de stelling <i>de Molex stekker is nog altijd een belangrijke stekker in de hedendaagse PC's</i> . . . . .	III-133
5.120	Bespreek de voedingsconnector voor SATA . . . . .	III-133
5.121	Benoem en bespreek een connector waarvan je de foto ziet . . . . .	III-133
5.122	Beschrijf hoe je een meting met een multimeter uitvoert. . . . .	III-135
5.123	Bespreek het begrip tolerantie bij de meting van een voedingsspanning. . . . .	III-135
5.124	Beoordeel of een meetresultaat van een voedingsspanning toegelaten is ( <i>tip binnen de tolerantiegrens ligt.</i> ) . . . . .	III-135
5.125	Bespreek de rol van de batterij op het moederbord. . . . .	III-136
5.126	Noteer het type van batterij in je laptop . . . . .	III-137
5.127	Bespreek een drietal tips om de maximale werktijd op één batterijlading te verhogen . . . . .	III-137
5.128	Bespreek de stellingen in verband met laden en ontladen van de batterij <i>tip: zie hoger</i> . . . . .	III-137
5.129	Noteer de verwachte levensduur van de batterij . . . . .	III-137
5.130	Vernoem de twee situaties waarin een UPS zal actief worden . . . . .	III-139
5.131	Bespreek het begrip <b>UPS</b> . . . . .	III-139
5.132	Bespreek de stelling: <i>in mijn thuisnetwerk heb ik geen UPS nodig.</i> . . . . .	III-139
5.133	Bespreek de stelling: <i>een UPS is ideaal om mijn bedrijfsnetwerk te beveiligen</i> . . . . .	III-139
5.134	Bepaal de gewenste UPS van de firma APC (url: <a href="https://www.apc.com/shop/be/en/tools/ups_selector/">https://www.apc.com/shop/be/en/tools/ups_selector/</a> ) . . . . .	III-139
5.135	Bespreek het koellichaam. <i>tip: vermeld dat het in het ideale geval uit twee delen bestaat en benoem de kenmerken.</i> . . . . .	III-146
5.136	Bespreek actieve koeling met lucht . . . . .	III-146
5.137	Bespreek <b>waterkoeling</b> voor de koeling van de processor . . . . .	III-147
5.138	Bespreek de <b>onderdelen</b> van de waterkoeling . . . . .	III-147
5.139	Bespreek de stelling <i>waterkoeling is veel geluidssarmer dan de luchtkoeling</i> . . . . .	III-147
5.140	Bespreek de voor- en nadelen van stikstof als koelmiddel . . . . .	III-148
5.141	Bespreek de volgende begrippen: cold bug, cold boot . . . . .	III-148
5.142	Bespreek een kooltechniek, met name actieve koeling, passieve koeling, luchtkoeling, waterkoeling, stikstofkoeling . . . . .	III-149
5.143	Bespreek de koeling van een laptop . . . . .	III-150
5.144	Bespreek waar je moet op letten bij het gebruik van koelpasta . . . . .	III-150
5.145	Bespreek de rol van koelpasta bij de koeling van de pc . . . . .	III-150
6.146	Noteer een schematisch overzicht van de mogelijke opslagmedia . . . . .	III-157
6.147	Bespreek de verschillen tussen werkgeheugen en opslagmedia. Geef een <b>zestal</b> relevante verschillen . . . . .	III-158
6.148	Bespreek vijf voldoende verschillende kenmerken van een harde schijf . . . . .	III-160
6.149	Bespreek vier voldoende verschillende kenmerken die een rol spelen bij de aankoop van een harde schijf . . . . .	III-160

- 6.150 Bespreek oppervlakte dichtheid': begrip, . . . . . III-160
- 6.151 Bespreek volgende afkortingen (ook voluit weergeven): bpi, bpi<sup>2</sup>, tpi, SAS . . . III-160
- 6.152 Beschrijf op welke manier het magnetisme een rol speelt om binaire data op een harde schijf op te slaan . . . . . III-161
- 6.153 Bespreek het opslaan van gegevens op een gewone harde schijf . . . . . III-161
- 6.154 Bespreek de gegevenstoegang door op te sommen van welke parameters die afhankelijk is. Je vermeldt naam van de parameter samen met een verklarende zin . . . . . III-162
- 6.155 Verklaar het begrip **interleaving** . . . . . III-162
- 6.156 Bespreek de stelling: ***Interleaving speelt nu nog altijd een belangrijke rol bij het verwerken van gegevens op een harde schijf*** Je antwoordt met 'ja' of 'neen' en geef de nodig motivatie) . . . . . III-162
- 6.157 Bereken de grootte van een harde schijf als je de verschillende kenmerken krijgt III-164
- 6.158 Bespreek de volgende begrippen: kop, sector, spoor, cilinder, cluster, slack . . III-164
- 6.159 Benoem de onderdelen van een harde schijf op een tekening . . . . . III-164
- 6.160 Bespreek de evolutie bij de opslagtechnieken. *tip: vermeld drie stappen.* . . . . . III-169
- 6.161 Bespreek de volgende begrippen: Heat-assisted magnetic recording, HAMR, superparamagnetisch effect, longitudinale opslag, perpendicular recording . . . III-169
- 6.162 Bespreek het begrip: hybride harde schijf . . . . . III-170
- 6.163 Bespreek voor- en nadelen van het gebruik van tapes als back-upmiddel. Verwoord ook je eigen mening als besluit . . . . . III-170
- 6.164 Bespreek voor- en nadelen van het gebruik van de cloud als alternatief voor een back-up op tape (<https://www.youtube.com/watch?v=0zRng033gLM>) . . . . . III-170
- 6.165 Bespreek de drie lagen waaruit een CD-rom of DVD opgebouwd zijn. . . . . III-173
- 6.166 Bespreek op welke manier de gegevens op een optische gegevensdrager, zoals een cd-rom, opgeslagen worden . . . . . III-173
- 6.167 Bespreek het verschil tussen het gebruik van een CD-rom, een DVD en Blu-ray.  
*Tip: begin je antwoord met te spreken over de verschillen in opslagcapaciteit, in gebruikte laserlicht* . . . . . III-173
- 6.168 Bespreek een figuur uit de cursus waarvan begeleidende commentaar onleesbaar is. *Tip: je krijgt bv figuur 6.15 zonder de begeleidende tekst en moet bv in staat zijn om '1' en '0' op de correcte plaats te schrijven en de nodige toelichting te geven.* . . . . . III-173
- 6.169 Bespreek het verschil tussen een harde schijf een een SSD schijf bij het wissen van een bestand. . . . . III-178
- 6.170 Bespreek de drie vormen van flash opslagmedia . . . . . III-178
- 6.171 Bespreek de drie niveau's van wear leveling bij SSD . . . . . III-179
- 6.172 Bespreek de gevolgen voor lezen en schrijven van flash geheugen bij het veranderen van één bit . . . . . III-179
- 6.173 Verklaar het volgend begrip: statisch wear leveling, dynamic wearleveling, garbage collection . . . . . III-179
- 8.174 Noteer het verschil tussen een 'driver' en 'een controller'. . . . . III-201
- 8.175 Verklaar het volgend begrip: driver, controller, stuurprogramma, stuurorgaan .III-201

8.176	Bespreek de werkwijze om specifieke drivers te vinden.	III-201
9.177	Noteer het verschil tussen een connector en een poort.	III-207
9.178	Verklaar de volgende begrippen: poort, connector	III-207
9.179	Bespreek de parallelle poort	III-209
9.180	Bespreek volgende begrippen: parallele poort, LPT, Centronics	III-209
9.181	Noteer de theoretische datadebit snelheid van een parallele poort.	III-209
9.182	Bespreek volgende begrippen: seriële poort, RS232	III-211
9.183	Noteer de theoretische datadebit snelheid van een seriële poort.	III-211
9.184	Noteer voor welk randapparaat /randapparaten de PS/2 poort bedoeld was.	III-212
9.185	Noteer het type van communicatie met de PS/2 poort. <i>tip: serieel of parallel</i>	III-212
9.186	Verklaar de volgende begrippen: hot plugging, hot swappable, plug and play, bus powered, self powered	III-219
9.187	Benoem een connector aan de hand van een foto of demo-exemplaar. <i>Tip: de mogelijkheden zijn USB A, USB B, USB C, mini USB, micro USB, micro B connector</i>	III-219
9.188	Benoem de verschillen tussen een USB A connector (1. en 2.) in vergelijking met een USB A connector (3.1) en een USB C connector	III-219
9.189	Noteer de kenmerken van een communicatie via FireWire poort	III-223
9.190	Benoem een connector aan de hand van een foto of demo-exemplaar. <i>Tip: de mogelijkheden zijn 6 pins A connector (Type 1), 4 pins A connector (Type 2), 9 pins B connector</i>	III-223
9.191	Vergelijk de USB met de FireWire poort. Je noteert wat ze allebei gemeenschappelijk hebben, wat de voordelen van USB zijn en wat de voordelen van FireWire zijn.	III-223
9.192	Bespreek de e-SATA poort	III-225
9.193	Bespreek de Thunderbolt connector	III-229
9.194	Bespreek de voordelen van Thunderbolt	III-229
9.195	Benoem de connectoren van Thunderbolt	III-229
9.196	Rangschik de mogelijkheden van klein naar groot volgens hun datadebieten	III-229
9.197	Verklaar de volgende begrippen: RAMDAC, DB15, VGA (letterwoord niet te kennen)	III-233
9.198	Bespreek de DVI connector	III-235
9.199	Benoem de DVI connector (analoog / digitaal/analoog én digitaal / single link /dual link)	III-235
9.200	Benoem de DVI connector en bespreek de eigenschappen. De mogelijkheden zijn DVI-A/ DVI-I /DVI-D.	III-235
9.201	Bespreek de HDMI connector	III-237
9.202	Benoem de connector met het correct type kabel	III-237
9.203	Bespreek de eigenschappen van de DisplayPort	III-238
10.204	Bespreek 4 belangrijke kenmerken van de geluidskaart	III-246
10.205	Bespreek de volgende begrippen: DSP, DAC, ADC	III-247
10.206	Bespreek het begrip 5.1 opstelling	III-247
10.207	Zoek op, motiveer de keuze en bespreek een recente geluidkaart	III-247
10.208	Benoem de belangrijkste connectoren van een geluidskaart	III-247

10.209 Bespreek de volgende begrippen: RAMDAC, SLI, crossfire, VRAM, GPU . . . . .	III-250
10.210 Bespreek de verschillende conversies tussen digitaal en analoog in functie van grafische kaart en beeldscherm. . . . .	III-250
10.211 Bespreek de volgende begrippen: GPU, multicore, VRAM . . . . .	III-250
10.212 Bespreek de kenmerken van de grafische kaart . . . . .	III-250
10.213 Bespreek het begrip DirectX . . . . .	III-251
10.214 Bespreek de mogelijke uitgangen van de grafische kaart . . . . .	III-251
10.215 Bespreek de netwerkkaart . . . . .	III-253
10.216 Vermeld een vijftal verschillende insteekkaarten voor je computer. Vermeld type en één zin uitleg. . . . .	III-254
11.217 Benoem de onderdelen van het toetsenbord. . . . .	III-259
11.218 Bespreek vijf voldoende verschillende criteria bij de aankoop van een toetsenbord . . . . .	III-259
11.219 Bespreek de werking van een toetsenbord door opsomming van de vijf verschillende stappen bij de verwerking van de input . . . . .	III-259
11.220 Bespreek het verschil tussen lettercode en scancode bij gebruik van het toetsenbord. . . . .	III-259
11.221 Bespreek het ergonomisch toetsenbord . . . . .	III-259
11.222 Bespreek het Dvorak toetsenbord . . . . .	III-259
11.223 Bespreek de verschillen tussen een Belgisch en een Frans toetsenbord . . . . .	III-259
11.224 Bespreek de verschillen tussen een Belgisch en een Nederlands toetsenbord . . . . .	III-259
11.225 Bespreek een viertal speciale kenmerken van een gamerstoetsenbord . . . . .	III-259
11.226 Bespreek de werking van de mechanische muis. . . . .	III-266
11.227 Bespreek de bouw van de mechanische muis. . . . .	III-266
11.228 Bespreek de trackballmuis, Vermeld werking, voordelen en nadelen . . . . .	III-266
11.229 Bespreek de werking van de optische muis. . . . .	III-266
11.230 Bespreek de muis bij laptopgebruik . . . . .	III-266
11.231 Bespreek volgende begrippen: touchpad, scrollwiel, touchstick, pointing stick . . . . .	III-266
11.232 Bespreek de volgende begrippen: CCD camera . . . . .	III-266
11.233 Bespreek het begrip <b>dpi</b> in de context van muisgebruik. . . . .	III-266
11.234 Noteer een klassieke waarde van <b>dpi</b> bij muisgebruik . . . . .	III-266
11.235 Bespreek de capacitieve aanraakschermen . . . . .	III-270
11.236 Bespreek de surface acoustic wave aanraakschermen . . . . .	III-270
11.237 Bespreek de infrarood aanraakschermen . . . . .	III-270
11.238 Bespreek de resistieve aanraakschermen . . . . .	III-270
11.239 Bespreek de near field imaging aanraakschermen . . . . .	III-270
11.240 Maak een overzicht (naam en uitleg) van een viertal technieken die aanraakschermen gebruiken . . . . .	III-270
11.241 Vergelijk het gebruik van resistive touchscreen met capacitive touchscreen . . . . .	III-270
12.242 Bespreek het begrip polarisatie van licht . . . . .	III-289
12.243 Bespreek de werking van een LCD scherm. . . . .	III-289
12.244 Bespreek het begrip <b>respons tijd</b> . . . . .	III-289
12.245 Bespreek de stelling: <i>Bij de keuze van een beeldscherm is een hoge waarde van de responsijd te verkiezen</i> . . . . .	III-289

12.246 Bespreek het TFT scherm . . . . .	III-289
12.247 Bespreek het LED scherm . . . . .	III-289
12.248 Bespreek de kenmerken van een OLED scherm . . . . .	III-289
12.249 Vergelijk <b>LCD</b> , <b>LED</b> en <b>plasma</b> schermen wat betreft de <b>techniek</b> , de mogelijke <b>helderheid</b> , het <b>contrast</b> , de mogelijke <b>kleuren</b> , de <b>kijkhoek</b> , de <b>responstijd</b> en het <b>energieverbruik</b> . . . . .	III-289
12.250 Noteer 7 voldoende verschillende factoren waarmee je rekening houdt bij aankoop van een scherm. . . . .	III-289
12.251 Bespreek drie technieken (of stappen) die je kan ondernemen om een dode of geblokkeerde pixel tot leven te wekken. . . . .	III-289
12.252 Bespreek het begrip 'true colors' . . . . .	III-289
12.253 Bespreek vijf voldoende verschillende criteria bij de aankoop van een beamer. . . . .	III-293
12.254 Verklaar de betekenis van 'ansi lumen' . . . . .	III-293
12.255 Noteer gebruikte waarden voor projectoren in ansi lumen . . . . .	III-293
12.256 Verklaar het begrip <b>resolutie</b> . . . . .	III-293
12.257 Verklaar de volgende begrippen: <b>aspect ratio</b> , <b>XGA</b> , <b>WXGA</b> en <b>HD</b> . . . . .	III-293
12.258 Bespreek <b>de werking</b> van de <b>matrixprinter</b> in maximaal drie zinnen . . . . .	III-309
12.259 Bespreek de werking van de inktjetprinter . . . . .	III-309
12.260 Bespreek de bouw van een inktjetprinter . . . . .	III-309
12.261 Bespreek een vijftal criteria bij aankoop van een inktjetprinter, die volgens jou de belangrijkste zijn. . . . .	III-309
12.262 Bespreek het verschil tussen twee inktjetprinters: bubblejet en piezo elektrisch . . . . .	III-309
12.263 Bespreek de volgende begrippen: draagstang, stabilisatiestang, RGB, CMY . . . . .	III-309
12.264 Bespreek het verschil tussen RGB en CMY. <i>tip: verklaar het letterwoord, bespreek in welke context deze code gebruikt wordt</i> . . . . .	III-309
12.265 Bespreek de werking van de laserprinter . . . . .	III-309
12.266 Bespreek de kenmerken van de laserprinter. . . . .	III-309
12.267 Bespreek de <b>werking</b> van de <b>laserprinter</b> . <i>Tip: Toon in je antwoord aan dat <b>statische elektriciteit</b> een belangrijke rol speelt.</i> . . . . .	III-310
12.268 Bespreek de factoren waarmee je rekening houdt bij de aankoop van een printer . . . . .	III-310
12.269 Bespreek de werking van de 3D-printer . . . . .	III-310
12.270 Bespreek de stelling: <i>een 3D-printer is voor grotere bedrijven echt een aanwinst</i> . . . . .	III-310
12.271 Noteer in één tot drie zinnen wat <i>3d printing</i> is. . . . .	III-310
12.272 Noteer in één tot drie zinnen wat een plotter is. . . . .	III-310
12.273 Noteer de verschillende factoren die een rol spelen bij de kostprijsberekening van het gebruik van de printer. . . . .	III-310
12.274 Bespreek de voornaamste kenmerken van de luidspreker . . . . .	III-313
12.275 Bespreek de verschillende frequentiegebieden bij de luidspreker . . . . .	III-313
12.276 Bespreek volgende begrippen: woofer, tweeter, conus, . . . . .	III-313
12.277 Bespreek de verbinding van de luidspreker met de computer. . . . .	III-313
12.278 Noteer 5 factoren waarmee je rekening houdt bij de aankoop van een webcam. Noteer het begrip (bv framerate) samen met de nodige uitleg over dat begrip .	III-315

13.279 Noteer de drie invalshoeken van ergonomie en geef telkens een voorbeeld uit de ICT-omgeving. . . . .	III-326
13.280 Verklaar de betekenis van de verwijzing <b>90/270/EEG</b> . <i>Tip: begin je antwoord met te noteren dat het een Europese richtlijn is, waarover de richtlijn spreekt en de verplichting om het om te zetten in nationale wetgeving</i> . . . . .	III-326
13.281 Noteer waarom de Nederlands wetgeving en de Belgische wetgeving over ergonomie-normen sterk op elkaar lijken. . . . .	III-326
13.282 Zoek op Internet, op een al dan niet opgelegde website zoals <a href="http://www.ergonomiesite.be/">http://www.ergonomiesite.be/</a> naar richtlijnen voor de ergonomisch gebruik op de werk-vloer . . . . .	III-326
13.283 Noteer de betekenis van het letterwoord RSI . . . . .	III-326
13.284 Noteer de drie oorzaken van RSI . . . . .	III-326
13.285 Noteer de drie fasen bij RSI aandoeningen. Je vermeldt de naam van de fase, de kenmerken van die fase en de remediëring . . . . .	III-326
13.286 Noteer 5 voldoende verschillende tips om RSI te vermijden. . . . .	III-326
13.287 Noteer wat het <b>carpaal tunnel syndroom betekent</b> . . . . .	III-326
13.288 Noteer welke <b>klachten</b> het <b>carpaal tunnel syndroom</b> veroorzaakt. . . . .	III-326
13.289 Noteer hoe je het <b>carpaal tunnel syndroom</b> kan <b>behandelen</b> . . . . .	III-326
13.290 Noteer vijf tips voor een ergonomische inrichting van de computerwerkplek. . . . .	III-326
13.291 Bespreek drie voldoende verschillende kenmerken van een ergonomische bureautafel. . . . .	III-326
13.292 Noteer een <b>vijftal kenmerken</b> van een ideale <b>bureaustoel</b> . . . . .	III-326
13.293 Bespreek beknopt de ideale verlichting van de werkruimte . . . . .	III-326
13.294 Bepaal jouw ideale hoogte van je bureauwerkblad. Je noteert ook je eigen lichaamslengte . . . . .	III-326
13.295 Bepaalde de ideale hoogte van het bureauwerkblad voor een werknemer met een gegeven lengte, bijvoorbeeld 180 cm . . . . .	III-327
13.296 Noteer <b>3 tips</b> om het <b>toetsenbord</b> zo <b>ergonomisch</b> te gebruiken. . . . .	III-327
13.297 Bespreek een aantal <b>aandachtspunten</b> om het <b>beeldscherm</b> zo <b>ergonomisch</b> mogelijk te plaatsen. . . . .	III-327
13.298 Demonstreer enkele oefeningen voor polsen, schouder, nek, ... om RSI klachten te verminderen en zelfs te vermijden . . . . .	III-327
13.299 Vergelijk de kenmerken die je vond in de bovenstaande figuur (figuur 13.1 op pagina III-322) met wat je op Internet vindt. . . . .	III-327
13.300 Noteer vijf kenmerken van een ergonomisch bureau . . . . .	III-327
13.301 Noteer vijf redenen waarom het ergonomisch is dat je rechtstaand in plaats van zittend zou werken . . . . .	III-327
13.302 Beschrijf een goede zithouding op een (ergonomische) bureaustoel . . . . .	III-327
13.303 Bespreek de verschillende soorten computermuizen vanuit ergonomisch standpunt zoals besproken op de website <a href="https://www.ergonomiesite.be/">https://www.ergonomiesite.be/</a> van Roeland Motmans. . . . .	III-327
13.304 Demonstreer op welke manier je je kan RSI vermijden door tijdens de korte pauzes bepaalde oefeningen uit te voeren . . . . .	III-327

- 13.305 Op basis van dit hoofdstuk bespreek je de **werkplaats** van een **computergebruiker**. Je noteert je observaties; je duidt aan wat positief is en je vermeldt ook de werkpunten. . . . . III-327
- 14.306 Som een gestructureerde aanpak op voor het oplossen van een gegeven computerprobleem. Je vertrekt vanaf de probleemmelding door de gebruiker. . . . . III-331
- 14.307 Som een vijftal mogelijke verklaringen op waarom de pc niet opstart . . . . . III-332
- 14.308 Sorteer een vijftal mogelijke verklaringen waarom een pc niet opstart volgens drie verschillende invalshoeken (*tip: waarschijnlijkheid, complexiteit en fysiek path*) . . . . . III-332
- 14.309 Bespreek het gebruik van de groene knop aan de voeding op de achterzijde van een DELL computer . . . . . III-342
- 14.310 Analyseer stapsgewijs een hardwareprobleem, al dan niet gebruikmakend van het Internet . . . . . III-342
- 14.311 Bespreek en zo nodig actualiseer een flowchart om een specifiek computerprobleem op te lossen . . . . . III-342
- 14.312 Pas een flowchart om een specifiek computerprobleem op te lossen toe . . . . . III-342

*Pagina voor eigen notities.*

## Lijst van figuren

4.1	Twee types van virtualisatie . . . . .	I-28
4.2	Drie draaiende virtuele machine, VMware zowel als Virtual Box . . . . .	I-32
4.3	De foutbericht bij VMware . . . . .	I-33
4.4	De oplossing bij AMD processor (Ryzen): <i>enable SVM</i> . . . . .	I-34
4.5	Aanpassen van de instellingen via GUI . . . . .	I-39
4.6	Het aanpassen van de netwerkomgeving . . . . .	I-40
4.7	Aanpassingen aan de harde schijf . . . . .	I-41
4.8	Het aanpassen van het werkgeheugen van de virtuele machine . . . . .	I-41
4.9	Randapparatuur koppelen en ontkoppelen . . . . .	I-42
1.1	Atoommodel van Bohr-Rutherford: . . . . .	II-4
1.2	Tabel van Mendeljev . . . . .	II-5
1.3	cu-kristalstructuur . . . . .	II-6
1.4	Citroenbatterij met LED lampje . . . . .	II-7
1.5	Gelijkspanning . . . . .	II-10
1.6	Driefasen wisselspanning . . . . .	II-10
1.7	Foto van een weerstand . . . . .	II-12
1.8	Kleurenschaal voor decodering weerstanden . . . . .	II-12
1.9	toegelaten weerstandswaarden . . . . .	II-13
1.10	Een detailfoto van een Si-kristalrooster . . . . .	II-15
2.1	De wet van Ohm . . . . .	II-18
2.2	Serieschakeling van weerstanden . . . . .	II-18
2.3	De spanningsmeter . . . . .	II-19
2.4	De ampere meter . . . . .	II-19
3.1	4 polige differentieelschakelaar 300 mA . . . . .	II-23
3.2	Elektrisch schakelschema van de differentieelschakelaar . . . . .	II-23
6.1	Karakteristieken van het LED lampje . . . . .	II-29
6.2	Schakeling met LED lampjes . . . . .	II-30
6.3	Uitrekenen van spanning en stroom in stroomkring met LED lampje . . . . .	II-31
6.4	Een voltmeter op basis van LED lampjes . . . . .	II-32
6.5	LED lampjes als tafelverlichting . . . . .	II-33
7.1	De basisprijs van stroom . . . . .	II-36
7.2	De berekeningswijze van de prijs van elektriciteit (en gas) . . . . .	II-37
7.3	De extra lasten op de stroommrijs . . . . .	II-37

1.1	Basisprincipe bij montage van computeronderdelen . . . . .	III-5
1.2	Model van Von Neumann . . . . .	III-8
1.3	Morsecode . . . . .	III-16
1.4	EBCDIC codetabel van IBM . . . . .	III-17
1.5	Conversie tussen EBCDIC en ASCII . . . . .	III-18
1.6	Fout teken op kasticket . . . . .	III-19
1.7	Voorbeeld van BASE64 codering van e-mailbijlage . . . . .	III-19
1.8	Mail is in UFT-8 gecodeerd . . . . .	III-19
1.9	Voorbeeld van verschillende codetabellen . . . . .	III-20
1.10	Ascii-tabel . . . . .	III-22
2.1	Verzameling moederborden in lokaal 911 . . . . .	III-23
2.2	Componenten van een recent moederbord . . . . .	III-28
2.3	Benoem de belangrijkste onderdelen . . . . .	III-30
2.4	De verschillende soorten behuizingen . . . . .	III-31
2.5	rack voor servers en andere onderdelen . . . . .	III-32
2.6	1U rackmount systeem met Skylake Intel Core i3/i5/i7 . . . . .	III-32
2.7	De plaats van de onderdelen in de computerkast . . . . .	III-33
2.8	Goedkoop B75 Chipset LGA1155 moederbord - zwart . . . . .	III-40
2.9	Gigabyte GA-A320M-H moederbord . . . . .	III-41
2.10	Gigabyte GA-A320M-H moederbord . . . . .	III-44
2.11	Midrange moederbord MSI B450 . . . . .	III-46
2.12	Midrange moederbord MSI B360 . . . . .	III-48
2.13	Gigabyte Z390 moederbord . . . . .	III-51
2.14	Z390 Aorus xtreme - waterforce . . . . .	III-53
2.15	Servermoederbord C621-WD12-IPMI . . . . .	III-55
2.16	Servermoederbord C621-WD12-IPMI - details . . . . .	III-57
2.17	De afmetingen van de ATX moederbordvarianten . . . . .	III-62
2.18	Onderlinge vergelijking van een aantal vormfactoren . . . . .	III-63
2.19	Moederbord met ATX vormfactor . . . . .	III-64
2.20	Moederbord met ATX vormfactor . . . . .	III-65
2.21	Moederbord met AT vormfactor . . . . .	III-66
2.22	Moederbord met LPX vormfactor . . . . .	III-67
2.23	Moederbord met LPX vormfactor . . . . .	III-67
2.24	MSI 915GMB BTX-moederbord . . . . .	III-68
2.25	Moederbord met BTX vormfactor . . . . .	III-69
2.26	Het moederbord van een laptop . . . . .	III-70
2.27	North- en Southbridge . . . . .	III-73
2.28	Chipset bij Intel . . . . .	III-74
2.29	Chipset bij AMD . . . . .	III-75
2.30	Chipset bij Intel . . . . .	III-76
2.31	Chipset bij AMD . . . . .	III-77
2.32	Chipset B360 . . . . .	III-78

2.33	Chipset Z370 . . . . .	III-79
2.34	Voordeel van busmastering en DMA . . . . .	III-81
2.35	IRQ volgorde . . . . .	III-83
2.36	IRQ bij gebruik van toetsenbord . . . . .	III-84
2.37	Detailbeeld van het IRQ gebruik bij een computer met Windows 10 . . . . .	III-85
2.38	Overzicht van de busstructuur . . . . .	III-87
2.39	De systeembus . . . . .	III-88
3.1	Socket voor processor . . . . .	III-94
3.2	Slotprocessor: Pentium III . . . . .	III-94
3.3	PGA socket . . . . .	III-95
3.4	LGA socket . . . . .	III-95
3.5	BGA socket . . . . .	III-95
3.6	De interne werking van de CPU . . . . .	III-99
3.7	Bottleneck van Von Neumann(Figuur uit Sleutelboek) . . . . .	III-103
3.8	Pipelining (figuur uit het Sleutelboek) . . . . .	III-104
3.9	wat bij een test? (fig. uit Sleutelboek) . . . . .	III-105
3.10	Dynamic branch prediction: slechte gok . . . . .	III-105
3.11	Dynamic branch prediction: goede gok . . . . .	III-105
3.12	Out of order execution . . . . .	III-106
3.13	Out of order execution . . . . .	III-106
3.14	Hypertreading . . . . .	III-106
4.1	Overzicht van het hoofdstuk over geheugen . . . . .	III-109
4.2	De geheugenpyramide . . . . .	III-110
4.3	BIOS ROM chips . . . . .	III-111
4.4	BIOS ROM chips . . . . .	III-111
4.5	Overzicht van diverse BIOS chips . . . . .	III-112
4.6	Verschil tussen NAND (flash) en NOR (EEPROM) geheugen . . . . .	III-113
4.7	Cache lvl 1 tot lvl 3 . . . . .	III-117
4.8	Een detailopname van de identificatieklever van een geheugenlatje . . . . .	III-118
4.9	De geheugenmodule verbonden met de bussen . . . . .	III-119
4.10	De werking van het geheugen . . . . .	III-120
5.1	De vormfactor van hedendaagse voedingen . . . . .	III-123
5.2	De efficientie van een computervoeding . . . . .	III-124
5.3	Een modulaire voeding . . . . .	III-125
5.4	een <b>niet-modulaire voeding</b> . . . . .	III-125
5.5	Variant van modulaire voeding . . . . .	III-125
5.6	De verschillende spanningen op een ATX voeding . . . . .	III-127
5.7	ATX 20 + 4 pins voedingsconnector . . . . .	III-130
5.8	CPU voedingsconnector (4 of 8 pinnen) . . . . .	III-131
5.9	Overzicht van de extra connector voor CPU en GPU . . . . .	III-131
5.10	Extra voeding voor grafische kaart: 6 of 8 pins . . . . .	III-132

5.11	De molex stekker . . . . .	III-133
5.12	Een voedingsconnector voor SATA . . . . .	III-133
5.13	De voltmeter . . . . .	III-134
5.14	Batterij CR2032 . . . . .	III-136
5.15	Voorbeeld van UPS . . . . .	III-138
5.16	Koellichaam uit twee delen . . . . .	III-146
5.17	Waterkoeling . . . . .	III-147
5.18	Koeling door Peltier effect . . . . .	III-148
5.19	Koeling door faseverandering: schema . . . . .	III-149
5.20	Koeling door faseverandering: laptop . . . . .	III-149
6.1	Overzicht van het hoofdstuk over opslagmedia . . . . .	III-157
6.2	De onderdelen van een HD . . . . .	III-161
6.3	De gegevenstoegang . . . . .	III-162
6.4	Begrip Interleaving . . . . .	III-163
6.5	Indeling van een harde schijf . . . . .	III-164
6.6	Indeling van een harde schijf . . . . .	III-164
6.7	Bits op een spoor . . . . .	III-165
6.8	Indeling van een diskette in sporen en sectoren . . . . .	III-165
6.9	Twee verschillende technieken . . . . .	III-167
6.10	Het gevaar van superparamagnetisme . . . . .	III-168
6.11	Verdere evolutie in technieken om hogere bitdichtheid te bereiken . . . . .	III-169
6.12	De drie lagen van een optisch schijfje . . . . .	III-173
6.13	Microscopisch beeld . . . . .	III-174
6.14	De verschillende optische opslagtechnieken . . . . .	III-175
6.15	Het lezen van binaire data op een optische schijf . . . . .	III-176
6.16	Verschillende types van DVD . . . . .	III-177
6.17	Voorbeeld van portable tools voor harde schijven . . . . .	III-181
6.18	De keuze van een bestand . . . . .	III-183
6.19	De keuze van een partities . . . . .	III-183
6.20	Te kiezen menustructuur . . . . .	III-184
6.21	Detail van sector . . . . .	III-184
6.22	Keuze van harde schijf . . . . .	III-185
6.23	Uitvoeren van S.M.A.R.T testen . . . . .	III-185
6.24	Testrapport voor een gewone harde schijf . . . . .	III-186
6.25	Testrapport voor een SSD schijfje . . . . .	III-187
7.1	Overzicht van het hoofdstuk over randapparatuur volgens verbinding met computer . . . . .	III-192
7.2	Overzicht van het hoofdstuk over randapparatuur volgens het model van Von Neumann . . . . .	III-192
8.1	Apparaatbeheer in Windows 10 . . . . .	III-197
8.2	Apparaatbeheer in Windows 10 . . . . .	III-198
8.3	Systeeminformatie in Windows 10 . . . . .	III-199

8.4	De Windows update catalogus . . . . .	III-199
8.5	De website PCI Lookup . . . . .	III-199
8.6	De website Device Hunt . . . . .	III-200
8.7	Een tooltje om ontbrekende drivers te vinden . . . . .	III-201
9.1	Overzicht van een aantal connectoren . . . . .	III-208
9.2	De parallelle poort . . . . .	III-209
9.3	De Centronics poort . . . . .	III-209
9.4	De betekenis van de contactpinnen . . . . .	III-209
9.5	De seriële poort (DB9) . . . . .	III-210
9.6	De seriële poort (DB25) . . . . .	III-210
9.7	De directe kabelverbinding tussen twee computers . . . . .	III-211
9.8	De betekenis van de pinnen bij seriële communicatie . . . . .	III-211
9.9	De PS/2 poort . . . . .	III-212
9.10	Het overzicht van de USB kenmerken . . . . .	III-213
9.11	USB connectoren . . . . .	III-214
9.12	De verschillende connectoren en elektrische kenmerken . . . . .	III-214
9.13	De USB controllers in <b>Apparaatbeheer</b> . . . . .	III-216
9.14	De eigenschappen van de <b>USB Hubs</b> . . . . .	III-216
9.15	Overzicht van de verschillende USB connectoren . . . . .	III-218
9.16	4 pins Firewire 400 . . . . .	III-222
9.17	6 pins firewire 400 . . . . .	III-222
9.18	9 pins FireWire 800 . . . . .	III-223
9.19	De eSATA connector . . . . .	III-224
9.20	e-SATA connector . . . . .	III-225
9.21	e-SATA connector . . . . .	III-225
9.22	De evolutie van Thunderbolt connector . . . . .	III-226
9.23	De Thunderboltconnector - versie DisplayPort . . . . .	III-228
9.24	De Thunderboltconnector - versie USB-C . . . . .	III-228
9.25	Het verschil tussen een <b>Thunderbolt</b> en een USB-c connector . . . . .	III-228
9.26	Het overzicht van de beeldschermresoluties . . . . .	III-230
9.27	De beeldschermresolutie en de aspect ratio . . . . .	III-231
9.28	De VGA connector . . . . .	III-233
9.29	De verschillende DVI connectoren . . . . .	III-234
9.30	Het overzicht van de HDMI kabels . . . . .	III-236
9.31	HDMI-A . . . . .	III-237
9.32	HDMI-C . . . . .	III-237
9.33	HDMI-D . . . . .	III-237
9.34	Kabel en connector voor DisplayPort . . . . .	III-238
10.1	De werking van de geluidskaart . . . . .	III-243
10.2	De geluidskaart . . . . .	III-245
10.3	De aansluitingen voor de geluidskaart . . . . .	III-246
10.4	Een mogelijke opsteling van luidsprekers . . . . .	III-247

10.5	De netwerkkaart . . . . .	III-253
11.1	De correcte namen van de onderdelen van het toetsenbord . . . . .	III-255
11.2	Een deel van Azerty toetsenbord uit Frankrijk . . . . .	III-256
11.3	Het Qwerty toetsenbord . . . . .	III-256
11.4	Het Dvorak toetsenbord . . . . .	III-257
11.5	Een ergonomisch toetsenbord . . . . .	III-258
11.6	de mechanische muis . . . . .	III-262
11.7	De trackball muis . . . . .	III-263
11.8	De optische muis . . . . .	III-264
11.9	Het touchpad . . . . .	III-265
11.10	Pointing stick , ook touchstick geheten . . . . .	III-265
11.11	Het capacitief aanraakscherm . . . . .	III-267
11.12	Het accoustic wave aanraakscherm . . . . .	III-268
11.13	Het infrarood aanraakscherm . . . . .	III-268
11.14	Het resistief aanraakscherm . . . . .	III-269
11.15	Het near field imaging aanraakscherm . . . . .	III-269
12.1	Licht als elektromagnetische golf in bepaalde richting . . . . .	III-274
12.2	De elektrische component van het licht kan in elke richting wijzen . . . . .	III-274
12.3	Het effect van een polarisatiefilter . . . . .	III-275
12.4	Het effect van een <b>tweede</b> polarisatiefilter . . . . .	III-275
12.5	De werking van het LCD scherm . . . . .	III-276
12.6	zonder elektrisch veld . . . . .	III-277
12.7	met elektrisch veld . . . . .	III-277
12.8	Een voorbeeld van een CRT . . . . .	III-279
12.9	De werking van de CRT . . . . .	III-280
12.10	Het <b>transmissief</b> LCD scherm . . . . .	III-282
12.11	Het <b>reflectief</b> LCD scherm . . . . .	III-282
12.12	Vergelijking tussen de verschillende beeldschermen . . . . .	III-285
12.13	De betekenis van DPI . . . . .	III-299
12.14	De betekenis van PPI . . . . .	III-300
12.15	Printkop van matrixprinter . . . . .	III-301
12.16	Detail van de afdruk . . . . .	III-301
12.17	Kop van inktjetprinter . . . . .	III-303
12.18	De werking van inktjetprinter . . . . .	III-304
12.19	De werking van de laserprinter . . . . .	III-305
12.20	Plotter . . . . .	III-309
12.21	De bouw van de luidspreker . . . . .	III-311
12.22	Klassieke 3.5 mm stekker . . . . .	III-313
13.1	Ergonomie op de werkvloer . . . . .	III-322
13.2	Een voorbeeld van een ergonomisch toetsenbord van Microsoft . . . . .	III-325

14.1	Flowchart: aanpak van voedingsproblemen	III-333
14.2	Flowchart: aanpak van voedingsproblemen	III-334
14.3	Flowchart: aanpak van voedingsproblemen	III-335
14.4	Flowchart: aanpak van voedingsproblemen	III-336
14.5	Flowchart: aanpak van voedingsproblemen	III-337
14.6	Flowchart: aanpak van problemen met de geluidskaart	III-338
14.7	Flowchart: aanpak van problemen met de modem	III-339
14.8	Flowchart: aanpak van voedingsproblemen	III-340
14.9	Testlampje voor voeding	III-341
14.10	Testlampje voor voeding	III-341

*Pagina voor eigen notities.*

# Lijst van tabellen

4.1	Overzicht van de voor- en nadelen van het gebruik van virtualisatie . . . . .	I-27
1.1	Basisbegrippen uit de elektriciteitsleer . . . . .	II-8
1.1	Overzicht van de machten van 2 . . . . .	III-16
2.1	De belangrijkste componenten van het moederbord . . . . .	III-29
2.2	De belangrijkste componenten van het moederbord . . . . .	III-30
2.3	Meestvoorkomende CPU-sockets . . . . .	III-38
2.4	Overzicht van de kenmerken van courante chipsets . . . . .	III-39
2.5	Kenmerken van het moederbord . . . . .	III-42
2.6	Kenmerken van het moederbord . . . . .	III-43
2.7	Kenmerken van het moederbord . . . . .	III-47
2.8	Kenmerken van het moederbord . . . . .	III-49
2.9	Kenmerken van het moederbord . . . . .	III-52
2.10	Kenmerken van het moederbord . . . . .	III-54
2.11	Kenmerken van het server moederbord . . . . .	III-56
3.1	Overzicht van de verschillen tussen i3, i5 en i7 . . . . .	III-107
4.1	Het verschil tussen Flash en EEPROM . . . . .	III-113
4.2	Het verschil tussen statisch en dynamisch geheugen . . . . .	III-115
5.1	Overzicht van de voornaamste spanningen . . . . .	III-126
5.2	Overzicht van de speciale spanningen . . . . .	III-128
6.2	Overzicht van de basisbegrippen . . . . .	III-155
6.3	Overzicht van de verschillen tussen werkgeheugen en opslagmedia . . . . .	III-158
6.4	Kenmerken van de harde schijf . . . . .	III-160
6.5	Overzicht van een aantal tools voor harde schijven . . . . .	III-181
8.2	Overzicht van de basisbegrippen . . . . .	III-195
9.2	Overzicht van de basisbegrippen . . . . .	III-206
9.3	Overzicht van de datadebieten per connectortype . . . . .	III-229
10.2	Overzicht van de basisbegrippen . . . . .	III-242
11.2	Overzicht van de basisbegrippen . . . . .	III-261
12.2	Overzicht van de basisbegrippen . . . . .	III-273
12.4	Overzicht van de basisbegrippen . . . . .	III-297

13.1	Overzicht van de ideale hoogte van het werkblad volgens de lichaamslengte . . . . .	III-324
14.1	Overzicht van de methodische probleemanalyse volgens invalshoek . . . . .	III-332
1.1	Synthese van de opdracht . . . . .	IV-3
1.3	De zoektocht naar een eigen pc volgens opgelegde parameters . . . . .	IV-4
1.4	Voorbeeld van mogelijke kenmerken van het moederbord . . . . .	IV-6
2.1	Synthese van de opdracht . . . . .	IV-11
2.3	De onderwerpen per leerling voor de taak ICT-Actua . . . . .	IV-12
3.1	Synthese van de opdracht over randapparatuur . . . . .	IV-15
3.3	Overzicht van de groepsverdeling . . . . .	IV-18
4.1	Synthese van de opdracht over ICT-tools . . . . .	IV-21

## Listings

1.1	Voorbeeld van conversie van decimaal naar binair . . . . .	III-12
1.2	Voorbeeld van conversie van decimaal naar binair . . . . .	III-12
1.3	Voorbeeld van conversie van decimaal getal 25 naar binair . . . . .	III-13
1.4	Voorbeeld van conversie van hexadecimaal getal 3E naar decimaal . . . . .	III-13
1.5	Voorbeeld van conversie van decimaal getal 168 naar hexadecimaal . . . . .	III-13
1.6	Voorbeeld van conversie van octaal getal 46 naar decimaal . . . . .	III-14
1.7	Voorbeeld van conversie van decimaal getal 168 naar octaal . . . . .	III-14