

JOS DE MUL

Cyberspace Odyssee. Een zwerftocht door een virtuele wereld

In enkele decennia tijd heeft de computer het aanzien van onze wereld ingrijpend veranderd en een hele nieuwe wereld – die van cyberspace – voor ons ontsloten. In deze bijdrage zal eerst worden ingegaan op de technische ontwikkeling van de computer en cyberspace om tegen deze achtergrond vervolgens stil te staan bij de implicaties van deze technologische ontwikkeling voor onze samenleving en voor ons mens- en wereldbeeld. Ik sluit af met een korte bespiegeling over de vraag in welke mate wij de geschetste ontwikkelingen kunnen sturen.¹

De computer: van calculator tot universele machine

In 1948 werd in opdracht van het Amerikaanse Ministerie van Defensie aan de Universiteit van Pennsylvania de eerste volledig programmeerbare elektronische rekenmachine gebouwd, de Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC). Het was een kolossaal apparaat dat ruim achttienduizend radiobuizen en meer dan vijf miljoen gesoldeerde verbindingpunten bevatte. Het verbruikte 160 kilowatt stroom per uur en wanneer het werd aangezet, ging het licht in een groot deel van de stad uit. Omdat gemiddeld om de drie minuten een van de radiobuizen het begaf en vervangen moest worden, en de interne bedrading bovendien voor iedere nieuwe rekenopdracht opnieuw moest worden aangepast, was er een heel leger van technici nodig om het apparaat draaiende te houden. Maar gedurende de kortstondige momenten dat het werkte

waren de resultaten voor die tijd verbluffend: de ENIAC kon niet minder dan vijfduizend optellingen of driehonderd vermenigvuldigingen per seconde verrichten.

De eerste *computer* – of beter: de eerste niet-menselijke computer, aangezien het woord al eerder bestond ter aanduiding van in rekenen gespecialiseerde klerken – kwam niet uit de lucht vallen, maar kende een lange voorgeschiedenis, die ten minste vijfduizend jaar geleden is begonnen met de uitvinding van het telraam. Andere belangrijke voorlopers van de huidige computers zijn de in de zeventiende eeuw ontwikkelde mechanische rekenmachines. De eerste werd waarschijnlijk gebouwd door de Duitse geleerde Wilhelm Schickhard, die zijn ‘rekenklok’, die vier elementaire wiskundige berekeningen kon uitvoeren, in 1623 uitvoerig heeft beschreven in een brief aan Kepler. Onafhankelijk van hem bouwde de Franse filosoof en wiskundige Pascal in 1642 zijn *Pascaline*, die echter slechts kon optellen en aftrekken. De verbeterde versie die de Duitse filosoof en wiskundige Leibniz in 1694 construeerde, kon behalve optellen en aftrekken ook vermenigvuldigen, delen en vierkantwortels berekenen.² Een belangrijk verschil met de huidige computers was dat deze mechanische rekenmachines met de hand werden bediend en niet programmeerbaar waren. De eerste volledig automatische en programmeerbare rekenmachine werd rond 1830 ontworpen door de wiskundige Babbage en zijn assistente Ada Byron, die een groot deel van het programmeerwerk voor haar rekening nam. Hun *Analytical Engine* werd door stoomenergie aangedreven en werd geprogrammeerd door middel van ponskaarten. Dat wil zeggen: in theorie, want het lukte Babbage en Byron niet hun uit meer dan vijftigduizend onderdelen bestaande machine, die ongeveer zo groot was als een stoomlocomotief, geheel te realiseren. De geheel programmeerbare computer die Babbage en Byron in gedachten hadden, zou pas een eeuw later, met de ENIAC, realiteit worden.

De ontwikkeling van door elektriciteit aangedreven

computers nam zijn aanvang aan het eind van de negentiende eeuw. Zo ontwikkelde de Amerikaanse uitvinder en ondernemer Herman Hollerith in 1889 een elektrische rekenmachine die de verwerking van de gegevens van de volkstelling, die in 1880 meer dan zeven jaar had geduurd, wist terug te brengen tot zes weken. De door Hollerith ontworpen machine was een *single purpose* rekenmachine. Anders dan in het geval van de *Analytical machine* werden de ponskaarten enkel gebruikt om de data in te voeren; het programma dat de rekenmachine uitvoerde zat net als in de klassieke mechanische rekenmachines ‘ingebakken’ in de *hardware*, dat wil zeggen in (het ontwerp van) de fysieke machine. Dit type rekenmachines bleek echter aan een grote behoefte te voldoen. Het bedrijf dat Hollerith ten behoeve van de productie ervan oprichtte zou binnen enkele decennia uitgroeien tot het machtige International Business Machines (IBM).

In de twintigste eeuw speelde behalve het bedrijfsleven ook het militaire apparaat een belangrijke rol bij de ontwikkeling van de computer. In het bijzonder in de periode rond de Tweede Wereldoorlog werd zowel in Duitsland als in Engeland en de Verenigde Staten veel onderzoek verricht naar de strategische mogelijkheden van de computer. Het ging daarbij vooral om de ontwikkeling van krachtige rekenmachines ten behoeve van het berekenen van de baan van niet-geleide projectielen (ballistiek) en het coderen van geheime militaire informatie (cryptografie). In 1943 voltooiden de Britten de *Colossus*, met behulp waarmee met succes gecodeerde militaire informatie van de Duitsers werd gedecodeerd (en waarvan het bestaan tot ver na de Tweede Wereldoorlog geheim bleef). De *Colossus* en de meeste andere militaire rekenmachines waren, net als de machine van Hollerith, *single purpose* computers omdat ze slechts één specifiek type berekening konden uitvoeren.

Een belangrijke theoretische inspiratiebron voor de bouw van de programmeerbare, ofwel *all purpose*, rekenmachine vormde het artikel ‘On computable numbers’ dat

de Britse wiskundige Alan Turing in 1936 publiceerde en waarin hij aantoonde dat in principe alles dat door een mens effectief (d.w.z. door het mechanisch volgen van een reeks instructies) te berekenen is, in principe ook door een machine kan worden gedaan. Turing stelde zich een soort typemachine voor, met in plaats van een inktlint een strook papier die in gelijke vakjes is verdeeld waarop symbolen zijn afgebeeld. De vakjes van dit ‘geheugen’ worden een voor een afgelezen door de controle-eenheid, die vervolgens op basis van de vooraf opgegeven reeks instructies (de *table of behaviour*, het programma) het symbool wel of niet wist of vervangt door een ander symbool en vervolgens de strook een of meer posities naar links of rechts verschuift. De turingmachine kan op deze wijze zelfstandig (d.w.z. automatisch) allerlei verschillende wiskundige berekeningen uitvoeren op de door middel van de strook ingevoerde getallen. Omdat alle wiskundige basisoperaties als een reeks voorschriften voor achtereenvolgende bewerkingen (zogenaamde algoritmen) kunnen worden beschreven, kan de louter mechanistisch werkende turingmachine in principe ieder berekenbaar getal (*computable number*) berekenen. Turing beschreef ook een universele turingmachine, een rekenmachine die – vooropgesteld dat de strook papier oneindig lang zou zijn – alle bewerkingen van alle mogelijke turingmachines kan uitvoeren. Turings universele machine is een abstracte, dat wil zeggen louter denkbeeldige computer, eigenlijk niets anders dan een formele beschrijving van de wijze waarop een mens stap voor stap een wiskundige opgave oplost.

In het midden van de jaren veertig ontwierp de van oorsprong Hongaarse wiskundige en natuurkundige John von Neumann, die was toegetreden tot het ENIAC-team, een fysieke computer die was gebaseerd op Turings denkbeeldige machine. In zijn ontwerp vond de programmering, anders dan in het geval van de ENIAC, niet langer plaats door middel van herbedrading van de machine (*hardware*), maar door het invoeren van het programma (de *software*)

in een centraal, elektronisch geheugen. Dat gebeurt door alle getallen en andere benodigde symbolen uit te drukken in binaire getallen. Dat wil zeggen dat alle symbolen en getallen worden geschreven als combinaties van enen en nullen, hetgeen mooi aansluit bij de enige twee toestanden die een elektronisch circuit kan onderscheiden: aan of uit. De Von Neumann computer, waarvan de eerste in 1949 in Cambridge werd gebouwd, bevat naast een centrale reken-eenheid – de *Central Processing Unit* (kortweg: *processor* of CPU) – en het genoemde centrale geheugen, waarin de instructies (programma) en gegevens (data) worden opgeslagen, specifieke apparaten om de gegevens in- en uit te voeren (ponskaartlezer, toetsenbord, beeldscherm, printer, muis etc.), en een communicatienetwerk (*bus*) dat deze onderdelen met elkaar verbindt. De Von Neumann architectuur wordt tot op heden toegepast bij het ontwerp van computers.

Dit betekent natuurlijk niet dat de computer sindsdien geen belangrijke ontwikkelingen meer heeft doorgemaakt. Tot de opvallendste behoren de miniaturisering (en de daarmee gepaard gaande versnelling) van de processoren en het geheugen, de multimedialisering van de computer en het koppelen van computers in netwerken.

1. *Miniaturisering*. De eerste van de genoemde trends, de *miniaturisering* van de computer, werd mogelijk gemaakt door de achtereenvolgende ontwikkeling van transistors (de tweede generatie computers), op silicium *chips* bevestigde geïntegreerde elektronische circuits (derde generatie) en *large-scale integrated circuits*, waardoor een complete computer op een enkele chip kan worden geplaatst (vierde generatie). Dit leidde tot steeds kleinere computers. In 1981 werd door IBM de *personal computer* (pc) geïntroduceerd die werd gevolgd door *laptops*, *handhelds* en *palm-tops*. Inmiddels worden complete computers ingebouwd in gebruiksvoorwerpen als horloges. Omdat een computer

sneller wordt naarmate de circuits korter zijn, heeft de miniaturisering geleid tot een exponentiële versnelling van de rekenkracht. Volgens de ‘wet van Moore’ verdubbelt het rekenvermogen van computers zich ongeveer iedere achttien maanden bij een halvering van de prijs, waardoor de huidige pc’s honderdduizenden malen sneller zijn dan de ENIAC, terwijl de prijs nog slechts een fractie is van die van de eerste generatie *mainframe* computers. Omdat de miniaturisering van de elektronische circuits niet onbeperkt kan doorgaan – het fotolithografische etsen van de elektronische circuits op het oppervlak van de silicium chip heeft zijn natuurlijke grens in de breedte van de voor het etsen gebruikte lichtstralen – wordt er ook veel onderzoek verricht naar de ontwikkeling van vijfde generatie computers. Kandidaten daarvoor zijn o.a. de optische computer (die dankzij het gebruik van licht in principe veel hogere rekensnelheden kan halen dan de elektronische), de parallelle computer (die net als de menselijke hersenen gebaseerd is op de gelijktijdige samenwerking van meerdere in een netwerk verbonden processors), de quantum computer (waarvan de *qubits* tegelijkertijd een grote hoeveelheid toestanden tussen 0 en 1 kunnen representeren, waardoor parallelle verwerking binnen een enkele processor mogelijk wordt) en de zelflerende biologische computer (waarbij het zelforganiserende vermogen van organismen de inspiratiebron vormt). Hoewel het natuurlijk zeker niet is uitgesloten dat een van deze nieuwe – meer of minder van de Von Neuman architectuur afwijkende – benaderingen, of een combinatie daarvan, de toekomstige ontwikkeling van de computer een verrassende nieuwe wending zal geven, zijn deze op dit moment de laboratoriumfase nog niet of nauwelijks ontgroeid. In de beschouwingen in dit boek zullen we ons grotendeels beperken tot de ‘reëel existierende’ informatie- en communicatietechnologie.

2. *Multimedialisering*. De tweede opvallende trend in de ontwikkeling van de computer in de afgelopen decennia is de *multimedialisering*. Hoewel de computer aanvankelijk uitsluitend werd ontworpen om wiskundige berekeningen uit te voeren, is de computer zoals we die nu kennen in staat zeer uiteenlopende typen data te verwerken. In tegenstelling tot de klassieke rekenmachines kan de hedendaagse computer niet alleen getallen opslaan en bewerken, maar ook allerlei andere soorten gegevens, zoals woorden, beelden, geluiden en fysische, chemische en biologische signalen. Om die reden kunnen we met behulp van een computer niet alleen rekenen, maar bijvoorbeeld ook een foto retoucheren, een muziekstuk bij elkaar *samplen*, of de hartslag van een patiënt controleren. Weliswaar kan ook de digitale processor van de multimediale computer in laatste instantie uitsluitend overweg met discrete getallen.

Bij discrete data bestaat er tussen twee willekeurige waarden slechts een eindig aantal tussenwaarden, die worden gekozen uit een eveneens eindige verzameling elementen. In het geval van het binaire stelsel zijn er zelfs maar twee waarden (1 en 0) en zijn er in het geheel geen tussenwaarden. Bij analoge data echter zijn er een oneindig aantal tussenwaarden mogelijk tussen iedere twee willekeurige waarden. Dit laat zich eenvoudig illustreren aan de hand van het verschil tussen analoge en digitale horloges. In het eerste geval gebeurt de tijdsaanduiding met behulp van een wijzer, waarvan de rondgang op de wijzerplaats analoog verloopt aan het voortschrijden van de tijd. De analoge weergave is continu, omdat er tussen elke twee willekeurige posities van de wijzers altijd een tussenpositie bestaat: de plaats waarop de wijzer zich op een tussengelegen tijdstip bevindt. In het geval van een digitale tijdsweergave wordt de tijd discontinu weergegeven met behulp van discrete getallen die geen tussenwaarden kennen.

Daar echter andere discrete en analoge gegevens meer of minder eenvoudig zijn te digitaliseren, kunnen ook deze in de computer worden ingevoerd, opgeslagen en bewerkt alvorens weer te worden uitgevoerd in digitale of analoge vorm.

Uitgaande van reeksen van 8 binaire getallen (zo'n reeks van 8 *bits* wordt ook wel een *byte* genoemd) kunnen bijvoorbeeld 256 verschillende taaltkens worden gecodeerd (ruim voldoende voor alle letters, lees- en accenttekens). Ook analoge data kunnen vrij eenvoudig worden omgezet in reeksen getallen. Bij analoge beelden wordt bijvoorbeeld een fijnmazig raster over de afbeelding gelegd, waarbij aan iedere cel (*pictural element*, afgekort *pixel*), afhankelijk van de grijswaarde of kleur een getal uit een eindige reeks wordt toegekend. Wanneer het raster fijn genoeg is en het aantal grijs- of kleurnuances voldoende groot (wanneer, zoals bij de huidige computers, gewerkt wordt met reeksen van 32 bits, kunnen miljoenen verschillende kleuren worden gecodeerd) ziet het menselijk oog geen enkel verschil met een analoge afbeelding. In werkelijkheid wordt bij deze transformatie een in principe oneindige hoeveelheid informatie (tussen geel en rood zijn bijvoorbeeld een oneindig aantal kleurschakeringen mogelijk) gereduceerd tot een eindige reeks gradaties. Op vergelijkbare wijze kunnen fysische, chemische en biologische signalen, zoals geluiden, zuurgraden en hartslagen, worden gedigitaliseerd.

Box 2

Omdat de verschillende data zich dankzij de gemeenschappelijke digitale code eenvoudig laten combineren, is de computer inmiddels het belangrijkste multimediuim geworden, dat de mogelijkheid biedt traditionele mono- en multimedia als drukpers, radio, televisie en film in zich te integreren.

3. *Netwerken*. Dat laatste is mede mogelijk geworden door de derde trend: de koppeling van computers in *netwerken*. Daarbij kan worden onderscheiden tussen gesloten netwerken – zoals Intranetten, Extranetten en gestandaardiseerde netwerken voor Electronic Data Exchange (EDI-netwerken) – en open netwerken zoals het Internet, een ‘meta’ netwerk dat op mondiale schaal vele duizenden kleinere meer of minder open computernetwerken met elkaar verbindt. De voorloper van het huidige Internet werd in de jaren zestig, tijdens de Koude Oorlog, door de Amerikaanse defensie ontwikkeld om de verschillende militaire commandocentra op een gedecentraliseerde wijze met elkaar te verbinden om te voorkomen dat met de vernietiging van een centrale commandopost de gehele defensie uitgeschakeld zou worden. In de jaren zeventig werd ook een aantal Amerikaanse universiteiten aangesloten op dit netwerk en vanaf het begin van de jaren negentig volgden het bedrijfsleven, de overheid en de individuele burger en consument. In combinatie met de ontwikkeling van applicaties als e-mail, mailing lists, Multi-user domains (MUD’s) en het World Wide Web, verschoof het zwaartepunt daardoor steeds meer van informatie-beheer naar communicatie, van IT naar ICT.

Vooraf het grote succes van World Wide Web heeft het Internet doen uitgroeien tot een veelomvattend hypermedium. Door de eerder genoemde miniaturisering van de computer die heeft geleid tot steeds kleinere computers, en de koppeling daarvan door middel van draadloze telefonie aan het Internet, wordt dit wereldwijde netwerk bovendien steeds mobieler.

Wie de genoemde trends overziet kan moeilijk anders concluderen dan dat de computer in enkele decennia is getransformeerd van een geavanceerde calculator tot een *universele machine*, die de werking van allerlei klassieke machines kan *simuleren*. Afhankelijk van het gebruikte

E-mail staat voor elektronisch briefverkeer tussen individuele computers. Mailinglists zijn e-mail discussie-platforms waarbij alle bijdragen automatisch naar alle aangesloten leden worden verzonden. Multi-user domains zijn interactieve tekstomgevingen, die meestal worden gebruikt voor het creëren van fantasiewerelden en het spelen van rollenspellen. Het World Wide Web (w w w) is een database van inmiddels meer dan 15 miljard multimediale bladzijden, die opgeslagen zijn in de op het Internet aangesloten computers en die door onderlinge verwijzingen (*links*) met elkaar zijn verbonden en daarmee één grote *hypertekst* vormen. Gebruikers kunnen door het aanklikken van deze links van de ene naar de andere pagina ‘surfen’ of deze door middel van een zoekprogramma doorzoeken. Iedere gebruiker kan zijn eigen pagina’s – bijvoorbeeld een persoonlijke *homepage* of een weblog (een soort dagboek) aan deze mondiale database toevoegen. Vanwege de combinatie van *hypertekst* en *multimedia* wordt het w w w ook wel een *hypermedium* genoemd.

Box 3

programma en de aanwezige randapparatuur fungeert de computer, zo nodig gelijktijdig, als een typemachine, fotokopieer- of faxapparaat, een memorecorder, een CD-speler, een telefoon of een foto- en filmcamera. Hoewel de simulaties niet noodzakelijk lijken op de machines die ze nabootsen, delen ze wel een aantal functionele kenmerken met het origineel. Ze worden daarom ook wel *virtuele machines* genoemd. Ze zijn, zoals cyberfilosoof Michael Heim het ooit treffend uitdrukte, ‘real in effect but not in fact’.

Computers kunnen bovendien niet alleen de werking van levenloze machines simuleren, maar ook allerlei fysische, biologische en intelligente *verschijnselen* en *processen*. We kunnen daarbij denken aan de computermodellen die

meteorologen, biologen en economen gebruiken om het weer te voorspellen, een complex ecosysteem in kaart te brengen of fluctuaties op de aandelenmarkt te verklaren. Ook de computeranimaties die een belangrijke rol spelen in computerspellen en veel hedendaagse films behoren hiertoe. En met behulp van *virtual reality* technologieën worden complete virtuele *omgevingen* gecreëerd, waarin de gebruiker wordt ‘ondergedompeld’ en waarin hij zich – binnen bepaalde grenzen – vrij kan bewegen en in interactie treden met erin aanwezige objecten. Daarbij kan het zowel gaan om zo nauwkeurig mogelijke nabootsingen van bestaande omgevingen (zoals in het geval van vliegtuigsimulators die gebruikt worden om piloten te trainen voor ‘het echte werk’) als om geheel of gedeeltelijk aan de verbeelding ontsproten werelden, zoals we dat zien bij computerspellen en bij virtuele werelden op het Internet, zoals *Alphaworld*, waarin de ‘inwoners’ hun virtuele huizen bouwen, virtuele cafe’s bezoeken, virtuele kranten uitgeven en soms zelfs virtueel (en als dat bevalt soms ook in ‘real life’) in het huwelijk treden.

En in jonge wetenschappelijke disciplines als *artificial physics*, *artificial life* en *artificial intelligence* reikt de ambitie nog verder en worden al of niet in realiteit bestaande universa, levensvormen en intelligenties gesimuleerd. Met elkaar verbonden door wereldwijde computernetwerken zoals het Internet ontsluiten deze gesimuleerde voorwerpen, processen en omgevingen een complexe nieuwe wereld, die met een aan science fiction auteur William Gibson ontleend begrip wel wordt aangeduid als *cyberspace*. De verkenning van deze aan de geest ontsproten ruimte roept associaties op met de exploratie van een onmetelijke kosmische ruimte. Wie daar niet zelf opkomt, wordt er wel op gewezen door de sterren *screensaver* van het Windows besturingssysteem.

Het zou echter verkeerd zijn te denken dat de wereld van cyberspace zich volledig aan gene zijde van onze ‘echte wereld’ zou bevinden. Cyberspace is namelijk op talloze

wijzen verbonden met onze alledaagse wereld. Niet alleen blijken wij bij onze 'emigratie naar cyberspace' veel van onze *offline* eigenschappen, organisatiestructuren en vooroordelen mee te nemen naar het virtuele domein, maar omgekeerd is cyberspace met behulp van chips in industriële machines, vervoermiddelen, huishoudelijke apparaten, audio- en videoapparatuur, mobiele telefoons, pinpasjes, bewakingscamera's, speelgoed, wapens, en implantaten als pacemakers en volledig elektronische oren een grootschalige kolonisatie van onze alledaagse wereld en ons lichaam begonnen. En in de mate waarin cyberspace ook zijn neerslag krijgt op de wijze waarop we de wereld en onszelf beschouwen, koloniseert deze ruimte zelfs onze geest.

Cyberspace als wereldbeeld

In de inleiding stelde ik dat de computer met zijn betrekkelijk korte geschiedenis het aanzien van onze wereld ingrijpend veranderd heeft. We kunnen die uitspraak op ten minste drie verschillende wijzen begrijpen.

I. Massale fysieke aanwezigheid. Wanneer we denken aan de *massale fysieke aanwezigheid* van computers in de hedendaagse samenleving, dan kan deze uitspraak in de eerste plaats letterlijk worden genomen. Ten tijde van de bouw van de ENIAC sprak de Amerikaanse *National Research Council* de verwachting uit dat er in de toekomst in de Verenigde Staten aan ten hoogste zes van zulke apparaten behoefte zou zijn. Zelden zal een technologische voorspelling er meer naast hebben gezeten. Sinds 1948 zijn vele honderden miljoenen, steeds snellere en van meer geheugen voorziene computers onze samenleving en persoonlijke leefwereld binnengedrongen. De pc's en mobiele computers die we op de werkplek, onderweg en thuis gebruiken vormen slechts het topje van de ijsberg. Een veelvoud

aan processors doet zijn werk onzichtbaar weggestopt in wereldwijde computernetwerken en in de talloze machines en apparaten die ons omringen.

Het precieze aantal computers is moeilijk te meten. Computer Industry Almanac Inc. schat dat er begin 2005 wereldwijd ongeveer 825 miljoen mainframe en personal computers in gebruik waren (1 PC per 8 aardbewoners) en dat in 2007 het miljard zal worden gepasseerd, waarbij overigens sprake is van een bijzonder ongelijke verdeling over de continenten. Aanvankelijk lag het zwaartepunt van het computerbezit en -gebruik in de Verenigde Staten en Europa. Azië heeft de achterstand echter al grotendeels ingelopen (op China na, maar in de afgelopen paar jaar is het ICT-gebruik – met de economie – onstuimig gegroeid) en ook in Zuid-Amerika is het computerbezit en -gebruik in opmars. Alleen Afrika blijft nog sterk achter. Begin 2005 voorspelde Computer Industry Almanac Inc. dat het aantal aardbewoners dat regelmatig gebruik maakt van het Internet reeds in 2005 het miljard zal passeren. Het zal niet lang duren voordat het aantal computers het aantal aardbewoners zal overtreffen. Wanneer we in andere apparaten (en in mensen) ingebouwde processors meerekenen, is dit al ruimschoots het geval.

Box 4

2. *Maatschappelijke invloed.* Wanneer we stellen dat de computer het aanzien van de wereld ingrijpend heeft veranderd, dan denken we echter niet alleen aan de massale fysieke verspreiding van de computer, maar ook aan de veranderingen die de computer heeft teweeggebracht in ons individuele leven en in de organisatie van onze maatschappij. In grote delen van de wereld is ICT niet meer weg te denken uit het alledaagse leven. In enkele decennia tijd is een compleet nieuw handelingsrepertoire ontstaan, met

de daarbij behorende kennis en training van vaardigheden ('digibetisering'), maar ook met de daarmee verbonden ongemakken en ziekten, zoals *information stress*, RSI en computerverslaving. Ook maatschappelijke patronen en verbanden worden 'gereconfigureerd'. Cyberspace blijkt geen ervaringsruimte te zijn buiten het alledaagse leven, maar een ruimte waarin de alledaagse ervaring wordt getransformeerd.

Dat technologische ontwikkelingen grote gevolgen kunnen hebben voor de samenleving, is natuurlijk niets nieuws. In de loop van de menselijke geschiedenis zijn technologische ontwikkelingen vaak gepaard gegaan met ingrijpende maatschappelijke en culturele veranderingen. Zo was de stoommachine die de industriële revolutie inluidde meer dan een apparaat dat de tot dan toe agrarische en feodale samenleving in staat stelde bepaalde taken efficiënter dan voorheen uit te voeren. De stoommachine en, in de tweede golf van de industriële revolutie, de elektriciteit speelden een cruciale rol in het ontstaan van een op kapitaal en energie gebaseerde markteconomie en van nieuwe maatschappelijke klassen en tegenstellingen. Tevens had deze nieuwe technologie enorme gevolgen voor het milieu en voor de woon- en leefomstandigheden van de bevolking, die massaal naar de industriesteden trok. Daarmee ging ook de ondergang van het traditionele gemeenschapsleven gepaard en de opkomst van een anonieme maatschappij. Ook de oorlogsvoering kreeg door de ontwikkeling van allerlei nieuwe wapens een geheel nieuw aanzien. En de opkomst van de moderne techniek heeft, om een laatste voorbeeld te noemen, ook het politieke systeem en het openbaar bestuur niet onberoerd gelaten. Veel van de huidige politieke instituties vinden hun oorsprong in het tijdvak van de Industriële Revolutie.

Volgens de Amerikaanse futuroloog Toffler is de informatieve revolutie na de landbouw revolutie in het Neolithicum en de industriële revolutie in de negentiende eeuw de derde grote revolutie in de geschiedenis van de

mensheid. Hoewel mensen de neiging hebben het historische belang van hun eigen tijd schromelijk te overschatten, is het waarschijnlijk niet overdreven te stellen dat de betekenis van de informatietechnologie voor onze cultuur vergelijkbaar is met die van de stoommachine en de elektriciteit in de negentiende eeuw. Hoewel we in veel opzichten nog maar aan het begin staan van de informationele revolutie, tekent zich op vele plaatsen in de samenleving de transformatie naar de informatiesamenleving af. Waar de industriële samenleving was gebaseerd op de productie en het beheer van *energie*, daar draait het in de informationele samenleving steeds meer om de productie, het beheer en de communicatie van *informatie*. Dit nieuwe informatietechnologische paradigma raakt, zoals de socioloog Manuel Castells in zijn trilogie *The Information Age: Economy, Society and Culture* (1996-97) op basis van uitvoerig empirisch onderzoek heeft betoogd, de informatie- en communicatiehuishouding – en daarmee, metaforisch gesproken, het zenuwstelsel – van de moderne samenleving. Het gevolg daarvan is een ingrijpende reconfiguratie van maatschappelijke organisatiestructuren, machtsrelaties en technologische beheersing. We hebben met andere woorden net als in de industriële revolutie van doen met een technologische revolutie met fundamentele maatschappelijke en culturele gevolgen.

Het afgelopen decennium is een grote stroom wetenschappelijke publicaties verschenen waarin de eerste fase van deze transformatie is gedocumenteerd. Of het nu gaat om de productie en distributie en consumptie van goederen en economische dienstverlening, om menselijke communicatie en interactie, gemeenschapsvorming, gezondheidszorg, opvoeding en onderwijs, wetenschap, media en nieuwsvoorziening, kunst, religie, criminaliteit of defensie, op al deze terreinen doen zich fundamentele veranderingen voor. Gemeenschappen en organisaties zijn niet langer aan een geografische plaats gebonden, maar worden dankzij het Internet tot flexibele, virtuele netwerken

die zich steeds minder aantrekken van nationale grenzen en wetten. In mondiale informatienetwerken, waarvan de financiële wereldmarkten de zenuwknopen vormen, worden kapitaal en arbeid voortdurend en razendsnel gecombineerd. Machtsuitoefening wordt in toenemende mate identiek met de controle van de economische, politieke en militaire informatiestromen, waardoor democratische structuren onder druk komen te staan. Anderzijds worden traditionele vormen van hiërarchische, geografisch georganiseerde sturing door ICT uitgedaagd. Netwerktechnologieën nodigen overheden uit tot flexibele, op onderhandelingen gebaseerde sturingsarrangementen. Deze technologieën ontsluiten nieuwe mogelijkheden voor democratische participatie. Met de steeds verdergaande integratie van menselijke en kunstmatige intelligentie en de decodering, recombinate en mogelijk herprogrammering van genetische informatie in de moleculaire genetica en de biotechnologie, zijn levende organismen en uiteindelijk ook het menselijke lichaam en de menselijke geest tot het ultieme object van technologisch beheer geworden en lijkt de mensheid zich op te maken voor een transformatie tot cyborg.

3. *Invloed op mens- en wereldbeeld.* Er is nog een derde reden om te stellen dat de computer het aanzien van onze wereld drastisch heeft veranderd. De computer is niet alleen alomtegenwoordig in onze wereld en van grote invloed op het individuele handelen en de organisatie van maatschappelijke praktijken en organisaties, maar beïnvloedt ook de wijze waarop wij de wereld en onszelf *waarnemen* en *interpreteren*. Ook hier is vergelijking met het verleden instructief. In zijn beroemde studie *De mechanisering van het wereldbeeld* (1950) heeft de wetenschapshistoricus Dijksterhuis beschreven hoe de introductie van het experiment en van de mathematische beschrijving van de anorganische natuur de natuurwetenschappen in de zestiende en zeventiende eeuw een geheel nieuw aanzien gaf. De gevol-

gen van deze wetenschappelijke revolutie bleven niet beperkt tot deze wetenschappen, maar ook een belangrijk deel van de mens- en cultuurwetenschappen werd onder invloed van de natuurwetenschappelijke methode op een nieuwe leest geschoeid. Bovendien hebben de natuurwetenschappen en de daarmee nauw verbonden machine-techniek een cruciale bijdrage geleverd aan de industrialisering van de westerse samenleving. De titel van Dijksterhuis' boek brengt op pregnante wijze de overtuiging van de auteur tot uitdrukking dat de introductie van de nieuwe natuurwetenschappelijke methode uiteindelijk zelfs heeft geleid tot een fundamentele transformatie van het mens- en wereldbeeld. De moderne wetenschappen hebben als geen andere factor bijgedragen aan de onttovering van de wereld en het ontstaan van een hele nieuwe kijk op (het ontstaan van) de wereld en de mens. Om die reden is de mechanisering van de fysica volgens Dijksterhuis veel meer geworden dan een interne methodische aangelegenheid der natuurwetenschap; het is een zaak die de cultuurgeschiedenis als geheel raakt en die het mens- en wereldbeeld op fundamentele wijze heeft getransformeerd.

Informatie- en communicatietechnologieën hebben een ontwikkeling in gang gezet die in veel opzichten herinnert aan de transformatie die Dijksterhuis beschrijft. Ook in het geval van de informatietechnologie hebben wij van doen met een ontwikkeling die zijn oorsprong vindt in de wereld van de exacte wetenschappen en de techniek, die vergaande consequenties heeft voor de overige wetenschappen en voor de samenleving en cultuur als geheel, en die uiteindelijk ook ons mens- en wereldbeeld op een fundamentele wijze raakt. Aan deze 'informatisering van het wereldbeeld' kunnen we verschillende aspecten onderscheiden.

In de eerste plaats wordt onze ervaring van en omgang met de fysische en culturele werkelijkheid in toenemende mate door informatie- en communicatietechnologieën bemiddeld. De beelden en geluiden die dagbladen, tijdschrif-

ten, boeken, radio, televisie en film en het Internet over ons uitstorten worden in toenemende mate met behulp van computers bewerkt of zelfs gegenereerd. Maar ook het ingrijpen in de fysieke werkelijkheid en de interactie met andere mensen wordt steeds vaker door computers gemedieerd.

Ook in het wetenschappelijk onderzoek is de computer niet meer weg te denken. Onderzoeksbronnen, onderzoeksinstrumenten en de uitkomsten van onderzoek worden in rap tempo gedigitaliseerd. De door de wetenschappen onderzochte fysieke en sociale werkelijkheid is steeds vaker als een verzameling door de computer gegenereerde data gegeven, die dan vervolgens ook weer met behulp van computers worden geanalyseerd en bewerkt. Computers leveren wiskundige bewijzen, inspireren tot nieuwe vormen van *fuzzy science* en stimuleren in de geesteswetenschappen de ontwikkeling van nieuwe 'hypermediale' (zie Box 3) manieren van lezen, interpreteren en schrijven.³

Het is niet verwonderlijk dat de massale inzet van computers in de wetenschappelijke praktijk ook het wetenschappelijke wereldbeeld niet onberoerd heeft gelaten. Waar de nauwe samenwerking van moderne natuurwetenschappen en machinetechniek resulteerde in een steeds groeiende kennis van wetmatigheden en op grond daarvan steeds meer fysische, biologische en sociale verschijnselen kon verklaren, voorspellen en beheersen, daar lijken in de wereld van de informatiewetenschap en informatietechnologie deze wetmatigheden *zelf* het object van beheersing te zijn geworden. Informationistische wetenschappen zoals de medische moleculaire genetica en het onderzoek naar kunstmatig leven en kunstmatige intelligentie zijn daarom te beschouwen als *modale* wetenschappen die niet zozeer worden geleid door de vraag hoe de werkelijkheid *is*, maar hoe deze *zou kunnen zijn*. Modale wetenschappen – en hier ligt een interessante parallel met de moderne kunst – zijn niet langer primaire gericht op nabootsing van de natuur, maar veeleer op de creatie van nieuwe natuur.

Daarbij is het begrip *informatie* in vrijwel alle wetenschappen een kernbegrip geworden.

De computer wordt soms ook wel een ‘informatieverwerkende machine’ genoemd. Dat is echter nogal misleidend taalgebruik, wanneer we de gangbare betekenis van het begrip informatie tot uitgangspunt nemen, volgens welke informatie een teken is met (a) een syntactische, (b) een semantische en (c) een pragmatische dimensie. Dit wil zeggen dat een teken uitsluitend kan worden opgevat als informatie wanneer (a) het met een zekere waarschijnlijkheid of frequentie optreedt binnen een sequentie of arrangement van fysische gebeurtenissen, (b) daaraan door een interpreet een specifieke referentie en betekenis wordt toegeschreven, en (c) de potentie bezit het mentale en/of fysieke handelen of gedrag van die interpreet op een bepaalde manier te beïnvloeden. Een zwaar bewolkte lucht biedt informatie aan de wandelaar, tenminste als hij weet dat dergelijke luchten vaak regen aankondigen, en hij op basis daarvan zijn handelen kan afstemmen, bijvoorbeeld door een paraplu mee te nemen. Volgens bovenstaande definitie is de computer zoals we die nu kennen geen informatieverwerkende machine, maar een machine die volgens het principe van Turing niets anders doet dan op strikt mechanische wijze betekenisloze elektronische signalen (data) beschikbaar, volgens regels die (kunnen) worden geformuleerd los van de referentie of betekenis die de computergebruiker daaraan toekent. Slechts in diens bewustzijn worden deze betekenisloze *data* tot *informatie* en daarmee mogelijk tot een bouwsteen van *kennis* (opgevat als een betekenisvolle samenhang van informatie).

Box 5

We kunnen daarbij in de eerste plaats denken aan gelijktijdig met de computer tot ontwikkeling gekomen en veelal wiskundig georiënteerde disciplines die informatie en

informatieverwerking als object hebben, zoals de cybernetica en informatica, met inbegrip van de toegespitste varianten daarvan, zoals de technische, medische, economische, bestuurskundige, juridische en taalkundige informatica. In *Mind Tools: the Mathematics of Information* (1988) argumenteert Rudy Rucker dat informatie meer is dan louter een nieuw object van wiskundig onderzoek. Volgens hem is het begrip informatie een fundamenteel begrip dat ten grondslag ligt aan alle subdisciplines binnen de wiskunde. Wiskunde, zo luidt zijn redenering, kan immers begrepen worden als een verzameling formele technieken – algoritmen – om gegeven informatie te transformeren tot nieuwe informatie. Ook in de natuurwetenschappen treedt het begrip informatie steeds vaker op de voorgrond. Fysische, chemische en biologische systemen worden beschouwd als informatieverwerkende systemen. In de fysica heeft vooral de statistische benadering in de thermodynamica en de quantummechanica informatie tot een cruciaal begrip gemaakt. En ook in de biologie is het begrip informatie een kernbegrip geworden. Zo stelt de moleculair bioloog Manfred Eigen: ‘Aan het eind van de twintigste eeuw worden we ons ervan bewust dat in de verschillende takken van de biologie analoge vraagstukken worden geformuleerd. Deze kunnen worden samengevat in de vraag “Hoe wordt informatie gegenereerd?”. Dit geldt zowel, op moleculair niveau, voor het evolutieproces, voor het proces van differentiatie op het niveau van de cel, als voor het denkproces in een netwerk van zenuwcellen.’ (uit zijn artikel ‘What will enjure of 20th Century Biology’ uit 1995). Het laatste voorbeeld van Eigen lijkt te impliceren dat ook de geest in termen van informatie kan worden begrepen. Op basis van deze aanname is in de afgelopen decennia onder de titel *cognitive science* een nieuwe discipline tot ontwikkeling gekomen. In de cognitieve wetenschap wordt de analyse van de menselijke geest zoals deze voorheen plaatsvond in de psychologie, de linguïstiek, de filosofie, de computerwetenschappen en de neuro-weten-

schappen samengebracht onder de noemer van het begrip informatie. ‘Cognitieve wetenschappers’, zo schrijft A.N. Stillings in het overzichtswerk *Cognitive Science* (1995), ‘beschouwen de menselijke geest als een complex systeem ten behoeve van de ontvangst, de opslag, het terugvinden, het transformeren en de overdracht van informatie.’ Ook in de sociale wetenschappen, te denken valt aan sociaal-wetenschappelijk onderzoek naar uiteenlopende aspecten van de informatiesamenleving en nieuwe disciplines als e-conomy, is het begrip informatie één van de kernbegrippen geworden. Getuige nieuwe disciplines als de hierboven genoemde *cognitive science* staat het begrip inmiddels ook hoog op de agenda van een aantal geesteswetenschappen.

Het is dus niet alleen in letterlijke zin dat ons beeld van de wereld door de informatietechnologie wordt getransformeerd. Ook in overdrachtelijke zin is er sprake van een *informatisering van het wereldbeeld*. Dat hoeft niet te verbazen, aangezien nieuwe technieken van oudsher zijn aangegrepen om mens en wereld te begrijpen. Ten tijde van de mechanisering van het wereldbeeld werd het universum en de mens beschouwd als een ingewikkeld mechanisme en aan het begin van de twintigste eeuw werd het zenuwstelsel voorgesteld als een elektrisch systeem. Door de cruciale rol die de computer in onze wereld speelt, is het begrijpelijk dat steeds meer zaken vanuit een informatieperspectief worden beschouwd. ‘Misschien’, zo brengt Keith Devlin deze neiging in zijn boek *Logic and Information* (1991) tot uitdrukking – en hij herhaalt daarmee slechts wat in verschillende toonaarden sinds Norbert Wiener uit de jaren veertig stammend baanbrekend werk op het terrein van de cybernetica steeds opnieuw is beweerd – ‘zouden we informatie moeten beschouwen als (en misschien *is* zij zelfs) een basiseigenschap van het universum, naast materie en energie (en met beide onderling converteerbaar)’. In de fysica en in de *cognitive science* wordt dan ook wel de vraag gesteld of de hele natuur, de mens inclusief, eigenlijk wel meer is dan een gigantische turingmachine.

Wat willen wij met cyberspace?

Zoveel is duidelijk: de computer en de daardoor ontsloten cyberspace heeft niet alleen een ingrijpende invloed op ons doen en laten in de wereld, maar ook op ons wereldbeeld en ons zelfbegrip. Zoals vaak bij de introductie van een nieuwe technologie, roept de ontwikkeling daarvan tegenstrijdige reacties op. Waar sommigen de ontwikkeling van cyberspace utopisch of zelfs euforisch verwelkomen als een panacee voor allerhande culturele en persoonlijke problemen, daar vervallen anderen in vormen van doemdenken waarbij de dystopieën van Aldous Huxley (*Brave New World*) en George Orwell (1984) verbleken.

Inmiddels begint cyberspace een onderdeel van ons alledaagse leven te worden en wordt het oordeel een stuk genuanceerder. We beginnen te beseffen dat computers en de daardoor ontsloten cyberspace zowel een credit- als een debetrekking bezitten. Zoals de meeste technologieën zijn ook de informatie- en communicatietechnologieën noch alleen maar goed noch alleen maar slecht. Maar dat betekent niet dat ze neutraal zouden zijn! Ze brengen wel degelijk belangrijke veranderingen met zich mee. Het punt is veeleer dat deze veranderingen meestal zowel positieve als negatieve effecten hebben. Zo heeft het Internet zonder twijfel belangrijke gevolgen voor het sociaal verkeer. Menselijke contacten raken in toenemende mate gemiddeld. Dat is op zichzelf niet alleen maar goed of alleen maar slecht. Immers, het Internet kan zowel een aan zijn bed gekluisterde langdurig zieke uit zijn sociale isolement halen als een aan online gokken verslaafde in een sociaal isolement brengen.

Het is begrijpelijk dat velen de besproken technologische ontwikkelingen met een zekere bezorgdheid gadeslaan. Niet alleen gaan deze ontwikkelingen veel sneller dan voorheen, maar ook lijken ze vaak een onafwendbaar verloop te hebben. De technische wereld lijkt dan steeds verder *Out of Control* te geraken, om de titel van een

bekend boek van Kevin Kelly (1994) te citeren. Die vrees is niet geheel ongegrond. Technologieën krijgen vaak, als ze eenmaal zijn ontwikkeld, een eigen dynamiek die moeilijk te beheersen valt. Wie de computer weer zou willen afschaffen, zou al snel de indruk maken een eigentijdse Don Quichotte te zijn! Maar dat betekent niet dat technologieën zichzelf ontwikkelen. De ontwikkeling van nieuwe technologieën is – althans tot op heden grotendeels – mensenwerk en juist in de ontwikkelingsfase zijn de beslissingen die door ontwerpers, fabrikanten, overheden en burgers worden genomen cruciaal. Zeker op het gebied van de informatietechnologie, die door haar programmeerbaarheid bijzonder flexibel is en voortdurend in ontwikkeling is, moeten de genoemde partijen voortdurend beslissingen nemen over de wenselijkheid van de te ontwikkelen mogelijkheden.

Proberen de ontwikkelingen te sturen lijkt soms iets weg te hebben van een poging van een zwemmer de koers te verleggen van een oceaanstomer. Maar wie bedenkt dat de allerkleinste verandering van koers de oceaanstomer na verloop van tijd op een hele andere plaats doet uitkomen, zal ook beseffen dat iedere poging de ontwikkeling van cyberspace ten goede te beïnvloeden de moeite van het proberen waard is. Maar dat vereist wel dat we gebruik maken van een speelruimte die nog veel omvattender is dan cyberspace: die van de menselijke verbeelding.

NOTEN

- 1 Deze tekst vormt een geactualiseerde bewerking van de eerste twee paragrafen van de Inleiding van het boek J. de Mul (red.), *Filosofie in cyberspace. Reflecties op de informatiemen communicatietechnologie*, Kampen, Klement, 2de druk 2005, p. 10-24. Veel van de thema's die in het hiernavolgende worden genoemd komen uitvoeriger aan de orde in J. de Mul, *Cyberspace Odyssee*, Kampen, Klement, 2005,

4de druk. Voor wie zich verder wil verdiepen in deze thema's bevatten deze beide boeken ook uitgebreide overzichten van de literatuur.

- 2 Leibniz is ook om een andere reden van belang voor de ontwikkeling van de computer: hij bedacht het binaire getalstelsel dat, zoals we hierna zullen zien, wordt toegepast in de elektronische computer.
- 3 Daarbij vinden er ook opmerkelijke kruisbestuivingen tussen de verschillende wetenschappen plaats. Zo worden bijvoorbeeld in de scheikunde ontwikkelde computersimulaties van de vermenging van stoffen met succes aangewend om de verspreidingspatronen van de landbouw in prehistorisch Europa te verklaren. Omgekeerd wordt de moleculaire genetica in haar streven de in het DNA gecodeerde genetische informatie te ontcijferen tot een eigenaardige vorm van tekstinterpretatie. Ook in de wetenschap wordt er momenteel dus volop gesampled!