



3 De digitale ecologie van 2030

Leven, werken en leren in een digitale samenleving

Ben van Lier

Samenvatting

In 2030 zullen, zo is de verwachting, circa 50 miljard apparaten in wereldwijde netwerken zijn verbonden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan smartphones, auto's, televisies, productiemachines, koelkasten, windturbines, vliegtuigmotoren en medische implantaten. Gezamenlijk produceren deze 'apparaten' dan 175 zettabytes aan data en informatie. De onderling verbonden apparaten kunnen door middel van algoritmes en software en met behulp van data en informatie zelfstandig in deze netwerken communiceren en interacteren. Algoritmes, software en data vormen in gezamenlijkheid eveneens de basis voor de ontwikkeling en toepassing van Artificial Intelligence (AI). In gezamenlijkheid creëren onderling verbonden mensen, apparaten, algoritmes, software en data/informatie in de komende jaren een intelligent Europees digitaal ecosysteem. In de ontwikkeling en evolutie van dit digitale ecosysteem zullen bestaande door mensen uitgevoerde activiteiten en daarbij behorende kennis veranderen of verdwijnen. Nieuwe kennis en vaardigheden zijn noodzakelijk om binnen de Europese digitale ecologie als mens te kunnen leven, werken en leren.

1. Introductie

Anno 2020 leven en werken er in de wereld 7,75 miljard mensen. Het aantal wereldburgers zal tot 2030 langzaam maar zeker groeien tot 8,6 miljard. Van alle mensen gebruikt nu 67% een mobiele telefoon voor interpersoonlijke communicatie en bijvoorbeeld 'gaming'. Dit aantal zal in 2025 zijn gegroeid naar 70%. Ongeveer twee derde van deze telefoons kan worden benoemd als een smartphone. Alleen al in China zijn momenteel meer dan 900 miljoen mobiele telefoons (merendeels smartphones) dagelijks actief en die worden gebruikt bij activiteiten in veel maatschappelijke sectoren. Op een smartphone worden gemiddeld 35 software-apps geïnstalleerd, die verbonden zijn met

de besturingssoftware iOS of Android. Door middel van de smartphone zijn wij als vanzelfsprekend in ons dagelijks leven en werk verbonden met het internet. Al deze verbindingen gezamenlijk maken het voor ons mogelijk via onze smartphone te communiceren met andere mensen, maar ook steeds meer met andere objecten of apparaten die in dit netwerk zijn verbonden. De software-apps op onze telefoon stellen ons bijvoorbeeld ook in staat te navigeren naar een specifieke plaats (GPS), ons energiegebruik thuis te controleren en onze mening te geven via sociale media. Tegelijkertijd kunnen wij door middel van allerlei lifestyle- en gezondheidgerelateerde wearables, die draadloos verbonden zijn met de smartphone, data en informatie delen met andere personen, andere (zorg)objecten en organisaties. Wij communiceren steeds meer via de smartphone met apparaten in ons huis, zoals de televisie, de koelkast, de thermostaat of de slimme deurbel. Ook apparaten buitenshuis zoals de robotgrasmaaier, zonnepanelen of de auto hebben een verbinding met het internet, wat ons in staat stelt door middel van data of informatie te communiceren en te interacteren met deze slimme objecten. *Slim*, omdat de betrokken apparaten door het verzamelen, analyseren en betekenis geven aan data, kunnen leren van hun gedrag en eerdere besluitvorming, en ons als mensen steeds beter kunnen bijstaan in het uitvoeren van taken of het nemen van beslissingen. De artificiële intelligentie waarop deze intelligentie is gebaseerd, stelt ons steeds meer in staat om zonder toetsenbord te communiceren met onze smartphone met de virtuele assistent van onze smartphone zoals SIRI, BIXBY, Cortana en andere apparaten, zoals de Alexa of Google Home of objecten zoals de smart-televisie. Onze smartphone en software-apps bieden ons ook de gelegenheid mobiel te bankieren en te betalen voor activiteiten of boodschappen die wij via het internet zelf bestellen of door onze slimme koelkast laten bestellen. PwC (2016, p.3) stelt: *“Over the next ten years (and beyond) we’re set to see even faster changes in the payments landscape, building on the accelerating growth in electronic payments and the advent of new and disruptive market players. And the emerging markets will be at the forefront of this payment’s transformation.”* Door deze gecombineerde ontwikkelingen leven en werken wij in 2030 in een digitaal ecosysteem, dat bestaat uit een complex geheel aan verbindingen tussen mensen onderling en tussen mensen en objecten. Communicatie en interactie binnen dit digitale ecosysteem vindt steeds meer plaats op basis van combinaties van algoritmes/software en data en informatie die zijn verbonden aan de objecten en apparaten om ons heen. In dit essay wordt stilgestaan bij een aantal van de genoemde ontwikkelingen. Allereerst wordt ingegaan

op de ontwikkeling van de digitale ecologie. Daarna zal meer specifiek worden onderzocht welke rol data en informatie spelen in de ontwikkeling van de digitale ecologie. Data en informatie vormen de grondstof voor de ontwikkeling en toepassing van AI en 'machine learning'. In de ontwikkeling van de digitale ecologie speelt AI een belangrijke rol in het realiseren van intelligent functioneren van daarin aanwezige mensen en objecten/apparaten. Onvermijdelijk zorgen deze gecombineerde technologische ontwikkelingen voor veranderingen van de leef- en werkwereld voor de mensen aanwezig in het digitale ecosysteem. In het laatste deel wordt stilgestaan bij de nieuwe kennis en vaardigheden waarover mensen moeten gaan beschikken om in de digitale ecologie samen te kunnen leven met onderling verbonden intelligente digitale objecten/apparaten. Het essay wordt afgesloten met een aantal conclusies en aanbevelingen.

2. Digitale ecologie

a. (Industrial) Internet of Things en cyber-physical systems

In 1991 publiceert de Amerikaanse wetenschapper Mark Weiser (1991, p. 1) een artikel waarin hij stelt: *"The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it."* Met dit artikel legt hij de basis voor het denken over de ontwikkeling van een Internet of Things (IoT). Het IoT ontwikkelt zich in de jaren erna langzaam maar zeker tot een onderling in netwerken verbonden geheel van objecten/apparaten bijvoorbeeld aanwezig in ons huis of aan ons verbonden via de smartwatch of Fitbit. Ook in organisaties waarin wij werken, is na 2010 het aantal digitale en met het internet verbonden objecten of apparaten snel toegenomen. Van het koffieapparaat tot en met de productielijn, die via verbindingen binnen de organisatie steeds meer communiceren met soortgelijke apparaten en machines in andere organisaties. Het IoT ontwikkelt zich daarmee steeds meer ook tot een Industrial IoT. Fysieke objecten, zoals (vracht)auto's, vliegtuigen, zonnepanelen, windmolens, MRI-scanners en drones, maar ook televisies, wasmachines, thermostaten en deurbellen worden steeds meer en als vanzelfsprekend verbonden met een netwerk. Ook industriële sectoren en concepten zoals Industries 4.0, smart energy, smart city en smart healthcare gaan steeds meer en als vanzelfsprekend uit van componenten, apparaten, machines of gehele fabrieken of organisaties die onderling zijn of worden verbonden in wereldwijde netwerken.

De ontwikkeling naar dit nieuwe geheel van onderling verbonden objecten en apparaten wordt door Brynjolfson en McAfee (2014, p. 96) omschreven als: *“The second machine age will be characterized by countless instances of machine intelligence and billions of interconnected brains working together to better understand and improve our world. It will make mockery out of all that came before.”* Het geheel aan in netwerken verbonden objecten/apparaten heeft in 2018 een omvang bereikt van circa 22 miljard. Dit aantal zal groeien naar circa 39 miljard objecten/apparaten in 2025 en in 2030 een omvang bereiken van circa 50 miljard apparaten. De objecten die wij produceren, gebruiken of toepassen worden nu ook wel cyber-physical systems genoemd. Een cyber-physical system refereert volgens Baheti en Gil (2011) aan een nieuwe generatie van systemen die beschikken over: *“integrated computational and physical capabilities that can interact with humans through many new modalities. The ability to interact with, and expand the capabilities of, the physical world through computation, communication and control is a key enabler for future technology developments”*. De nieuwe synthese van fysieke eigenschappen met algoritmes en software geven, zo stellen Baheti en Gil, apparaten niet alleen de mogelijkheid om zich in netwerken te verbinden en onderling te communiceren en te interacteren. De synthese stelt de gebruiker eveneens in staat nieuwe mogelijkheden te gebruiken om het apparaat te benaderen, bijvoorbeeld door middel van spraak, aanraken, gebaar of beeld. In 2019 doet het Nationaal Institute of Standards and Technology USA (NIST) onderzoek naar de verschillen en overeenkomsten tussen (I)IoT en cyber-physical systems. Naar aanleiding van dit onderzoek concluderen zij in een rapport: *“The phrases ‘cyber-physical systems,’ or ‘CPS,’ and ‘Internet of Things,’ or ‘IoT,’ have distinct origins but overlapping definitions, with both referring to trends in integrating digital capabilities, including network connectivity and computational capability, with physical devices and systems. Examples range from intelligent vehicles to advanced manufacturing systems, in sectors as diverse as energy, agriculture, smart cities, and beyond”* (Greer et al., 2019, p. V). De ontwikkeling van het (Industrial) IoT en daaropvolgend de cyber-physical systems wordt gekenmerkt door een toenemende hoeveelheid fysieke objecten en apparaten die door middel van algoritmes, software en data onderling kunnen communiceren en interacteren.

De globale ontwikkeling van deze onderling verbonden objecten en apparaten zorgt, zo stelt het World Economic Forum (WEF), voor een vierde industriële revolutie. De vierde industriële revolutie creëert, zo stelt het WEF:

“radically new approaches that revolutionize the way in which individuals and institutions engage and collaborate” (Schwab, 2016, p. 19). Digitale technologieën creëren disruptieve mogelijkheden voor nieuwe combinaties van producten en diensten die over traditionele grenzen gaan van organisaties en vakgebieden. Een van de voorbeelden, zo stelt het WEF, is de automotive-sector, waar een auto is veranderd in een computer op wielen waarbij de kosten voor elektronica en software circa 40% uitmaken van de productiekosten van de auto. Volgens het WEF zorgt een verdergaande digitalisering van goederen en diensten voor een hyper-connected wereld. Door de toenemende verbindingen tussen mensen en apparaten/machines zal de complexiteit en interconnectiviteit binnen onze dagelijkse woon-, leef- en werkwereld zienderogen gaan toenemen.

In Europa worden deze technologische ontwikkelingen ook gezien. Het European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS) constateert in een rapport dat de wereld op weg is naar een nieuwe *“geo-political, geo-economic and geo technological order”* (ESPAS, 2019). Tegelijkertijd groeit het aantal aan onderling verbonden objecten en apparaten exponentieel. Deze groei wordt voornamelijk gevoed door het snelgroeiende IoT en de vierde industriële revolutie. De onderzoekers van ESPAS stellen dan ook: *“Indeed ‘connectivity’ is becoming a forceful expression of political power and global ambition far surpassing mere economics”* (ESPAS, 2019). De toenemende connectiviteit is net zoals andere megatrends in zichzelf niet positief of negatief, zo stellen de onderzoekers, maar is tegelijkertijd in feite beide. Connectiviteit zorgt meer dan iets anders voor het vergroten van het repertoire van traditioneel menselijk gedragingen. In die zin geven de snel toenemende verbindingen een bepaalde mate van voorspelbaarheid doordat er enkele zekerheden bestaan over menselijke gedragingen. Aan de andere kant doordringen de enorme technologische ontwikkelingen en toenemende onderlinge verbindingen langzaam maar zeker elke vorm van het menselijk bestaan. Aan deze snelle ontwikkelingen zullen in de komende jaren voortdurend nieuwe ontwikkelingen en innovaties worden toegevoegd. Zeker is dat in de komende jaren nieuwe ontwikkelingen gaan ontstaan op het vlak van het IoT, AI, advanced robotics, wearables en 3D-printing. Ook andere technologische ontwikkelingen zoals blockchaintechnologie, nieuwe vormen van energieopslag en 5G- en 6G-protocollen voor communicatie zullen zorgen voor nieuwe en mogelijk verdergaande disruptieve innovaties. Volgens de onderzoekers zullen deze technologische ontwikkelingen in de komende jaren zorgen voor veranderingen in de wijze waarop we werken,

oorlog voeren, ouder worden, communiceren, problemen oplossen, reizen, handelen, informatie uitwisselen, in steden leven, misdaad oplossen, zakendoen en ons verbinden met familie, vrienden en geliefden.

Deze technologische ontwikkelingen kunnen door Europa niet worden gestopt maar wel worden beïnvloed. Als Europa dit niet doet, dan zullen anderen dat voor Europa doen. Het zal daarmee duidelijk zijn dat wij langzaam maar zeker op weg zijn in de onomkeerbare vorming van een digitaal ecosysteem. Een digitaal ecosysteem is als geheel gevormd uit onderlinge verbindingen, communicatie en interacties tussen levende en 'niet' levende systemen. Een digitaal ecosysteem is voortdurend onderhevig aan veranderingen door een combinatie van onderlinge verbindingen, communicatie en interactie tussen de onderdelen binnen het geheel en deze onderdelen en hun omgeving. De grenzen van dit ecosysteem zijn niet statisch en veranderen voortdurend op basis van communicatie en interactie tussen onderdelen van het systeem en hun buitenwereld.

b. Data

Het leren begrijpen van de productie, het gebruik, de analyse, de beveiliging en het beheer van data en informatie wordt daarmee in de komende jaren een cruciaal vraagstuk in de vorming van dit digitale ecosysteem.

Het onderzoeksbureau IDC (Reinsel et al., 2018) omschrijft in een rapport het geheel aan data en informatie die binnen het digitale ecosysteem gebruikt en opgeslagen zullen worden, als de Global Datasphere. De Global Datasphere volgt qua groei de snelle ontwikkelingen van onderling verbonden mensen en objecten/apparaten die communiceren en informeren binnen het digitale ecosysteem. De hoeveelheid gecreëerde, gekopieerde en opgeslagen data en informatie zal volgens IDC gaan groeien van 33 zettabytes (1 zettabyte is 10^{21}) in 2018 tot 175 zettabytes in 2025. De groei wordt gestimuleerd door de evolutionaire technologische veranderingen waarop de beschikbare netwerken in de wereld zijn gebaseerd en die de verbindingen mogelijk maken, zo stelt McKinsey (2020). De bestaande 4G-netwerken worden momenteel opgewaardeerd naar 5G-netwerken, waarmee meer, snellere en betrouwbare (draadloze) verbindingen mogelijk worden. De verwachting is dat na 2025 nieuwe ontwikkelingen en toepassingen richting onder andere 6G-netwerken zich zullen gaan aankondigen. De snelle groei van het aantal in netwerken verbonden apparaten, de toenemende onderlinge afhankelijkheid van deze

apparaten en de door deze apparaten geproduceerde en gecommuniceerde data maken dat zowel de Nederlandse overheid als de Europese Commissie zich zorgen maakt over het beheer en gebruik van deze data voortkomend uit Nederland en Europa.

In 2020 heeft de Europese Commissie een Europese strategie gepubliceerd voor het toekomstig beheer en gebruik van gegevens in Europa. De Europese Commissie stelt in deze strategie onder andere dat er op dit moment een klein aantal bedrijven is dat een steeds groter deel van de Global Datasphere beheer(s)t. Een dergelijke concentratie bij enkele spelers kan op termijn volgens de commissie de stimulans in Europa wegnemen voor de ontwikkeling en toepassing van op innovatieve data gedreven economische activiteiten. Daarnaast innoveren concurrerende economieën zoals de Verenigde Staten en China momenteel sneller dan Europa en projecteren zij hun concepten met betrekking tot de toegang en het gebruik van data over de wereld.

Ook in Nederland wordt door het CPB (El Dardiry & Overvest, 2019) geconstateerd dat door de snelle digitale transformatie onze samenleving in hoog tempo verandert. Het CPB verstaat onder digitalisering het gebruik en de toepassing van digitale technologieën in combinatie met data, zodanig dat de nieuwe combinaties altijd resulteren in nieuwe activiteiten of verandering van bestaande activiteiten. De exponentiële groei van data, de snelle vergroting van rekenkracht en de toenemende onderlinge verbondenheid tussen apparaten zijn de drie drivers die de digitalisering van de samenleving mogelijk maken. De zelfversterkende lus tussen deze drie factoren zorgt ervoor dat de ontwikkeling en het functioneren van het digitale ecosysteem steeds krachtiger wordt. Volgens het CPB is het langetermijneffect van deze nieuwe combinaties nog onduidelijk. De snelle digitalisering heeft nu al sommige waardeketens ingrijpend veranderd en, zo stelt het CPB, heeft de potentie in zich om ook andere waardeketens ingrijpend en blijvend te veranderen. Volgens het CPB zal de verdere ontwikkeling van AI de reikwijdte van de digitalisering snel verder uitbreiden, vooral op het vlak van het doen van voorspellingen en het nemen van beslissingen.

Door SEO Economisch Onderzoek (2019, p. 1) wordt met betrekking tot het eigenaarschap van data het volgende gesignaleerd: "Er bestaat 'juridisch' gezien geen eigendom van data zelf, al biedt het intellectueel eigendomsrecht in sommige gevallen wel enige bescherming." Intellectueel eigendom is volgens het SEO een verzamelterm voor diverse absolute (tegen

eenieder werkende) rechten. Deze rechten geven aan de houder bepaalde bevoegdheden die hem in staat stellen toegang en gebruik van data en informatie te controleren. Dit intellectueel eigendom van de producent geldt dan vooral voor apparaten verbonden in netwerken zoals het (Industrial) IoT en cyber-physical systems. De zeggenschap over data gegenereerd door het gebruik van een apparaat, is dus juridisch te onderscheiden van eigendoms- en gebruiksrechten op het apparaat als roerende zaak. De eigenaar van een apparaat krijgt niet op grond van zijn eigendomsrecht exclusieve zeggenschap over die data. De toegang tot het gebruik van data en informatie wordt volgens het SEO dan ook primair geregeld via contracten, waarin tevens wordt bepaald wat met deze data kan en mag worden gedaan. Door de toename van het aantal onderlinge verbindingen tussen objecten/apparaten en de daaruit voortvloeiende enorme groei in data en informatie, neemt het belang van data voor economische activiteiten in de komende jaren snel toe. Bijvoorbeeld als de fabrikant de data kan gebruiken om eigen producten en/of diensten te verbeteren. Door nieuwe datagerelateerde diensten aan te bieden, zal de waarde van data voortvloeiend uit het product voor de producent snel toenemen.

Onderlinge verbindingen tussen objecten en apparaten zullen steeds meer de basis gaan vormen voor bijvoorbeeld steeds intelligentere mobiliteits-systemen, zo stelt McKinsey. De toenemende connectiviteit van de auto kan nieuwe opbrengsten genereren, bijvoorbeeld op het vlak van: predictive maintenance, improved navigation, car-pooling services en gepersonali-seerde infotainment. Toenemende connectiviteit van auto's creëert, zo stelt McKinsey, tegelijkertijd nieuwe mogelijkheden: "Vehicle-to-infrastructure and vehicle-to-vehicle communications can prevent collisions, enable various levels of vehicle autonomy and improve traffic flow." De verbeterde connectiviteit in mobiliteit kan wereldwijd een potentiële opbrengst genereren van 170 biljoen tot 280 biljoen dollar in 2030, zo stelt McKinsey vast.

Door Ecorys (Schipper et al., 2020) is onderzocht wat deze toenemende connectiviteit voor Nederland in het komende decennium economisch zou kunnen gaan betekenen. Ecorys verwacht dat in 2022 alle nieuwe auto's binnen de Europese Unie in netwerken zijn verbonden. Momenteel controleren de meeste autoproducenten grotendeels de toegang tot de data van het voertuig, doordat zij niet alleen het voertuig ontwerpen maar eveneens de

daarin aanwezige telematica. De verbindingen maken communicatie met het voertuig en zijn bestuurder en real-time dataoverdracht van en naar het voertuig mogelijk. Door deze verbindingen kan de technische status van de auto voortdurend worden gemonitord, is directe communicatie met de berijder via het display mogelijk en heeft de producent op afstand toegang tot het voertuig. Verdergaande digitalisering kan leiden tot een situatie waarin slechts de producent van de auto profiteert van de toegenomen connectiviteit, maar niet de samenleving als geheel doordat niet iedereen optimaal gebruik kan maken van de nieuwe mogelijkheden, zo stelt Ecorys. Het verlies van de toegang tot data van voertuigen kan in Nederland verregaande gevolgen hebben voor onafhankelijke garages en toeleveranciers, maar ook voor de rol die Nederland speelt in het ontwikkelen van innovatieve mobiliteitsdiensten. De gehele automotive-industrie zorgt in Nederland voor 80.000 banen en een jaarlijkse opbrengst van 13 miljard euro. Ook de tendens naar elektrisch rijden zal volgens Ecorys een disruptief effect hebben op de Nederlandse automotive-industrie, doordat daarmee de reparatie en het onderhoud van mechanische onderdelen zal verdwijnen. De toenemende onderlinge verbindingen stellen objecten/apparaten en machines in staat om in netwerken autonoom te communiceren en onderling besluiten te nemen. De toenemende connectiviteit heeft nu al economische gevolgen en zal in de komende jaren steeds grotere gevolgen gaan krijgen. Op basis van data en informatie kunnen apparaten en machines betekenis toekennen aan de ontvangen data en informatie en op basis van die toegekende betekenis handelen en activiteiten uitvoeren. Door het verzamelen en analyseren van data en informatie kunnen machines leren en zo intelligenter worden. Met deze intelligentie kunnen weer nieuwe producten en diensten worden gerealiseerd. De groeiende stroom aan data en informatie wordt daarmee de voedingsbron waarop de ontwikkeling van AI vorm kan worden gegeven.

c. Machine Learning

In 1943 publiceren McCulloch en Pitts een artikel waarin zij de werking van het menselijk brein proberen te schetsen. Naar hun mening worden activiteiten van het menselijk brein mogelijk gemaakt door wat zij benoemen als neuronen: entiteiten die in staat zijn tot onderling communiceren in het netwerk. Het menselijk zenuwstelsel is volgens McCulloch en Pitts een netwerk dat bestaat uit onderling verbonden neuronen. Leren ontstaat volgens hen op het moment dat gelijktijdige communicatieactiviteiten tussen neuronen op een eerder moment, het functioneren van het netwerk permanent hebben

veranderd. In 1947 geeft Alan Turing de, voor zover bekend, eerste lezing over het onderwerp 'computer intelligence'. Daaropvolgend schrijft hij in 1948 een document over de mogelijkheden van 'intelligent machinery'. Turing schrijft dat de taal waarin met machines kan worden gecommuniceerd, zal worden gevormd door de taal van instructietabellen die gezamenlijk een vorm van symbolische logica vormen. Het door Turing bedoelde invoeren van instructietabellen wordt normaliter ook wel benoemd als het programmeren van de machine. Of zoals Turing stelt: *"To programme a machine to carry out the operation A means to put the appropriate instruction table into the machine so that it will do A"* (Turing, 1950, p. 437). Turing stelt verder: *"The machine interprets whatever it is told in a quite definite manner without any sense of humor or sense of proportion"* (Turing, 1950). Copeland stelt vast dat het door Turing geformuleerde idee van intelligente machines in het verlengde ligt van de gedachte dat: *"an initially unorganized neural network can be organized by means of 'interfering training' is of considerable significance, since it did not appear in the earlier work of McCulloch and Pitts"* (Copeland, 2013, p. 403). Turing vraagt zich in 1950 af of machines in deze ontwikkeling van onderlinge verbondenheid zouden kunnen leren denken. Voor hem begint de beantwoording van deze vraag bij het definiëren van wat voor ons als mensen de betekenis is van termen als leren en denken. Naar zijn mening moeten we het denken door machines onderscheiden van het denken door mensen en hij stelt hierover: *"May not machines carry out something which ought to be described as thinking but which is different from what a man does"* (Turing, 1950, p. 462). Turing waarschuwt dat de leraar van de machine *"will often be very largely ignorant of what is going on inside, although he may still be able to some extent to predict his pupil's behaviour"* (Copeland, 2013, p. 462). Turing creëert in deze jaren een nieuwe combinatie van hardware en software in de vorm van een digitale machine met een zelfstandig geheugen om de uit te voeren instructies in op te slaan en een computertaal die de machine begrijpt en in staat stelt voorgeprogrammeerde instructies uit te voeren. Naast Turing publiceert ook Shannon in 1950 een artikel met als centrale vraag of een machine in staat zou kunnen zijn om zelfstandig het spel schaken te leren spelen. Shannon stelt over deze vraag: *"Although perhaps of no practical importance, the question is of theoretical interest, and it is hoped that a satisfactory solution of this problem will act as a wedge in attacking other problems of a similar nature and of greater significance"* (Shannon, 1950, p.1). Deze concepten vormen de basis voor het denken over wat vandaag wordt verstaan onder het begrip artificiële intelligentie, een vorm van intelligentie weliswaar gebaseerd op een voor dat moment

nieuwe combinatie van machines (hardware, geheugen), software (taal, instructies) en functionaliteiten (schaak) die de machine in staat stelt tot het leren spelen. In 1955 wordt door McCarthy, Minsky, Rochester en Shannon een voorstel ingediend voor een researchproject gericht op de ontwikkeling van wat zij benoemen als AI. Met dit voorstel wordt tegelijkertijd de term AI officieel geïntroduceerd. Ondanks de activiteiten in Dartmouth in 1955 stelt Samuel in 1959: *“We have at our command computers with adequate data handling ability and with sufficient computational speed to make use of machine learning techniques, but our knowledge of the basic principles of these techniques is still rudimentary”* (Samuel, 1959, p. 211).

De ontwikkelingen op het vlak van machine learning en het leren spelen van een schaakspel leiden dertig jaar later uiteindelijk tot schaakpartijen tussen de toenmalige wereldkampioen schaken Kasparov en de IBM-supercomputer genaamd Deep Blue. De op dat moment wereldwijd snelste supercomputer die specifiek voor dit doel is ontwikkeld, maakt gebruik van door IBM specifiek voor het schaakspel ontwikkelde Deep Thought-chips. Op de hardware functioneren specifiek ontwikkelde algoritmes en software gericht op het efficiënt en effectief spelen van het schaakspel. Deze combinatie wint uiteindelijk vier van de zes schaakpartijen tegen de menselijke wereldkampioen. De mens verliest zijn hegemonie over het schaakspel aan de specifiek hiervoor gebouwde combinatie van hardware, algoritmes en software. Toch is deze vergelijking niet helemaal correct. Korf (1997, p. 1) stelt dan ook: *“For example, Deep blue generates and evaluates 200 million chess positions per second, something no human can do.”* Naar de mening van Korf kan Deep Blue daarmee niet worden gezien als een vorm van ‘artificial’ intelligence die vergelijkbaar is of kan zijn met de intelligentie van mensen. De ontwikkelingen en investeringen op het vlak van hardware, algoritmes en software die bijdragen aan de winst van het schaakspel door Deep Blue op wereldkampioen Kasparov, leiden volgens sommigen te veel af van het meer serieuze werk, zo constateert Nilsson (2010). Hij vindt deze constatering onterecht omdat het leren spelen van spellen door de computer een goede basis vormt voor het ontwikkelen en uitproberen van nieuwe AI-toepassingen en de daarvoor noodzakelijke technologie. Vooral op het vlak van probleemoplossing of het leren door machines vormt spelen een goed laboratorium, alvorens te kunnen komen tot meer serieuze ontwikkelingen. De winst van Deep Blue is volgens Nilsson onder andere te danken aan een oplossing genaamd ‘backpropagation’, het achterwaarts in het netwerk terugbrengen van door het netwerk zelf

geconstateerde fouten, die in het midden van de tachtiger jaren van de vorige eeuw als oplossing is gevonden door Rummelhart, Hinton en Williams. De ontwikkeling van backpropagation in neurale netwerken creëert ook afstand van het denken in menselijke cognitieve processen. Rummelhart et al. stellen vast: *“The learning procedure in its current form, is not a plausible model of learning in brains. However, applying the procedure to various tasks shows that interesting internal representations can be constructed by gradient descent in weight-space, and this suggests that it is worth looking for more biologically plausible ways of doing gradient descent in neural networks”* (Rummelhart et al., 1986, p. 536). Vanaf het midden van de tachtiger jaren van de vorige eeuw ontwikkelt het terrein van AI en machine learning zich snel verder, door onder andere de ontdekking en toepassing van backpropagation. Op basis van wiskundige modellen en betere computers die hiervan gebruik maken, worden steeds meer ontdekkingen gedaan, vooral op deelgebieden van AI, zoals het herkennen van handschriften en beeld- spraak- of objectherkenning. In 2007 volgt een nieuwe stap, wanneer Hinton (2007) aantoont dat veel meer lagen dan verwacht in een neurale netwerk kunnen worden aangebracht en dat daarmee de snelheid van leren van de software op basis van de beschikbare hardware, toeneemt. Hinton stelt hierover: *“There is no concise definition of the types of data for which this approach is likely to be successful, but it seems most appropriate when hidden variables generate richly structured sensory data that provide plentiful information about the states of the hidden variables”* (Hinton, 2007, p. 7).

In een publicatie in 2012 doen Krizhevsky, Sutskever en Hinton verslag van experimenten waarin de vraag centraal staat wat voor soort model in staat zou zijn tot het leren uit miljoenen afbeeldingen. Naar hun mening kunnen zogenaamde ‘convolutional neural networks’ voorzien in antwoorden op dergelijke vragen. Convolutional neural networks worden gekenmerkt door de grote hoeveelheid lagen die gebruikt worden om de propagation en backpropagation van elementen tussen die lagen mogelijk te maken, wat als geheel ook wel wordt benoemd als deep neural networks. Krizhevsky et al. zijn van mening dat: *“CNNs have much fewer connections and parameters and so they are easier to train, while their theoretically-best performance is likely to be only slightly worse”* (Kryzhevski et al., 2012, p. 1). De maximale omvang van deze convolutional neural networks wordt volgens hen bepaald door de hardware en niet door de modellen of de software. Zij constateren: *“In the end, the network’s size is limited mainly by the amount of memory*

available on current GPUs and the amount of training time that we are willing to tolerate. Our network takes between five and six days to train on two GTX 580 3 GB GPUs. All of our experiments suggest that our results can be improved simply by waiting for faster GPUs and bigger datasets to become available" (Kryzhevski et al., 2012, p. 2). Naast hardware, modellen en software doet daarbij tegelijkertijd een nieuw fenomeen de intrede bij de ontwikkeling van AI, namelijk de beschikbaarheid en omvang van datasets die noodzakelijk zijn in het trainen van het netwerk. Silver et al. (2016) komen tot de constatering dat de ontwikkeling van convolutional neural networks: *"have achieved unprecedented performance in visual domains: for example, image classification, face recognition, and playing Atari games. They use many layers of neurons, each arranged in overlapping tiles, to construct increasingly abstract, localized representations of an image. We employ a similar architecture for the game of Go"* (Silver et al., 2016, p. 484). Zij creëren een vorm van kunstmatige intelligentie in de vorm van het AlphaGo-programma. Dit programma is gebaseerd op een combinatie van: *"deep neural networks and tree search, that plays at the level of the strongest human players, thereby achieving one of AI's grand challenges. We have developed, for the first time, effective move selection and position evaluation functions for Go, based on deep neural networks and that are trained by a novel combination of supervised reinforcement learning"* (Silver et al., 2016, p. 488). Het programma is in maart 2016 in staat de wereldkampioen Go (Lee Sudo) te verslaan, die achttien internationale titels op zijn naam heeft staan. De nieuwe combinatie van neurale netwerken en zoekfuncties functioneert opnieuw op specifiek voor dit doel gecreëerde hardware, zo stelt Allen (2019): *"The first generation of Google's primary AI chip, called a Tensor Processing Unit, for example, is manufactured using 28 nanometer process technology, which is already widely available in China. Google claimed in 2017 that its first TPU was 15-30 times faster and 30-80 times more power efficient for AI workloads than contemporary GPU's"* (Allen, 2019, p.17). Het geheel van hardware en software, neurale netwerken en voorafgaand beschikbare data is opnieuw de mens de baas, ditmaal op het vlak van strategisch inzicht in combinatie met vooruit kunnen denken.

Helaas wordt AI door de snelle ontwikkelingen steeds meer een gevangene van de specifiek daarvoor ontwikkelde combinaties van hardware, algoritmes en software. De specifieke combinaties noodzakelijk voor de uitvoering worden op hun beurt weer opgesloten achter de muren van een privaat datacenter, dat eigendom is van Amerikaanse bedrijven zoals Apple,

Amazon, Microsoft, Facebook of Google. De verdergaande ontwikkeling van AI is daarmee afhankelijk geworden van data en informatie die vanuit de omgeving wordt aangeboden aan de poorten van het private datacentrum. Het verwerkingsproces en daarmee de ontwikkeling van het leren vindt zo plaats achter de gesloten deuren van dit datacentrum en is tegelijkertijd eigendom van de eigenaar van de specifieke combinatie. De verwerking van steeds meer data maakt daarmee de onzichtbare combinatie van hardware en software steeds slimmer, sneller en beter in de verwerking van de aangeboden data. De buitenwereld krijg slechts de resultaten te zien die voortkomen uit het intelligente verwerkingsproces, zonder dat kan worden waargenomen of geverifieerd hoe deze resultaten tot stand zijn gekomen. Machine learning als proces is daarmee een gevangene geworden van de eigenaar van de specifieke omgeving waarin ze wordt ontwikkeld en beheerd. Dergelijke toepassingen zien we nu steeds meer, bijvoorbeeld in de vorm van persoonlijke assistenten die met ons kunnen communiceren, ons kunnen herkennen, voor ons het weer kunnen voorspellen of medische diagnoses over onze gezondheid kunnen stellen. Voorbeelden hiervan zijn Siri van Apple, Alexa van Amazon, Google Assistant, Microsoft Xiaoice, IBM Watson, Samsung Bixby, Baidu DuerOS en Tencent Dingdang. Sinds 2017 zijn het niet alleen Amerikaanse bedrijven en (overheids)organisaties die leidend zijn in de ontwikkeling en productie van AI. In dat jaar publiceerde de Chinese overheid een plan met de titel 'A next Generation Artificial Intelligence Development plan'. Het plan stelt dat China uiterlijk in 2030: *"should achieve world leading levels, making China the world's primary AI innovation center, achieving visible researching results in intelligent economy and intelligent society applications, and laying an important foundation for becoming a leading innovation-style nation and an economic power"* (State Council, 2017). In China werken overheid, bedrijven (bijvoorbeeld Baidu, Ali Baba en Tencent) en instellingen samen om dit doel in 2030 te bereiken. Nieuwe toepassingen zoals de Chinese persoonlijke assistenten Duer (Baidu), DingDang (Tencent), AliGenie (AliBaba), Xiao Ai (Xiaomi) of Translator (iFlytek), behoren nu al tot de top tien van de wereld. De ontwikkeling van AI en daaruit voortvloeiende producten en diensten dreigt daarmee langzaam maar zeker ook een strijd te worden om de hegemonie over de nieuwe technologie tussen staten, culturen en zich daarbinnen ontwikkelende en concurrerende bedrijven, producten, diensten en overheden.

De snelle ontwikkelingen op het vlak van hardware, algoritmes, software en data doen ook steeds meer zorgen ontstaan over de mogelijke gevolgen

van de rationalisering en mathematisering van onze leef- en werkweld. Het risico dat uit deze snelle ontwikkelingen een vorm van Artificial General Intelligence (AGI) kan voortkomen, die als superintelligentie de mens kan overvleugelen, wordt al in 2014 geanalyseerd door Bostrom. Hij definieert een dergelijke vorm van superintelligentie als: *“any intellect that greatly exceeds the cognitive performance of humans in virtually all domains of interest”* (Bostrom, 2014, p. 23). Hij baseert de ontwikkeling van een dergelijke vorm van superintelligentie voornamelijk op het ontstaan van nieuwe combinaties van enorme hoeveelheden in netwerken verbonden en autonoom functionerende apparaten die met behulp van AI zelfstandig voor en over de mens besluiten kunnen nemen. Door O’Neill wordt in 2016 een waarschuwing gegeven voor de gevaren van het toenemende gebruik en toepassing van algoritmes en software die steeds meer besluiten voor en over ons als mensen nemen. Zij stelt dan ook: *“Nevertheless, any of these models encoded human prejudice, misunderstanding, and bias into the software systems that increasingly manage our lives”* (O’Neil, 2016, p. 3). Het CBS constateert in 2019 op basis van verkennend onderzoek naar het gebruik van dergelijke algoritmen binnen de Nederlandse overheid, dat ook in Nederland dergelijke algoritmen worden ingezet voor uiteenlopende doelen, afhankelijk van de taken van de organisatie. Volgens het CBS is het meest genoemde doel voor het gebruik van deze algoritmen: het signaleren van verhoogde risico’s. De genoemde risico’s kunnen dan betrekking hebben op bijvoorbeeld vroegtijdig schoolverlaten, fraudeurs of verzakking van funderingen, zo constateert het CBS. In 2019 stelt Mitchel zich de vraag of we bang moeten zijn voor de snelle ontwikkelingen op het gebied van AI. Naar haar mening zijn superintelligente combinaties nog op geen stukken na in ontwikkeling en zeker nergens zichtbaar. Wel is zij van mening dat zeker het gevaar bestaat van gevaarlijk of onethisch gebruik van algoritmes en data in de komende jaren. Zij stelt dan ook: *“It’s scary, but on the other hand I’m heartened by the wide attention this topic has recently received in the AI community and beyond”* (Mitchel, 2019, p. 279).

Tegen de achtergrond van deze ontwikkelingen publiceert de Europese Commissie in februari 2020 een white paper. In dit white paper schetst de commissie een Europese benadering van AI op basis van uitmuntendheid en vertrouwen. Voor de Europese Commissie is AI in de kern een verzameling van technologieën die: *“combine data, algorithms and computing power”* (EU, 2020, p. 2). Door de Europese Commissie wordt ook vastgesteld dat Europa momenteel op dit terrein minder presteert dan de Verenigde Staten

en China. De concurrentieachterstand in de ontwikkeling en toepassing van AI wordt in de EU voornamelijk veroorzaakt door het feit data en informatie binnen de Europese Unie moeilijk uitwisselbaar, toegankelijk en toepasbaar zijn. Tegelijkertijd vinden grote veranderingen plaats in de waardebeoordeling, door het intensief (her)gebruik van data en informatie in en tussen sectoren. De commissie stelt dan ook in de white paper dat zij van plan is het komende decennium vooral vorm te gaan geven aan het ontwikkelen en vormgeven van de fundering van de algoritmes die als basis dienen van de ontwikkeling van AI. Hiervoor zullen bruggen moeten worden geslagen tussen verschillende en afzonderlijk van elkaar opererende wetenschappelijke disciplines en maatschappelijke sectoren. Om de bestaande achterstand met de Verenigde Staten en China in de komende jaren te overbruggen, zullen er door de Europese Commissie op verschillende terreinen acties moeten worden ondernomen. Deze acties zullen moeten worden ondersteund door een sterke nadruk op het vergroten van de kennis en vaardigheden, om de tekorten op dit terrein in te kunnen lopen. Het door de commissie te ontwikkelen actieplan moet een bijdrage leveren aan een beter gebruik van data en op AI gebaseerde technologieën, door vooral het Europese opleidings- en educatiesysteem geschikt te maken voor de digitale tijd. Zoals de commissie stelt, moet het plan erop zijn gericht om op alle niveaus van educatie en opleiding het bewustzijn over de ontwikkeling en toepassing van AI te bevorderen: *“in order to prepare citizens for informed decisions that will be increasingly affected by AI”* (EU, 2020, p. 7). Het vergroten van bewustzijn en kennis en het verbeteren van vaardigheden in het proces van digitale transformatie en de ontwikkeling van AI bij de gehele werkende bevolking, draagt er dan aan bij om de Europese samenleving in de komende jaren geschikt te maken voor de digitale transformatie geleid door de snelle ontwikkeling en toepassing van AI.

3. Digitale ecologie, werkgelegenheid en opleiding

De relatief snelle ontwikkeling van de digitale ecologie, de toenemende waarde van data en informatie en de positionering van AI roepen voor de toekomst steeds meer vragen op over de positie van de mens binnen dit digitale ecosysteem. In het voorwoord van een rapport stelt een Europese expertgroep in 2019: *“Digital transformation, including but not limited to advancements in Artificial Intelligence and automation, is having an impact on the way we live and work in Europe, but also globally”* (EU, 2019). Volgens de expertgroep is het sleutelbegrip in deze transformatie: verandering. Als onderdeel van een globaal

functionerende wereld met sterke wederzijdse afhankelijkheden, kunnen wij de digitale transformatie zeker niet vermijden of voorkomen. Of we het willen of niet, we zullen de uit de transformatie voortvloeiende veranderingen moeten accepteren en ervoor zorgen dat we ons als Europa met een vooruitziende blik en een strategische aanpak gereedmaken voor een nieuwe positie in de digitale ecologie van 2030.

De veranderingen zullen onvermijdelijk de Europese arbeidsmarkten gaan beïnvloeden en mede gaan bepalen hoe de relaties tussen werknemers en werkgevers op termijn zullen worden gevormd. Volgens McKinsey (2020) zal, wanneer de economie na de COVID-19-pandemie in Europa aantrekt, het tekort aan goed opgeleide werknemers pijnlijk duidelijk worden. Dit wordt vooral veroorzaakt door de snel vergrijzende beroepsbevolking in de jaren tot 2030. De beroepsbevolking zal dan met circa 13,5 miljoen mensen of 4% gaan afnemen. Van de overige beroepsbevolking zal meer dan de helft geconfronteerd worden met grote veranderingen voortvloeiend uit de digitale transitie. Dit zal het voor hen noodzakelijk maken nieuwe vaardigheden te verwerven.

Volgens McKinsey (2020) zullen daarnaast nog eens 94 miljoen werknemers geconfronteerd worden met aanzienlijke veranderingen in hun dagelijkse werkzaamheden doordat 20% van hun taken door technologie kan worden uitgevoerd. Deze veranderingen maken het voor hen noodzakelijk nieuwe vaardigheden te verwerven om bij te kunnen blijven binnen de digitale ecologie. Volgens McKinsey zal in de groeiende digitale ecologie in Europa in meerdere maatschappelijke sectoren tot 2030 een grote groei aan arbeidsplaatsen gaan ontstaan. Deze sectoren zijn healthcare en social work, scientific en technical services, informatie- en communicatietechnologie en ten slotte kunst, amusement en recreatie. Daartegenover staat dat de grootste afname in arbeidsplaatsen zal gaan plaatsvinden binnen de industriële en productiesector. De groei van nieuwe werkgelegenheid tot 2030 vraagt naar de mening van McKinsey om een steeds hoger niveau van competenties, die voor de uitvoering van nieuwe activiteiten en werkzaamheden noodzakelijk is. Het Joint Research Centre (JRC) (2019) van de Europese Commissie komt met soortgelijke voorspellingen en stelt onder andere dat de technologische transformatie ervoor zal zorgen dat sommige banen zullen verdwijnen of worden overgenomen door slimme machines. Het betreft dan met name werkzaamheden gebaseerd op standaardroutines en met beperkte sociale interactie, die slechts een beperkte vorm van formele educatie vereisen. Andere banen zullen in de digitale transformatie aanzienlijk gaan veranderen.

Daarnaast zullen nieuwe banen worden gecreëerd. Naar de mening van het JRC zal het gebruik van nieuwe technologie in de digitale transformatie niet zozeer banen doen verdwijnen, maar voornamelijk bestaande taken en activiteiten doen veranderen, of zoals het JRC stelt: *“They also change what people do on the jobs and how they do it.”* Het resultaat van deze veranderingen, zo stelt het JRC, is dat: *“the skills we need are also changing. At the same time, new forms of employment are on the rise. Occupational structures are shifting, often leading to polarisation in employment and wages which in turn, can increase inequalities”* (JRC, 2019, p. 6).

De ontwikkeling van een Europese digitale ecologie maakt het daarmee voor werknemers noodzakelijk om meer niet-cognitieve competenties te verwerven, om de veranderingen in hun werkomgeving te kunnen blijven volgen. Het JRC stelt over dit laatste: *“It is increasingly important that, in addition to knowledge, individuals acquire skills that help them to anticipate changes and to become more flexible and resilient”* (JRC, 2019, p. 7). Het verwerven van deze nieuwe individuele vaardigheden door opleiding en training is dus noodzakelijk voor studenten en werknemers, om te leren omgaan met de veranderingen of sterke beïnvloeding door AI of robotisering op de omvang, organisatie en eigenheid van hun individuele werkzaamheden. De Nederlandse Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie (AWTI) vraagt in 2017 om binnen dit kader meer aandacht te besteden aan toepassingsgericht onderzoek. De AWTI omschrijft toepassingsgericht onderzoek als: *“onderzoek dat wordt verricht vanuit een nuttigheid gedreven vraag en dat is gericht op het zoeken naar oplossingen voor praktische problemen en economische of maatschappelijke uitdagingen die spelen op zowel korte als lange termijn”* (Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie, 2017, p. 17). De AWTI pleit hierbij voor een betere samenwerking op dit vlak tussen hogescholen, de overheid en het bedrijfsleven. Het pleidooi voor samenwerking herhaalt de AWTI in 2019 in een nieuw advies over de toekomst van het hoger onderwijs en onderzoek. Zij pleiten daarin voor meer samenwerking, meer profilering en meer aandacht voor de maatschappelijke uitdagingen waar de Nederlandse samenleving in de komende jaren voor komt te staan. Dat het verwerven van nieuwe kennis en vaardigheden noodzakelijk is in de ontwikkeling van de Europese en Nederlandse digitale ecologie, wordt ook binnen het Europese bedrijfsleven vastgesteld. Uit een onderzoek van The Economist Intelligence Unit blijkt dat door acht van de tien respondenten wordt aangegeven dat nieuwe competenties in de komende jaren erg of extreem belangrijk worden om de gestelde bedrijfsdoelen te kunnen realiseren. Het betreft dan bedrijfsdoelen zoals omzetgroei, kwaliteit

van geleverde diensten, het realiseren van de gestelde missie, kostenreductie/winststijging en klanttevredenheid. De digitale transformatie maakt daarmee het ontwikkelen en verwerven van nieuwe digitale competenties voor bijna alle werknemers in alle maatschappelijke sectoren noodzakelijk, om met en voor technologie te kunnen werken. De nieuwe digitale competenties kunnen werknemers in staat stellen zelfverzekerd, kritisch en met verantwoordelijkheid met deze technologie om te gaan en deze te gebruiken binnen opleiding, werk en deelname aan de samenleving. Samenwerking tussen mens en nieuwe technologie binnen een Europese digitale ecologie moet een nieuw paradigma gaan vormen, zo stelt het European Political Strategy Centre (EPSC) (2018). Aan de ene kant van de digitale ontwikkelingen zal de samenwerking tussen mens en digitale technologieën zoals AI, augmented reality en virtual reality nieuwe mogelijkheden creëren om nieuwe menselijke vaardigheden en mogelijkheden te ontsluiten, die nu nog onbekend zijn. Aan de andere kant hebben nieuwe technologieën zoals AI en big data de potentie om serieuze nieuwe en ongelijke machtsstructuren en vooroordelen op de werkplek te creëren. Door in educatie en opleiding aandacht te geven aan nieuwe digitale vaardigheden, vormen zij de sleutel die onze economische en maatschappelijke waarden in de komende jaren zullen gaan bepalen binnen het Europese digitale ecosysteem. Het ministerie van OC&W sluit in 2020 aan op de visie van het ESPC met het rapport 'Houdbaar voor de Toekomst'. Het ministerie geeft in dit rapport onder meer aan dat studenten en werknemers gebaat zijn bij nieuwe digitale vaardigheden. Het is naar de mening van het ministerie dan ook niet voldoende wanneer alleen technisch afgestudeerden deze nieuwe vaardigheden meekrijgen in hun opleiding, omdat digitalisering speelt op alle gebieden en in alle maatschappelijke sectoren. Naar de mening van het ministerie vragen de toenemende complexiteit van maatschappelijke uitdagingen en de arbeidsmarkt om mensen die deze samenhang van problemen doorzien en interdisciplinair kunnen denken en handelen. De digitale transformatie vereist daarmee nieuwe onderwijsprioriteiten, die voornamelijk zijn gericht op het leren omgaan met nieuwe digitale technologieën en de daaruit voortvloeiende grote hoeveelheden data en informatie. Naast de nieuwe en meer technologische gerichte vaardigheden zal een toenemende behoefte gaan ontstaan aan mogelijkheden van kritisch en reflectief denken over de gevolgen van nieuwe technologische ontwikkelingen voor mensen in hun dagelijks leven en werk. De digitale transformatie maakt daarmee duidelijk dat levenslang leren niet langer een luxe is voor geprivilegieerde werknemers, maar een noodzaak is geworden in de zich ontwikkelende Europese digitale ecologie.

4. Conclusies

In 1951 stelt de Duitse filosoof Martin Heidegger: *“The essence of technology pervades our existence in a way which we have barely noticed so far”* (Heidegger, 1954, p. 22). Die opmerking was in zijn tijd zeer op haar plaats. De wereld was ingrijpend veranderd door twee achtereenvolgende wereldoorlogen, waarin nieuwe technologieën een ongekende rol hebben gespeeld. Toepassing en gebruik van nieuwe en moderne technologieën spelen een cruciale rol bij de wederopbouw van Europa. De inwoners van Europa en Nederland accepteren nieuwe technologieën en maken van de ontwikkeling en implementatie daarvan steeds meer een centraal thema binnen opleiding en onderzoek. In de afgelopen zeventig jaar hebben wij leren omgaan met en ons aangepast aan de (on)mogelijkheden van moderne en grootschalige technologieën die ons welvaart, welzijn en nieuwe maatschappelijke uitdagingen hebben gebracht. Bijna ongemerkt zijn wij momenteel terechtgekomen in een nieuwe en wereldwijde transformatie van bestaande technologieën naar nieuwe en op digitalisering gebaseerde technologieën. Langzaam maar zeker transformeert de moderne wereld in een wereld van onderling verbonden organismes en objecten gebaseerd op algoritmes, software, data en informatie. De wording van de digitale wereld is onontkoombaar en zal steeds meer de karakteristieken krijgen van een digitale ecologie die bestaat uit onderling verbonden organismen en intelligente objecten. De onderlinge verbondenheid van organismes zoals de mens en slimme technologie zoals AI vraagt om nieuwe kennis en vaardigheden die ons als mens helpen een plaats te vinden in de nieuwe digitale ecologie. Wij staan aan het begin van een transformatie waarvan wij de omvang en gevolgen nog slechts ten dele kunnen overzien en/of begrijpen. De digitale transformatie noodzaakt ons om het zijn van mens in een moderne wereld aan te passen aan het zijn van mens in een digitale ecologie. Leven, leren en werken in een zich om ons heen ontwikkelende digitale ecologie vraagt om nieuwe kennis en vaardigheden, die wij alleen vorm kunnen geven wanneer wij op zoek gaan naar de essentie van de digitale technologie. Terecht stelt Heidegger dat de essentie van ‘digitale’ technologie: *“lies in what from the beginning and before all else gives food for thought”* (Heidegger, 1954, p. 22).

Literatuur

- Allen, G. C. (2019) *Understanding China's AI Strategy: Clues to Chinese Strategic Thinking on Artificial Intelligence and National Security*. Center for a New American Security
Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie (2017) *Onmisbare Schakels. De toekomst van het toepassingsgericht onderzoek*. Augustus 2017. ISBN 9789077005828
Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie (2019) *Het stelsel op scherp gezet. Naar toekomstbestendig hoger onderwijs en onderzoek*. Juni 2019. ISBN 978-90-77005-84-2
- Baheti, R. & Gill, H. (2011) Cyber-physical Systems. In: *The impact of control technology*.
Bostrom, N. (2014) *Superintelligence*. Oxford UK, Oxford University Press. ISBN 9780199678112
Brynjolfson, E. & McAfee, A. (2014) *The second Machine Age. Work, progress, prosperity in a time of brilliant technologies*. ISBN 9780393239355
Copeland, B.J. (ed.) (2013) *The Essential Turing. The ideas that gave birth to the computer age*. ISBN 9780198250807
Doove, S. & Otten, D. (2018) *Verkennd onderzoek naar het gebruik van algoritmen binnen overheidsorganisaties*. CBS. November 2018
Economist Intelligence Unit (2019) *Benchmarking competencies for digital performance. An EU study of digital-competency hurdles and solutions*.
El-Dardiry, R. & Overvest, B. (2019) *CPB Position Paper Digitalisering*. November 2019
European Strategy and Policy analysis System (2018) *Global Trends to 2030. The Future of work and workplaces*.
European commission. Joint research Center (2019) *The changing nature of work and skills in the digital age*. ISBN 978-92-76-09206-3
European Strategy and Policy Analysis Systems (2019) *Global trends to 2030. Challenges and Choices for Europe*. April 2019
European Commission (2019) *Report of the high-level expert group on the Impact of the Digital transformation on EU labour markets*. April 2019
European Commission (2020) *A European Strategy for data*. Communication from the commission to the European parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. Brussel 19-02-20
Europese Commissie (2020) *Whitepaper. On Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust*. Brussel 19-02-20
PWC (2016) *Emerging markets driving the payments transformation*. PWC
Greer, Chr., Burns, M., Wollman, D. & Griffor, E. (2019) *Cyber-Physical Systems and Internet of Things. NIST Special Publication 1900-202*. March 2019
Heidegger, M. (1954/2004) *What is called thinking*. Translation Gray J.G. 1968. New York, Harper Perennial. ISBN 006090528x

- Hinton, G. (2007) Learning multiple layers of representation. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol II, No 10, 428-434
- Korf, R.E. (1997) *Does Deep Blue use AI?* AAAI Technical Report WS-97-04
- Krizhevsky, A., Sutskever, I. & Hinton, G.E. (2012) ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems 26 (NIPS 2012)*. December 3-8 Harveys Lake Tahoe, Nevada, USA.
- Lelyveld, P. (2020) How a Chinese AI Giant Made Chatting and Surveillance Easy. Geraadpleegd van: <https://www.wired.com/story/iflytek-china-ai-giant-voice-chatting-surveillance/>
- Lier, B. van (2018) *Thinking about ecologies of autonomous cyber-physical systems and their ethics*. Inaugural Lecture University of Applied Science Rotterdam. ISBN 978949301202
- McCarthy, J., Minsky, M.L., Rochester, N. & Shannon, C.E. (1955) *A proposal for the Dartmouth summer research project on Artificial Intelligence*. August 31, 1955
- McCulloch, W.S. & Pitts, W.H. (1943) A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*. 5, 115-133
- McKinsey Global Institute (2020) *The future of work in Europe. Automation, workforce transitions, and the shifting geography of employment*. Discussion paper. June 2020
- McKinsey Global Institute (2020) *Connected World. An evolution in connectivity beyond the 5g revolution*. McKinsey Global Institute. Whitepaper
- Ministerie OC&W (2020) *Strategische Agenda Hoger Onderwijs en Onderzoek*. Houdbaar voor de toekomst.
- Mitchell, M. (2019) *Artificial Intelligence. A guide for Thinking Humans*. New York: Farrar, Straus and Giroux. ISBN 9780374257835
- Nilson, N.J. (2010) *The quest for Artificial Intelligence*. New York: Cambridge University Press. ISBN 9780521122931
- O'Neill, C. (2016) *Weapons of Math destruction*. How big data increases inequality and threatens democracy. New York: Crown Publishing Group. ISBN 9780553418811
- Reinsel, D., Gantz, J. & Rydning, J. (2018) IDC. *The digitization of the world. From edge to core*. November 2018
- Rumelhart, D.E., Hinton, G.E. & Williams R.J. (1986) Learning internal representations by back-propagating errors. *Nature*, Vol. 323, no 9, p. 533-536
- Schwab, K. (2016) *The Fourth Industrial revolution*. World Economic Forum ISBN 9781944835002
- SEO Economisch Onderzoek (2019) *Toegang tot data uit apparaten. Praktijk Marktfaalen en Publieke belangen*. Juni 2019
- Samuel, A.L. (1959) Some studies in machine learning using the game of checkers. *IBM Journal*, July 1959 p. 211-229

- Schipper D., Dirks J., Groenhuijsen H. & Til, H. van (2020) *Onderzoek naar het delen van Voertuigdata en Interfaces*. Ecorys, Rotterdam, 27 januari 2020. Opdrachtgevers: ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en ministerie van Economische Zaken en Klimaat
- Shannon, C.E. (1950) Programming a Computer for playing Chess. *Philosophical magazine*, ser. 7, vol 41, no. 314 – March 1950
- Silver, D. et al. (2016) Mastering the game of GO with deep neural networks and tree search. *Nature*, vol. 529, 28 January 2016, pp. 484-488
- State Council (2017) *A next generation Artificial Intelligence development plan. A state council notice on the issuance of the next generation Artificial Intelligence development plan.*
- Turing, A.M. (1950) Computing Machinery and Intelligence. *Mind a Quarterly Review of Psychology and Philosophy*. Vol. 49, no. 236. October 1950, p. 433-460
- Weiser, M. (1991) The computer for the 21st Century. *Scientific American*, Vol. 265, 09-91, p. 66-75

Auteur

Professor Dr. Ben van Lier

Lector Industrial Internet of Things,
Kenniscentrum Creating 010
Directeur Strategie & Innovatie bij Centric



Professor Dr. Ben van Lier is Directeur Strategie & Innovatie bij Centric, een Nederlands IT-bedrijf met vestigingen in België, Noorwegen, Zweden, Duitsland, Roemenië en Litouwen. In die hoedanigheid richt hij zich op onderzoek en analyse van ontwikkelingen op het raakvlak tussen organisaties en technologie. Naast zijn werk bij Centric, promoveerde hij in 2009 aan de Rotterdam School of Management (Erasmus Universiteit). In 2013 wordt hij benoemd tot Professor aan de Steinbeis University Berlin, een rol die hij vervult naast zijn werk bij Centric. In Berlijn continueert hij zijn lopende onderzoek naar gebieden als systeem en complexiteitstheorie, interoperabiliteit van informatie, de netwerk centrische concepten en het onderwerp informatie en ethiek. In 2015 wordt hij ook benoemd tot Lector aan de Hogeschool Rotterdam in welke rol hij onderzoek doet naar het opkomende (Industrial) Internet of Things, Cyber-Physical Systems, Blockchain-technologie en Cybersecurity.

Publicaties

Boeken

2018

Thinking about ecologies of autonomous cyber-physical systems and there ethics.
Inaugural Lecture University of Applied Science Rotterdam. Hogeschool Rotterdam
Uitgeverij, ISBN 9789493012028

2009

Lier van B. Luhmann meets 'the Matrix'. Exchanging and sharing information in network centric environments. Eburon, Delft. ISBN 9789059723085

Wetenschappelijke artikelen

- Lier van B. The phenomenon of blockchain technology and the future of self-adaptive systems of systems (2020) in: Interdisciplinary Approaches to Digital Transformation and Innovation. Ed. Rocci Luppicini University Ottawa. Hershey PA, USA, IGI Global. ISBN 9781799818793 (h/c)
- Lier van B. (2019) Can Blockchain Technology improve cybersecurity for smart buildings in: Blockchain practices and experiences Ed dr. J. Veuger. New York, NOVA Publishers. ISBN
- Lier van B. (2018) Cyber-Physical Systems of Systems and Complexity Science. The whole is more than the sum of individual and autonomous cyber-physical systems. Cybernetics and Systems: An international Journal, Vol. 49, Nos 7-8, pp. 538-565
- Lier van B. (2017) Can Cyber-Physical Systems Reliably Collaborate Within A Blockchain? In: Metaphilosophy, Volume 48, no. 5, October 2017. Toward a Philosophy of Blockchain. Eds. Swan M. and de Fillipi P.
- Lier van B. (2016) From High Frequency Trading to self-organizing moral machines. International Journal of Technoethics. Vol. 7, Issue 1, January-June 2016
- Lier van B. (2016) The Enigma of Context within network-centric environments. Context as Phenomenon within an Emerging Internet of Cyber-Physical Systems. Cyber Physical Systems Volume 1 Issue 1 pp. 46-64

International (peer reviewed) conference papers

- Autonomous and collaborating cyber-physical systems 22nd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), 10-12 october 2018, Sinaia, Romania.
- The Industrial Internet of Things and Cybersecurity. An ecological and systemic perspective in digital industrial ecosystems. 21st International Conference on Systems Theory, Control and Computing. October 17-20, 2017 Sinaia, Romania.
- Advanced Manufacturing and Complexity Science. Ultra Large Scale Systems, Emergence and Self-organisation. 19th International Conference on System Theory, Control and Computing, October 14-16, 2015 Cheile Gradistei - Fundata Resort (Romania)
- Developing the Industrial Internet of Things with a Network Centric Approach. A holistic scientific perspective on Smart Industries. 18th International Conference on Systems Theory, Control and Computing (ICSTCC 2014), 17-19 October 2014, Sinaia, Romania.

Weblogs

Lier van B. Blockchain Technology and Decentralised Autonomous Organisation (November 2019)

Lier van B. Blockchain Technology and data access to Connected Cars (July 2019)

Lier van B. Blockchain Technology and Self-stabilising systems (march 2019)

Lier van B. Blockchain Technology & Ethics (November 2018)

Lier van B. Blockchain Technology How software nodes reach consensus (august 2018)

Lier van B. Blockchain-of-Things (May 2018)

Lier van B. Blockchain: Between Edge and Fog Computing (February 2018)

Lier van B. Blockchain: Towards an framework for privacy of the machine (nov. 2017)

Lier van B. Blockchain and the servitization of manufacturing (august 2017)

Lier van B. Blockchain and the Governance of Algorithms (june 2017)

Lier van B. Blockchain and the Autonomy of Systems (april 2017)

Lier van B. Blockchains and ecosystems (December 2016)

Lier van B. The Fourth Industrial Revolution and Blockchain (October 2016)

Lier van B. Smartgrids, blockchain and self-organising systems (august 2016)

Lier van B. Blockchain, Cyber-Physical Systems and Cybersecurity (May 2016)

Lier van B. Blockchain distributed ledgers and learning machines, (April 2016)

Lier van B. Blockchain, distributed ledgers and the paxos protocol (February 2016)

Lier van B. Blockchain: distributed transactions that will radically change the world (January 2016)

Lier van B. Technology, networks and society (Oktober 2015)

Lier van B. Smart Grids and 5G Networks enable next Industrial Revolution (July 2015)

Lier van B. On the verge of machine learning and machine intelligence (May 2015)

Lier van B. Artificial Life and Emergence (March 2015)

Lier van B. The Internet of Things: Wholism and Evolution (January 2015)

Dit artikel is onderdeel van de bundel:

Gijsbertse, D. P., Van Klink, H. A., Machielse, C., & Timmermans, J. H. (Red.). (2020). *Hoger beroepsonderwijs in 2030: Toekomstverkenningen en scenario's vanuit Hogeschool Rotterdam*. Hogeschool Rotterdam Uitgeverij.

De volledige bundel is te vinden op: <https://hr.nl/hbo2030>