

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

IN zelf aan het stuur

NEDERLAND



DENKWERK



DenkWerk is een onafhankelijke denktank die met krachtige ideeën bij wil dragen aan een welvarend, inclusief en vooruitstrevend Nederland. Hiervoor brengt DenkWerk Nederlanders bij elkaar die hun rijke kennis, ervaring en creativiteit willen inzetten om richting te geven aan brede maatschappelijke vraagstukken die hen na aan het hart liggen.

Om dat te bereiken doet DenkWerk haar eigen onderzoek, gebruikmakend van een breed netwerk van experts. Hiermee willen we vraagstukken grondig onderzoeken, structuur brengen en inspiratie aandragen voor acties of verder onderzoek.

Om bij te dragen aan het maatschappelijk debat en verandering in gang te zetten, streven we ernaar de resultaten van ons werk in het publieke domein te delen.

www.denkwerk.online

contact@denkwerk.online

Leden:

Angelien Kemna
Bernard ter Haar
Boudewijn Wijnands
Feike Sijbesma
Frans Blom
Hans Wijers
Jaap Winter
Marelle van Beerschoten
Mireille van Dongen (roulerend)

Artificial Intelligence in Nederland – zelf aan het stuur

Juli 2018

[Frans Blom](#)

[Mireille van Dongen](#)

[Marelle van Beerschoten](#)

[In samenwerking met onze collega's van DenkWerk](#)

Visser van Ma Yuan

onder wolken vogels varen

onder golven vliegen vissen

maar daartussen rust de visser

golven worden hoge wolken

wolken worden hoge golven

maar intussen rust de visser

LUCEBERT, 1953





VOORWOORD

De ontwikkelingen rondom kunstmatige intelligentie (of artificial intelligence – AI) gaan snel, erg snel. Waar de wiskundige concepten van AI al decennialang bestaan, heeft de toegenomen rekenkracht en beschikbaarheid van data in de laatste twee tot drie jaar voor grote doorbraken gezorgd. Vijf jaar geleden leek het ondenkbaar dat AI vandaag medische diagnoses en scholing van studenten voor haar rekening kan nemen. Op dezelfde manier is het lastig om een voorstelling te maken van de indrukwekkende veranderingen in de komende vijf tot tien jaar. We voorzien dat de wereld zoals we die kennen op zijn kop wordt gezet op een manier vergelijkbaar met de omwentelingen die we hebben gezien ten tijde van de industriële revolutie.

Dit is een belofte voor grote vooruitgang. Maar in Nederland voeren we het gesprek over AI vooral op een toon van ongerustheid. De ethische-, juridische- of privacy-problematiek van specifieke AI toepassingen domineren de discussie. Terwijl de toepassingen van AI inderdaad om zorgvuldige oplossingen vragen, dreigen we door deze focus uit het oog te verliezen wat een enorme kans de technologie ons biedt.

De industriële revolutie heeft via een sterke productiviteitsverbetering een positieve impact gehad op gebieden als gezondheid, onderwijs, en wetenschap. Maar ook het familieleven en sociale verhoudingen verbeterden met de opkomst van een echte middenklasse. Europa was de aanzetter van de industriële revolutie, de Verenigde Staten heeft deze volledig omarmd, terwijl Azië destijds in eerste instantie de boot heeft gemist. Het lijkt erop dat in de huidige revolutie in AI de drie continenten een plaats opschuiven: de Verenigde Staten heeft AI op gang geholpen, Azië (China) is gepositioneerd voor het grootste succes, en Europa lijkt haar kans te missen.

De eerdergenoemde ongerustheid laat zien dat we ons realiseren dat we ook in de context van AI een waardenstelsel moeten bepalen. Als Nederland en Europa dat waardenstelsel mee willen bepalen dan moeten we mee voorop lopen in de ontwikkeling van AI zelf; alleen dan kunnen we richting geven.

Het voorop lopen vraagt wel om urgentie. Anders dan in de wereld die we kennen, zijn leercurves en intellectueel eigendom bij AI uniek in gebruik en goed te beschermen. Goed getrainde algoritmen en data lekken niet weg zoals dat wel gebeurt met kennis van mensen die van werkgever veranderen. Een opgebouwde voorsprong is dus moeilijk in te halen en vroeg starten is daarmee cruciaal.

We kunnen ons nog geen voorstelling maken van de indrukwekkende veranderingen in de komende vijf tot tien jaar

Om de vele kansen te benutten die AI ons biedt, en ook om kaders te scheppen voor de toepassingen, is het zaak dat Nederland zich committeert aan een ambitieuze nationale agenda rondom AI.

Wij wensen u veel leesplezier en zijn benieuwd naar uw denken.

SAMENVATTING

Niet alleen wereldwijd, maar ook in Nederland is AI een belangrijk thema. We horen en zien door- gaans alleen het topje van de ijsberg: De KLM kan bij het uitvallen van een vlucht het gehele schema van routes, vliegtuigen, en vluchtbemanning bin- nen minuten opnieuw optimaliseren met behulp van AI; de NS kan met AI ongepland onderhoud aan haar treinen voorspellen en hierop anticipe- ren waardoor er minder treinen uitvallen; door AI zit de korting van bol.com precies op het artikel dat je al langer op je lijstje had staan. Via slimme voorspellingen en handelingen gaat AI op veel grotere schaal de overheid, het bedrijfsleven en consumenten in Nederland raken. Kortom: AI zet de wereld op zijn kop.

We vatten AI samen als een systeem dat functies uitvoert die we normaalgesproken met het men- selijk brein zouden associëren, zoals waarnemen, plannen, omgaan met onduidelijkheid, proble- men oplossen en emoties herkennen. In *machine learning*, de meest veelbelovende stroming van AI, gebeurt dat met behulp van algoritmen die leren van grote hoeveelheden data en bij elke taak pro- beren tot statistisch de beste uitkomst te komen. We zien dat AI een groeiend aantal specifieke taken al veel beter kan oplossen dan mensen.

**We zien dat het debat volledig is
verschoven naar mogelijke negatieve
gevolgen van AI**

Als AI de wereld op zijn kop zet, wat is de impact daar dan van? We horen veel negatieve berich- ten over die impact, uiteenlopend van discrimi- nerende AI en banenverlies tot ongelukken met zelfrijdende auto's. Inderdaad roepen de ontwikke- lingen in AI sterke sociale en ethische vraagstuk- ken op die om een zorgvuldige maatschappelijke discussie en om passende regelgeving vragen. We zien echter dat het debat volledig is verschoven naar mogelijke negatieve gevolgen van AI. Door disproportioneel veel aandacht hieraan te geven missen we de kans om positieve impact met AI te realiseren.

Wij willen het debat balanceren richting de véél grotere positieve impact van AI. We kijken daar- bij verder dan de impact van AI op het bruto binnenlands product, dat in sommige gevallen zelfs op een ongelofelijke 15.000 miljard (oftewel 15 biljoen) euro wordt geschat. In plaats daarvan plotten we de impact van AI op twee assen: het behalen van competitief voordeel met AI (voor- namelijk hogere omzet door toepassingen van AI in marketing en sales, en lagere kosten door AI in productie en logistiek), en het creëren van waarde voor de wereldwijde samenleving (bijvoorbeeld door betere medische zorg, effectievere huma- nitaire hulp, minder vervuiling van de aarde en hogere opbrengsten in landbouw). Floreren met behulp van AI betekent voor ons dat een bedrijf of land in staat is om via AI impact te genereren op de desgewenste positie langs deze twee assen.

We missen daardoor de kans om positieve impact met AI te realiseren

Om dat te realiseren, is het belangrijk om vroeg te beginnen met het ontwikkelen en toepassen van AI. Binnen AI ontstaat namelijk veel sneller dan bij reguliere producten en diensten een *winner- takes-all* effect. Dat komt doordat de technologie toeneemt in kwaliteit zodra deze wordt toegepast en doordat de opgebouwde kennis maar weinig weglekt naar concurrenten of andere industrieën. Het belang van een vroege start zou de grootste reden moeten zijn voor Nederland om niet langer te wachten met het serieus en breed inzetten van AI.

Er is namelijk al een mondiale race gaande om lei- derschap op het gebied van AI. De winst in deze race is tweeledig. Ten eerste een koploperspositie in de wereld die het toelaat om te sturen waar en hoe AI wordt ingezet. Ten tweede creëren de win- nende landen economisch succes, maar ook poli- tieke en militaire invloed door AI.

Het zal niet als een verrassing komen dat Neder- land, evenals Europa, vooralsnog achteraan loopt terwijl China zich steeds sterker positioneert als gedoodverfde winnaar. Zo delven we nu nog het onderspit in de omvang van investeringen in de private sector en de ondersteuning door de over- heid. Academisch presteren we beter dan China, maar we zien veel talent wegvloeien richting de Verenigde Staten.

Deze achterstand is veroorzaakt door een viertal factoren, waarvan aspecten van de Nederlandse cultuur er twee zijn. We willen Nederland aan- moedigen deze drempels aan te pakken en met daadkracht het tij te keren op het gebied van AI. We willen denken over verandering vanuit de overtui- ging dat er veel meer te winnen is dan het huidige publieke debat reflecteert en vanuit de overtuiging dat meespelen cruciaal is om te bepalen welke richting AI op gaat. Onze oproep aan de overheid is om met behulp van een nationale agenda veel sterker in te zetten op de ontwikkeling en toepas- sing van AI. Dit kan op het gebied van problemen en sectoren die zij zelf al in haar nationale digita- liseringsstrategie noemt, waaronder zorg, mobi- liteit en landbouw. In specifieke toepassingen van AI ligt wel dege- lijk ruimte voor Nederland om een koploperspositie in te nemen. Met een nationale agenda voor AI hopen we op concrete stappen, hoge ambi- ties, en urgent handelen. Samen met

het bedrijfsleven en de universiteiten willen we zorgen dat Nederland zelf weer het stuur pakt.



De winst van AlphaGo

Een veel aangehaald voorbeeld dat de kracht van AI goed demonstreert is AlphaGo, een AI applicatie van het bedrijf Deepmind. AlphaGo versloeg in maart 2016 de wereldkampioen in het spel Go. Dit is een uitzonderlijke prestatie omdat Go een spel is dat zeer moeilijk te spelen is voor een traditionele computer. Het spelbord heeft 19 bij 19 velden waarbij de stenen op 2×10^{170} posities kunnen staan, een getal groter dan het aantal atomen in ons universum in het kwadraat! Vanwege deze extreme complexiteit is het onmogelijk om uit te rekenen wat de beste volgende zet is (zoals schaakcomputers doen). Professionele Go spelers hebben na jarenlange training niet alleen methoden en strategieën geleerd, maar ook een sterke intuïtie ontwikkeld voor het zien van de beste zet. Op een vergelijkbare manier heeft AlphaGo door middel van AI geleerd om het spel Go te spelen. Daarin werd het zo goed dat het zelfs de beste menselijke opponent kan verslaan.

1 ONZE WERELD GAAT OP ZIJN KOP

Zoals we in de zomermaanden vaak lezen, is de zon de voornaamste veroorzaker van huidkanker onder de Nederlandse bevolking. Sinds de jaren '90 voeren KWF Kankerbestrijding en het Ministerie van Volksgezondheid en Zorg daarom campagnes om mensen te waarschuwen voor het gevaar van te veel zon op de huid. Toch neemt het aantal gevallen van melanomen (kwaadaardige moedervlekken) nog steeds sterk toe: sinds 1990 is het aantal nieuwe melanomen meer dan verdrievoudigd.¹ De Amsterdamse startup SkinVision heeft een applicatie ontwikkeld die helpt met het vroegtijdig detecteren van kwaadaardige moedervlekken. Aan de hand van een foto met je smartphone en een aantal simpele vragen kan de app een risicoanalyse op de moedervlek uitvoeren. De app is met 94% juiste beoordelingen ondertussen accurater dan de gemiddelde huisarts (60%), dermatoloog (75%), en zelfs gespecialiseerde dermatoloog (92%).² De technologie die dit uitvoert is AI.

Voorbeelden van waar AI nu al toe in staat is, doen iedereen versteld staan (ZIE KADER 'DE WINST VAN ALPHAGO'). Het is dan ook bijna onmogelijk om te voorspellen hoe AI de wereld in de komende tien jaar zal veranderen. "AI is één van de belangrijkste onderwerpen waar de mensheid aan werkt en zal een impact hebben groter dan elektriciteit of vuur", sprak Google topman Sundar Pichai in februari 2018. Anderen beschrijven AI als één van de kerntechnologieën waarop de zesde Kondratieff-cyclus zich zal baseren. Het lijkt dan ook geen toeval dat de Chinese president Xi Jinping tijdens zijn nieuwjaarstoespraak in 2018 duidelijk zichtbaar twee AI-boeken achter hem in beeld had in de boekenkast.

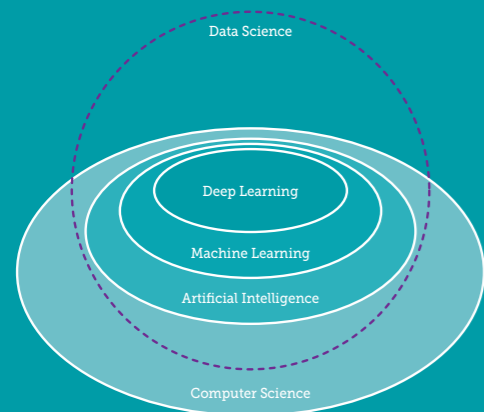
Onder andere via ons transport, onze verzekeringen en ons winkelgedrag treedt AI nu al onze samenleving binnen met mogelijkheden die we tot voor kort niet hadden gedacht. De doorbraken volgen elkaar snel op en hebben grote effecten. Hoe gaan we ons zorgstelsel opnieuw inrichten? Wat kunnen we doen met alle vrijkomende ruimte in steden als we in 2021 volledig zelfrijdende auto's op de markt krijgen? Maakt AI het mogelijk om vraag en aanbod van non-fossiele energie op elkaar af te stemmen? Wat gaan we doen als we geen tijd meer hoeven te besteden aan winkelen?

Toch wordt AI vaak beschouwd als een bedreiging in plaats van een kans. In plaats van vol in te zetten op AI, steken we meer tijd en energie in het in stand houden van de status quo. We willen in Nederland een wereld die rechttop blijft, niet één die op zijn kop gaat.

AI is één van de belangrijkste onderwerpen waar de mensheid aan werkt en zal een impact hebben groter dan elektriciteit of vuur

SUNDAR PICHAL, GOOGLE

Holistisch beeld van AI



Figuur 1 | Relatie tussen AI en gerelateerde velden

De ontwikkeling van traditionele computersystemen valt in het onderzoeksgebied Computer Science. Binnen Computer Science is Data Science een wetenschap die methoden, processen, algoritmes en systemen gebruikt om kennis en inzichten uit data te halen. Artificial Intelligence is onderdeel van beide velden, maar uniek door twee dingen. Ten eerste kan AI functies uitvoeren die plaatsvinden op een hoger abstractieniveau dan een computer, zoals het spreken van een taal in plaats van het herkennen van woorden of het duiden van een gezichtsuitdrukking in plaats van het meten van de afstand tussen iemands ogen. Ten tweede heeft AI de capaciteit om te leren om haar doel steeds beter te bereiken, terwijl een computersysteem dit niet heeft. Programmeurs leggen in een computersysteem namelijk alle gedragsregels vast. Het computersysteem functioneert vervolgens volledig volgens de regels die hun programmeurs erin hebben gezet. AI gebruikt *machine learning* om te kunnen leren. De algoritmes in *machine learning* worden getraind op grote hoeveelheden data, waarbij parameters worden afgesteld om vervolgens de beste resultaten te kunnen genereren. *Deep learning* is weer een gebied binnen *machine learning*: bij *deep learning* worden neurale netwerken gebruikt als algoritmen.

2 AI IS OP SPECIFIEKE GEBIEDEN AL SUPERIEUR AAN MENSEN EN COMPUTERS

In de kern is AI een systeem dat functies uitvoert die we normaal gesproken zouden associëren met het menselijk brein, zoals waarnemen, beslissen, omgaan met onduidelijkheid, plannen, probleem oplossen, emoties herkennen, en zelfs het vormgeven van creativiteit. De methode die het meest kansrijk is en waarop we ons zullen focussen in dit paper, namelijk *machine learning*, doet dit door middel van algoritmen die leren van data en bij elke opdracht proberen tot statistisch het beste antwoord te komen. (ZIE KADER 'HOLISTISCH BEELD VAN AI')

AI zijn systemen met de volgende kenmerken:

- Ze nemen hun omgeving waar
- Ze streven doelen na
- Ze verstrekken informatie of voeren acties uit
- Ze leren door middel van een feedbackloop

In het eerdergenoemde voorbeeld van de Skin-Vision app betekent dat: AI kan de huid van de gebruiker zien, heeft als doel hier zo goed mogelijk een melanoom in te herkennen, informeert of het een melanoom voorspelt bij een specifieke foto, om vervolgens door feedback uit haar omgeving (was de moedervlek achteraf wel of niet een melanoom?) te leren om dit steeds beter te doen.

De huidige doorbraken in AI bouwen voort op een lange zoektocht. Mensen hebben al sinds duizenden jaren geprobeerd te begrijpen hoe we denken en hoe intelligentie werkt. In de zomer van 1956 werd het begrip AI geboren toen een brede groep van Amerikaanse wetenschappers de pogingen om zelf intelligentie te bouwen als een apart veld erkende. In 1959 werd het eerste kunstmatige neurale netwerk toegepast (ZIE KADER 'UITLEG NEURALE NETWERKEN'), de technologie waar het veld tot vandaag

nog op doorbouwt. Toch hebben de grootste doorbraken in toepassingen, zoals volledig zelfrijdende auto's en systemen die qua spreken niet te onderscheiden zijn van mensen, pas plaatsgevonden in de laatste jaren en zelfs maanden. Dat komt door de exponentiële vooruitgang die heeft plaatsgevonden in het vakgebied van AI.

Specifiek herkennen we vooruitgang op vier componenten van AI:

Algoritmen: Een set van instructies die het skelet vormen van AI. Als deze wiskundige modellen worden ontwikkeld hebben ze als doel om maximaal succes te behalen op een specifiek gebied. Wat ze daarvoor moet doen, is nog niet bekend. In technische termen, de weegcoëfficiënten zijn nog willekeurig. (ZIE KADER 'UITLEG NEURALE NETWERKEN') Een algoritme zonder data is nog hulpeloos.

Data: Door middel van data leert AI hoe ze het doel kan bereiken. Voor deze training zijn grote hoeveelheden data nodig. We hebben door internet een explosie van data gezien, die ook in de toekomst – vooral met de komst van *Internet of Things* – nog zal doorzetten. De groei van datageneratie is weergegeven in figuur 2. Er is ondertussen zoveel data beschikbaar dat nog maar 0,5% van alle data in de wereld wordt gebruikt.³

Rekenkracht: AI moet met heel veel data en veel parameters tot beslissingen komen, waarvoor rekenkracht nodig is. Door toegenomen rekenkracht kan AI haar berekeningen steeds sneller uitvoeren. Daarnaast zijn de kosten ontzettend sterk gedaald: een eenheid rekenkracht is nu tien miljoen keer zo goedkoop als in 1980.⁴

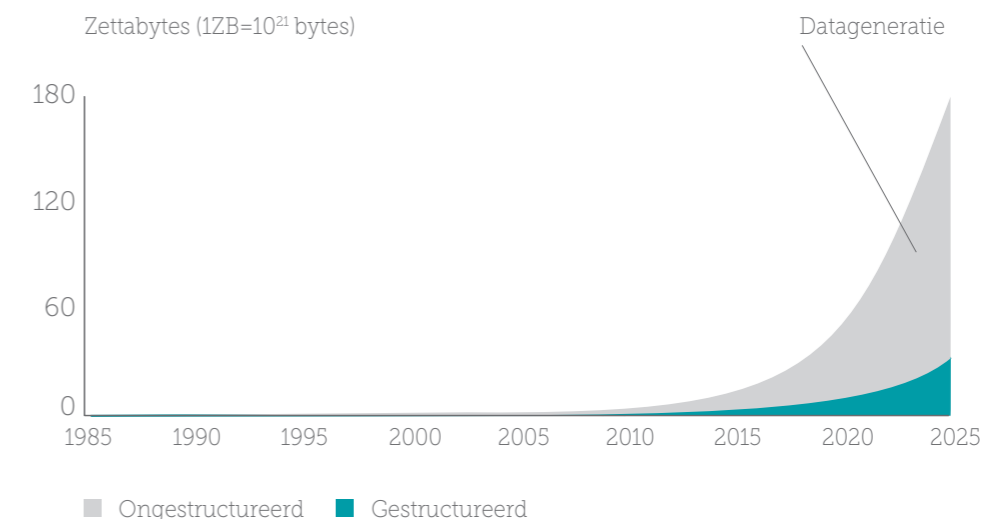
Dataopslag: Ten slotte moet de data die nodig is voor het trainen van algoritmen opgeslagen worden. De toegang tot dataopslag is enorm verbeterd, mede doordat het nu ook beschikbaar is als service. Vergeleken met 1980 is dataopslag per eenheid ongeveer zes miljoen keer zo goedkoop geworden.⁵

Waarom excelleert AI?

AI overstijgt de mens en een traditionele computer op een aantal gebieden, waardoor de technologie bijzonder waardevol en krachtig is. We lichten hieronder vijf gebieden toe:

Accuratesse: AI kan met een hogere accuratesse dan de mens een taak uitvoeren (als het maar een zeer concrete taak is waarvoor het toegang heeft tot voldoende data). Een duidelijk voorbeeld daarvan is de jaarlijkse ImageNet competitie, waarin verschillende teams proberen een systeem te ontwikkelen dat objecten kan herkennen op foto's.

Figuur 2 | Groei in wereldwijde datageneratie tussen 1986-2025



Bron: International Data Corporation (Data Age 2025)

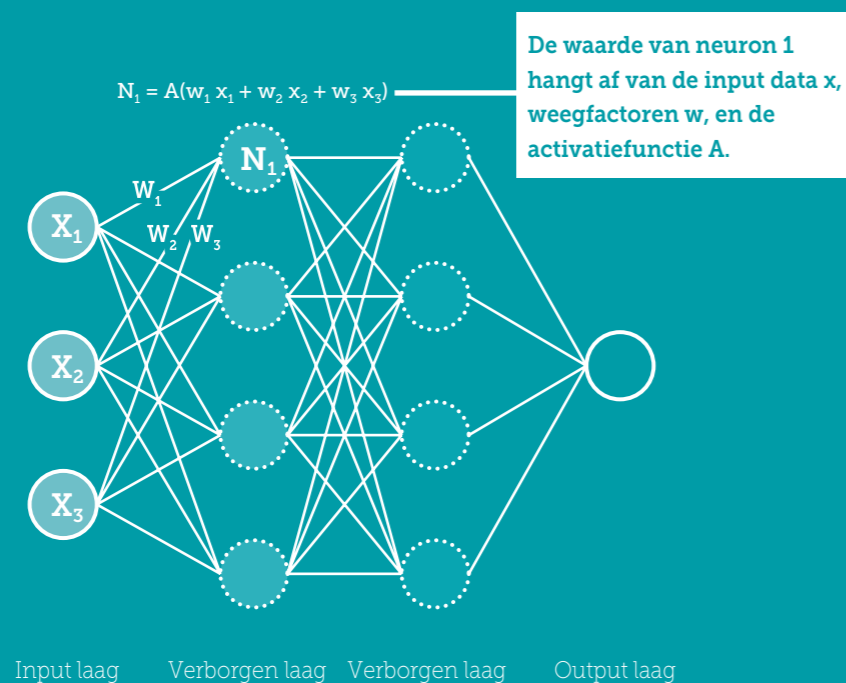
Uitleg neurale netwerken

Een neuraal netwerk is de rekenmethode waarop AI functioneert. De methode is geïnspireerd op de werking van neuronen in het menselijk brein. Een kunstmatig neuraal netwerk bestaat uit verschillende lagen 'neuronen' die gezamenlijk de inputdata (bijvoorbeeld een foto) verwerken tot de gewenste output (bijvoorbeeld de conclusie dat het object op de foto een kat is). Het netwerk vormt daarmee een 'model' van het verband tussen in- en output zoals weergegeven in figuur 3.

De uitkomst van het model is afhankelijk van twee type variabelen: wegingsfactoren en activatiefuncties. Iedere verbinding tussen twee neuronen heeft een eigen wegingsfactor, die bepaalt hoe sterk de output van het ene neuron meeweegt in de berekening van het volgende neuron. Daarnaast heeft ieder neuron een activatiefunctie, die zijn input omvormt in een output. Een nieuw neuraal netwerk begint met willekeurige waarden voor de wegingsfactoren. Als het netwerk leert, dan past het model de waarden van de wegingsfactoren iteratief aan. Door het beter afstellen van deze gigantische hoeveelheid variabelen komt het netwerk tot betere conclusies van nagenoeg elk verband.

Het is achteraf onmogelijk om te achterhalen hoe een neuraal netwerk tot een bepaalde beslissing is gekomen. Dat komt vooral door het grote aantal variabelen en het niet-lineaire karakter van deze vorm van modelleren. Tegelijkertijd zijn dit juist de kenmerken die neurale netwerken zo goed bruikbaar maken voor het oplossen van complexe problemen.

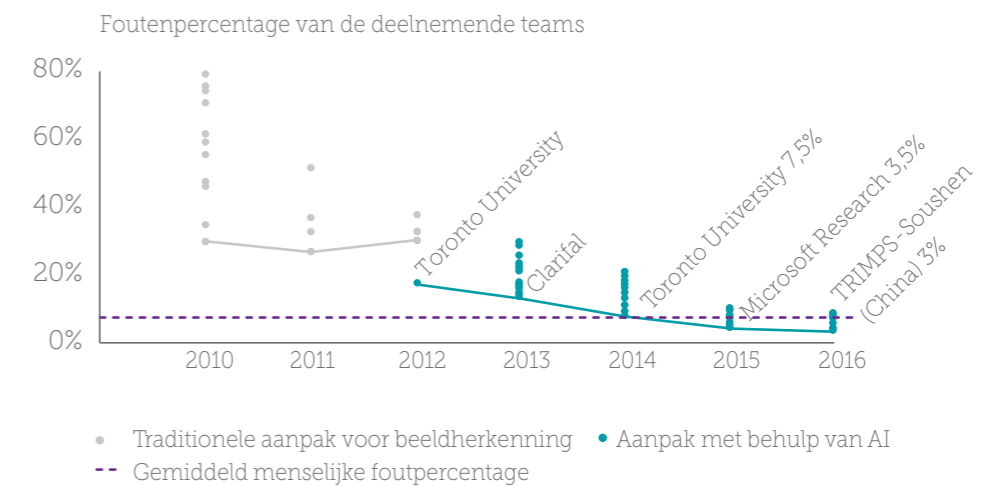
Figuur 3 | Model van een neuraal netwerk



De mens kan deze taak uitvoeren met een gemiddelde foutenmarge van ongeveer 7%. In de jaren dat de teams traditionele computermethodes inzetten op de competitie, bleef de foutenmarge van de beste teams steken rond de 30%. In 2012 werd voor het eerst AI ingezet, waardoor het winnende team opeens nog maar een foutenmarge van 20% had. Sindsdien is de technologie snel verder verbeterd, zodat AI in 2014 beter objecten kon herkennen dan mensen. In 2017 was de foutenmarge van AI nog maar 2,25%.

Snelheid: De reactiesnelheid van AI ligt vele malen hoger dan die van een mens, waardoor *real time* reageren mogelijk is. De elektronische signalen die gebruikt worden door AI zijn namelijk duizenden malen sneller dan de chemische processen in het menselijk brein. In situaties waar dit van belang is (een noodstop maken, fraude herkennen en een transactie blokkeren) kan dat het verschil bepalen tussen succes en falen.

Figuur 4 | Afname van het foutenpercentage in de ImageNet competitie



Bron: ImageNet Contest

Beschikbaarheid: Eén AI kan op vele plekken tegelijkertijd worden ingezet, zonder dat dit de kwaliteit van opereren beïnvloedt. Daarnaast is AI, in tegenstelling tot mensen, continu op volle kracht beschikbaar (365 dagen, 24 uur per dag). De SkinVision app is op die manier een superdermatoloog die altijd op alle continenten tegelijk werkt.

Capaciteit: Met AI kunnen bijna oneindige hoeveelheden data worden verwerkt door het opschalen van het algoritme, de datatoevoer, de rekenkracht en dataopslag. Daarnaast kan AI onbeperkt blijven leren zolang het nieuwe data verkrijgt. Mensen zijn gebonden aan de fysieke grenzen van het brein.

Samen bouwen van ervaring: Juist omdat AI op zoveel plekken tegelijk gebruikt kan worden, kan het ook op al die plekken leerervaring opdoen en zichzelf verbeteren. Door de connectiviteit kan AI deze nieuwe inzichten centraal verzamelen, in tegenstelling tot een mens, die maar op één plek tegelijk kan zijn, en zo maar van één ervaring tegelijk kan leren. Zo leert de SkinVision app van alle foto's van haar één miljoen gebruikers.

AI is dus op veel vlakken superieur aan het menselijk brein. Toch is dit niet op alle gebieden zo, omdat ons brein en AI fundamenteel anders werken. (ZIE OOK KADER 'EEN ANDER TYPE AI') Er zijn twee duidelijke gebieden waarin menselijke intelligentie nog superieur is aan AI.

Een ander type AI

Wetenschappers zijn bezig nog een ander type AI te ontwikkelen dan de data-intensieve AI zoals beschreven in dit paper. Deze noemen we de 'symbolische AI', en is in feite tegenovergesteld van de beschreven 'statistische AI'. In dit onderzoek proberen wetenschappers het menselijk brein gedetailleerd na te bouwen in functie en structuur. Deze AI zal, net als mensen, een hond herkennen na maar één andere hond te hebben gezien. Maar omdat de menselijke hersenen nog zo onbegrepen zijn, is dit vooralsnog een bijna onmogelijke opgave. En als de hersenen al beter begrepen zouden zijn, blijft het alsnog lastig om het complexe functioneren te imiteren.

Waar gaat dit heen? Artificial general intelligence?

Als een AI-systeem slechts één taak kan uitvoeren, wordt dit *weak AI* genoemd. Ondertussen wordt wereldwijd echter ook volop geïnvesteerd in het ontwikkelen van *strong AI*: een vorm van AI die even goed of zelfs beter is in alles wat het menselijk brein kan. Naast praktische taken zoals veilig autorijden en het perfecte ei bakken, omvat dat ook het succesvol leiden van een bedrijf, het schrijven van romans, of het doen van wetenschappelijk onderzoek. Zo kunnen AI-systemen misschien ook beter worden in het ontwikkelen van AI dan menselijke ontwikkelaars, waardoor de systemen zichzelf nóg krachtiger kunnen maken en de mens buiten spel kunnen zetten. Het ontwikkelen van *strong AI* wordt daarom ook wel 'de laatste uitvinding van de mens' genoemd. Wetenschappers zijn erover verdeeld óf en wanneer dit werkelijkheid kan worden.

Waarin excelleert de mens?

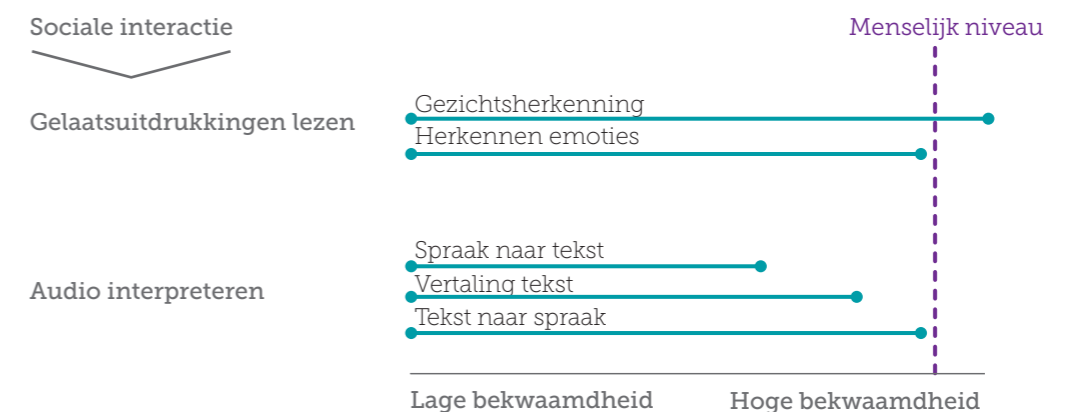
Spectrum van taken: Mensen hebben één brein, dat verantwoordelijk is voor het volledige spectrum van intelligente taken (zoals redeneren, plannen, observeren en voelen, en fysieke acties uitvoeren). We noemen dit ook wel 'brede' intelligentie. Mensen maken deze intelligentie steeds breder omdat ze maar weinig leerervaringen nodig hebben om iets goed te kunnen. Als een mens één keer iets ziet, hoort of meemaakt kan hij dat de tweede keer gelijk herkennen. AI daarentegen legt zich vanaf het begin tot het einde toe op één specifieke taak, reden waarom we het ook wel 'smalle intelligentie' noemen. De kracht van AI komt pas tot zijn recht na training met heel veel datapunten. In die taak wordt het vervolgens wél extreem goed. Samengevat, een mens kan heel veel goed, AI kan één taak heel goed (en beter dan een mens). Een combinatie (of aaneenschakeling) van kunstmatige intelligente systemen kan daardoor wel veel – en heel goed. (ZIE KADER 'WAAR GAAT DIT HEEN? ARTIFICIAL GENERAL INTELLIGENCE?')

Figuur 5 geeft aan hoe AI nog maar een lage bekwaamheid heeft in sociale interacties als geheel. Voor specifieke intelligente taken die onderdeel zijn van sociale interactie, zoals gezichten herkennen, is het al wel beter dan de mens.

Context: Daarnaast is een mens beter in het begrijpen en gebruiken van context. Door evolutie heeft het menselijk brein namelijk de cognitieve vaardigheden ontwikkeld die ons de mogelijkheid geven om context ofwel een situatie te begrijpen. Dat begrijpen begint met een zuivere observatie. Over deze observaties legt het menselijk brein een laag van begrip door haar waardesysteem, intuïtie, en levenservaring te gebruiken. Twee mensen kunnen daarmee in een objectief vergelijkbare situatie tot verschillende conclusies komen. Vervolgens kunnen zij (in ieder geval gedeeltelijk) uitleggen waarom zij tot verschillende uitkomsten komen. De menselijke taal helpt daar enorm bij, want daardoor kunnen abstracte begrippen gebruikt worden ("Ik help je financieel met je bedrijf omdat ik je passie deel en geloof in je business model"). Kortom: we kunnen per situatie de 'wat' en de 'waarom' van ons handelen verklaren.

De AI van nu kan nog geen situaties begrijpen, en de situatie of context dus ook niet in de beslissing meenemen. Met een bepaalde set van inputdata kan AI aangeven wat statistisch de beste uitkomst zou moeten zijn, en met hoeveel zekerheid het dat kan zeggen. Het kan niet uitleggen waarom dat de uitkomst zou moeten zijn. Daardoor kan AI weliswaar wel accuraat zijn, maar minder zinvol of sociaal wenselijk ("Ik draag niet financieel bij").

Figuur 5 | Bekwaamheid van AI voor menselijke doelen



Bron: DenkWerk; Geïnspireerd door Life 3.0, Being Human in the Age of Artificial Intelligence, Max Tegmark, augustus 2017

3 HET DEBAT RONDOM AI IS VAAK NEGATIEF, MAAR DE IMPACT IS GROTENDEELS POSITIEF

Door AI te vergelijken met de industriële revolutie impliceren we dat de impact van AI groot én grotendeels positief is. Toch heerst er een ander sentiment in Nederland, net als in Europa.

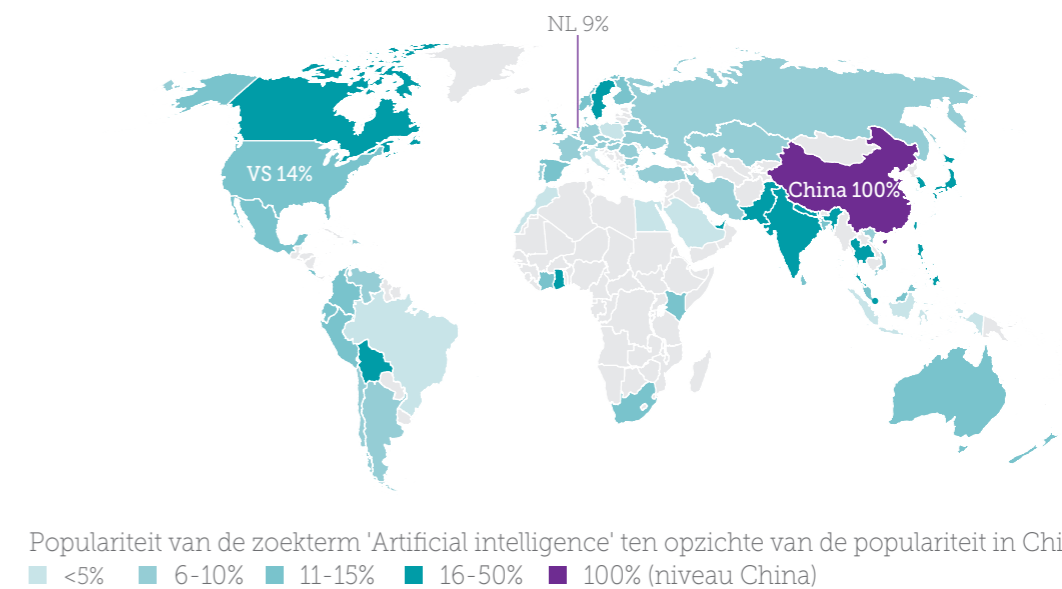
Deels is dit te verklaren, want AI brengt vraagstukken naar de voorgrond die sterke ethische en sociale aspecten hebben. Zo kan AI dingen die voorheen niet mogelijk waren, wat verkeerd kan uitvallen of in verkeerde handen tot misbruik kan leiden. Of AI kan ervoor zorgen dat bepaalde groepen in de samenleving benadeeld worden. In het kader 'ETHISCHE EN SOCIALE VRAAGSTUKKEN' vatten we samen wat de belangrijkste vraagstukken zijn die spelen.

Veel aandacht voor deze vraagstukken heeft ervoor gezorgd dat het sentiment rondom AI als geheel negatief is. Op nieuwsgierigheid na, is het meest voorkomende gevoel rondom het onderwerp AI dat van bezorgdheid.⁶ Dit speelt vooral in

sterke mate in Europa (45% van de mensen), zeker in vergelijking met China (18% mensen). Daarnaast blijkt uit een enquête onder voornamelijk Westerse executives dat maar zo'n 60% van de leiders uit het bedrijfsleven en de publieke sector gelooft dat AI een groot effect zal hebben op haar productaanbod en processen.⁷ Het zoekgebruik van de wereldwijde bevolking op Google geeft een vergelijkbaar beeld. Wereldwijd is China het land waar relatief het vaakst naar de term 'Artificial intelligence' wordt gezocht. In Nederland ligt dit percentage 11x lager. Nederland zoekt daarentegen wel wereldwijd als vaakste naar de term 'Killer robots'.⁸

We zien het debat nu disproportioneel negatief worden. Als we bijvoorbeeld over een zelfrijdende auto praten, dan hebben we het over de keuze die een zelfrijdende auto zou moeten nemen bij een ongeluk: moet hij kiezen óf een kind óf de zwangere vrouw te ontwijken en dus de ander aan te

Figuur 6 | Populariteit van AI als zoekterm (ten opzichte van China)



De populariteit is het aandeel van zoekopdrachten naar 'Artificial intelligence' als deel van alle zoekopdrachten vanuit een land, gemeten tussen april 2018 en juni 2018. De populariteit per land is hier uitgedrukt als % ten opzichte van de populariteit in China.

Bron: Google Trends, DenkWerk-analyse

Ethische en sociale vraagstukken

De ontwikkelingen rondom AI roepen een breed scala aan ethische en sociale vraagstukken op. In Europa zien we de grootste ethische vragen rondom AI als volgt:

- Hoe gaan we om met volledig autonome systemen waarover geen menselijke controle meer nodig of zelfs mogelijk is?
- Hoe kunnen we waarborgen dat maatschappelijke waarden zoals gelijkwaardigheid en solidariteit gerespecteerd blijven in de besluiten die een AI-systeem neemt, als onbekend is hoe de besluitvorming plaatsvindt?
- In hoeverre kunnen systemen op basis van AI een bedreiging vormen voor de (keuze- / handelings-)vrijheid van het individu? Bijvoorbeeld door middel van beïnvloeding?
- Wat is de juridische status van acties of beslissingen door AI? Hoe gaan we om met (desastreuze) acties of besluiten die bij mensen tot schuld of bestraffing zouden leiden?
- Wat zijn de gevolgen als mensen niet meer kunnen onderscheiden of ze interactie hebben met een mens of met een AI-systeem?

Dan zijn er ook nog belangrijke sociale vraagstukken:

- Zal de verdere automatisering op de werkvloer door AI tot werkloosheid leiden?
- Zal AI bijdragen aan het creëren van een selecte groep winnaars, wat de ongelijkheid binnen en tussen landen zou kunnen doen toenemen?
- Kunnen delen van de samenleving systematisch gediscrimineerd worden als AI getraind wordt op data die bevooroordeeld is?
- Wie onder ons mag AI inzetten voor welke redenen?

Het belang van ethische kaders en wetgeving wordt dan ook alom benadrukt, maar de ontwikkeling hiervan kan nog lang duren. Veel spelers komen al wel met ideeën, richtlijnen, en suggesties, bijvoorbeeld de Organisatie voor Economische Samenwerking (OESO), de Europese Unie (EU), de Wetenschappelijke Raad voor Regeringsbeleid, Elon Musk zijn initiatief 'OpenAI', en ook bedrijven zoals Microsoft en DeepMind.

rijden? Deze gedachtegang weerhoudt ons van handelen. Want zolang die vraag en de bijkomende schuldvraag niet zijn opgelost, zouden we ons beter niet kunnen wagen aan zelfrijdende auto's met AI – is de gedachte. Hiermee laten we links liggen dat 90% van de auto-ongelukken wordt veroorzaakt door menselijke fouten, en AI die kan helpen voorkomen. En zo zijn er nog vele andere voorbeelden waarin het onzinnig is om het presteren van AI te benchmarken met perfectie in plaats van de status quo of hoe wij mensen presteren.

Door alléén op ongelukkig uitvallende uitersten van AI te focussen, brengen we de ontwikkeling van AI niet verder. We willen hierna dan ook onze aandacht verleggen naar de overweldigende meerderheid van situaties waarin AI waardevol is en niet op die paar uitzonderingssituaties dat AI faalt. Door deze houding aan te nemen kunnen we met AI positieve impact creëren én zorgen dat we de negatieve gevolgen verminderen.

De toepassing van AI brengt ons al veel in het dagelijks leven. In figuur 7 laten we een kleine greep zien van toepassingen van AI, waarvan menig Nederlander er waarschijnlijk veel herkent en als positief ervaart.

Mensen die al veel met AI te maken hebben zijn veelal positief. Zo zegt 75% van de mensen die AI gebruiken in hun werk dat AI een (enigszins tot zeer) positief effect heeft gehad op hun plezier in het werk, hun resultaten, en hun effectiviteit.⁹

Laten we dan nu kijken naar de impact van AI op grotere schaal. Er wordt vaak gesproken over de impact van AI in termen van het bruto binnenlands product (bbp) en groei in bbp als gevolg van een toename van de productiviteit. Die impact is er zeker en schattingen ervoor lopen op tot 15.000 miljard euro, ofwel bijna de huidige omvang van de EU, dus bijzonder groot.¹⁰ De claim dat AI de brandstof zal zijn van de zesde Kondratieff-cyclus is op dezelfde soort inschattingen gebaseerd. In plaats van te vragen of de impact er zal zijn is het daarin relevanter te vragen waar de impact het grootst is en hoe we daarmee omgaan bij het inrichten van onze economieën en samenlevingen.

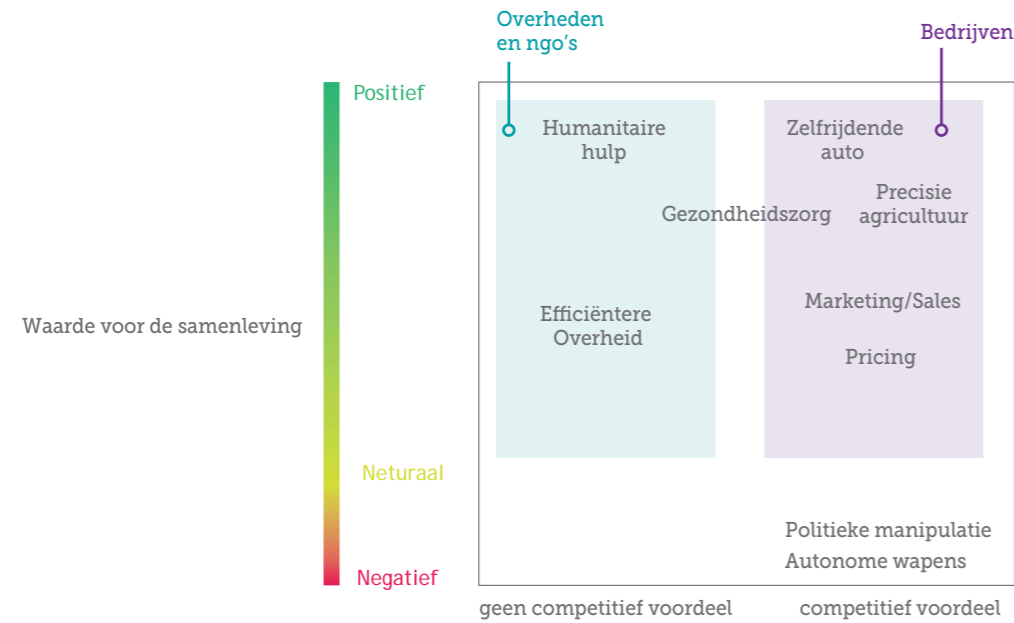
Om dit bredere perspectief te nemen op de impact van AI, plotten we de impact van AI langs twee assen: Competitief voordeel (x-as) en Waarde voor de samenleving (y-as). Ten eerste kunnen partijen impact behalen door AI in te zetten om een competitief voordeel te behalen ten opzichte van

Figuur 7 | AI in dagelijks leven



Bron: DenkWerk

Figuur 8 | De impact van AI: competitief voordeel en waarde voor de samenleving



Bron: DenkWerk

anderen. Het beter kunnen segmenteren, efficiënter kunnen produceren, of benodigd onderhoud aan machines kunnen voorspellen maakt dat het ene bedrijf concurrerender en sterker wordt ten opzichte van een ander. Daarmee zullen markt-aandelen en verdelingen van winsten verschuiven. Dit is uitermate belangrijk voor individuele bedrijven en daarmee ook voor de werknemers van die bedrijven en de landen waar deze bedrijven opereren. Aan het andere uiterste van deze as liggen toepassingen die niet gericht zijn op het behalen van een competitief voordeel zoals het efficiënter maken van overheden en niet-gouvernementele organisaties (ngo's).

De tweede as beschouwt de (toegegeven subjectieve) impact van AI toepassingen op de kwaliteit van de gehele samenleving. Zo is de belofte van de zelfrijdende auto tevens de belofte van minder verkeersdoden en uitstoot. Heeft precisie-agricultuur veel minder groei- en bestrijdingsmiddelen nodig en daardoor een significante impact op vervuiling aan de ene kant en de opbrengst van de oogst aan de andere kant. Leidt eerdere diagnose van tumoren tot significant hogere kans op genezing. Allemaal effecten die een positieve waarde hebben voor de samenleving. Tevens ligt op deze as een groep van toepassingen die een neutrale of zelfs een negatieve bijdrage leveren aan de gehele samenleving, zoals autonome wapens. Schematisch komen we dan uit op het framework van figuur 8.

Als men negatief is over de impact van AI, dan gaat het veelal over het onderste deel van het framework. Maar AI *an sich* is geen boosdoener. Het framework laat zien dat er veel mogelijkheden zijn om de toepassingen van AI in het neutrale en positieve deel van de waarde voor de samenleving te plaatsen.

Nu duidelijk is waar de toepassingen van AI zich kunnen bevinden en de voorlopige conclusie is dat het merendeel van de toepassingen in de neutrale en positieve gebieden liggen, komen we terug op de impact van AI in de toekomst. Zoals vaker is de aanwending van een nieuwe technologie uiteindelijk bepalend voor de vraag over impact. Het gaat dan zowel om de soort toepassing als de manier van toepassen. Met de snelle ontwikkeling van AI is het voor alle sectoren en functionele gebieden belangrijk om te begrijpen welke impact ze met AI kunnen bewerkstelligen. Aan hen is ook de vraag waar en hoe ze zich willen positioneren op het bovenstaande framework. Welke impact uiteindelijk gerealiseerd gaat worden is afhankelijk van de inspanningen en investeringen die de verschillende landen en bedrijven doen.

Landen en bedrijven zullen bepalen welke impact zij creëren met AI

4 OM TE FLOREREN DOOR AI IS EEN VROEGE START

CRUCIAAL

Om impact te realiseren met AI en zo richting te kunnen zetten, zijn twee elementen van cruciaal belang. Het eerste is de beschikbaarheid van data, typisch aangeduid als hét grote knelpunt bij het realiseren van impact met AI. Er is namelijk behoefte aan heel veel data om AI kwalitatief goed te maken. (ZIE KADER 'HET TYPISCHE KNELPUNT BIJ HET ONTWIKKELEN VAN AI: DATA') Het tweede wat AI nodig heeft om impact te kunnen realiseren, is een vroege start met de ontwikkeling en toepassing van AI. We zullen later zien dat dit een belangrijk punt is, gelet op de status van AI in Nederland. AI zorgt namelijk al in een vroeg stadium voor een groot concurrentievoordeel en daar waar relevant ook voor het *winner-takes-all* effect. Dat leggen we uit met behulp van figuur 9.

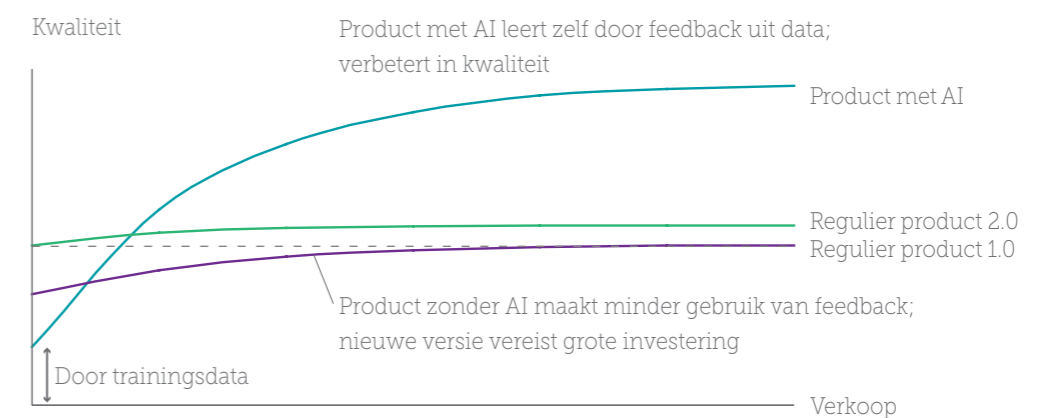
Als we kijken naar een nieuw product zonder AI, dan zien we dat productie tot ervaring en zo tot betere productiekwaliteit leidt (paarse lijn).¹¹ Na de verkoop van de eerste versie van het product wordt het nog wel iets beter, maar niet veel. Dit komt doordat er maar beperkte feedback is over de effectiviteit en het gebruikersgemak. Daarnaast is het product volledig voorgeprogrammeerd of 'vastgebakken' in bepaalde software en hardware (ZIE EERDER KADER 'HOLISTISCH BEELD VAN AI')

Als de producenten voldoende mogelijkheden zien tot verbetering van versie 1.0, zullen ze versie 2.0 lanceren (groene lijn). Dat vereist een grote investering, met dezelfde beperkingen voor kwaliteitsverbetering als hiervoor beschreven.

Producten die verbonden ('connected') zijn kunnen uiteraard een software-update krijgen waardoor ze verbeteren in kwaliteit. Denk bijvoorbeeld aan de allereerste navigatiesystemen die elke paar jaar een nieuwe kaart nodig hadden of de regelmatige update van software op een computer. Er is echter nog steeds sprake van een software versie 2.0 die op basis van toegenomen kennis opnieuw is geprogrammeerd en gelanceerd.

Bij producten met AI werkt dit anders. Zodra AI wordt gebruikt krijgt het gemaakte fouten teruggekoppeld en kan het continu blijven leren. Zo verbetert de kwaliteit doorlopend naarmate het aantal verkopen en het gebruik toenemen. Het product kan blijven doorbouwen op de ervaring die het opdoet tijdens gebruik en de producent hoeft dus geen nieuwe versie te introduceren.

Figuur 9 | Experience curve voor producten met AI



Bron: DenkWerk

Het typische knelpunt bij het ontwikkelen van AI: Data

IBM's Watson is een AI-systeem dat meedeed aan de Amerikaanse quizshow Jeopardy. Het algoritme voor Watson was al beschikbaar in 1991 (*Mixture of Experts algorithm*), maar de katalyserende dataset (8,6 miljoen documenten van Wikipedia en gerelateerde bronnen) kwam pas beschikbaar in 2010. Daarmee kon de AI zo goed worden dat het in 2011 twee menselijke kampioenen versloeg. Waarom is data zo een knelpunt? Het moet namelijk aan de volgende criteria voldoen:

Kwalitatief goede data houdt in dat deze niet alleen schoon, geordend, consistent, en samengevoegd is (zoals nodig voor reguliere data-analyse), maar vaak óók is gelabeld ('dit object is een hond'), representatief voor de specifieke taak, en zonder systematische fouten.

Veel data in de context van AI betekent eigenlijk 'heel veel' data. Om een systeem met redelijke objectherkenning te trainen zijn zo'n 10.000 gelabelde afbeeldingen nodig. Voor betere prestaties is exponentieel meer data nodig, want de toegevoegde waarde van elk volgend datapunt is steeds lager. Om een goed systeem voor objectherkenning te verbeteren zodat het menselijk presteren overstijgt, is het nodig om van 10.000 naar 1.000.000 datapunten te gaan.

Beschikbaarheid van data is beperkt omdat data een bron is van concurrentievoordeel, waardoor bedrijven het eigendom zelf willen behouden in plaats van het beschikbaar te stellen. Voor platformbedrijven (en data-giganten) als Google en Facebook staat het delen van data haaks op het bedrijfsmodel. Daarnaast kent Europa strenge wetgeving op het gebied van persoonsdata, die het beschikbaar stellen ervan beperkt.

Zodra het eerste product met AI gelanceerd is en zich in de opwaartse leerspiraal bevindt, is het voor een concurrent lastig om deze voorsprong nog in te halen. De consument zal namelijk een voorkeur hebben voor het eerste gelanceerde AI product, waarvan de AI al het meeste feedback-data heeft kunnen verwerken, en zo dus kwalitatief het meest hoogwaardig is. Dit levert een concurrentievoordeel op (blauwe lijn).

Dit effect is nog sterker voor producten met AI die wijdverspreid worden ingezet, zoals mobiele apps of zelfrijdende auto's: op alle plekken waar de AI wordt gebruikt, wordt een gigantische hoeveelheid data geproduceerd. Als deze data verzameld wordt, stelt dat de producent in staat om met al deze data de AI nog sneller kwalitatief te verbeteren.

Daarnaast is het cruciaal om te beseffen dat dit concurrentievoordeel van de vroege start niet 'weglekt'. Het eigendom van een getraind AI-systeem (combinatie van algoritmes en data) kan namelijk volledig bij de ontwikkelaar blijven. Dit is anders dan in traditionele producten en services, waar veel meer kruisbestuiving plaatsvindt door mensen die tussen bedrijven in dezelfde sector wisselen en kennis en ervaring met zich meebrengen, of meerdere bedrijven in één sector die dezelfde productietechniek inkopen. Met AI kan het bedrijf de data en de algoritmen zelf houden. De unieke combinatie van die twee creëert het concurrentievoordeel dat geëxploiteerd kan worden. Deze voorsprong wordt groter, in plaats van kleiner, over de loop van de tijd. Dit is wat platformbedrijven Facebook, Google, Alibaba, en Tencent zo groot heeft gemaakt. Deze partijen houden hun AI in bezit, terwijl zij de inzichten ("deze persoon is waarschijnlijk geïnteresseerd in het kopen van een nieuwe racefiets") verkopen als deel van hun businessmodel.

Zo zien we hoe vroeg beginnen belangrijk is om niet onoverkomelijk achterop te raken en anderen *winner-takes-all* effecten te zien creëren. Dit is een reden temeer om als bedrijf of land vroegtijdig te beginnen met het ontwikkelen en opschalen van AI-projecten naar de markt, waar groei en data kunnen worden verkregen.

De tweede golf in de digitale revolutie mogen we niet op dezelfde manier missen als de eerste



5 ER IS SPRAKE VAN EEN MONDIALE RACE OM TE 'WINNEN' IN AI

Meestal spreken we alleen over een concurrentievoordeel in te context van bedrijven. Maar bij AI is dat anders. Landen als geheel willen een concurrentievoordeel ten opzichte van andere landen bereiken *in* AI en *door middel van* AI. Daarom is er een wereldwijde race tussen landen ontstaan voor de beste en meeste AI.

Als een land mede leidend is *in* AI, heeft het de mogelijkheid om mee te bepalen waar de impact van AI wordt gerealiseerd, misschien wel wereldwijd. Zijn dit de doeleinden die goed, neutraal, of slecht voor de wereldwijde samenleving zijn? Met welk onderliggend waardestelsel, en dus welke regelgeving ontwikkelen we AI? Deze keuzes kunnen alleen gemaakt worden door de landen en bedrijven die serieus de ontwikkeling van AI mee bepalen; niet meedoen betekent immers ook dat anderen de keuzes maken.

Een land dat leidend is *met behulp van* AI kan een competitieve economische voorsprong opbouwen. Deze economische kracht zwenfelt vervolgens de politieke invloed van het land aan. Als we de analogie van de industriële revolutie terugpakken, dan zagen we ook daar dat die regio's en landen die de industriële revolutie het meest omarmden in de 20^e eeuw ook de leidende partijen in de wereld waren. Tevens kan de beste AI in potentie ook een hulpmiddel worden om de politieke macht te verkrijgen via beïnvloeding van een bevolking. Doordat AI in staat is per individu te segmenteren, kan het beter dan ooit tevoren helpen mensen beïnvloeden. Dit fenomeen heeft al op grote schaal plaatsgevonden in het Cambridge Analytica schandaal. Deze politieke beïnvloeding door middel van AI kan via internet gemakkelijk wereldwijd plaatsvinden.

Tevens brengt economische voorspoed door AI mogelijkheden voor het vergroten van de militaire macht met zich mee. Dit gebeurt via hogere budgetten voor defensie. Defensie kan daarmee beter opereren maar ook bijvoorbeeld autonome

wapens ontwikkelen, die met AI zelfstandig een actie kunnen uitvoeren en zonder menselijke tussenkomst een target kunnen identificeren. We weten bijvoorbeeld dat Google een partnership heeft gehad met het Amerikaanse Ministerie van Defensie voor de ontwikkeling van AI software voor militaire drones (maar dit heeft ondertussen heeft stopgezet na protesten). Ook hier is de vraag of een land dat wil, maar de mogelijkheid is er.

Er zijn dus meerdere redenen – meer en minder nobel – waarom er een mondiale race in AI aan de gang is. Als wij ons waardestelsel alsmede onze economische positie, politieke en militaire potentie belangrijk vinden, dan zullen we vol mee moeten doen.

**Vol meedoen in de
race in AI
is nodig om je eigen
koers, en die van AI,
te bepalen**

6 VOORALSNOG LIJKT CHINA DE RACE TE WINNEN

Deze mondiale race om de beste en meeste AI speelt zich vooral af tussen de VS en China, waar China *en route* is om gaan winnen. Dit blijkt uit een vergelijking van Nederland en/of Europa met China en de VS op drie vlakken.

Academisch gebied: Academisch is de VS het sterkst. Zij voert de ranking voor de beste universiteiten in dit gebied aan met zes van de tien beste universiteiten (zie figuur 9, Computer Science is een proxy voor AI vanwege databeperkingen). Op academisch gebied doet Europa het goed, hoewel dat wel voor een groot gedeelte door het Verenigd Koninkrijk (VK) komt. Van de drie beste universiteiten op dit gebied in Europa, staan de eerste twee in het VK (Cambridge en Oxford) en de derde in Zwitserland (ETH Zürich).

Het onderwijs in China is weliswaar kwalitatief wat minder goed dan dat van de VS en Europa, maar China compenseert dat op twee manieren. Ten eerste heeft China een relatief hoog aantal studenten in dit vakgebied. Op haar beste drie universiteiten (lager in bovenstaande ranking), leidt China per inwoner 3x meer studenten op dan Europa.¹² Ten tweede trekken Chinese bedrijven veel top-talent aan vanuit Amerikaanse universiteiten. Zo hebben de grote Chinese bedrijven *research labs* in Silicon Valley, en werven ze aan MIT, terwijl vanuit Europa juist een *brain drain* van Computer Science talent plaatsvindt.¹³

Daarnaast is Europa als blok de grootste uitgever van wetenschappelijke publicaties over AI (zie figuur 11). Echter, in China is het groeipercentage voor het aantal publicaties een stuk hoger dan in Europa, namelijk 29% ten opzichte van 15%. China haalt Europa zo snel in.

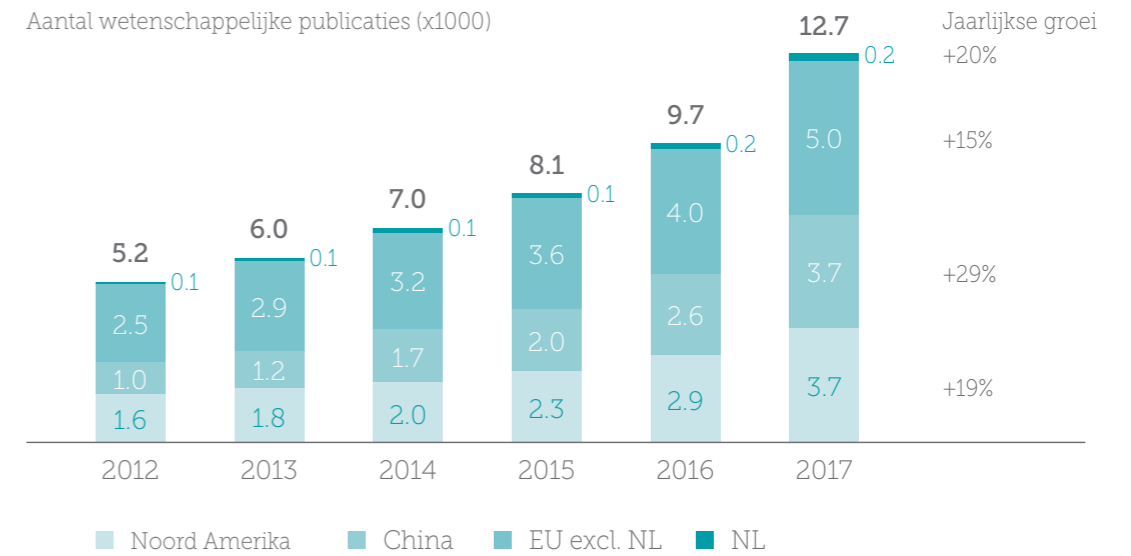
Figuur 10 | Top 10 universiteiten op het gebied van Computer Science (2017)

Positie (2017) ¹	Universiteit	Land
1	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	Verenigde Staten
2	Stanford University	Verenigde Staten
3	Carnegie Mellon University	Verenigde Staten
4	University of California, Berkeley (UCB)	Verenigde Staten
5	○ University of Cambridge	Verenigd Koninkrijk
6	Harvard University	Verenigde Staten
7	○ University of Oxford	Verenigd Koninkrijk
8	Princeton University	Verenigde Staten
9	○ ETH Zurich (Swiss Federal Institute of Technology)	Zwitserland
10 (gedeeld)	University of Toronto	Canada
	National University of Singapore (NUS)	Singapore

○ Europa

1. Positie in Computer Science als proxy voor AI (ranking specifiek voor AI niet beschikbaar). Ranglijst samengesteld op basis van academische reputatie, reputatie onder werkgevers, aantal citaties van wetenschappelijke publicaties, en de 'h-index' die de productiviteit en impact van wetenschappers meet. Bron: QS World University Rankings, DenkWerk analyse

Figuur 11 | Aantal wetenschappelijke publicaties over AI



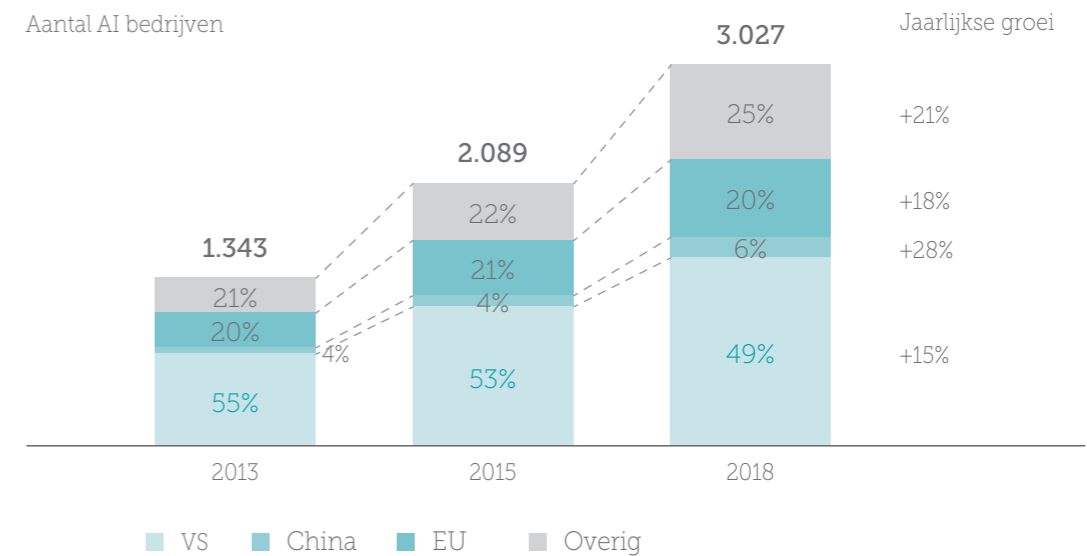
Bron: Web of Science, DenkWerk analyse

Bedrijfsleven: Het aantal AI bedrijven is de afgelopen vijf jaar sterk gegroeid. De VS had in 2013 de beste startpositie met de meeste bedrijven in AI en heeft ook in 2018 nog de helft van alle bedrijven in AI wereldwijd. Zie figuur 12.

dollar cumulatief, meer dan het tienvoudige aan investeringen in AI vergeleken met de 2,1 miljard dollar in Europa. De groei in investeringen in China steekt echter met kop en schouders boven de VS en Europa uit. Deze is van 45 miljoen dollar naar 9 miljard dollar gegaan tussen 2013 en 2017, wat betekent dat haar jaarlijkse investeringen bijna tweehonderd keer zo hoog

Qua absolute investeringen tussen 2013 en 2017 neemt de VS het voortouw met 23,8 miljard

Figuur 12 | Groei van het aantal AI bedrijven



Analyse beslaat alle bedrijven die 'AI' in hun bedrijfsbeschrijving hebben staan en die in de afgelopen vijf jaar een extene investering hebben gekregen via een investeerder, M&A, of beursgang; verkregen d.m.v. Quid web analyse aangevuld met BCG expert interviews en desk research Bron: Quid, BCG Center for Innovation Analytics

Vergelijking van de Nederlandse met de Chinese overheidsbijdrage in AI

De Chinese overheid is op vier manieren een grote drijvende factor achter het succes van AI in China.

Het stellen van ambitieuze doelen met betrekking tot AI

In 2017 publiceerde China de ambitie om in 2030 de wereldwijde leider op het gebied van AI te zijn. Autoriteiten in AI, bijvoorbeeld MIT's Technology Review, zien het plan als zeer ambitieus maar tegelijkertijd haalbaar. Ook Europa heeft sinds april 2018 een 'Aanpak voor AI' ontwikkeld, die later dit jaar verder wordt gespecificeerd. Ter vergelijking, de Nederlandse digitaliseringsstrategie, uitgekomen in juni 2018, wijdt slechts één alinea aan AI, met de aankondiging dat het kabinet de Wetenschappelijke Raad voor Regeringsbeleid om advies heeft gevraagd over de kansen en bedreigingen rondom AI.

Sterk investeren in de private sector en hubs

Om haar ambitie te realiseren, investeert China miljarden in de ontwikkeling van AI op universiteiten, het aantrekken van talent uit het buitenland, het opzetten van samenwerkingsverbanden en als investeringen in de private sector. Zo heeft de Chinese overheid alleen al 1,8 miljard euro toegezegd voor het realiseren van een AI-hub in Beijing. De investeringen in Europa liggen lager: de Europese Commissie wil jaarlijks 500 miljoen in AI-investeren via het Horizon 2020 programma. In Nederland zijn er lokale initiatieven zoals de Amsterdamse investering van 4 miljoen euro in de AI-hub rondom de Universiteit van Amsterdam (UvA).

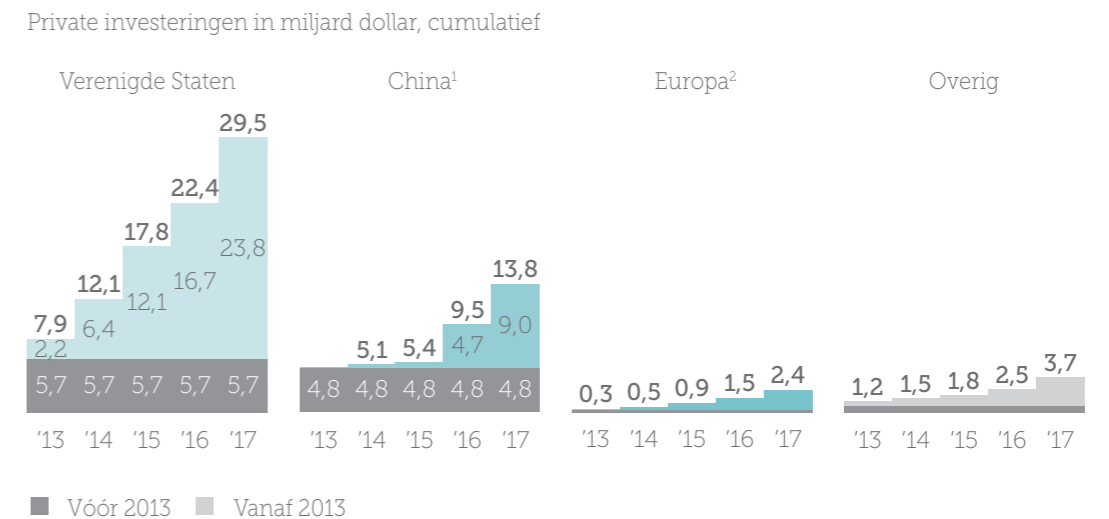
De overheid als afnemer van AI

De Chinese overheid is een belangrijke afnemer van AI voor (onder andere) het nationaal surveillancesysteem en defensie. De Chinese aanpak van overheidstoezicht wordt in Nederland soms beschouwd als onwenselijk, maar er zijn ook overeenkomsten met het openbaar toezicht in Nederland. Nederland gebruikt bijvoorbeeld nummerbordherkenning en houdt ook toezicht met camera's, maar grotendeels nog zonder AI-gebaseerde oplossingen.

Samenwerken met de private sector

De Chinese overheid onderkent dat zij haar AI ambities alleen kan realiseren door nauw samen te werken met de private sector. Zo heeft het Chinese Ministerie van Wetenschap en Technologie in haar officiële communicatie gezegd te vertrouwen op Baidu voor de ontwikkeling van zelfrijdende auto's, op Alibaba te bouwen voor *smart cities*, en Tencent te steunen in de analyse van medische scans. Meerdere Chinese provincies bieden daarnaast gebruikers van Tencent's WeChat en Alibaba's Ant Finance de mogelijkheid zich officieel te identificeren door middel van de gezichtsherkenningstechnologie die deze bedrijven gebruiken in hun apps.

Figuur 13 | Cumulatieve private investeringen in AI bedrijven per regio



1. De investeringen in China vóór 2013 bestaan voornamelijk uit één investering van 4,1 miljard dollar in Alibaba
2. 40% van de investeringen in Europa zijn gedaan in het Verenigd Koninkrijk Bron: Quid, BCG-analyse

zijn geworden. Europa begon in 2013 met zo een 30 miljoen investeringen per jaar, maar is in 2017 met maar 2,1 miljard aan investeringen geëindigd. Zie figuur 13.

Er gaan in China investeringen van veel grotere omvang naar bedrijven in AI. Het gemiddelde bedrag per private (externe) investering is in China namelijk 49 miljoen dollar, terwijl dit in de VS 9,5 miljoen is, en in Europa 2,9 miljoen. We concluderen uit het voorgaande dat in de VS vooral veel AI start-ups worden opzet, terwijl in China AI meer geconcentreerd groeit in scale-ups of bestaande bedrijven. Voorbeelden zijn een investering van 600 miljoen dollar in SenseTime in april 2018 en één van 460 miljoen dollar in Face++ in oktober 2017, beide bedrijven die gezichtsherkenning ontwikkelen.

Tussen 2013 en 2017 hebben Nederlandse bedrijven ongeveer 2% van alle AI-investeringen in Europa ontvangen. Dit is lager dan je zou verwachten op basis van het Nederlandse aandeel in het Europese bbp (5%). Het is daarnaast extreem laag vergeleken met de VS: Als Nederlandse start-ups, proportioneel naar bbp, evenveel investeringen als de VS hadden gekregen, dan hadden ze 1 miljard dollar in plaats van 42 miljoen dollar aan investeringen moeten binnenhalen.

Daarnaast hebben de VS en China ook al veel vol-groeide bedrijven die volop intern in AI investeren. Alle 20 van de 20 grootste internetbedrijven wereldwijd (gemeten in marktwaarde) zijn gevestigd in de VS of China.¹⁴ China neemt ook hier geleidelijk het voortouw in AI. Exemplarisch is dat een bedrijf als Baidu in 2010 al voor de eerste keer haar AI strategie noemde in een kwartaalpublicatie, terwijl Google dit pas in 2015 deed.¹⁵

De overheid: In China is de overheid misschien wel de sterkste drijvende partij in het winnen van de race om AI. Dat doet zij door het voeren van een agressieve strategie met als doel om in 2030 de wereldwijde leider op het gebied van AI te zijn. Aan deze strategie draagt de overheid vervolgens bij door hoge investeringen te doen in de private sector en het ontwikkelen van AI hubs, maar ook door zelf een grote afnemer te zijn van de bedrijven die AI toepassingen aanbieden op het gebied van identificatie, medische scans en *smart cities*. Ook de overheid van de VS gebruikt deze hefboomen, weliswaar in iets minder sterke mate dan de Chinese overheid, maar nog altijd factoren meer dan in Europa. (ZIE KADER 'VERGELIJKING VAN DE NEDERLANDSE MET DE CHINESE OVERHEIDSBIJDRAGE IN AI')

Vanuit Nederlands en Europees perspectief zijn de resultaten van deze vergelijking op academisch gebied, in het bedrijfsleven en de overheid verontrustend.

7 VIER DREMPELS OP DE WEG NAAR VERANDERING

Wij moedigen aan dat Nederland verandering gaat brengen in twee dingen: Haar huidige achterstandspositie in AI, maar ook de houding van het publiek ten opzichte van AI. Om dit te bereiken, is het belangrijk te begrijpen wat de onderliggende factoren zijn voor de achterstand en deze negatieve houding. Dit zullen namelijk de drempels zijn op weg naar verandering. Wij zien er vier.

We zien dat bedrijven nog niet durven te investeren in AI in haar kernprocessen en in plaats daarvan teveel aan de randen van het bedrijf investeren. Veelal is de inzet van AI in een bedrijf nog niet absoluut noodzakelijk op kortere termijn, waardoor het moeilijker is om een business case te maken. Het grootschalig inzetten van AI kan zelfs in eerste instantie bedreigend zijn voor de kernprocessen, bijvoorbeeld vanwege mogelijke technische problemen of reputatierisico's daar waar het AI in klantprocessen betreft. Als gevolg daarvan kiezen bedrijven vaak voor kleinere pilots aan de randen van het bedrijf, bijvoorbeeld de inzet van chatbots bij het beantwoorden van email. Bij het aanpakken van AI in Nederland is het belangrijk te benadrukken dat ook niet-techbedrijven AI in de kern van hun bedrijf kunnen – en zullen moeten – opnemen om zichzelf gereed te maken voor het komende decennium. Een interessant voorbeeld hiervan is Ping An, een Chinese verzekeraar die zich heeft ontwikkeld als één van werelds beste ontwikkelaars van beeldherkenning door middel van AI vanuit haar kernproces van schadebeoordelingen.

Ten tweede is de overheid nog niet voldoende georganiseerd voor de uitdagingen van deze tijd. De ministeries, maar ook veelal de adviesraden en verkiezingsprogramma's, zijn opgesteld rondom de vraagstukken van de 20^e in plaats van 21^e eeuw. In de analyses van de Nederlandse planbureaus heeft de potentie van AI nog geen ruimte gekregen. Tevens worden bij de overheid nog weinig posities gevuld met mensen ervaren in een onderwerp zoals AI. Ook heeft bijvoorbeeld maar één van de negen leden in de Wetenschappelijke Raad voor Regeringsbeleid een technische achtergrond. Dit maakt het lastiger om gepaste plannen te maken, voldoende draagvlak te creëren, regelgeving te ontwikkelen die voor goede toepassingen van AI zorgt, en natuurlijk om overheidsbudget te committeren.

AI gaat alle processen in het bedrijfsleven en de overheid raken, de vraag is niet 'of' maar 'hoe'

Er zijn ten slotte ook nog twee culturele kenmerken die ons mede op achterstand lijken te plaatsen.

De eerste is dat men in Nederland zekerheid in beslissingen zoekt doordat we relatief risico-avers en niet hiërarchisch zijn.¹⁶ Dit uit zich onder andere in de sterke behoefte om precies te willen begrijpen hoe en waarom beslissingen worden genomen. Dat vertrouwen krijgen we door uitleg van het stapsgewijze menselijke denkproces. We noemen dit ook wel sequentieel redeneren. AI kan bij het maken van een keuze geen uitleg van haar redeneringsstappen geven. Het kan alleen aangeven in hoeveel gevallen het redeneren statistisch klopt. Hoewel uitkomsten van AI in veel gevallen statistisch beter zijn en niet worden beïnvloed door factoren zoals vermoeidheid, politieke voorkeur, en vergeetachtigheid, vinden Nederlanders en met hen Europeanen deze manier van beslissen niet alleen oncomfortabel, maar in veel gevallen ook onacceptabel. De Europese Algemene verordening gegevensbescherming (AVG), ingevoerd in mei 2018, bepaalt dat machinegestuurde processen uitlegbare uitkomsten moeten genereren – danwel dat iedereen de door de machine gegenereerde uitkomst opnieuw mag laten toetsen door een mens.

De tweede culturele drempel betreft de bescherming van persoonsdata. De Nederlandse cultuur is relatief individualistisch, wat betekent dat we geloven dat data over onze persoonlijkheid, gedrag en interesses, uniek en van onszelf zijn.¹⁷ Dit is heel anders dan in de VS, waar het eigendom van data vaker aan bedrijven wordt toegeschreven of in China waar het aan de staat toegeschreven wordt. Het bewustzijn over persoonsdata neemt toe en versterkt de overtuiging dat data niet gedeeld mag worden.¹⁸ In een continent met veel individualistische culturen, aangevuld met gedeelde waarden als menselijke waardigheid, vrijheid, democratie, gelijkheid, en mensenrechten, is de EU een voorvechter van de bescherming van persoonsgegevens. De AVG verhoogt dan ook de bescherming van Europese persoonsdata. Zo moet Europese persoonsdata op verzoek van de betrokkene toegestuurd en/of vernietigd worden en mag deze niet voor een ander doel gebruikt worden dan het verzameld is. Op overtreding staan straffen tot 20 miljoen of 4% van de jaarlijkse omzet van een bedrijf.

Beschikbaarheid van data voor AI die betrekking heeft op personen is in Nederland en Europa niet alleen een probleem door een relatief kleine schaal, maar ook door wetgeving.

Er zijn instituten als het Centre for Data Innovation die stellen dat de nieuwe AVG een grote negatieve impact zal hebben op de ontwikkeling en het gebruik van AI in Europa; daarmee de Europese bedrijven op een achterstand zettend. Er wordt gesteld: *"The EU should reform the GDPR so that these rules do not tie down its digital economy in the coming years"*.¹⁹

8 NEDERLAND MOET DAADKRACHT LATEN ZIEN OP HET GEBIED VAN AI

Alles wijst er op dat AI in de toekomst een cruciale rol gaat spelen in onze samenleving, en dat lijkt ook de reden dat de huidige grootmachten groot-scheeps in AI investeren. Als Nederland ambities heeft om in deze eeuw een rol van betekenis te blijven spelen op het wereldtoneel, zowel economisch als sociaal-maatschappelijk, zal het dus ook een stevige ambitie moeten formuleren op het gebied van AI. Het komt niet vanzelf op ons af.

Als we naar landen als Canada, Israël en Singapore kijken, krijgen we al een beeld van wat zo een ambitie concreet betekent. Het betekent een flink budget. Het betekent veel mensen opleiden, veel onderzoek stimuleren, het bedrijfsleven activeren om met AI innovaties aan de slag te gaan, en AI mogelijkheden inzetten om het overheidsbeleid te versterken op belangrijke thema's, zoals klimaat en veiligheid. In dit hoofdstuk willen we vrij en ambitieus denken over verandering, vanuit de overtuiging dat er veel te winnen is en vanuit de overtuiging dat meespelen cruciaal is om te bepalen welke richting AI op gaat.

Vandaar dat wij pleiten voor het opzetten van een ambitieus nationaal plan, specifiek voor AI. Vergeleken met de Nederlandse digitaliseringsstrategie moet de overheid daarin allereerst onderkennen dat de startpositie niet goed is, vervolgens doelen stellen, en met urgentie aan de slag.

Laten we als eerste niet verbloemen dat Nederland een achterstandspositie heeft op het gebied van AI. In de huidige digitaliseringsstrategie wordt nog gesproken van een "uitstekende uitgangspositie" voor Nederland. Hoewel dat misschien geldt voor andere aspecten van het digitaliseren van Nederland, geldt dat niet voor AI. Het schetsen van een positief beeld vermindert de urgentie.

De doelen in het plan moeten ambitieus zijn. Natuurlijk is het niet realistisch om te spreken over een leidende rol in de wereld, maar is het onrealistisch om te mikken op een plek bij de fictieve top 10? Daar horen acties bij die passen bij die

ambitie. De acties in de digitaliseringsstrategie die focussen op AI beperken zich tot een onderzoek naar de relatie tussen algoritmes en grondrechten, een beleidsgroep voor ethische vraagstukken rondom AI, een advies over de kansen en bedreigingen rondom AI, en een brief over de betekenis van AI voor de rechtspraak. Daarom stellen we meer voor.

Bij het nationaal plan dat wij voor ogen hebben horen in ieder geval de volgende elementen:

Opleiden: De omslag die we verwachten in het komende decennium kan alleen plaatsvinden als we voldoende talent opleiden en vasthouden. In de academische wereld moeten we plaats bieden aan de studenten die AI willen studeren, en die keuze actief stimuleren. In plaats van een capaciteit van 150 masterstudenten aan de UvA, waarvoor dit jaar 600 aanmeldingen zijn, zouden minimaal 1000 studenten per jaar moeten worden opgeleid in AI en gerelateerde studies. Evenzo voor andere universiteiten, waaronder in ieder geval de technische universiteiten die deze studie nog niet in hun curriculum hebben opgenomen. Ook het opzetten van één of meerdere hubs waar universiteiten, overheid en bedrijfsleven samenwerken is een beproefd concept. Het Innovation Center for Artificial Intelligence is een voorbeeld, net als de AI hub in Amsterdam, tot nu toe lokaal gesteund met een investering van 4 miljoen van de stad Amsterdam. Als aanvulling zou de overheid voor het einde van het jaar dit budget vertienvoudigd of zelfs verhonderdvoudigd kunnen hebben. We kunnen voor dit soort initiatieven inspiratie opdoen in een land als Canada waar een nauwe samenwerking van de overheid, het bedrijfsleven en de universiteiten het land recentelijk op de kaart heeft gezet als *place-to-be* voor AI-docenten, onderzoekers, grote internationale bedrijven, en start-ups.

Data beschikbaar stellen: Daarnaast zou de overheid een leidende rol kunnen spelen in het openbaar maken van data. Dat geldt dan niet alleen voor

haar eigen data, waar al stappen in zijn ondernomen, maar ook het stimuleren (of verplichten) van platformbedrijven om data beschikbaar te maken. Als data de brandstof is van goede AI, dan moeten we goed nadenken of we internationale platformbedrijven niet moeten verplichten de in Nederland gegenereerde data openbaar te maken. Een vergelijkbare maatregel zagen we al bij de invoer van de Europese richtlijn voor betalingsverkeer voor banken (PSD2).

Proportionele regelgeving: Het is belangrijk om ons waardenstelsel met individuele vrijheid en privacy goed te beschermen. Tegelijkertijd moeten we kunnen innoveren en de potentie van AI volop te benutten. Dat vraagt om een gebalanceerde en proportionele regelgeving. Zo is er geen objectieve reden dat men de beslissingen van AI niet goed accepteert of mag laten hertoetsen; AI leidt immers tot statistisch bewezen betere uitkomsten dan menselijk redeneren. In de gevallen dat context een rol speelt, kan een mens ook een rol spelen in de beslissing.

Om AI geaccepteerd en gangbaar te kunnen maken, kunnen we een auditfunctie invoeren – vergelijkbaar met de auditfunctie die we ook kennen voor financiële verslaglegging – die AI test voordat het in een consumentenomgeving wordt ingezet, eventueel ook met een jaarlijkse check. De dan gecertificeerde AI kunnen we vrijstellen van de eis dat onwelkome uitkomsten opnieuw een proces in moeten waar menselijk beoordeling vereist is.

Bedrijfsleven: Van het bedrijfsleven verwachten we dat ze de moed hebben om aan de slag te gaan met AI om impact te realiseren. We zijn weliswaar qua schaal geen China, maar in specifieke toepassingen van AI, geschaald door samenwerkingen, liggen veel kansen voor Nederland. Daarvoor zijn op dit moment kennis en talent in AI de meest cruciale factoren. Bedrijven zouden veel meer

moeten investeren in het ontwikkelen van kennis onder de toplaag van hun bestuurders, net als in het aanbrengen van goede kennis door competitieve salarissen of opleidingspakketten te bieden aan (aankomend) AI talent. Moed is nodig omdat dit ook kan betekenen dat ze grote koerswijzingen moeten aanbrengen in delen van hun strategie.

Overheid zelf: Cruciaal om het bovenstaande te verwezenlijken is de toewijzing van verantwoordelijkheid binnen de Rijksoverheid. Deze is nu nog niet ingericht op het inspelen en inzetten op digitale ontwikkelingen zoals AI. Binnen één partij, mogelijk een eigen ministerie, komen beleidsmakers en technische experts samen om ontwikkelingen in AI te stimuleren en uit te rollen, maar vooral om continu de lat hoger te leggen voor de toegevoegde waarde van AI in de Nederlandse samenleving.

Ook is het omkeren van de publieke opinie integraal. We denken dat hier veel mogelijkheden voor zijn, juist omdat AI zoveel positieve toepassingen heeft. In plaats van een vraagteken of angst, moet AI enthousiasme gaan oproepen bij de gemiddelde Nederlander. Dit kan gerealiseerd worden door Nederlandse televisieseries in te zetten, prijsvragen uit te schrijven vanuit de overheid, een campagne op sociale media, en rolmodellen te creëren op het gebied van AI toepassingen.

Maar bovenal is een gedeeld gevoel van urgentie cruciaal – dit is geen dossier om eerst nog eens twee jaar op te gaan studeren. Juist in AI is het cruciaal om vroeg te beginnen (ZIE HOOFDSTUK 4). Dat betekent ook dat we voorstellen om de eerste stappen te zetten voordat een volledig plan is uitgewerkt. Uiteindelijk ontstaat dan een plan uit de bouwstenen, al lerende wordt het plan steeds beter, precies zoals dat gaat bij AI.

Kortom, Nederland aan het stuur op het gebied van AI.

DANKWOORD

We hebben tijdens het schrijven van dit rapport enorm veel goede bijdragen en ondersteuning mogen ontvangen. Wij willen daar met name de volgende personen voor bedanken:

Ten eerste de leden van DenkWerk, die gedurende het onderzoeks- en schrijfproces actief betrokken zijn geweest. Zij hebben ons nieuwe inzichten en invalshoeken aangereikt, meegedacht, ons scherp gehouden in de argumentatielijnen en ons uitgedaagd om hoofdboodschappen te kiezen.

Tevens willen we de volgende experts bedanken voor het delen van hun kennis over het onderwerp: Max Welling, Danny Bürkli, Philip Evans, François Candelon en Jasper Wognum.

Daarnaast willen we Jan-Willem Kuenen danken voor het meelesen, Bart de Wit van Weperen voor de creatieve ideeën in de vormgeving en alle anderen die hebben geholpen om met deze eerste publicatie van DenkWerk de wereld in te treden. We zijn jullie erkentelijk.

De auteurs blijven, uiteraard, verantwoordelijk voor de conclusies en opvattingen in dit rapport.

We stimuleren je om te allen tijde de inzichten uit dit paper te gebruiken. We zouden het op prijs stellen als je daarbij dit werk als bron vermeldt. (Artificial Intelligence in Nederland, DenkWerk, juli 2018)

Bronnen:

- 1 Integraal Kankercentrum Nederland, Nederlandse Kankerregistratie, juni 2018
- 2 Skinvision, fact sheet, op basis van twee onderzoeken in Ludwig Maximilian Universiteit en Catharina ziekenhuis, augustus 2017
- 3 International Data Corporation, Digital Universe Study, december 2012
- 4 Max Tegmark, Life 3.0, Being Human in de Age of Artificial Intelligence, augustus 2017
- 5 Idem als 4
- 6 BCG Gamma, Artificial Intelligence: Have No Fear, the Revolution of AI at Work, juni 2018
- 7 BCG/MIT, Reshaping Business with Artificial Intelligence, september 2017
- 8 Google Trends, DenkWerk analyse, april-juni 2018
- 9 Idem als 6
- 10 PwC, Sizing the price; PwC's global artificial intelligence study: Exploiting the AI revolution, 2018
- 11 Inzicht uit de BCG Experience curve, zoals ontwikkeld door oprichter Bruce Henderson in de jaren '60
- 12 QS World University Rankings, DenkWerk analyse met behulp van inwonersaantallen 2017
- 13 NRC, Live conferentie over AI, 21 juni 2018; The Guardian, Big tech firms' AI hiring frenzy leads to brain drain at UK universities, 2 november 2017
- 14 Statista, Market capitalization of the largest internet companies worldwide, mei 2018.
- 15 CB Insights, Rise of China's Big Tech in AI, 26 april 2018
- 16 Hofstede Insights, country comparison tool
- 17 Idem als 16
- 18 BCG, Bridging the Trust Gap: data misuse and stewardship by the numbers, oktober 2016
- 19 Centre for Data Innovation, The Impact of of the EU's new data protection regulation on AI, maart 2018

Denkend aan Holland zie ik breede rivieren traag door oneindig laagland gaan, rijen ondenkbaar ijle populieren als hoge pluimen aan den einder staan; en in de geweldige ruimte verzonken de boerderijen verspreid door het land, boomgroepen, dorpen, geknotte torens, kerken en olmen in een grootsch verband. de lucht hangt er laag en de zon wordt er langzaam in grijze veelkleurige dampen gesmoord, en in alle gewesten wordt de stem van het water met zijn eeuwige rampen gevreesd en gehoord.

HENDRIK MARSMAN, 1936



DENKWERK

