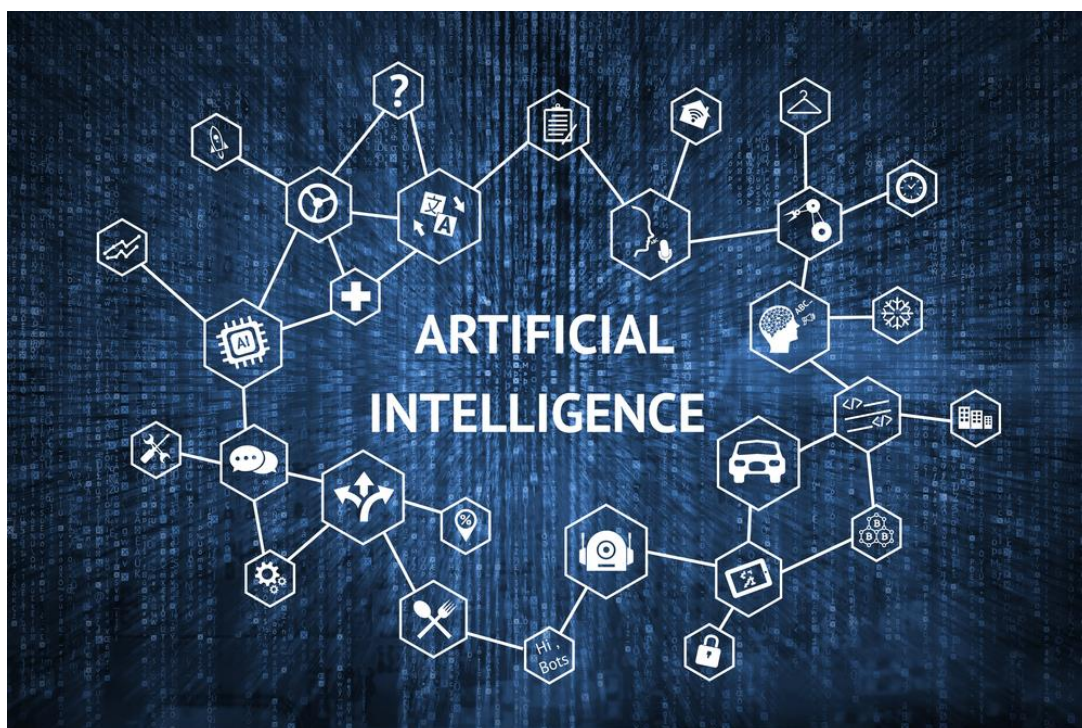


VLAAMSE BELEIDSAGENDA

ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE

November 2018



De Vlaamse Adviesraad voor Innoveren en Ondernemen (VARIO) adviseert de Vlaamse Regering en het Vlaams Parlement over het wetenschaps-, technologie-, innovatie-, industrie-, en ondernemerschapsbeleid. De raad doet dit zowel op eigen initiatief als op vraag. VARIO werd bij besluit opgericht door de Vlaamse Regering op 14 oktober 2016. De VARIO werkt onafhankelijk van de Vlaamse Regering en de partijen in het werkveld. De voorzitter en de negen leden van de VARIO zetelen in eigen naam:

Lieven Danneels (voorzitter)
Dirk Van Dyck (plaatsvervangend voorzitter)
Katrín Geyskens
Wim Haegeman
Johan Martens

Koen Vanhalst
Vanessa Vankerckhoven
Marc Van Sande
Reinhilde Veugeliers
Hilde Windels

Het secretariaat is gevestigd in Brussel:
Koolstraat 35
1000 Brussel
+32 (0)2 553 24 40
info@vario.be
www.vario.be

VLAAMSE BELEIDSAGENDA ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE

NOVEMBER 2018

////////////////////////////////////
//

Ontwerp: Vlaamse Overheid/VARIO
Depotnummer: D/2018/3241/338
November 2018

AUTEURSRECHT

Alle auteursrechten voorbehouden. Mits de bronvermelding correct is, mogen deze uitgave of onderdelen van deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen of openbaar gemaakt zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van VARIO. Een correcte bronvermelding bevat in elk geval een duidelijke vermelding van organisatiernaam en naam en jaartal van de uitgave.

//

INHOUDSTAFEL

Situering	9
Managementsamenvatting	11
Executive summary	15
Concrete aanbevelingen vertrekkende van de voorstellen van de stakeholders	21
1.1 Prioritair: de bedrijfsadoptie van AI versnellen en de inclusiviteit garanderen	21
1.2 Betrek de overheid maximaal	25
1.3 Zorg voor een evenwichtige governance-structuur	28
1.4 Kritische massa is nodig	29
1.5 Zet in op een centrale hub met sterke visibiliteit om te verbinden en internationaal te connecteren	30
1.6 Zet in op multidisciplinariteit en ethiek in onderwijs en O&O	33
VARIO steunt ook de focus op cybersecurity	35
Analyse ter ondersteuning van het advies	37
1 Wat is AI?	37
1.1 Definitie	37
1.2 2 takken	38
1.2.1 Machine learning & Deep Learning	38
1.2.2 Expertsystemen	39
1.3 Mogelijkheden en beperkingen van deep learning	40
1.3.1 Technologische beperkingen	42
1.3.2 Fundamentele beperkingen van DL	44
2 Het transformatief potentieel van AI	45
2.1 Impact op korte en lange termijn, op producten én processen	45
2.2 AI als transversale technologie	46
2.3 AI als disruptieve technologie	46
2.3.1 AI is een strategische concurrentiële factor voor bedrijven	46
2.3.2 AI leidt tot waardecreatie in bedrijven	48
2.3.3 AI en verschuivingen op de arbeidsmarkt	51
2.4 AI als geopolitieke factor	53
3 Mondiale AI-adoptie	54
3.1 Is het dan geen hype?	54
3.1.1 Gartner hype cycle	55
3.1.2 AI Vibrancy Index	57
3.1.3 McKinsey	58
3.2 Wetenschappelijk onderzoek	59
3.2.1 Nadruk op ML en DL	59
3.3 BedrijfsInvesteringsen	60
3.3.1 Het zwaartepunt ligt bij de Tech Giants	60

```
//
```


SITUERING

Op het werkprogramma van VARIO voor 2018 stond een advies op eigen initiatief over artificiële intelligentie. Wij vinden het zeer positief dat we door de feiten werden ingehaald, in die zin dat minister Muyters de start van een Vlaams AI-initiatief op de agenda zette voor 2019, waarvoor op recurrente basis 30 miljoen euro zal worden vrijgemaakt. Daarnaast maakt minister Muyters vanaf 2019 ook jaarlijks 20 miljoen euro vrij voor een programma rond Cybersecurity en 10 miljoen euro voor een programma rond Gepersonaliseerde Geneeskunde.

De minister vroeg als aanzet voor het AI-plan aan een groep relevante Vlaamse stakeholders om met een bottom-up voorstel te komen. Aan VARIO vroeg hij om in een tweede fase feedback te geven op dit voorstel. Dit advies is dus in de eerste plaats een verzameling aanbevelingen vertrekkende van de betreffende nota's¹ van de stakeholders. Door de manier waarop het proces werd ingericht en doordat de onderhandelingen van de stakeholders doorliepen parallel met de uitwerking van dit adviestraject, was het voor VARIO niet evident om ten volle zijn rol te spelen als neutrale adviesraad met een langetermijnperspectief. Idealiter was VARIO vroeger in de besluitvorming betrokken geweest.

Omdat één van de grote pijnpunten in Vlaanderen rond artificiële intelligentie momenteel een gebrek aan bewustzijn is over de werkelijke mogelijkheden en beperkingen, hebben we voor dit advies ook een uitvoerig achtergrondrapport opgemaakt. Het is een weerslag van desk research, een rondetafelgesprek met academische experts, drie internationale bezoeken en talrijke interviews. Daarnaast leverde ook de internationale AI-benchmark die door het Departement EWI werd besteld waardevolle informatie. Met dit uitvoerig achtergrondrapport hopen we bij te dragen aan de demystificatie van het onderwerp, zowel voor beleidsmakers als voor economische en maatschappelijke actoren.

We merken daarbij op dat VARIO vanuit zijn expertise vooral heeft gefocust op de innovatieve/economische dimensie van AI, hoewel we ook de sociale en ethische aspecten niet uit het oog zijn verloren. Omwille van de nauwe verwevenheid van AI met cybersecurity, hebben we ook kernachtig feedback gegeven op de voorstellen van de stakeholders m.b.t. die andere transversale uitdaging.

Tot slot is het voor VARIO niet duidelijk hoe het programma van 10 miljoen euro voor Gepersonaliseerde Geneeskunde vorm zal krijgen. In de beleidsbrief 2019 lezen we hieromtrent: *“In de begrotingsopmaak 2019 werden de 4 nieuwe beleidsagenda’s opgenomen: artificiële intelligentie, cybersecurity, virtual en augmented reality en gepersonaliseerde geneeskunde. De Vlaamse Adviesraad voor Innoveren en Ondernemen VARIO werkt aan een advies over het thema Artificiële Intelligentie. Op basis van de benchmarkstudies en het advies van de VARIO zullen strategische roadmaps voor de verschillende beleidsagenda’s worden uitgewerkt. Deze roadmaps zullen een kader creëren waarmee Vlaanderen zich op die gebieden kan profileren en excelleren in Europese en internationale context.”.*

¹ In het vervolg van de tekst wordt hiernaar verwezen met de ‘ontwerpnota’s’

MANAGEMENTSAMENVATTING

VARIO verwelkomt AI-initiatief ...

De te verwachten maatschappelijke en economische impact van artificiële intelligentie, die we uitgebreid onderbouwen in onze achtergrondstudie, toont ondubbelzinnig het belang aan voor de Vlaamse kennismaatschappij van structurele AI-investeringen in onderwijs, onderzoek, innovatie en sensibilisering. Onze buurlanden alsook de leidende mondiale economieën hebben allen een gecoördineerde aanpak met steun van de overheid opgestart of hebben die in de pijplijn.

We verwelkomen dan ook het initiatief van minister Muyters om op recurrente basis middelen vrij te maken. Los van het feit dat op korte termijn enige ontgoocheling over de disruptieve effecten van AI niet onwaarschijnlijk is, gezien de huidige (over)hype, zijn internationale experts het eens over de langetermijn-impact. In tegenstelling tot wat geldt voor andere opkomende technologieën, zal de impact van AI zich niet beperken tot geïsoleerde sectoren of specifieke functionele domeinen. **VARIO ondersteunt de inclusie van AI in een gerichte beleidsagenda** dan ook ten eerste.

Ook het gehanteerde positieve perspectief in het voorstel, gericht op opportuniteiten en met het nodige zelfvertrouwen, zien wij als de juiste benadering. Het sluit aan bij de strategische visie voor 2050 van de Vlaamse Regering, die stelt dat Vlaanderen nieuwe transitieën moet benaderen “in termen van kansen en mogelijkheden”. We steunen ook de holistische benadering, waarin men zich niet beperkt tot het reserveren van middelen voor O&O, maar waarin men het hele ecosysteem in beschouwing neemt: het ontwerpplan heeft terecht ook aandacht voor beleidsdomein-overschrijdende bottlenecks, zoals het (groeïend) tekort aan opgeleid talent en de bij de bevolking aanwezige onwetendheid en eventueel daaruit resulterende angst en aversie².

Het is een conditio sine qua non dat er expliciet aandacht is voor bewustmaking en voor de ethische en juridische dimensies. Een succesvolle absorptie in het Vlaams economisch en maatschappelijk weefsel van AI-toepassingen die steeds meer impact zullen hebben op het dagelijks leven, staat of valt immers met voldoende vertrouwen in de verantwoorde uitrol. Voor burgers (consumenten) is het bijvoorbeeld van groot belang dat kernwaarden zoals privacy en non-discriminatie gevrijwaard blijven, ondernemingen hebben nood aan rechtszekerheid,...

... maar vraagt meer focus op vraagzijde

Wat betreft de voorstellen van de stakeholders om het AI-initiatief concreet vorm te geven, heeft VARIO één belangrijke overkoepelende aanbeveling. We zijn ervan overtuigd dat bijsturing op dit punt nodig is, om tot maximale Vlaamse valorisatie van AI als transversale technologie te komen.

² Cfr. het doembeeld van de ‘robot-apocalyps’

Automation has the potential to rebuild a major growth path within a resilient labour market

The diagram illustrates the 'MIDPOINT SCENARIO' for automation's impact on GDP/capita growth and net employment impact, categorized by adoption intensity and innovator type.

MIDPOINT SCENARIO

- GDP/capita growth: **+1.8%**
- Net employment impact: **-1.3%**

Adoption Intensity:

- HIGH intensity of job creation** (Upward arrow)
- LOW intensity of job creation** (Downward arrow)

Adoption Speed:

- SLOW adoption** (Leftward arrow)
- FAST adoption** (Rightward arrow)

Impact by Category:

- Careful automation innovator** (Top Left): GDP/capita growth: **+0.6%**, Net employment impact: **+0.6%**
- Automation innovator** (Top Right): GDP/capita growth: **+3%**, Net employment impact: **+5.1%**
- Automation resistant** (Bottom Left): GDP/capita growth: **+0.8%**, Net employment impact: **-0.5%**
- Automation efficiency leader** (Bottom Right): GDP/capita growth: **+2.1%**, Net employment impact: **-7.5%**

Gegeven dat de AI-adoptie door nieuwe of bestaande Vlaamse bedrijven hét doorslaggevende element is voor economische valorisatie, bieden de voorliggende ontwerpnota's onvoldoende garanties om het valorisatie-doel maximaal te bereiken. De voorstellen in de nota's zijn duidelijk in eerste instantie geënt op de sterktes en aspiraties van de aanbodzijde, eerder dan dat ze de (latente) noden van de vraagzijde als vertrekpunt nemen. We merken op dat de uitbouw van de vraag naar AI op een organische manier zal leiden tot extra opportuniteiten voor (versterking van) de aanbodzijde.

De overheid moet daarom prioritair een **breed spectrum aan laagdrempelige maatregelen** ondersteunen, voor bedrijven in alle maturiteitsfasen m.b.t. AI en *data governance*. Dat *flankerend beleid voor de inclusieve adoptie* moet o.a. bestaan uit: *awareness creation*, adviesverlening omtrent de haalbaarheid/wenselijkheid van AI-implementaties in bedrijven, steun voor (vrij eenvoudige) ontwikkelingsprojecten, naast voor meer geavanceerde onderzoeksprojecten met meer geavanceerde spelers,...

Gezien het groeiende tekort aan adequaat opgeleid talent, **vragen we dat binnen het flankerend beleid voldoende budget gaat naar opleidingen.** Ook hier moet men in de prioritering vertrekken bij de noden van de vraagzijde: bedrijven kunnen niet wachten tot een nieuwe generatie afgestudeerden de arbeidsmarkt betreedt. Omwille van die urgentie situeert VARIO de inzet van extra middelen voor opleidingen vooral in het uitbouwen van een gepast opleidingsaanbod voor de **herscholing en/of bijscholing van reeds actief personeel.**

Experten verwachten trouwens dat AI in de toekomst in een meerderheid van jobs zijn intrede zal doen, in verschillende gradaties van intensiteit naargelang de specifieke job (zie achtergrondrapport). De reeds actieve beroepsbevolking zal zich dus op langere termijn sowieso moeten aanpassen aan de komst van AI.

EXECUTIVE SUMMARY

The work programme of VARIO for 2018 included an own-initiative report on artificial intelligence. We find it very positive that we were outpaced by the facts, since Minister Muyters put the start of a Flemish AI initiative on the agenda in 2019, for which 30 million euros will be made available on a recurrent basis. In addition, from 2019 on Minister Muyters will also allocate 20 million euros yearly for a programme on Cybersecurity and 10 million euros for a programme on Personalised Medicine.

The Minister asked a group of relevant Flemish stakeholders to come up with bottom-up proposals as the basis for the AI plan. He asked VARIO to give feedback on these proposals in a second phase. This advice is therefore first and foremost a collection of recommendations based on the relevant stakeholder documents. Due to the way in which the policymaking process was structured and because the negotiations of the stakeholders continued in parallel with the elaboration of this advisory process, it was not evident for VARIO to fully play its role as a neutral advisory board with a long-term perspective. Ideally, VARIO would have been involved in the decision-making process earlier.

Because one of the major obstacles in Flanders in the field of artificial intelligence is currently a lack of awareness about the real possibilities and limitations, we have also compiled an extensive background report for this advice (only in Dutch). It is the result of desk research, a round table discussion with academic experts, three international visits and numerous interviews. In addition, the international AI benchmark ordered by the Department EWI also provided valuable information. With this comprehensive background report, we hope to contribute to the demystification of the subject, both for policy makers and for economic and social actors.

We note that because of its expertise VARIO has focused on the innovative/economic dimension of AI, although we have not lost sight of the social and ethical aspects. Because of the close connection of AI with cybersecurity, we also gave concise feedback on the proposals of the stakeholders regarding this other transversal challenge.

And finally, it is not clear to VARIO how the EUR 10 million programme for Personalised Medicine will take shape. In the 2019 policy letter, we read: *"The 2019 budget preparation included the 4 new policy agendas: artificial intelligence, cybersecurity, virtual and augmented reality and personalised medicine. The Flemish Advisory Council for Innovation and Entrepreneurship VARIO is working on an advice on the theme of Artificial Intelligence. **Based on the benchmark studies and the advice of VARIO, strategic roadmaps for the various policy agendas will be developed.** These roadmaps will create a framework within which Flanders can profile itself and excel in these areas in a European and international context."*

////////////////////////////////////

VARIO therefore quickly requests clarity about the Personalised Medicine programme and wishes to be consulted as early as possible in the decision-making process. After all, it is best to integrate these policy agendas: Personalised Medicine is pre-eminently a domain where AI is a very important platform technology.

VARIO welcomes AI initiative...

The expected social and economic impact of artificial intelligence, which we extensively substantiate in our background study, unambiguously demonstrates the importance for the Flemish knowledge society of structural AI investments in education, research, innovation and awareness raising. Our neighboring countries as well as the leading global economies have all started or have planned a coordinated approach with the support of the government.

We therefore welcome the initiative of Minister Muyters to allocate resources on a recurrent basis. Notwithstanding the fact that in the short term some disillusionment with the disruptive effects of AI is not unlikely, given the current (over)hype, international experts agree on the long-term impact. Unlike other emerging technologies, the impact of AI will not be limited to isolated sectors or specific business functions. **VARIO therefore strongly supports the inclusion of AI in a focused policy agenda.**

We also see the positive perspective used in the proposals as the right approach, focused on opportunities and with the necessary self-confidence. It is in accordance with the strategic vision of the Flemish Government for 2050, which states that Flanders must approach new transitions “in terms of opportunities and possibilities”. We also support the holistic approach, whereby the proposals are not limited to reserving resources for R&D, but which takes the entire ecosystem into account: the proposals rightly also pay attention to policy domain-transcending bottlenecks, such as the (growing) shortage of educated talent and the population’s ignorance and resulting fear and aversion.

It is a *conditio sine qua non* that there is explicit attention for awareness raising and for the ethical and legal dimensions. A successful absorption in the Flemish economic and social fabric of AI applications that will have an increasing impact on daily life, depends on sufficient confidence in the responsible roll-out. For citizens (consumers), for example, it is of great importance that core values such as privacy and non-discrimination are safeguarded, companies need legal certainty,....

...BUT ASKS FOR MORE FOCUS ON THE DEMAND SIDE

As regards the stakeholders' proposals to concretise the AI initiative, VARIO has one important overarching recommendation. We are convinced that adjustments are necessary in this matter in order to achieve maximum Flemish valorisation of AI as a transversal technology. In the following paragraphs, we will explain the core of this overarching recommendation, and in the subsequent part of the text, more detail and argumentation will follow in more specific concrete recommendations (only in Dutch).

////////////////////////////////////

Automation has the potential to rebuild a major growth path within a resilient labour market

The diagram illustrates four potential automation scenarios, each with its own GDP/capita growth and Net employment impact, centered around a 'MIDPOINT SCENARIO'.

Scenario	GDP/capita growth	Net employment impact
Careful automation innovator	+0.6%	+0.6%
Automation innovator	+3%	+5.1%
Automation resistant	+0.8%	-0.5%
Automation efficiency leader	+2.1%	-7.5%
MIDPOINT SCENARIO	+1.8%	-1.3%

Arrows indicate the intensity of job creation relative to the midpoint scenario:

- Upward arrow: HIGH intensity of job creation
- Downward arrow: LOW intensity of job creation
- Leftward arrow: SLOW adoption
- Rightward arrow: FAST adoption

Source: McKinsey (2017b)

Since the AI adoption by new or existing Flemish companies is the decisive element for economic valorization, the present proposals of the stakeholders do not offer sufficient guarantees to achieve the valorization objective as fully as possible. The proposals are clearly based in first instance on the strengths and aspirations of the supply side, rather than taking the (latent) needs of the demand side as a starting point. We would like to note that the expansion of the demand for AI will organically lead to additional opportunities for (strengthening) the supply side.

The government should therefore as a first priority support a broad spectrum of low-threshold measures for companies in all stages of maturity with regard to AI and data governance. This supportive policy for inclusive adoption should include: awareness creation and support for advices on the feasibility/desirability of AI implementations in companies, for (relatively simple) development projects, in addition to support for more advanced research projects with more advanced players, ...

Considering the growing shortage of adequately trained talent, we ask that as one of the supporting measures **sufficient budget is allocated to education**. Here too, the priorities must be based on the needs of the demand side: companies cannot wait for a new generation of graduates to enter the labor market. Because of this urgency, VARIO sees the deployment of extra resources for education mainly in the development of an appropriate educational offer for the training and/or retraining of already active personnel. By the way, experts expect that in the future AI will be introduced in a majority of jobs, in different degrees of intensity depending on the specific job (see background report). In the long term, the already active labor force will therefore inevitably have to adapt to the arrival of AI.

////////////////////////////////////
//

CONCRETE AANBEVELINGEN VERTREKKENDE VAN DE VOORSTELLEN VAN DE STAKEHOLDERS

1.1 PRIORITAIR: DE BEDRIJFSADOPTIE VAN AI VERSNELLEN EN DE INCLUSIVITEIT GARANDEREN

Artificiële intelligentie is een transversale technologie, waarvan de adoptie over alle sectoren heen belangrijk zal blijken voor de competitiviteit van ondernemingen. De technologie kan in een enorm aantal toepassingsdomeinen niet alleen leiden tot innovatie van het productaanbod van bedrijven. Door het potentieel om met AI ook belangrijke ondersteunende processen te innoveren, is het voor quasi elke onderneming bijzonder relevant, zelfs in sectoren die traditioneel als weinig innovatief geboekstaafd staan.

Door de vorige digitaliseringsgolf verschoven commerciële processen bijvoorbeeld al naar *mobile* en online-omgevingen. AI, in de vorm van bv. *recommender engines* (B2C) en verregaande mogelijkheden voor *customization* (B2B), vergroot de relevantie van de data die commerciële aanbieders in zulke omgevingen kunnen verzamelen⁴. AI biedt nieuwe mogelijkheden voor *business intelligence*. Verschillende geraadpleegde studies⁵ stellen echter dat veel Vlaamse bedrijven jammer genoeg nog steeds worstelen met het ontsluiten van hun data. Dat betekent dat het voor veel bedrijfsleiders geen evidentie zal zijn om op de AI-trein te springen, omdat de interne basisinfrastructuur ervoor nog niet op punt staat. Bovendien ontbreekt het velen onder hen aan voldoende inzicht in de mogelijkheden van de technologie om aantrekkelijke nieuwe business cases te identificeren.

Ondanks recente claims in de media⁶ dat België tot de Europese kopgroep in AI-ontwikkeling zou behoren, is euforie dus niet op zijn plaats. Het rapport van EY waar de artikels naar verwezen, ging hoofdzakelijk over grotere bedrijven (met voor België een selectie van 21 bedrijven). Wat McKinsey inclusieve adoptie door het bedrijfsleven noemt⁷, is een grote uitdaging in onze kmo-regio. En zelfs in de niet-representatieve steekproef in het EY-rapport omschreef trouwens slechts 4% van de bedrijven zich als geavanceerde AI-gebruiker.

4 Het is geen toeval dat het toepassingsdomein 'MadTech', wat staat voor Marketing & Advertising Tech, in 2016 op de 3e plaats stond wat betreft investeringsdeals in AI-bedrijven (Mohout, 2017).

5 Zie achtergrondrapport

6 Cfr. bv. <https://kanaalz.knack.be/nieuws/belgie-in-europese-kopgroep-voor-artificiele-intelligentie/video-normal-1388285.html>.

7 Hiermee wordt bedoeld dat de adoptie zich niet mag beperken tot een beperkte groep (grotere) innovatieve bedrijven.

Aanbevelingen

- **Maak de inclusieve, brede adoptie van AI dé duidelijke beleidsprioriteit binnen het AI-initiatief.** Geef daar duidelijk uiting aan in de budgettering en de bijhorende KPI's: op het hoogste governance-niveau van het AI-initiatief moet het evenwicht tussen het stimuleren van de inclusieve adoptie enerzijds en het 'excellentie-luik'⁸ anderzijds duidelijk doorwegen naar het eerste punt. Dat (budgettaire) evenwicht moet garanderen dat voldoende activiteiten ter bevordering van de adoptie kunnen ontplooid worden, opdat Vlaamse bedrijven in quasi alle sectoren op de AI-trein kunnen springen.

VARIO onderschrijft het belang van het streven van de sterke Vlaamse actoren aan de aanbodzijde naar het verleggen van de state-of-the-art in bepaalde technologische niches of (een selectie van) applicatiedomeinen. Om specifiek in dat 'excellentie-luik' kans op slagen te hebben, lijkt het ons inderdaad onvermijdelijk dat Vlaanderen strategische keuzes maakt. Zo kan een te sterke versnippering van middelen in dit 'excellentie-luik' van het AI-initiatief vermeden worden. Dat levert de beste kansen op om daadwerkelijk expertise van mondiaal topniveau te kunnen behouden/opbouwen.

De initieel voorgestelde applicatiedomeinen "slimme mobiliteit", "gepersonaliseerde gezondheidszorg" en "industrie 4.0", zijn verdedigbare opties voor het 'excellentie-luik': ze hadden een goede fit met de specifieke Vlaamse sterktes en uitdagingen. Ze pasten ook in de respectievelijke transitieprioriteiten van een "vlot en veilig mobiliteitssysteem", "zorg en welzijn 4.0" en "industrie 4.0", uit het strategisch plan Visie 2050 van de Vlaamse Regering. Ten slotte figureerde elk van deze sectoren op lijstjes van consultants met de meest beloftevolle sectoren voor AI. VARIO sluit zich aan bij het belang van de doorontwikkeling van digitaal-technologische platformen en van strategisch basisonderzoek⁹ om dergelijke strategische keuzes in het 'excellentie-luik' waar te maken. We wijzen echter op de versterking van de geijkte financieringskanalen voor onderzoek in het algemeen in het kader van de budgettaire opstap van €280 miljoen in 2019 (binnen het beleidsdomein Economie, Wetenschap & Innovatie). Daarnaast wordt voor de doorontwikkeling van de technologische platformen van de SOC's al 75 miljoen euro voorzien in het nieuwe Flanders Future Techfund¹⁰, een bedrag dat in de toekomst nog zal aangroeien met 300 miljoen euro.

8 Daarmee bedoelen we het luik van het AI-initiatief dat erop gericht is de state-of-the-art te verleggen in een aantal verticals of Top Tech-programmalijnen.

9 Met inbegrip van ICON-projecten.

10 <https://www.vlaamsparlament.be/commissies/commissievergaderingen/1277365/verslag/1279366>

Het moet dus mogelijk zijn om van de jaarlijks voorziene 30 miljoen euro de hoofdmoot te voorzien voor een substantieel gamma aan adoptie-bevorderende maatregelen. VARIO verwacht immers de meeste toegevoegde waarde van die overheids-stimulansen die een brede, inclusieve adoptie van AI beogen. Het zijn onze bedrijven die de economische meerwaarde van AI kunnen capteren. En niet alleen de bedrijven in sectoren waar in Vlaanderen reeds een SOC of cluster actief is: zelfs kmo's in traditionele sectoren hebben veel te winnen bij succesvolle implementatie van AI, of veel te verliezen bij het missen van deze trein. De overheid kan hier in het bijzonder een belangrijke rol spelen, omdat veel Vlaamse bedrijven de vorige digitaliseringsgolf nog niet goed hebben verteed. Ze hebben bv. hun *data governance* nog niet onder controle, of hebben (voor B2C) de boot van de e-commerce gemist. Die achterstand resulteert in een gebrek aan bewustzijn bij bedrijfsleiders en managers over de relevantie van AI voor hun activiteiten.

- Een belangrijk knelpunt om de bedrijfsadoptie te versnellen, blijkt een (groeïend) gebrek aan AI-talent¹¹. Substantiële middelen moeten hiervoor binnen het initiatief voorzien worden, maar wel opnieuw voldoende toegespitst op de behoeftes van de vraagzijde: **de prioriteit moet liggen bij de mogelijkheden voor bedrijven om personeel bij te scholen of te herscholen.**
- **Leg de nadruk op een OPEN vraag-gedreven aanpak om de adoptie van AI te stimuleren.** Ondersteunde initiatieven moeten maximaal tegemoet komen aan reële noden van Vlaamse bedrijven. Het gaat zowel om de noden van de voorlopers, de 'AI-bewuste' bedrijven, als om de latente noden van bedrijven die zich nog niet bewust zijn van de mogelijkheden. Gezien dat veelvoorkomend gebrek aan bewustzijn aan de vraagzijde, benadrukken we dat de vraag-gedreven aanpak voldoende *outreach* moet voorzien. Een quote van wijlen de oprichter van één van de grote Amerikaanse tech-bedrijven misstaat hier niet: "*A lot of times, people don't know what they want until you show it to them*"¹².

Welke specifieke AI-dienstverleners ondersteund worden door de overheid om die noden in te vullen, is van ondergeschikt belang: de belangen van de vraagzijde moeten het primair vertrekpunt zijn. Dat betekent dat het programma internationaal voldoende open moet zijn: het moet mogelijk zijn als bedrijf steun te genieten om met de meest geschikte partner samen te werken, ook als die zich buiten Vlaanderen of zelfs buiten Europa bevindt.

Daarnaast betekent een open vraag-gedreven aanpak ook dat er voldoende mogelijkheden moeten zijn voor ondersteuning van nieuwe dienstverleners of nieuwe acties die bottom-up ontstaan. In die zin vinden we het geen goed idee om al te restrictieve vereisten te bepalen zoals bv. "consortia bestaande uit meerdere stakeholdertypes"¹³.

11 Daarbij is een goede gender-balans zeer belangrijk.

12 <https://www.bloovi.be/nieuws/detail/de-5-meest-inspirerende-steve-jobs-quotes>

13 P. 13 ontwerpnota

Men moet er ook over waken dat publiek-private instellingen niet marktversturend werken, zodat er voldoende zuurstof is voor de verdere ontwikkeling van het Vlaams ecosysteem van AI-dienstverleners.

- **Oormerk binnen de middelen van het Hermes-fonds AI-budgetten, ter ondersteuning van de behoeften langs de vraagzijde.** Ontsluit deze middelen via de gepaste (bestaande) VLAIO-instrumenten, en creëer voor dit op AI gerichte programma maximale visibiliteit en transparantie naar ondernemers toe.

We verduidelijken kort wat we bedoelen met de inzet van het bestaand VLAIO-instrumentarium, in het kader van een algemeen ondersteuningsbeleid ten behoeve van bedrijven in verschillende AI-maturiteitsfasen. Voor de groep kmo's die nog volledig in het duister tasten over AI, kan de *kmo-portefeuille* drempelverlagend werken voor een eerste oriëntatie. De kmo's die AI-knowhow willen binnenhalen met het oog op verdere groei van hun onderneming, zou VLAIO in zijn AI-programma bv. kunnen steunen via *kmo-groeisubsidies*. *Ontwikkelingsprojecten* zijn voor kleine en grotere bedrijven uit alle sectoren instrumenteel om op korte termijn innovatieve AI-gebaseerde producten of processen te ontwikkelen. *Onderzoeksprojecten* maken meer geavanceerde AI-kennisopbouw mogelijk, verder verwijderd van de fase van commercialisering. *COOCK-projecten* kunnen de brug slaan tussen basisonderzoek en valorisatie bij een groep (vooral kleinere) bedrijven, ... Het is voor ons duidelijk dat dit VLAIO-instrumentarium een nuttige uitbreiding vormt op de mogelijkheid van ICON-projecten.

- Het ontbreekt het huidige Vlaamse AI-ecosysteem aan transparantie (zie verder), ook naar bedrijfsleiders toe. Zet dus om de adoptie te stimuleren niet enkel in op een AI-hub gebaseerd op de sterke actoren aan de aanbodzijde¹⁴, wat op zich een zeer goed idee kan zijn voor de programmalijnen in het ‘excellentie-luik’. **Ondersteun ook hubs vertrekkende vanuit de noden van de brede vraagzijde.** Onder andere de hogescholen, die in de ontwerpnota’s niet aan bod komen, kunnen hier een rol spelen.

14 Cfr. “AI Service Center” of “AI Experience Centre” in de ontwerpnota’s

1.2 BETREK DE OVERHEID MAXIMAAL

Artificiële intelligentie biedt niet alleen potentieel voor efficiëntiewinsten en betere dienstverlening in de private sector. Ook voor lokale overheden en de Vlaamse overheid biedt AI heel wat potentieel. Gelet op de scope van dit advies, waren wij bij het formuleren van aanbevelingen echter vooral geïnteresseerd in de rol van de overheid als *driver* voor het Vlaamse AI-ecosysteem.

Beide gaan echter samen: door AI-toepassingen te implementeren met het oog op een betere werking van haar administraties en agentschappen, kan de overheid bijdragen aan de acceleratie en versterking van het ecosysteem. Het inschakelen van chatbots in de publieke dienstverlening is er bijvoorbeeld in de 1^e plaats op gericht om het contact van de burger met de overheid te verbeteren, maar kan als gunstig neveneffect het vertrouwen bij burgers in de nieuwe technologie aanwakken.

Momenteel ontplooiën verschillende overheidsdiensten AI-initiatieven met een verschillende graad van maturiteit¹⁵. Er is wel al getracht om enige beleidsdomein-overschrijdende coördinatie op te zetten vanuit een programma bij Informatie Vlaanderen, maar door budgettaire beperkingen is het ambitieniveau vrij beperkt en ontbreekt het aan strategische richting.

Een ander belangrijk argument voor betrokkenheid van de overheid, in het bijzonder van het politieke niveau, is de versterkende werking van AI voor de disruptie van het maatschappelijk weefsel, ingezet door de vorige digitaliseringsgolf. Een democratisch deficit dreigt: verkozenen hebben in het algemeen moeite om de vinger aan de pols te houden van de snelle technologische evoluties, maar onoordeelkundige of zelfs kwaadwillige inzet van slimme algoritmen in het bijzonder kan verregaande maatschappelijke effecten sorteren.

De stakeholders hebben in de ontwerpnota's quasi geen aandacht geschonken aan de rol van de overheid als belangrijk lid van de *quadruple helix*. Een representatieve vertegenwoordiging van de relevante administraties en agentschappen binnen het regie-orgaan is bv. niet geëxpliciteerd.

Volgens VARIO is het geen goed idee om de adoptie van AI binnen overheidsdiensten los te zien van het voorgestelde AI-programma.

Aanbevelingen

- **Voorzie een sterke betrokkenheid van de overheid, zowel de administratie als het politieke niveau, in de governance van het initiatief.** Idealiter groeit het programma uit tot een (virtueel) instituut met sterke betrokkenheid van de *quadruple helix*-actoren (zie verder), maar ook in de set-up van een programma is de vertegenwoordiging van de overheid binnen de governance-structuur zeer belangrijk. Daarbij moet ernaar gestreefd worden om die link naar de overheid zoveel mogelijk op een beleidsdomein-overschrijdende manier te maken.

15 VDAB en VRT zijn volgens Informatie Vlaanderen trendsetters

Gezien het geopolitieke belang van AI, de niet te onderschatten impact op het toekomstig maatschappelijk en economisch weefsel, en eventuele gevaren voor het democratisch proces¹⁶, is het van groot belang dat beleidsmakers voeling houden met de state-of-the-art. In het VK heeft men bv. de AI Council, die de zgn. “*AI sector deal*” begeleidt, met ministeriële vertegenwoordiging.

- **De overheid kan als katalysator optreden voor het ontsluiten van dé grondstof van AI naar de relevante actoren: data.** Ze moet zich zeer proactief opstellen: ze moet rekening houden met Europese harmonisatie-initiatieven in het kader van o.a. de Digital Single Market, maar ze moet verder gaan waar nodig. Voor de ontsluiting van publieke data en data verzameld in het kader van publiek gefinancierd onderzoek (“open science”) heeft de overheid zelf de hefboomen in handen, die ze maximaal moet inzetten. Fysieke centralisatie van data blijkt volgens specialisten daarbij geen noodzaak, het zou volstaan dat data o.b.v. ondersteunende technische oplossingen (zoals “API’s”) kunnen gecombineerd worden. De ontsluiting van ruimtevaartdata¹⁷ of gezondheidsdata heeft bv. zeer veel potentieel, maar het aantal mogelijkheden is immens.

De overheid moet echter verder gaan, en de ontwikkeling van standaarden ondersteunen voor het poolen van data van actoren uit de (non-) profit, zodat die actoren voldoende garanties hebben: niet alleen i.v.m. de confidentialiteit van hun data, maar ook i.v.m. het feit dat ze alle relevante regelgeving respecteren op vlak van vrije concurrentie, bescherming van privacy (GDPR), ... We verwijzen naar het vb. van de “*data trusts*” in het Verenigd Koninkrijk en naar initiatieven in Finland¹⁸.

We lichten er even “slimme mobiliteit” uit als voorbeeld. De mogelijkheden van AI om de verkeerscongestie aan te pakken via *traffic management* bieden Vlaanderen veel potentieel. Het gaat om een groeiend probleem, met een ernstige economische impact: de verkeerscongestie op de Vlaamse en Brusselse snelwegen is van 2010 tot 2017 met 30% gestegen¹⁹. Dat leidt tot productiviteitsdalingen. In een ideaal scenario zou Vlaanderen van deze zwakte een troef kunnen maken. In een living lab van regionale dimensies, waarin ook private actoren zoals transportbedrijven hun data delen, kunnen innovatieve oplossingen ontwikkeld worden met export-potentieel²⁰.

16 Cfr. het schandaal rond Cambridge Analytica

17 Zie VARIO-advies 'Flanders' Space: een strategie voor de Vlaamse ruimtevaartoeconomie'

18 In Finland heeft men een pilot opgezet in de transportsector waarbij bedrijven zelfs verplicht worden hun data te delen, met als ultiem doel best practices te ontwikkelen die op Europees niveau navolging kunnen krijgen.

19 <https://feb.kuleuven.be/VIVES/publications/briefings/Briefings/2018/briefing-201802-fileprobleem>

20 Tijdens ons bezoek aan Carnegie Mellon University bleek dat internationale samenwerking met topactoren kan helpen dit waar te maken.

- **Zet de koopkracht van de overheid maximaal in om innovatie door AI-bedrijven in Vlaanderen te ondersteunen**²¹. Er loopt momenteel een beleidsdomein-overschrijdend pilootprogramma voor innovatieve overheidsopdrachten ("PIO"), dat overheidsentiteiten via begeleiding en cofinanciering incentiveert. Binnen dit programma, waarbij de overheden geadviseerd worden over de modaliteiten van een innovatief aanbestedingsproces én geselecteerde projecten bovendien kunnen genieten van 50% cofinanciering, zou bijkomende steun voor op AI-technologie gerichte O&O kunnen worden voorzien. Gezien de nieuwigheid en het algemeen gebrek aan een goed begrip van AI, is de huidige 50% cofinanciering voor veel overheden nog te risicovol. Het programma heeft wel duidelijk potentieel: na de 3^e oproep blijkt dat al meer dan de helft van de geselecteerde projecten aspecten van AI integreert.
- Om meer lijn te krijgen in de versnipperde AI-initiatieven van de Vlaamse overheidsentiteiten, is **strategische coördinatie over de beleidsdomeinen heen noodzakelijk**. Het AI-programma van Informatie Vlaanderen zou dat ambitieniveau moeten weerspiegelen.

21 De Vlaamse overheid heeft jaarlijks 30 à 40 miljard euro te besteden.
<http://www.innovatieveoverheidsopdrachten.be/het-programma-innovatieve-overheidsopdrachten>

1.3 ZORG VOOR EEN EVENWICHTIGE GOVERNANCE-STRUCTUUR

VARIO waarschuwt voor de opening die het gevolgde proces laat voor een Mattheus-effect, waarbij de sterkste Vlaamse stakeholders met de beste onderhandelingspositie het laken te sterk naar zich toetrekken. Aan de aanbodzijde doet zich nl. een grote concentratie voor van knowhow (en middelen) bij een beperkt aantal sterke actoren. De overheid moet én deze sterke actoren blijven ondersteunen in hun excellentie, omwille van hun grote waarde voor het Vlaamse AI-ecosysteem, én daarnaast ook toezien op voldoende kansen voor andere (nieuwe) actoren aan de aanbodzijde.

Zoals al geargumenteerd moet er ook over gewaakt worden dat er een goed onderbouwd evenwicht in het initiatief aanwezig is tussen de globale vraag-en aanbodzijde. Doordat de *in depth*-knowhow over AI zich bij de aanbodzijde situeert, en doordat de vraagzijde ook veel sterker gefragmenteerd is, is het geen evidentie dat dat beoogde evenwicht tussen de vraag-en aanbodzijde in de stakeholder-onderhandelingen spontaan tot stand komt. Dat blijkt ook uit het grotere gewicht van de (talrijk opgesomde sterktes van) de aanbodzijde in sommige ontwerpnota's. Het belang van de prioritering van de vraagzijde, en meer specifiek de kmo's die de ruggengraat vormen van ons economisch weefsel, werd reeds geschetst.

Aanbeveling

- Bij de samenstelling van het regie-orgaan ²² moet erover gewaakt worden dat de bepaling van de strategische richting van het initiatief, alsook de monitoring en controle, op een neutrale en objectieve manier kan gebeuren. Vermijd daarom het regie-orgaan samen te stellen met de belangrijkste begunstigden van het programma. Een *international advisory board* is een stap in de goede richting. Voeg ook een neutrale overheidswaarnemer toe om de genoemde evenwichten te bewaken.

22 Zowel in de context van een programma als van een meer geïstitutionaliseerde set-up (zie verder)

1.4 KRITISCHE MASSA IS NODIG

De ontwerpnota's stellen budgetten in het vooruitzicht van respectievelijk 30 miljoen euro recurrente investeringen voor AI en 15 miljoen euro voor cybersecurity. Dat is een belangrijke en substantiële stap in de goede richting, maar VARIO attendeert er graag op dat de beperkte schaalgrootte van de Vlaamse regio ons bij uitstek in deze mondiale wedloop parten kan spelen. Enkele buurlanden, en a fortiori de mondiale leiders in het AI-domein de VS en China, zetten hun strategische ambities kracht bij met geplande miljarden-investeringen²³. Gelet op de brede systeem-aanpak die een goede strategie vereist, mag dat niet verbazen. In de voorstellen van de Vlaamse stakeholders vindt die ecosysteem-aanpak ook een vertaling in een uitgebreide lijst aan potentiële maatregelen.

Aanbeveling:

- **Evalueer tijdig of de initiële schaalgrootte en budgetten van het programma volstaan.** Gezien het potentieel van AI voor de toekomstige welvaart van Vlaanderen, kan het verstandig zijn om binnen het beleidsdomein Economie, Wetenschap en Innovatie budgetten te realloceren. De overheid moet ernaar streven maximaal in te zetten op die hefboomen die voor Vlaanderen het meeste toegevoegde waarde creëren.

23 Na Frankrijk met 1,5 miljard euro, kondigde zeer recent ook Duitsland een AI-programma aan van 3 miljard euro.

1.5 ZET IN OP EEN CENTRALE HUB MET STERKE VISIBILITEIT OM HET VLAAMSE AI-ECOSYSTEEM BETER TE VERBINDEN ('CONNECTING THE DOTS') EN OM HET NOG STERKER INTERNATIONAAL TE CONNECTEREN

Uit het onderzoek van PwC en bevestigingen van stakeholders blijkt dat het jonge Vlaamse AI-ecosysteem lijdt onder een **gebrek aan coördinatie en transparantie**. Dat maakt dat verschillende categorieën stakeholders (studenten, onderzoekers, bedrijfsleiders, werknemers, de overheid,...) aanzienlijke moeite ondervinden om de relevante opleidingen, actoren (bv. AI-onderzoeksgroepen, geschikte dienstverleners,...) en structuren te ontwaren, of om zich op elkaar te aligneren. Het leidt ertoe dat onze kleine regio te midden van de mondiale wedloop naar de best mogelijke valorisatie van artificiële intelligentie niet maximaal de nodige kritische massa kan uitbouwen. **Dat draagt ertoe bij dat Vlaanderen momenteel, ondanks de aanwezigheid van een aantal actoren met excellente knowhow, de uitstraling (het “merk”) mist om zich op het internationale toneel optimaal te profileren als aantrekkelijke regio voor AI-actoren.**

Het ontwerpplan van de stakeholders gaat volgens VARIO niet ver genoeg om deze uitdagingen aan te pakken, omdat het onvoldoende inzet op coördinatie van het institutioneel landschap van AI-actoren (opleidingsverstrekkers, onderzoeksinstellingen, clusters,...) ter ondersteuning van het integrale Vlaamse AI-ecosysteem.

De insteek van een overkoepelend programma met een “licht en efficiënt regie-orgaan” is niet onverdienstelijk. VARIO stelt zich de vraag of het programma op deze manier de gewenste visibiliteit naar en connecties met het brede Vlaams economisch (en maatschappelijk) weefsel zal bereiken. We stellen ook vast dat er weinig aandacht wordt besteed aan de rol van de overheid in de *governance*-structuur.

Vlaanderen zal zich bovendien als kleine regio met een beperkt budget maximaal moeten inschakelen in federale en multilaterale initiatieven. De Europese Commissie ziet bv. een belangrijke rol voor netwerkvorming op Europese schaal via de Digital Innovation Hubs. Geïnterviewde bestuurders van AI-initiatieven in onze buurlanden merken op sterke individuele Vlaamse actoren te kennen, maar hebben weinig voeling met de collectieve sterkte van het Vlaamse AI-landschap. Dat is een handicap om op de Europese beleidsvorming te wegen. Het helpt ook niet bij het aantrekken van internationaal AI-talent.

Europese gidslanden in AI, zoals Finland (met het *Finnish Centre for Artificial Intelligence*, ofte *FCAI*) en Frankrijk (centraal gecoördineerd samenwerkingsverband van 5 AI-instituten onder de vleugels van *INRIA*), zetten in op een sterk zichtbare centrale hub die een belangrijke bijdrage moet leveren aan het structureren van hun respectievelijke AI-ecosystemen. Het VK, dat met Londen als AI-hub in mondiaal perspectief de hoogste ogen gooit van de Europese landen, beoogt eveneens van het *Turing Institute* hét nationale AI-*powerhouse* te maken.

In Nederland ambieert *ICAI* op termijn tot een dergelijk nationaal initiatief uit te groeien. Nationale centrale hubs zetten ook internationale samenwerkingsverbanden op, bv. *FCAI* met het *Turing Institute*.

Aanbevelingen:

- Versterk het langetermijnperspectief van het programma, door op langere termijn de uitbouw te beogen van een **nieuwe centrale structuur voor de Vlaamse AI met een sterk “merk”, gedragen door actoren uit de *quadruple helix***. Deze (evt. virtuele) structuur kan als *spider-in-the-web* en *one-stop-shop* fungeren voor álle belanghebbenden, door zowel *in-house* programma's te ontwikkelen als door door te verwijzen naar andere relevante actoren en hubs. In deze centrale hub kunnen “dots” beter verbonden worden en kunnen belangrijke *spill-over* effecten plaatsvinden, bv. van knowhow opgebouwd in bepaalde applicatiedomeinen of transversale programmalijnen (het ‘excellentie-luik’) naar de programma's ter bevordering van de inclusieve adoptie.

We scharen ons volledig achter de filosofie van een *lean and mean* ecosysteem, met een minimale overhead aan institutionele structuren. Gezien de transversale impact die AI door experts wordt toegedicht (cfr. Europese Commissie: “*the new electricity*”), zijn we toch van mening dat de voordelen van een nieuwe structuur in dit geval op lange termijn doorwegen.

Ondanks de sterke rol die de bestaande SOC's en clusters moeten spelen in het AI-initiatief, zijn we er geen voorstander van om de centrale AI-hub bij één van deze bestaande structuren in te bedden. Zij hebben nl. hun kernactiviteiten in specifieke expertisedomeinen en hebben een specifieke finaliteit, wat hen minder geschikt maakt om het zeer gediversifieerde AI-ecosysteem te dragen. In de KPI-zetting van een centrale hub moet de prioritering van het luik ‘inclusieve adoptie’ duidelijk zijn.

- Zoek binnen het kader geschetst door de Belgische bevoegdheidsverdeling **maximale synergieën met AI-initiatieven op Brussels, Waals en federaal niveau**. Vlaanderen kan met de eigen innovatiehefbomen een quasi volledig autonoom beleid voeren ²⁴, maar om op het internationale toneel relevant te zijn, blijft kritische massa een pijnpunt. Laat kansen voor samenwerking dus niet liggen, en vermijd parallelle initiatieven op verschillende niveaus die geen toegevoegde waarde hebben.

24 De eveneens relevante bevoegdheden ‘Digitale agenda’ en ‘Telecommunicatie’ zijn federaal.

De verschillende beleidsniveaus in Belgische context zijn bovendien vaak op elkaar aangewezen om de connectie te maken met Europese initiatieven, zoals de door de Europese Commissie aangekondigde AI-strategie (die een belangrijke financiële hefboom belooft)²⁵. Om op dit niveau te wegen op de besluitvorming, is goede intra-federale samenwerking nodig.

- **Connecteer het Vlaamse AI-initiatief**, met idealiter een centrale rol voor de nieuwe structuur waarvan sprake, maximaal met de plannen van de Europese Commissie. Zoek daarnaast ook naar mogelijkheden tot bilaterale samenwerkingen met nationale AI-initiatieven in relevante partnerlanden.

Ook de mogelijkheden van Vlaamse onderzoekers om zich internationaal te connecteren, moeten voldoende ondersteund worden. Daarom verwelkomt VARIO het idee van meer *visiting fellowships*. Op die manier kunnen Vlaamse onderzoekers de brug slaan naar buitenlandse AI-expertise. Ook extra middelen ter ondersteuning van het strategisch basisonderzoek zouden trouwens moeten bijdragen aan de samenwerking met excellente buitenlandse onderzoeksgroepen.

25 Vooral via het 'Horizon Europe'-kaderprogramma voor O&I en het 'Digital Europe'-programma

1.6 ZET IN OP MULTIDISCIPLINARITEIT EN ETHIEK IN ONDERWIJS EN O&O

Te midden van de Amerikaanse en Chinese mega-investeringen, moet Europa zich volgens de Europese Commissie onderscheiden met een eigen *human-centered* benadering van AI, waarin respect voor fundamentele Europese waarden centraal staat. Om die benadering in de praktijk te brengen, is het noodzakelijk dat de **technologische knowhow van onderzoekers, ingenieurs en studenten aangevuld wordt met kennis van ethische principes**. Dit betekent dat er nood is aan multidisciplinariteit, zowel via het programmeren van opleidingsonderdelen uit de sociale en humane wetenschappen in de curricula van AI-ontwikkelaars, als door hen intensief te laten samenwerken met bv. juristen, filosofen en ethici van bij de aanvang van O&O-trajecten.

Excellente buitenlandse kennisinstellingen²⁶ tonen bovendien het belang aan van radicale multidisciplinariteit voor de kwaliteit van het onderzoek naar én het onderwijs in state-of-the-art artificiële intelligentie. Des te meer als het gaat om toegepast onderzoek in samenwerking met een industriële partner, die beoogt het onderzoeksresultaat in een latere fase te commercialiseren. Het toonaangevende Media Lab van MIT omschrijft zichzelf als ‘antidisciplinair’. Bestuurders van Carnegie Mellon University, momenteel de beste Amerikaanse universiteit wat betreft *graduate* opleidingen in AI, benoemen de afwezigheid van strikte disciplinaire schotten voor onderzoekers en studenten als één van de belangrijkste verklaringen voor hun succes. Het laat hun toponderzoekers toe om *real world problems* van bedrijven en overheden aan te pakken. Daarom hebben topbedrijven als Google en Uber zich in Pittsburgh gevestigd. Om de mogelijkheden van AI maximaal te benutten om producten en processen te innoveren, is er immers brede kennis nodig van het applicatiedomein waar AI op wordt toegepast.

Met de focus op een aantal *verticals*, waar technologie en domeinkennis samenkomen, zaten de stakeholders (voor het ‘excellentie-luik’) initieel op het juiste spoor. Men heeft de focus op de *verticals* echter gaandeweg grotendeels losgelaten. De ontwerpnota’s beperkten zich bovendien tot een opsomming van principes en mogelijkheden, waarbij specifiek voor het strategisch basisonderzoek “inter-, trans- en cross-disciplinariteit” als een pluspunt werd vermeld. Het is echter niet duidelijk hoeveel nadruk er in de operationalisering van het programma daadwerkelijk op zou worden gelegd.

Wat betreft de ethische dimensie stellen de ontwerpnota’s de oprichting voor van een ethische denktank voor een “verantwoordelijke en humane AI”, die zich maximaal moet aligneren op de ontwikkelingen op Europees niveau. De klemtoon ligt op de adviserende rol van deze denktank, eerder dan op het bottom-up integreren van ethische principes tijdens onderzoekstrajecten d.m.v. multidisciplinaire samenwerking.

²⁶ Een delegatie van VARIO bezocht van 30/9 tot en met 4/10 de leidinggevende Amerikaanse onderzoeksinstituten in AI Carnegie Mellon University en MIT.

Aanbevelingen

- **Maak multidisciplinaire samenwerkingen een hoeksteen voor de O&O die door het AI-plan wordt ondersteund.** Ga daarin dus veel verder dan multidisciplinariteit enkel als een 'nice to have' te beschouwen, specifiek voor het strategisch basisonderzoek. Geef relevante budgettaire incentives om multidisciplinariteit te stimuleren. Dat kan bv. bij de beoordeling van Onderzoeks- en Ontwikkelingsprojecten waarvoor bedrijven bij VLAIO aankloppen.
- Ga in dialoog met de hoger onderwijsinstellingen over de **versterking van de multidisciplinariteit van opleidingen voor AI-ontwikkelaars.** Vandaag de dag worden velen van hen in Vlaanderen opgeleid binnen faculteiten ingenieurs-of computerwetenschappen, waar ze amper in aanraking komen met vakken uit de sociale of humane wetenschappen. Het contrast is groot met Nederland, waar gespecialiseerde opleidingen in AI aan sommige universiteiten zelfs gedoceerd worden in 'humane' faculteiten.
- Vanuit de andere richting zijn **sociale en humane wetenschappers erbij gebaat om een basis te verwerven** in data-analysetechnieken met AI²⁷, zodat ze er niet alleen mee kunnen innoveren in hun vakgebied maar zodat ze ook vlot kunnen converseren met technische AI-specialisten in multidisciplinaire teams. De Vlaamse hoger onderwijsinstellingen hebben recent stappen in de goede richting aangekondigd. Voor VARIO mag het ambitieniveau hoger gelegd worden.

De multidisciplinariteit kan ook versterkt worden in het basisonderwijs en het secundair onderwijs, in die zin dat in veel scholen nog meer kan worden ingezet op integratie van nieuwe digitale technologie in de pedagogische benadering.

- Geef academisch personeel meer mogelijkheden om (kortstondige) ervaringen op te doen in het bedrijfsleven, zonder dat de terugval in publicatie-output hun academische carrière schaadt. Tijdens het bezoek aan Carnegie Mellon University bleek dit binnen het onderzoeksdomein AI van bijzonder belang te zijn voor de opbouw van top-expertise. Ga op een realistische manier om met eventuele risico's van belangenvermenging, maar gebruik dit niet a priori als argument om deze **intersectorale mobiliteit** uit te sluiten. Voorzie ook de mogelijkheid dat die mobiliteit internationaal plaatsvindt.

27 Cfr. De Vlaamse toponderzoeker Jan Rabaey, die stelt dat men de ‘vertikale’ ingenieursopleidingen in AI heeft losgelaten aan Berkeley, ten voordele van brede feeder courses.

VARIO STEUNT OOK DE FOCUS OP CYBERSECURITY

VARIO vindt het een goede zaak dat er ook sterk zal worden ingezet op het domein van cybersecurity.

Door de toenemende digitalisering, waar AI nog verder zal toe bijdragen met bv. krachtige cyber-fysische systemen, is stabiel en veilig ICT-gebruik zowel maatschappelijk als economisch enorm belangrijk geworden. Recente (internationale) voorbeelden van aanzienlijke economische schade door malware of DDOS-aanvallen zetten dat in de verf. In Vlaanderen was in 2016 bijna een kwart van de respondenten in een bevraging van UNIZO het slachtoffer geworden van *phishing*²⁸. België scoort volgens de *Readiness for the Future of Production Assessment 2018* van het WEF matig op de parameter 'cybersecurity-betrokkenheid': positie 30 van 100 landen.

We merken op dat het gevolgde beleidsvormingsproces, in analogie met het AI-traject, de mogelijkheid laat tot een te sterke focus van overheidssteun op de (in dit geval academische) aanbodzijde. Het is opmerkelijk dat bij de auteurs van de ontwerpnota voor cybersecurity geen (koepelorganisaties van) bedrijven te vinden zijn. Dit laat zich voelen in de focus van de nota, die duidelijk vertrekt vanuit de aanwezige Vlaamse academische sterkte, die geconcentreerd is bij de KU Leuven en imec. Ondanks het feit dat VARIO de expertise van deze actoren absoluut niet in twijfel trekt, evenmin als het belang om hen van overheidswege verder te ondersteunen en maximaal in het plan te betrekken, is er een reëel gevaar voor een aantal *blind spots*.

De meest urgente prioriteit situeert zich volgens ons bij het optillen van het niveau van onze ondernemingen, overheden en burgers wat betreft de mate waarin ze zich vandaag (kunnen) beschermen tegen cyberbedreigingen. Een verdere versterking van het excellent academisch onderzoek moet daarom volgens VARIO één component zijn van een ruimer, vraag-gestuurd plan om dit prioritair doel te bereiken. Volgens verschillende studies blijkt de menselijke medewerker bijvoorbeeld een niet te verwaarlozen risico-factor²⁹. Cybersecurity gaat dus evenzeer over het professioneel managen van processen door goed geïnformeerde medewerkers, als over de implementatie van de meest geavanceerde technologie.

De PwC-benchmark die het Departement EWI bestelde, citeert een schrijnend gebrek aan opgeleid talent in Vlaanderen als een bottleneck om dit te realiseren. Dat de hogescholen in de ontwerpnota niet echt aan bod komen, ondanks het feit dat bv. de Howest en VIVES relevante opleidingen aanbieden, is slechts één illustratie van het risico van een te eenzijdige focus op de academische dimensie van cybersecurity.

Net als de AI-ontwerpnota's, besteedt de cybersecurity-nota volgens VARIO te weinig aandacht aan de stimulerende rol die de overheid als belangrijke *user* kan spelen voor het cybersecurity-ecosysteem.

28 Zie PwC-benchmark Cybersecurity voor het Departement EWI (2018)

29 Zie PwC-benchmark Cybersecurity voor het Departement EWI (2018)

[illegible]

ANALYSE TER ONDERSTEUNING VAN HET ADVIES

1 WAT IS AI?

In de populaire media wordt de term AI veelal gebruikt om een scala aan (consumenten)toepassingen te omschrijven. De meest bekende voorbeelden zijn autonome voertuigen, gepersonaliseerde virtuele assistenten, autonome robots, ... Hoewel AI een verzamelnaam is voor een scala aan technieken, is de sterk toegenomen aandacht voor de technologie in de laatste jaren gebaseerd op de vooruitgang van een aantal data-gebaseerde technieken, vooral *deep learning* (DL). **DL maakt spectaculaire vooruitgang mogelijk in taken waar voorheen menselijke intelligentie noodzakelijk was, maar de techniek is eigenlijk slechts beperkt vergelijkbaar met het menselijk denken.** Het is ook geen wonderoplossing, in die zin dat DL ook niet voor elk (bedrijfs)probleem dat met AI kan aangepakt worden de meest aangewezen AI-techniek is.

1.1 DEFINITIE

Volgens McKinsey (2017a) is er geen eenduidige definitie voor AI, net zoals die ook niet bestaat voor het concept 'intelligentie'. Bovendien is de definitie noodzakelijkerwijs ook fluïde (cfr. '*moving target*'), gezien de snelle technologische evolutie: de data-gebaseerde tak van AI (zie verder) is bv. volgens sommige experts sterk geworteld in de meer generieke discipline *data science*. Ransbotham, Kiron, Gerbert en Reeves (2017) hanteren als aanknopingspunt de definitie van de Oxford Dictionary: "*AI is the theory and development of computer systems able to perform tasks normally requiring human intelligence, such as visual perception, speech recognition, decision-making, and translation between languages.*"

McKinsey (2017a) stelt dat er verschillende manieren zijn om AI-technologieën te categoriseren, maar het is moeilijk om een exhaustieve lijst op te stellen met elkaar uitsluitende AI-technologieën omdat ze vaak ge(her)combineerd worden. Sommige frameworks groeperen AI-technologieën bovendien op basis van hun functionaliteit, zoals tekst-, spraak- of beeldherkenning. Andere kaders groeperen o.b.v. toepassingsdomeinen zoals bv. autonome voertuigen, slimme robotica, intelligente agents, ...

AI verwijst in deze nota als generiek concept naar het vermogen van machines om op menselijke intelligentie gelijkende 'intelligentie'³⁰ te etaleren bij het uitvoeren van taken. Die interpretatie leunt aan bij de definitie die de Europese Commissie naar voor schoof in haar mededeling over een AI-strategie van april 2018 (European Commission, 2018a). Daarbij is het zinvol om een onderscheid te maken tussen zgn. '*narrow AI*', waarbij een machine erin slaagt om op één of enkele specifieke dimensies³¹ die

30 Het woord 'intelligentie' is verwarrend: AI-systemen hebben vandaag de dag geen bewustzijn, en zijn niet in staat te contextualiseren, wat een mens van kindsbeen af wél kan.

31 Bijvoorbeeld een machine die in staat is om een grootmeester in schaken te verslaan.

‘intelligentie’ aan de dag te leggen, en zgn. *artificial general intelligence* of *AGI*. Met dit laatste concept wordt een brede, adaptieve intelligentie bedoeld, flexibel en bewust zoals menselijke intelligentie (McKinsey, 2017a).

Als er in de media apocalyptische doemscenario's opduiken, gaat het veelal over deze *AGI*. *Artificial general intelligence* is echter nog niet voor vandaag (of morgen). Volgens Brooks (2017) stoelt de vrees voor AI³² op verkeerde voorspellingen, omdat de limieten van snel evoluerende nieuwe technologieën zoals AI onbekend zijn. Hierdoor wordt AI magische proporties toegedicht.

Fei-Fei Li, directeur van het AI-labo aan de universiteit van Stanford en Chief Scientist van Google Cloud, benadrukt dat we momenteel getuige zijn van de doorbraak van taakgebonden AI, en meer specifiek van patroonherkenning ("Q+A: Fei-Fei Li", 2017). De huidige golf van AI-doorbraken betreft dus '*narrow AI*', waarbij de algoritmes zich noch bewustzijn van de context waarin ze opereren, noch in staat zijn om flexibel te redeneren zoals mensen.

1.2 2 TAKKEN

1.2.1 Machine learning & Deep Learning

De meeste doorbraken in AI in het laatste decennium zijn gebaseerd op deep learning, een techniek waarvan de wetenschappelijke basis al in 1986 werd gelegd door pionier Geoffrey Hinton (Somers, 2017). Deep learning is een techniek die behoort tot de bredere tak van machine learning (ML), een verzameling van **data-gebaseerde technieken** die steunen op statistische principes (Steels, 2017). Een ander bekend voorbeeld van ML is *reinforcement learning*.

Deep learning werkt door een meerlagig netwerk van artificiële 'neuronen'³³ te trainen met testdata, waarna het getraind algoritme in staat is om in een nieuwe, ongekende dataset patronen te herkennen. Machine learning in het algemeen, en deep learning in het bijzonder, maakt het mogelijk om uit enorme hoeveelheden data betekenisvolle informatie te halen, en steunt in die zin op andere grote trends zoals *cloud computing* (online opslag van data) en *internet-of-things* (massaproductie van data door allerlei objecten uitgerust met sensoren). De beschikbaarheid van een steeds grotere pool aan data ligt mee aan de basis van de recente doorbraak van deep learning, naast 2 andere convergerende ontwikkelingen: betere algoritmes en toegenomen (en goedkopere) rekenkracht door het gebruik van GPU's (Steels, 2017).

Enkele bekende toepassingen van ML zijn: Google Translate, de toepassing van Facebook om personen automatisch te taggen in foto's en Deepmind's Alphago (Steels, 2017).

32 Massale jobdestructie, singulariteit, AI met vijandige waarden,

33 Deze hebben ondanks de term weinig tot geen gelijkenissen met menselijke neuronen.

Deep learning heeft de prestaties van intelligente algoritmes dermate geboost, dat machines in bepaalde specifieke taken (objectherkenning in beelden, tekstvertalingen³⁴, spraakherkenning³⁵, ...) performanter zijn geworden dan mensen (Shoham, Perrault, Brynjolfsson & Clark, 2017) Bijna wekelijks verschijnen er dan ook artikels met een haast euforische ondertoon.

Somers (2017) stelt te midden van al dat enthousiasme een pertinente vraag, als hij zich afvraagt of men niet stilaan de technologische limieten³⁶ van deep learning in zicht krijgt. Volgens hem zijn de recente doorbraken eerder een kwestie van baanbrekende engineering gebaseerd op wetenschappelijk werk van de jaren '80, dan van het verleggen van wetenschappelijke grenzen.

Een realistische benadering van de recente doorbraken doet echter niet af aan het zeer grote economisch/wetenschappelijk potentieel van deep learning.

1.2.2 Expertsystemen

Een tweede grote tak van AI-technieken bestaat volgens Steels (2017) uit de **kennis-gebaseerde technieken**, die steunen op een modellering van menselijke kennis, en ook wel omschreven worden als expertsystemen.

Hoewel de kennis-gebaseerde technieken momenteel minder in de belangstelling staan, zijn ze verantwoordelijk voor belangrijke toepassingen, met grote economische impact: Google's zoekrobot steunt bv. op een semantisch (kennis)netwerk, op basis waarvan de zoekrobot in staat is om logisch en associatief te redeneren. IBM's huidige AI-diensten, waarvan de basis gelegd werd met de supercomputer Watson, zijn in aanzienlijke mate kennis-gebaseerd. Zogenaamde autonome *agents*, zoals Apple's Siri en een heel scala aan chatbots, doen eveneens beroep op kennis-gebaseerde technieken (Steels, 2017).

Steels (2017) ziet het meeste toekomstpotentieel in hybride toepassingen. Er is immers geen enkelvoudig algoritme dat alle taken van intelligentie aankan, zoals al bleek uit de beschrijving van '*narrow AI*'. Systemen met reële meerwaarde bestaan bijna altijd uit een combinatie van verschillende modules, die via het internet makkelijk met elkaar kunnen verbonden worden³⁷. De meerwaarde van hybride combinaties van ML en kennis-gebaseerde technieken, schuilt er meerbepaald in dat deze technieken complementaire mogelijkheden en beperkingen hebben.

³⁴ <https://blogs.microsoft.com/ai/machine-translation-news-test-set-human-parity/>

³⁵ <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/microsoft-researchers-achieve-new-conversational-speech-recognition-milestone/>

³⁶ Te onderscheiden van het potentieel aan toepassingen dat AI nu mogelijk maakt

³⁷ Voor natuurlijke taalverwerking heeft er volgens het KVAB-standpunt een verschuiving plaatsgevonden van een taalkundige (kennis)benadering naar een data-gebaseerde benadering.

Kennis-gebaseerde technieken zijn transparanter dan hun data-gebaseerde evenknie, omdat ze een bepaald (logisch) redeneerproces volgen. Een mogelijk nadeel is echter dat het niet altijd evident ofwel zeer tijdsintensief is om menselijke kennis accuraat te modelleren (Steels, 2017).

1.3 MOGELIJKHEDEN EN BEPERKINGEN VAN DEEP LEARNING

DL heeft een brede toepassingsbasis: grosso modo is patroonherkenning mogelijk telkens men over een grote verzameling ingang-uitgangsparen beschikt (Steels, 2017). Dit maakt classificatie, diagnose of predictie mogelijk. **Omwille van de mogelijkheden van computers om een gigantische hoeveelheid data te verwerken, evenaren of overtreffen ze in specifieke taken de mens.**

Het AI Index-project (Shoham et al., 2017) toont aan dat machines in experimentele, en dus gecontroleerde en goed afgebakende omgevingen in staat zijn om sommige menselijke capaciteiten te overtreffen. Dit is niet nieuw, al sinds de jaren '70 kunnen mensen de reken Capaciteiten van machines niet meer volgen. In 1997 versloeg IBM's DeepBlue ook al toenmalig wereldkampioen schaken Gary Kasparov. In 2011 kreeg IBM opnieuw een huzarenstukje van dezelfde orde voor elkaar met haar Watson-supercomputer, door in de tv-quiz Jeopardy 2 menselijke ex-winnaars te verslaan. Recenter, in 2015, overtrof het beste AI-systeem de accuratesse van de gemiddelde mens in visuele objectdetectie o.b.v. beelden.

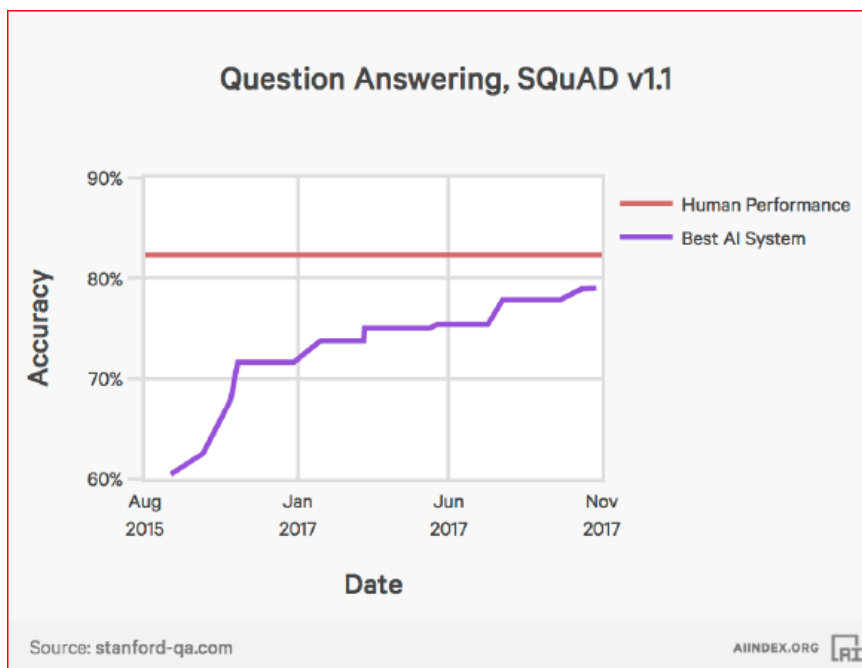
Waar men voorheen echter veronderstelde dat ‘creativiteit’ voor machines onbereikbaar zou blijven, heeft de overwinning van het programma Alphago in 2016 op de 18-voudige wereldkampioen Go ook deze these op losse schroeven gezet.³⁸ De overwinning van het algoritme werd fel gemediatiseerd, omdat men niet had voorzien dat AI hiertoe al in staat was. In tegenstelling tot schaken kan Go immers niet louter gewonnen worden op brute combinatorische rekenkracht. Het algoritme moest zichzelf daarentegen een bepaalde vorm van ‘intuïtie’ aanleren. De bekende Gentse emeritus-professor Etienne Vermeersch, die in ’65 zelf een doctoraat schreef over AI, omschreef de gebeurtenis daarom als het belangrijkste nieuwsfeit van 2016.³⁹

De mogelijkheden van toepassingen van DL nemen razendsnel toe. Daarbij komen taken met een steeds grotere complexiteit en commercieel potentieel binnen het vizier. In een blogbericht van 14 maart 2018 maakte Microsoft bekend het niveau van '*human parity*' bereikt te hebben bij het machinaal vertalen van nieuwsberichten van het Chinees naar het Engels. Ook deze doorbraak was lang voor onmogelijk gehouden, omdat vertalen één van de meer complexe subdomeinen van Natural Language Processing betreft. De kwaliteit van het resultaat is bv. niet éénduidig vast te stellen: verschillende menselijke vertalers kunnen tot verschillende, maar evenwaardige uitkomsten komen. Het biedt perspectieven voor meer accurate commerciële vertaalsoftware.

³⁸ <https://deepmind.com/research/alphago/>

³⁹ <http://trends.knack.be/economie/e-business/etienne-vermeersch-doorbraak-artificiele-intelligentie-belangrijkste-nieuws-van-het-jaar/article-normal-652427.html>

Op het gebied van spraakherkenning maakte het bedrijf op dezelfde blog in augustus 2017 al bekend dat het een systeem had ontwikkeld dat het menselijke foutenpercentage bij transcriptie niet overschrijdt. Opnieuw lagen artificiële neurale netwerken aan de basis van de doorbraak. Ondanks verdere onvolkomenheden, ligt de doorbraak aan de basis van de verdere evolutie van Microsoft's intelligente virtuele assistent Cortana.



In andere toepassingen wordt het menselijk niveau vandaag nog niet gehaald, maar nadert men het met rasse schreden (Shoham et al., 2017). Een voorbeeld daarvan is een taak waarbij een tekst geanalyseerd moet worden, om de locatie van het antwoord op een vraag te identificeren. Uit de grafiek blijkt duidelijk hoe snel de accuratesse toeneemt de laatste jaren.

De AI-index, een project van de honderdjarige AI-studie van Stanford University, probeert om klaarheid te scheppen in de state-of-the-art, te midden van deze snelle evoluties (Shoham et al., 2017). Het eerste AI Index-rapport waarschuwt voor overdreven optimisme, gezien men vooral gestandaardiseerde *metrics* heeft ontwikkeld voor die specifieke taken waarop er reeds aanzienlijke vooruitgang werd geboekt. Om bv. op te volgen hoe performant de technologie is in 'nadenken met gezond verstand', bestaat er geen indicator⁴⁰. Harvard-professor in AI Barbara Grosz stelt daarnaast vast dat op dit moment indicatoren ontbreken die ook de kwaliteit van de interactie met mensen monitoren, wat zeer belangrijk is gelet op het potentieel van deze symbiotische samenwerking (McKinsey, 2017a). Daarbij komt nog dat het AI-Index initiatief zich voornamelijk toespitst op de Verenigde Staten.

De state-of-the-art van de technologie wereldwijd is met andere woorden niet eenvoudig te monitoren, zeker ook gelet op het militaire belang ervan.

40 Men stelt dat een kind van 5 de meest gesofisticeerde algoritmes moeiteloos verslaat.

1.3.1 Technologische beperkingen

Chui, Manyika en Miremadi (2018) maken melding van een aantal grote technische uitdagingen, waarvoor DL-specialisten staan. Door nieuwe technieken maakt men op elk van de hieronder genoemde problemen vooruitgang, maar een definitieve oplossing kan nog jaren verwijderd zijn.

Dat betekent dat de auteurs verwachten dat **deep learning** nog minstens voor enige tijd zal steunen op **menselijke supervisie** en de afhankelijkheid van grote datasets. In die zin blijft het volledige potentieel van DL voorlopig nog onaangeroerd.

- Ontzettend belangrijk om de huidige capaciteiten van AI goed in te schatten, is echter dat de prestaties van machines vaak dramatisch afnemen bij minimale wijzigingen van de taak(omgeving). Veel spraakmakende prestaties werden dan ook geleverd in de context van games, met duidelijke regels (Shoham et al., 2017). Chui et al. (2018) benoemen dit als het probleem van de *generaliseerbaarheid*. Dat is niet onbelangrijk, want het draagt ertoe bij dat problemen in een specifieke bedrijfscontext vaak niet met één generiek algoritme aan te pakken zijn.

Dit blijkt ook aanwezig te zijn in bovengenoemde vertaaltoepassing van Microsoft: de onderzoekers durven nog niet te stellen dat men ooit één algoritme zal ontwikkelen dat in reële omstandigheden vertaalresultaten van menselijk niveau haalt, voor elke combinatie van talen. Het prestatieniveau kan nl. zeer sterk beïnvloed worden bij het gebruik van specifieke vocabulaire. Bij het voorbeeld van spraakherkenning dalen de prestaties sterk als er omgevingsgeluid aanwezig is, of als de spreker een sterk accent heeft.

Brynjolfsson en Mitchell (2017) verduidelijken dat machine learning slechts effectief is voor gestructureerde taken, waarbij een goed gedefinieerde input moet gelinkt worden aan een goed gedefinieerde output (>classificatie of predictie). Een toepassing als spraakherkenning impliceert dus niet dat er sprake is van begrip door de machine. **Deep learning steunt louter op het detecteren van correlaties** (Brynjolfsson & Mitchell, 2017), inschattingen over causaliteit worden best door menselijke deskundigen gemaakt⁴¹. Dat neemt niet weg dat die statistische principes in ogenschijnlijk niet voor de hand liggende context kunnen gebruikt worden: voor visuele herkenning van emoties, suggestie van passende reacties aan customer service medewerkers, ...

Bovendien werkt men aan technieken zoals *transfer learning*, die beloven het leerresultaat te kunnen overdragen naar gelijkaardige situaties en zo een stap te zetten in de richting van een meer adaptieve intelligentie. Een andere techniek, *meta-learning*, waarbij het design van een neurale netwerk door een ander algoritme gebeurt, heeft mogelijks nog meer potentieel, maar staat eveneens nog in de kinderschoenen (Chui et al., 2018).

41 Dit wijst al een eerste keer op het belang van multidisciplinariteit (zie verder)

- Er zijn technieken in ontwikkeling, die volgens de auteurs het probleem grotendeels zouden kunnen oplossen. In het algemeen werken ze door de invloed van bepaalde input-elementen te isoleren. Het kan echter nog jaren duren voor het probleem definitief van de baan is.

- 42 Zoals de beslissing van een verzekeraar om iemand te weigeren, of de beslissing om een bepaalde gedetineerde niet in aanmerking te laten komen voor vervroegde vrijlating.

[illegible]

1.3.2 Fundamentele beperkingen van DL

Naast de bovengenoemde problemen, kampen DL-onderzoekers met uitdagingen die meer fundamenteel van aard zijn, en niet door technologische doorbraken kunnen worden opgelost:

- Data moeten omvattend zijn in die zin dat ze de relevante parameters bevatten (Chui et al., 2018). Indien de data niet representatief is op alle relevante parameters, spreekt men over **bias**. Zo kan een algoritme voor een autonoom voertuig niet afdoende getraind worden met data verzameld bij één specifieke weersomstandigheid. Om veilig te opereren, moet er getraind worden met data verzameld onder álle weersomstandigheden. Bias is niet zozeer een technologische beperking, maar is afhankelijk van de menselijke selectie van de trainingsdata.

Hier spreekt men in een worst case scenario ook wel van ‘*garbage in, garbage out*’. Het is bijzonder moeilijk om bias uit te schakelen, omdat dat zowel diep menselijk inzicht in data science als in het specifieke toepassingsdomein vereist. **Vandaar het belang van multidisciplinariteit voor AI.**

Daarnaast schuilt er ook een mogelijkheid tot bias in de fase van het ontwerp(model) van de neurale netwerken, gelinkt aan de personen die het initiële model programmeren. Het is dus een **misverstand dat het gebruik van algoritmen automatisch leidt tot optimale, objectieve beslissingen**. Machines kunnen enkel rekenen, niet denken (Hofheinz, 2016).

- De statistische (waarschijnlijkheid)principes waarop DL en ML steunen, impliceren dat deze technieken ervan uitgaan dat de toekomst een extrapolatie moet zijn van het verleden (Chui et al., 2018). Dit leidt tot problemen wanneer bepaalde randvoorwaarden plots veranderen.
- Adoptie van DL-technologieën veronderstelt een bepaalde tolerantie voor fouten. Ze zijn immers gebaseerd op probabilistische modellen, en leiden dus niet tot perfecte oplossingen (Brynjolfsson & Mitchell, 2017). Intuïtief lijkt het misschien wel logisch dat beleidsmakers opteren voor de toepassing van AI, eens de machine het prestatieniveau van de gemiddelde mens overtreft, maar recente berichten in de media tonen echter aan dat de publieke opinie bijzonder gevoelig is voor fouten van machines.⁴³ Een crash van een Tesla⁴⁴ die semi-autonoom reed, leidde bv. tot een crash van de koers van het aandeel met 8%.

43 Gevoeliger dan voor (vaker voorkomende) menselijke fouten

44 http://www.standaard.be/cnt/dmf20180328_03434316

2 HET TRANSFORMATIEF POTENTIEEL VAN AI

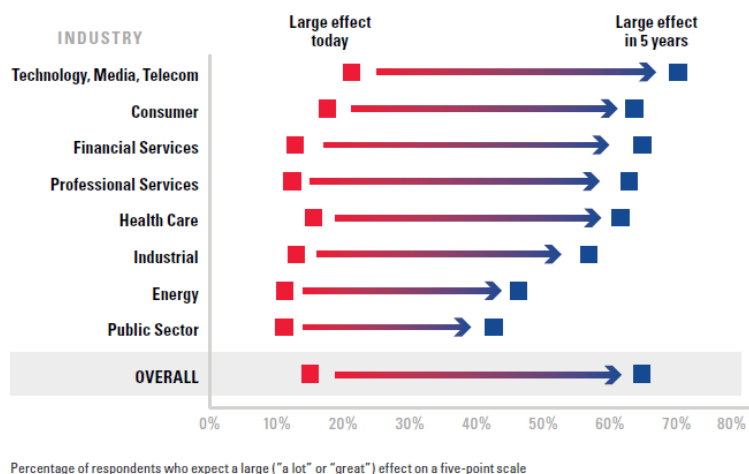
2.1 IMPACT OP KORTE EN LANGE TERMIJN, OP PRODUCTEN ÉN PROCESSEN

Van de door Ransbotham et al. (2017) bevroegde executives uit meer dan 100 landen en 21 sectoren, verwacht 63% dat AI binnen 5 jaar een groot effect zal hebben op het aanbod van hun bedrijf.

FIGURE 1: Expectations for AI's effect on businesses' offerings in five years are consistently high across industries.

Expectations for AI adoption across industries: impact on offerings

To what extent will the adoption of AI affect your organization's offerings today and five years from today?



Bron: Ransbotham et al. (2017)

59% van hen verwacht een groot effect van AI op de bedrijfsprocessen binnen die tijdspanne. Tegen 2030 al voorspelt een onderzoek van pwc (Rao & Verweij, 2017) i.s.m. Fraunhofer en Forbes een bijdrage aan de wereldeconomie van 5400 miljard of 4,8% van het huidige mondiale BBP, alleen door dergelijke productiviteitsgroei. Purdy en Daugherty (2016) plakken in een Accenture-rapport een cijfer op die productiviteitstoename van maximaal 40% tegen 2035.

AI kan nl. automatisatie faciliteren, met meer efficiëntie en eliminatie van rustpauzes. Daarnaast zal AI ook de productiviteit van menselijke medewerkers verhogen, zgn. ‘*augmented intelligence*’. Productiviteitsgroei is zeer belangrijk, want het is de enige duurzame bron van economische groei op lange termijn. Die economische groei maakt een hoge levensstandaard en voorzieningen zoals een uitgebreid maatschappelijk sociaal vangnet mogelijk (Hofheinz, 2016)

Kortom, zowel op het vlak van het productaanbod als van de productieprocessen voorspellen bedrijven dat AI al binnen de 5 jaar een grote impact zal hebben. Dat is zo voor alle sectoren, al schat men in de publieke sector de impact iets meer gematigd in.

2.2 AI ALS TRANSVERSALE TECHNOLOGIE

Het European Political Strategy Centre (EPSC, 2018), de denktank van de Europese Commissie, plaatst **artificiële intelligentie in hetzelfde rijtje als de stoommachine en elektriciteit, als transformerende technologieën met toepassingen in alle domeinen**. Het is immers moeilijk om maatschappelijke domeinen te bedenken die immuun zijn voor AI.

2.3 AI ALS DISRUPTIEVE TECHNOLOGIE

2.3.1 AI is een strategische concurrentiële factor voor bedrijven

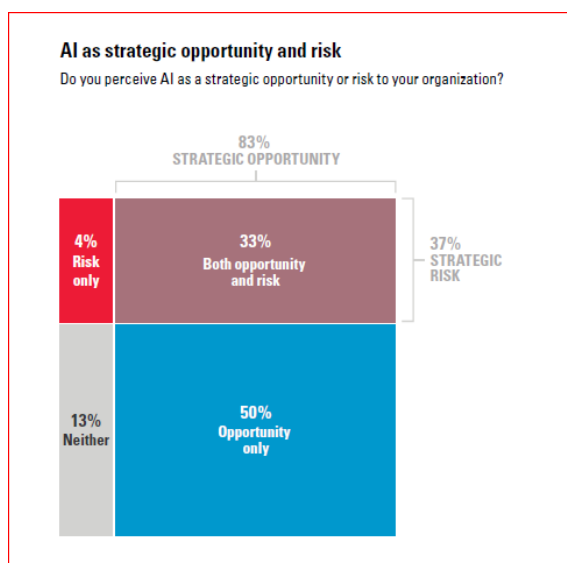
Om concurrentieel te blijven, moeten Vlaamse bedrijven nu in actie schieten. Bedrijven kunnen zich gezien de recente evoluties in deep learning, en de belofte van bepaalde nieuwe technieken om de huidige beperkingen van de technologie (deels) op te heffen, niet permitteren om af te wachten (Chui et al., 2018). De pure snelheid van de ontwikkelingen betekent dat **een *fast follower*-strategie een slecht idee is.**

AI heeft immers ook een zodanig disruptief potentieel dat hele business modellen en waardeketens op hun kop kunnen gezet worden. Het ultieme commerciële potentieel ligt volgens Rao & Verweij (2017) exact in de mogelijkheid om dingen te realiseren die in het verleden onmogelijk waren. Een artikel in Harvard Business Review (Dawar, 2018) voorspelt bv. grote veranderingen in de ecosystemen op de markt voor consumentengoederen. Grote platforms met performante digitale persoonlijke assistenten o.b.v. AI, zoals bv. Alexa van Amazon, zullen volgens de auteur steeds meer de gatekeeper zijn in de relatie tussen merken en consumenten. Daardoor zouden die platformen steeds meer van de gecreëerde waarde capteren, want de aandacht van marketeers zou verschuiven van het verleiden van de consument naar het positief beïnvloeden van het platform-algoritme.

Volgens Chui et al. (2018) zal het voor bedrijven ontzettend moeilijk zijn om nog op de trein te springen, eens AI zijn volledige potentieel begint te ontplooiën. De sterke link tussen de huidige AI-golf en de beschikbaarheid van voldoende kwalitatieve data, betekent immers dat in een *AI-enabled* economie zich sterke netwerkeffecten kunnen manifesteren, waarbij ‘*winner takes all*’-scenario’s niet onwaarschijnlijk zijn. Google’s zoekrobot is daar een zeer duidelijke illustratie van.

In lijn met de verwachtingen over de impact op korte termijn (zie hiervoor), gebruiken Early Adopters AI niet enkel als een methode voor procesautomatisering en bijhorende kostenbesparing, maar ook als een middel om hun producten en service te innoveren (McKinsey, 2017a). Bedrijven zetten AI al snel in voor hun **kernactiviteiten**, en isoleren het niet ergens verderop in de waardeketen (McKinsey, 2017a). Dat wijst erop dat AI zal leiden tot een steeds groter verschil in competitiviteit tussen bedrijven die meesurfen op de golf, en zij die dat niet doen: Bijna 85% van de bevroegde executives linkt het gebruik van AI aan een competitief voordeel voor hun bedrijf (Ransbotham et al., 2017).

Hoe beter bedrijven vertrouwd raken met AI, hoe meer ze het potentieel dan ook situeren in het uitbreiden van hun marktaandeel, eerder dan het reduceren van kosten (McKinsey, 2017a). In de bevraging van MIT Sloan Management Review en BCG bleek 75% van de executives te geloven dat het gebruik van AI nieuwe business-kansen mogelijk zou maken.



Het is dan ook geen verrassing dat **bijna 90% van ondervraagde bedrijven AI een strategisch belang toedichten**: als opportuiniteit (aanboren van nieuwe markten, kostenbesparingen, ...) of als risico (competitief nadeel t.o.v. bestaande concurrenten, nieuwe toetreders tot de markt, druk vanuit leveranciers en klanten om AI te gebruiken,...) (Ransbotham, et al., 2017)

Voor een kleine, bij uitstek open economie als Vlaanderen is dit een belangrijke vaststelling. Als we willen dat onze bedrijven competitief blijven op de internationale markt, moeten we hen in sneltempo klaarstomen voor AI-adoptie.

Bron: Ransbotham, Kiron, Gerbert en Reeves (2017)

McKinsey (2017a) citeert samenwerkingen met onderzoekers en partnerschappen als goede strategieën om dat belangrijke first-mover voordeel mogelijk te maken, des te meer vanwege de schaarste aan talent. De overheid moet ook een belangrijke bijdrage leveren aan de mogelijkheid voor bedrijven om *agile* te werken, en bv. voldoende experimenteerruimte faciliteren door het juiste juridische kader.

Ransbotham et al. (2017) merken op dat het niet eenvoudig is om op bedrijfsniveau adhv AI een duurzaam competitief voordeel uit te bouwen. Bedrijven moeten met hun AI-strategie daarvoor de volgende zaken verwezenlijken, die voor veel ondernemingen op dit moment geen evidentie zijn:

- Exclusieve toegang tot data. Ook Rao en Verweij (2017) denken in dezelfde richting: ze stellen dat de algoritmen op langere termijn meer en meer een commodity zullen worden, en dat men zich zal differentiëren door de kwaliteit van de (omgang met) data. Sommige marketing-experten menen echter dat bedrijven hun kernactiviteiten duurzaam zullen trachten te differentiëren adhv zelf ontwikkelde algoritmen. Er zijn nog veel onbekende factoren in dit domein.
- Synergetische samenwerking tussen mens en machine
- Flexibele organisatiestructuren

2.3.2 AI leidt tot waardecreatie in bedrijven

McKinsey (2017a) rapporteert 4 AI-hefbomen voor waardecreatie, met sectorspecifieke impact (telkens met een voorbeeld van de grootteorde van te behalen winsten):

- Betere forecasting, wat predictie van de vraag en bijhorende aanpassing van het aanbod of preventie⁴⁵ mogelijk maakt
 - in retail wordt bv. een reductie in gemiste verkoop door voorraadtekorten gerapporteerd van 65%
- Goedkopere en kwalitatievere productie, m.a.w. productiviteitsgroei:
 - bv. Airbus slaagde erin om het tijdsverlies in de productielijn door storingen met meer dan 30% in te dijen, door het gebruik van een intelligent algoritme dat problemen matcht met mogelijke oplossingen. (Ransbotham et al., 2017)
- Effectievere marketing:
 - McKinsey rapporteert voorbeelden waarbij de verkoop in de online retail met 30% toenam, door een koppeling in real time van de prijselasticiteit in de markt aan de prijszetting van het bedrijf.
- Verrijking van de gebruikservaring door personalisatie⁴⁶.
 - Gepersonaliseerde gezondheidszorg zou bv. kunnen leiden tot een daling van de kosten in de gezondheidszorg van 5 tot 9%.

⁴⁵ Bv. in de gezondheidszorg

⁴⁶ Steven van Belleghem, expert in *customer journey mapping* bij nexxworks, voorspelt dat ook klassieke bedrijven binnenkort zullen evolueren van een 'mobile first' strategie naar 'AI first' om hun klantencontacten in te richten (Hinssen, 2017).

Artificial intelligence can create value across the value chain in four ways

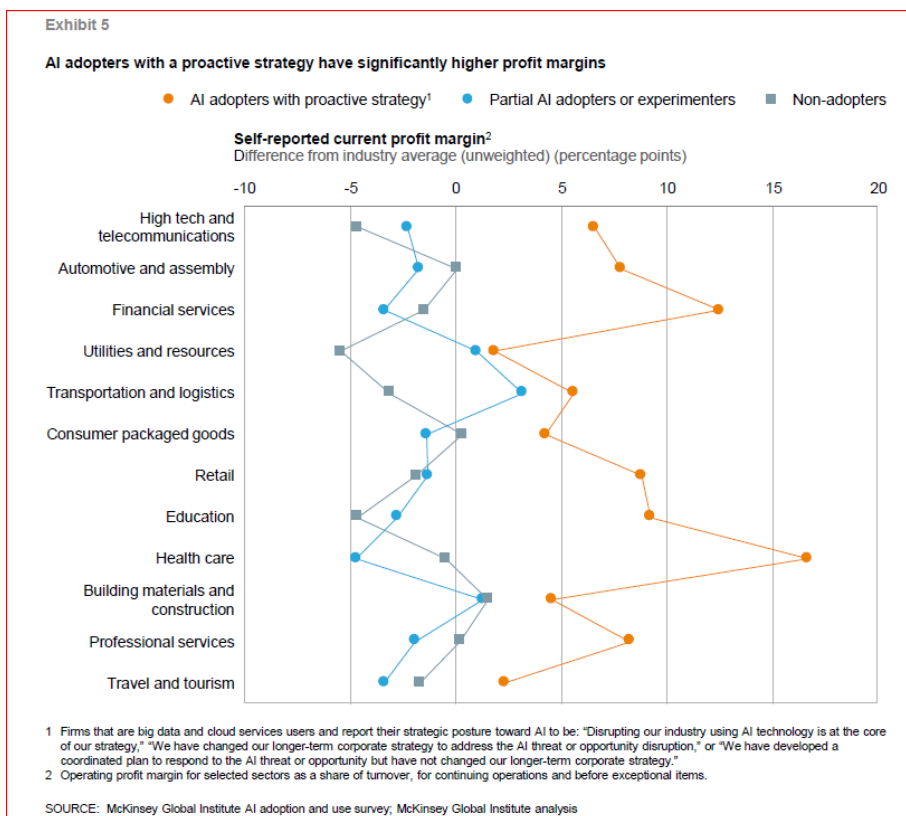
		Applicability			
		Project	Produce	Promote	Provide
Applicable technologies		Enlightened R&D, real-time forecasting, and smart sourcing	Operations with higher productivity, lower cost, and better efficiency	Products and services at the right price, with the right message, and to the right targets	Enriched, tailored, and convenient user experience
Retail		Anticipate demand trends, while optimizing and automating supplier negotiation and contracting	Automate warehouse and store operations; optimize merchandising, product assortment, and microspace	Optimize pricing, personalize promotions, and tailor website displays in real time	Personalize tips and suggestions, offer immediate assistance with virtual agents, automate in-store checkout, and complete last-mile delivery by drones
Electric utilities		Enhance demand and supply prediction, assess reliability of integrated generation assets, and automate demand-side response	Optimize preventive maintenance, improve electricity production yield, reduce energy waste, and prevent electricity theft	Optimize pricing with time-of-day and dynamic tariffing; match producers and consumers in real time	Automate supplier selection, provide consumption insights, automate customer service with virtual agents, and tailor usage to consumer's preferences
Manufacturing		Improve product design yield and efficiency, automate supplier assessment, and anticipate parts requirements	Improve processes by the task, automate assembly lines, reduce errors, limit product rework, and reduce material delivery time	Predict sales of maintenance services, optimize pricing, and refine sales-leads prioritization	Optimize flight planning and route and fleet allocation; enhance maintenance engineer and pilot training
Health care		Predict disease, identify high-risk patient groups, and launch prevention therapies	Automate and optimize hospital operations; automate diagnostic tests and make them faster and more accurate	Predict cost more accurately, focus on patients' risk reduction	Adapt therapies and drug formulations to patients, use virtual agents to help patients navigate their hospital journey
Education		Anticipate job market demand, identify new drivers of performance to assess students, and help graduates highlight their strengths	Automate teachers' routine tasks, identify early disengagement signs, and optimize group formation for learning objectives		Personalize learning, shift from stop-and-test model to continuous learning cadenced by virtual coaches and tutors, and build student self-awareness

1 Machine learning for multiuse and nonspecific applications.

SOURCE: McKinsey Global Institute analysis

Net als de waardehefboomen zijn ook de verschillende AI-technologiesystemen⁴⁷ niet voor elke sector even relevant, m.u.v. machine learning (McKinsey, 2017a). In de health care zou vooral veel potentieel zijn voor computer vision. In retail en manufacturing ziet McKinsey daarentegen veel mogelijkheden voor bijvoorbeeld intelligente robots.

Hoewel de adoptie van AI door bedrijven zich mondiaal nog in een vroeg stadium bevindt (zie verder), ziet McKinsey indicatief bewijs dat implementatie van de technologie tot hogere winstmarges leidt (McKinsey, 2017a). Uit de bevraging van meer dan 3000 executives uit 10 landen blijkt dat er een positieve correlatie is tussen het proactief oriënteren van de bedrijfsstrategie op de opportuniteiten van AI, en de winstmarge van het bedrijf. Anekdotisch voorbeeld: Amazon zag een ROI van bijna 40% bij een investering in automatisatie van het picking-proces adhv intelligente robots.⁴⁸



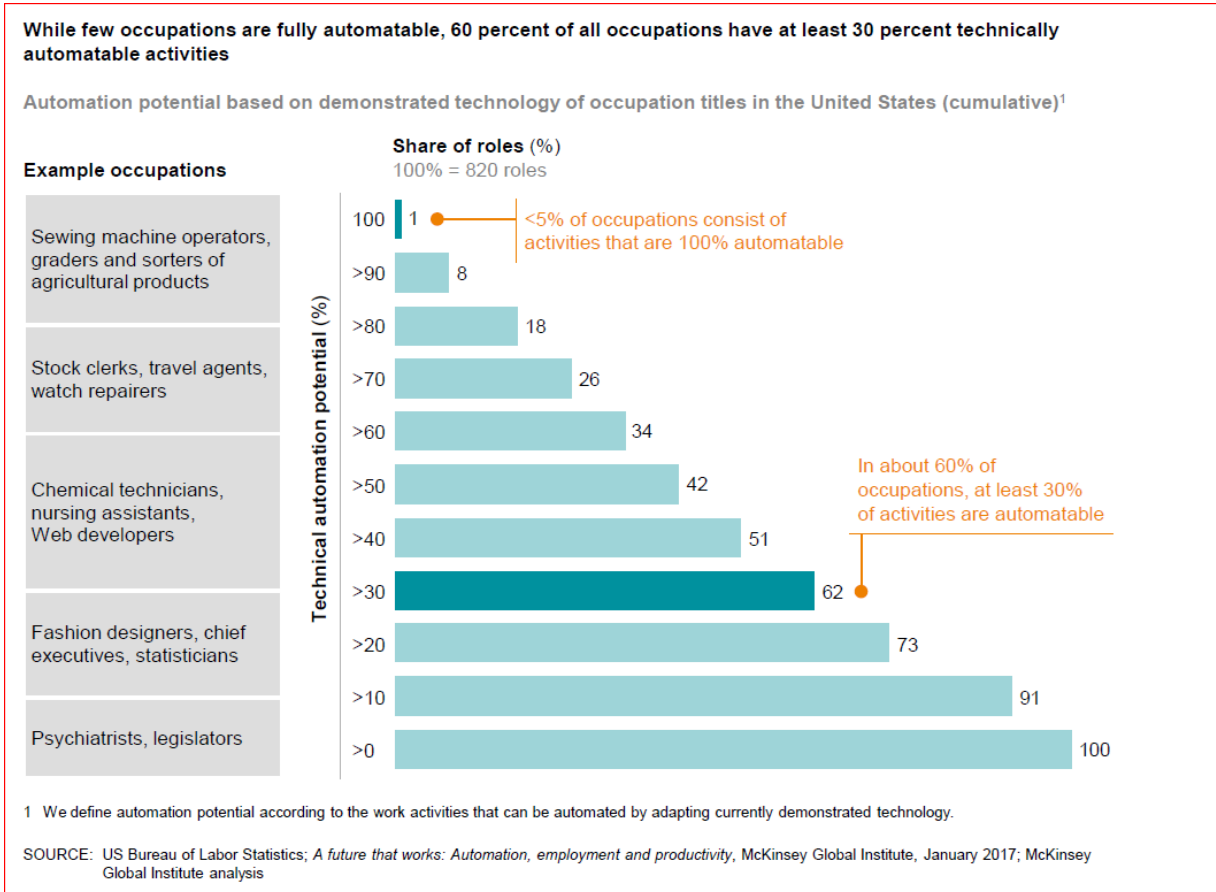
In elk van 14 onderzochte sectoren halen bedrijven met deze strategische aandacht voor AI hogere winstmarges dan het sectorgemiddelde. Bovendien verwachten deze bedrijven ook dat dit verschil verder zal toenemen, naarmate de AI-technologie aan maturiteit winst. Het belang van strategie staat in schril contrast met wat Ransbotham et al. (2017) rapporteren over de adoptie van AI-strategieën: mondiaal blijkt nog steeds minder dan 39% van de bedrijven zo'n strategie te hebben.

Bron: McKinsey

⁴⁷ In dit geval te verstaan als: Machine Learning, Computer Vision, virtuele agenten, autonome voertuigen, slimme robotica en natuurlijke taalverwerking.

⁴⁸ De 'click to ship' -cyclus daalde van 60 minuten naar 15 minuten.

2.3.3 AI en verschuivingen op de arbeidsmarkt



Bron: McKinsey

Automatisering en AI zullen meer jobs transformeren dan elimineren (McKinsey, 2017a). In een wereldwijde bevraging van McKinsey verwachten 24% van de executives zelfs dat de implementatie van AI hun werknemersbestand zal doen groeien, door een toename van de omzet. Slechts een minderheid van de bedrijven passen AI toe met als hoofddoel om arbeidskosten te drukken.

In de VS schat McKinsey dat meer dan 60% van de huidige jobs voor meer dan 30% automatiseerbaar zijn met bestaande technologieën. De vooruitgang in computer vision en *object recognition* heeft er bijvoorbeeld toe geleid dat het nu mogelijk is om autonome robotsystemen te ontwerpen, die op een veilige manier met mensen kunnen samenwerken.

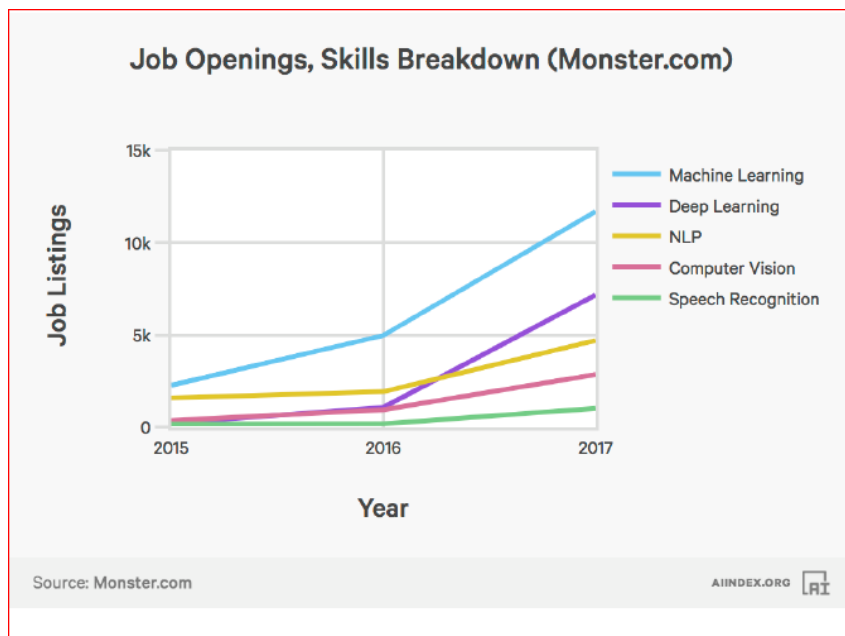
Toch zullen er jobs verdwijnen, weliswaar in meerdere of mindere mate gecompenseerd door het ontstaan van nieuwe jobs, zoals bv. meer jobs voor data scientists. De waarde van kwaliteiten die machines niet hebben, zoals creativiteit, leiderschap en emotionele intelligentie zal toenemen (Rao en Verweij, 2017).

2.3.3.1 Mondiaal gebrek aan AI-topexperts

Grote Amerikaanse en Chinese technologiebedrijven kopen actief AI-starters, niet alleen om technologie of klanten te werven, maar om zich van gekwalificeerd talent te verzekeren (McKinsey, 2017a). De pool van echte AI-experts is klein, en de *tech giants* hebben al een groot deel van hen ingehuurd. Bedrijven gebruiken daarom fusies en overnames als een manier om het allerbeste toptalent aan te trekken, zgn. "*acqui-hiring*", waarbij omgerekend bedragen van \$5 miljoen tot \$10 miljoen per persoon niet ongevoen zijn.

Ook in het buitenland zoeken de *tech giants* naar talent. Facebook opent een AI-laboratorium in Parijs, om makkelijker toponderzoekers uit Europa te kunnen aantrekken. Google heeft onlangs \$ 4,5 miljoen geïnvesteerd in een onderzoekslab aan de universiteit van Montreal; en NVIDIA werkt samen met de Nationale Universiteit van Taiwan voor de oprichting van een AI-laboratorium.

In het rapport voor 2017 van het Artificial Intelligence Index-project vind je opnieuw een indicatie voor het feit dat het zwaartepunt van de huidige AI-trend vooral in ML gesitueerd is: data van vacaturesite Monster.com voor de Amerikaanse markt illustreren dat men vooral op zoek is naar ML en DL talent.



Bron: <https://aiindex.org>

2.3.3.2 Levenslang leren

Het moet de betrachting zijn van onderwijssystemen om mensen vaardigheden aan te leren die hen in staat stellen met machines samen te werken, eerder dan tegen beter weten in een concurrentieel voordeel ten opzichte van deze machines te trachten te instrueren (McKinsey, 2017a). Een rapport van de denktank The Lisbon Council (Hofheinz, 2016) geeft als archetypisch voorbeeld van dit type samenwerking een menselijke werknemer die zich voor zijn beslissingen baseert op de output van analyse door artificiële intelligentie. Op die manier kan bv. het prestatieniveau van een arts bij kankerdiagnose sterk verhoogd worden, zonder dat de algoritmes de meerwaarde⁴⁹ van de arts ondergraven. Zijn rol blijft cruciaal.

McKinsey benadrukt het belang van levenslang leren, zowel 'on the job' als 'in-between jobs', via **volwassenenonderwijs**. Belangrijke criteria voor succesvolle opleidingen zijn volgens McKinsey dat ze kort en betaalbaar moeten zijn, en een sterke link met de arbeidsmarkt moeten hebben.

2.4 AI ALS GEOPOLITIEKE FACTOR

Het geopolitiek belang van AI beperkt zich niet tot de retoriek van wereldleiders⁵⁰ (Villani, 2018). Waardeketens in de digitale sector zijn geglobaliseerd, wat betekent dat leidende naties in AI zich niet enkel een groot stuk van de waardecreatie bij de AI-transformatie van deze ketens zullen kunnen toe-eigenen.

Die naties zullen ook controle verwerven over de waardecreatie in andere landen. Europese landen zijn er dan ook bij gebaat mee te zijn met de recente AI-(r)evolutie, om niet economisch afhankelijk te worden van de grote mondiale spelers. Als het vooruitzicht van Europa als een 'cyberkolonie' nogal vergezocht lijkt, moet men er zich volgens Villani (2018) rekenschap van geven dat we vandaag de dag al in een gedigitaliseerde wereld leven, waarin data als dé smeerolie fungeert. Artificiële intelligentie, meer bepaald ML, is één van de sleuteltechnologieën om het potentieel van die data te ontsluiten, en dus een belangrijke machtsfactor.

49 Bv. in de interactie met de patiënt

50 Bv. de uitspraak van Vladimir Poetin dat de leider in AI de wereld zal leiden.

3 MONDIALE AI-ADOPTIE

3.1 IS HET DAN GEEN HYPE?

Gelet op het transformatief potentieel op korte en lange termijn van AI-toepassingen gebaseerd op ML en DL, én de waardecreatie die de huidige generatie AI-toepassingen mogelijk maakt, kunnen we met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid besluiten dat het (toekomstig) belang van AI in overeenstemming is met de hype.

Het volume aan euforische artikels staat echter wel in schril contrast met de maturiteitsfase waarin de mondiale markt voor AI zich vandaag bevindt. Investerings in de technologie en wetenschappelijke publicaties nemen echter zeer snel toe, en gespecialiseerde consultants verwachten exponentiële groei in (bedrijfs)adoptie in de komende jaren. Er tekenen zich wel belangrijke breuklijnen af qua AI-adoptie, zowel naar bedrijfsgrootte als naar sector, tussen de leaders en de achterblijvers.

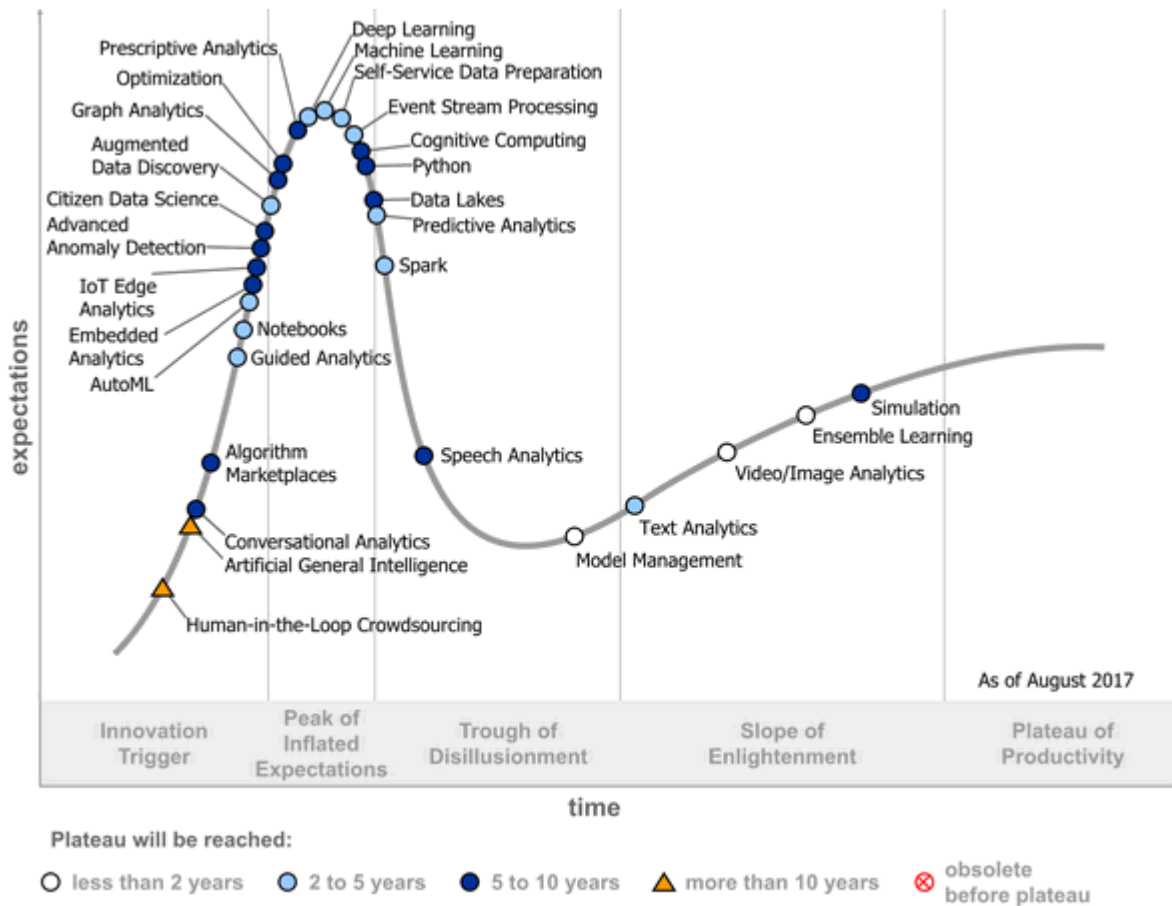
Daarbij kampen kleinere bedrijven niet enkel met technologische uitdagingen, maar ook met een gebrek aan kennis over hoe je AI inpast in de bedrijfsvoering, wat voor een kmo-regio als Vlaanderen zeer belangrijk is. De pioniers, met de GAFA-bedrijven op kop, hebben een andere uitdaging als belangrijkste *bottleneck*: ze zijn in een *war for talent* om gespecialiseerde expertise verwikkeld.

Het zwaartepunt van de mondiale investeringen ligt sterk geconcentreerd bij deze *tech giants*, die kunnen kapitaliseren op de aanzienlijke netwerkeffecten van hun dataplatformen. Dat impliceert dat Europa, dat het veel moeilijker heeft om dergelijke bedrijven te laten groeien, in mondiaal perspectief momenteel achterophinkt qua AI-valorisatie. Qua investeringen in nieuwe AI-bedrijven lijkt Europa wel bezig met een inhaalbeweging, maar de kloof blijft groot.

Relevant voor een regio met relatief hoge loonkosten zoals Vlaanderen, die ook geconfronteerd wordt met stijgende zorgkosten, is dat AI veel potentieel wordt toegedicht in sectoren zoals de maakindustrie en de gezondheidszorg.

//

3.1.1 Gartner hype cycle



Bron: Gartner

Volgens Gartner (2017) bereikte de hype rond ML en DL inderdaad een hoogtepunt in 2017, met aanzwellend enthousiasme over sectoren en bedrijfsfuncties heen. De situering in de '*peak of inflated expectations*' betekent dat Gartner ML en DL in een fase van overenthousiasme en onrealistische projecties plaatst. De technologie wordt tot haar grenzen geduwd, en er zijn meer mislukkingen dan successen.

benefit	years to mainstream adoption			
	less than 2 years	2 to 5 years	5 to 10 years	more than 10 years
transformational		Augmented Data Discovery Deep Learning Event Stream Processing Machine Learning	Algorithm Marketplaces Citizen Data Science Cognitive Computing Conversational Analytics	Artificial General Intelligence Human-in-the-Loop Crowdsourcing
high	Ensemble Learning Model Management Video/Image Analytics	AutoML Guided Analytics Predictive Analytics Self-Service Data Preparation	Graph Analytics IoT Edge Analytics Optimization Prescriptive Analytics Speech Analytics	
moderate		Notebooks Spark Text Analytics	Advanced Anomaly Detection Data Lakes Embedded Analytics Python Simulation	
low				

As of August 2017

© 2017 Gartner, Inc.

Duizenden aanbieders onderzoeken volgens Gartner (2017) de toepasbaarheid van deep learning in verschillende gebieden, zoals computer vision, conversatiesystemen en bio-informatica. Onderzoekers publiceren aan de lopende band nieuwe en verrassende papers. Hardwarefabrikanten leveren steeds meer nieuwe, krachtige computersystemen voor het trainen van diepe neurale netwerken. Deep learning wordt ook steeds toegankelijker in data science platforms.

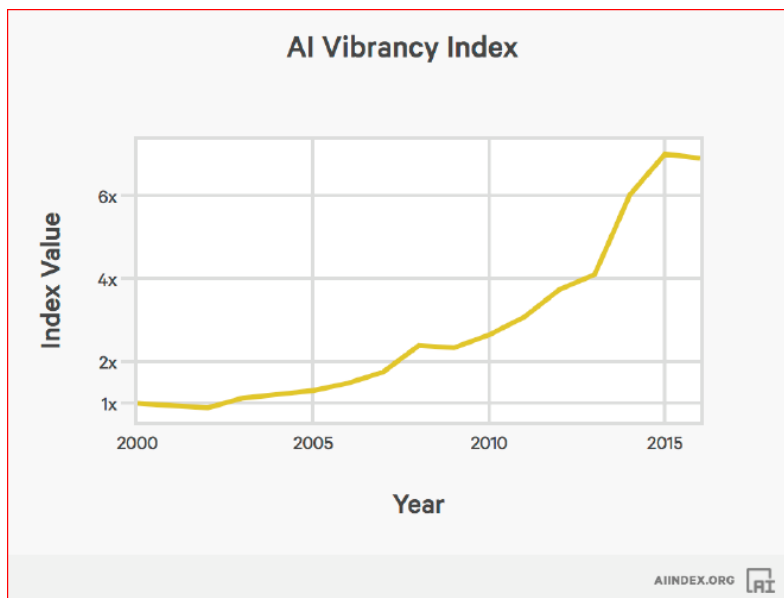
51 Daarmee wordt hier bedoeld: adoptie door 20% van de doelgroep.

De keerzijde is dat er zich nog onvoldoende standaardformules voor deep learning hebben gevormd en dat geen enkel instrument of systeem momenteel aan alle behoeften kan voldoen.

3.1.2 AI Vibrancy Index

Het *AI index*-project (Shoham et al., 2017), dat kadert in het 100-jarig AI-onderzoek van Stanford University, poogt via een samengestelde index de activiteit in het brede AI-domein op een feitelijk onderbouwde manier in kaart te brengen.

De zgn. '*AI Vibrancy Index*' vat de academische (publicaties, inschrijvingen van studenten) en industriële (VC-investeringen) activiteit samen in één geaggregeerde index, die aantoonst dat **de brede activiteit in het domein sinds 2000 meer dan verzesvoudigd is**. Daarbij is er een duidelijke versnelling sinds 2010⁵².



Bron: <https://aiindex.org>

Belangrijke nuance: deze index heeft enkel validiteit voor de **Amerikaanse** AI-scene, maar gezien het belang van de Amerikaanse markt is het toch een waardevolle indicator.

52 De stagnatie in 2016 is het gevolg van administratieve onvolkomenheden in de samenstellende metrics, en niet van een stagnerende activiteit.

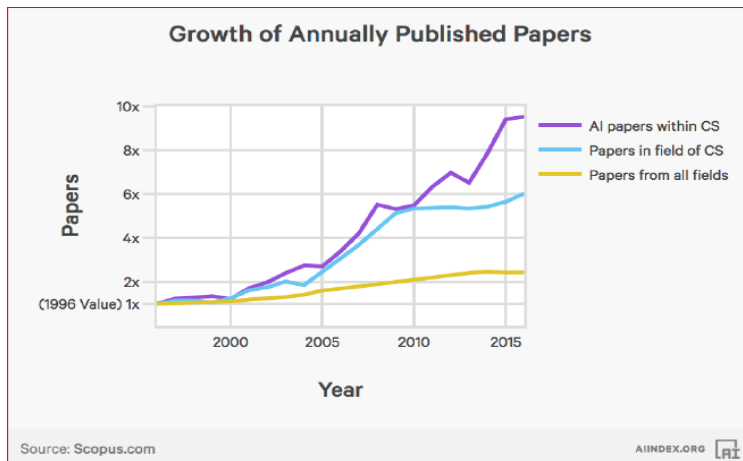
3.1.3 McKinsey

Volgens McKinsey (2017a) is de hype niet overdreven, want **in tegenstelling tot in het verleden hebben AI-toepassingen nu daadwerkelijke zakelijke voordelen**. De consultant identificeert 5 AI-technologiesystemen die vandaag de dag zakelijk potentieel hebben:

- Robotica en autonome voertuigen
- Computer vision
- Taal
- Virtuele agenten zoals chatbots
- Machine Learning

Zoals reeds gezegd in de definitie van AI, zijn deze toepassingen niet strak afgelijnd. Machine learning-technologie ligt bv. aan de basis van ontwikkelingen in de andere AI-systemen. Systemen kunnen ook met elkaar gecombineerd worden met het oog op nieuwe functionaliteiten.

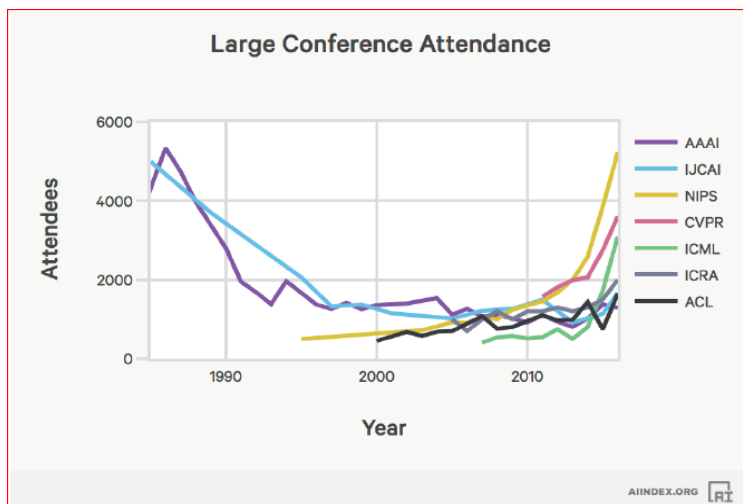
3.2 WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK



Bron: <https://aiindex.org>

Het AI-index project (Shoham et al., 2017) heeft ook de evolutie van het jaarlijkse aantal publicaties over AI sinds 1996⁵³ onder de loep genomen. Daaruit blijkt duidelijk dat het volume aan onderzoek in dit domein sneller toeneemt dan in het bredere domein van de computerwetenschappen, en véél sneller dan het totale volume academische publicaties.

3.2.1 Nadruk op ML en DL



Bron: <https://aiindex.org>

Uit de data over de aanwezigheden op grote academische conferenties blijkt de dominantie van het AI-subdomein ML, en meer specifiek DL. Conferenties over symbolisch leren trekken de laatste jaren relatief minder onderzoekers aan (Shoham et al., 2017).

⁵³ Op basis van de zgn. Scopus databank van Elsevier, die ongeveer 70 miljoen publicaties bevat.

3.3 BEDRIJFSINVESTERINGEN

3.3.1 Het zwaartepunt ligt bij de Tech Giants

McKinsey (2017a) komt op basis van analyse van publieke gegevens over mondiale bedrijfsinvesteringen in de ontwikkeling en ontplooiing van AI tot opmerkelijke conclusies.

Men schat de mondiale bedrijfsinvesteringen in AI in 2016 op 26 tot 39 miljard \$. Daarbij nemen de globale *tech giants*⁵⁴ het leeuwendeel voor hun rekening met 20 tot 30 miljard \$. 10% daarvan komt op het conto van acquisities, ca. 90% betreft interne investeringen. Het gemiddeld jaarlijks groeipercentage van M&A van grote bedrijven lag wel zeer hoog tussen 2013 en 2016, op 85%.

De bekendste *tech giants*, de ‘GAFA’s’ van deze wereld, werken elk aan een scala van AI-technologieën, telkens met een specifieke focus. Met 24 deals tussen 2010 en 2016 was Google het meest actief op de overnamemarkt in deze periode, de runner-up Apple hield het op 9 overnamedeals.

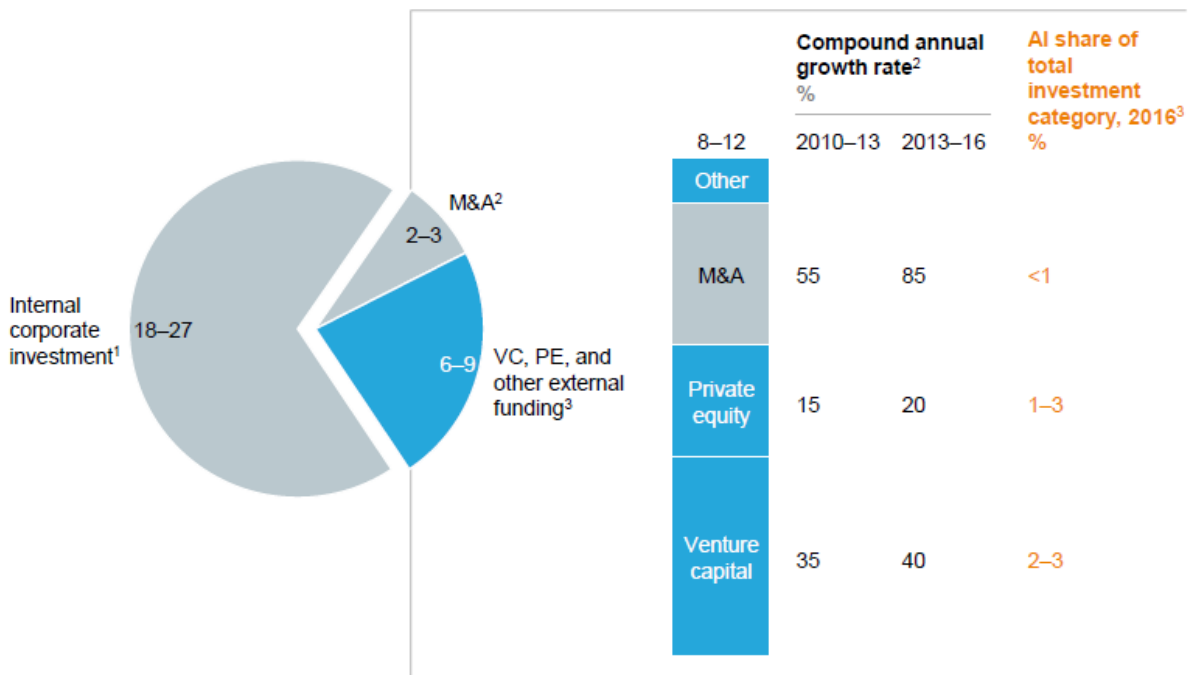
54 Preciezer gesteld bakent McKinsey een groep af met 35 hoogtechnologische en *advanced manufacturing* bedrijven. Men beperkt zich dus niet tot de 'GAFA's'.

Exhibit 1

Technology giants dominate investment in AI

Investment in AI, 2016¹
\$ billion

■ Investment by tech giants and other corporations



1 Estimate of 2016 spend by corporations to develop and deploy AI-based products. Calculated for top 35 high tech and advanced manufacturing companies investing in AI. Estimate is based on the ratio of AI spend to total revenue calculated for a subset of the 35 companies.

2 VC value is an estimate of VC investment in companies primarily focused on AI. PE value is an estimate of PE investment in AI-related companies. M&A value is an estimate of AI deals done by corporations. "Other" refers to grants and seed fund investments. Includes only disclosed data available in databases, and assumes that all registered deals were completed within the year of transaction. Compound annual growth rate values rounded.

3 M&A and PE deals expressed by volume; VC deals expressed by value.

SOURCE: Capital IQ; Pitchbook; Dealogic; S&P; McKinsey Global Institute analysis

Bron: McKinsey

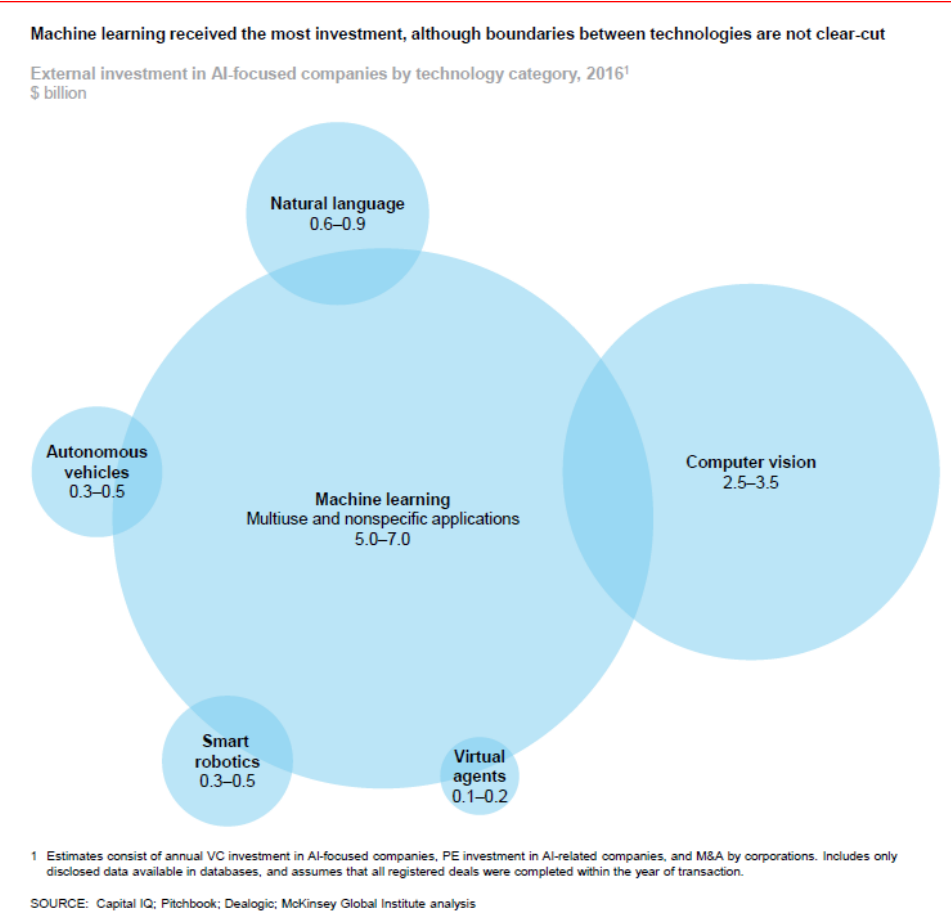
3.3.2 Snel groeiende externe investeringen in de startup-scene

AI-investeringen in start-ups door bv. VC's, *private equity*-bedrijven, *angel investors* en incubatoren (*seed funds*) in 2016 worden geschat op 6 tot 9 miljard \$. Dergelijke investeringen zijn tussen 2013 en 2016 wereldwijd quasi verdrievoudigd.

Belangrijke nuance, AI is een snel groeiende categorie voor externe investeerders, maar in absolute cijfers gaat het nog steeds om relatief kleine bedragen in vergelijking met hun totale investeringen in digitalisering. ICT nam bv. in 2016 ca. 60% van de totale VC-investeringen naar waarde voor zijn rekening, waarvan slechts 2 à 3 procentpunt toe te schrijven aan AI.

3.3.3 Vooral investeringen in ML

Als men kijkt naar de totale externe investeringen in AI-gerelateerde bedrijven, dan valt op dat **meer dan 60% naar ML** gaat, wat niet onlogisch is gezien die technologie ook bijdraagt aan veel van de andere AI-systemen. Het is een indicatie van het relatief belang van ML vs. de kennis-gebaseerde tak, hoewel bedrijven op het vlak van adoptie verschillende nieuwe technologieën gelijktijdig uitproberen.



Bron: McKinsey

3.3.4 Ecosystemen trekken bedrijfsinvesteringen aan

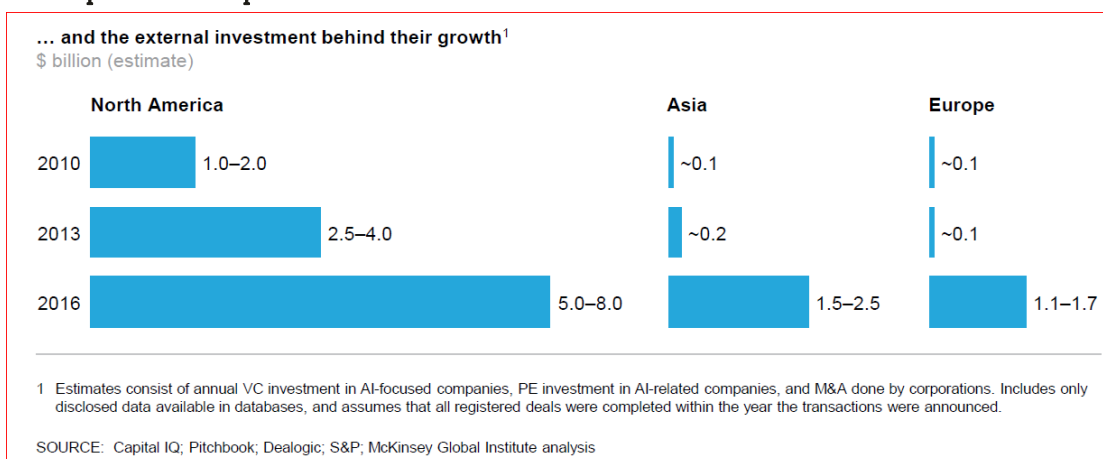
Afgaande op externe investeringen (*VC, private equity en M&A*) is er een sterke geografische concentratie in AI-activiteiten, op landniveau én regionaal (McKinsey, 2017a):

- De VS absorbeerden in 2016 66% van de wereldwijde externe investeringen in AI: de San Francisco Bay Area (Silicon Valley) alleen al vertegenwoordigde 40% van de mondiale investeringen. Ook New York en Boston zijn belangrijk.
- China volgde op ruime afstand met 17%. Belangrijke hubs hier zijn Beijing en Shenzhen.
- In Europa is dd 2017 enkel Londen een significante hub. Er zijn echter veelbelovende ontwikkelingen in Frankrijk, Duitsland en Scandinavië.

McKinsey rapporteert dat die startup-hubs ook (interne) investeringen van de *tech giants* aantrekken. Silicon Valley is wat dat betreft uiteraard voorloper, gezien de vestiging van de hoofdzetels van bedrijven zoals Facebook, Google en Apple⁵⁵.

De aanwezigheid van kenniscentra in de omgeving blijkt een belangrijke component voor succesvolle ecosystemen, denk aan Stanford University (Silicon Valley), MIT (Boston), Cornell University (New York), Peking University en Cambridge, Imperial College & Oxford (Londen).

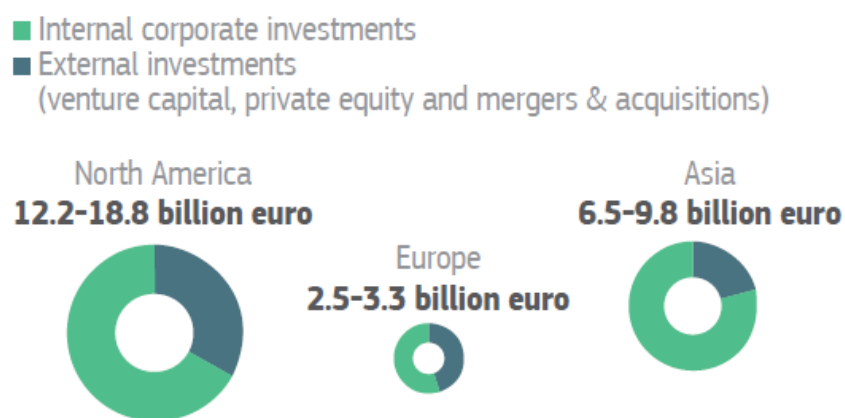
Volgende figuur geeft de geschatte evolutie weer van de externe investeringen in AI-bedrijven (incl. M&A, maar exclusief de interne investeringen van de *giants*), voor Noord-Amerika, Azië en Europa. Opmerkelijk is dat Azië en Europa hier nog steeds ver achterlopen op Noord-Amerika (VS), maar dat de investeringen wel exponentieel toenemen. **Dat stemt hoopvol voor het Europese landschap van start-ups en scale-ups.**



Bron: McKinsey

55 <https://www.tijd.be/nieuws/archief/De-nieuwe-tempels-van-Silicon-Valley/9898971>

Echter, de *tech giants* en grote *corporates* nemen in de berekeningen van McKinsey meer dan 75% van de mondiale bedrijfsinvesteringen in AI voor hun rekening, vooral door hun interne investeringen. Zoals blijkt uit onderstaande figuur loopt Europa qua totale bedrijfsinvesteringen in AI daardoor dus sterk achter op Azië (China) en vooral de Noord-Amerika (de VS).



Source: McKinsey, 2017

3.4 DE HUIDIGE MONDIALE MARKT VOOR AI

3.4.1 Adoptie bevindt zich in een vroeg stadium

Er is een discrepantie tussen de mondiale investeringen in AI en de mate van commercialisering, typisch voor een nieuwe technologie (McKinsey, 2017a). **AI bevindt zich nog niet in het stadium van grootschalige commerciële exploitatie.** Dat heeft enerzijds te maken met het feit dat interne investeringen bij de *tech giants* in het recente verleden vooral gericht waren op het verbeteren van interne bedrijfsprocessen. Anderzijds is er nog geen sprake van een mature B2B-markt.

Op basis van een bevraging in maart '17 van 3000 C-level executives van bedrijven uit 10 landen en 14 sectoren, besluit McKinsey dat hoogstens 20% van de bedrijven AI implementeert in een gevorderde fase, ttz niet in een experimentele of *pilot* fase.

Een andere bevraging door MIT Sloan Management Review i.s.m. The Boston Consulting Group in 2017 komt tot dezelfde conclusie (Ransbotham et al., 2017): slechts 18% van de bedrijven heeft AI geïncorporeerd in minstens een aantal producten of processen. Slechts 5% rapporteert uitgebreide adoptie. Deze enquête, waarbij eveneens een steekproef van 3000 executives werd gehanteerd, had bovendien zowel geografisch als sectoraal een bredere scope: 112 landen en 21 sectoren werden afgedekt.

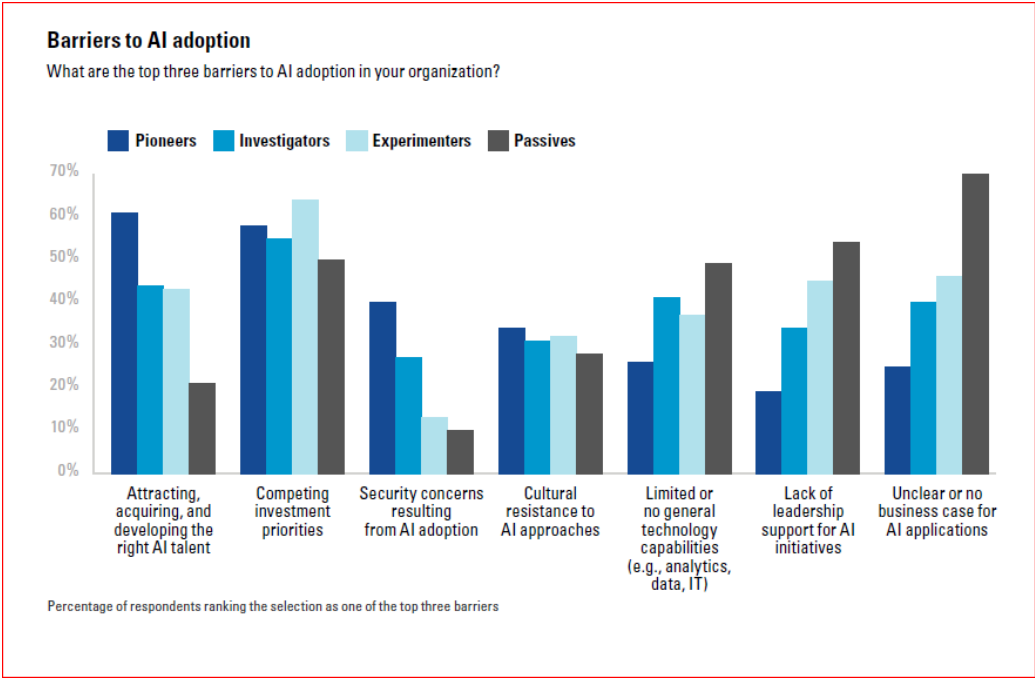
We mogen concluderen dat de mondiale adoptie zich in een zeer vroege fase bevindt.

Dit leidt tot een groeiende kloof tussen enerzijds reeds gedigitaliseerde bedrijven én sectoren die zich aan de *cutting edge* van AI-ontwikkeling en -implementatie bevinden, en anderzijds bedrijven en sectoren die hier in het verleden reeds de boot misten. Volgens Ransbotham et al. (2017) kruipt bij het ontwikkelen van AI-modellen het meeste tijd in de dataverzameling en-voorbereiding, meer zelfs dan in het ontwikkelen van het algoritme. De achterblijvers kampen met data die opgesloten blijft in silo's, of hebben bv. enkel data geregistreerd over succesvolle cases, terwijl voor betrouwbare predicties data geen bias naar succes mag vertonen.

De belangrijkste reden voor de achterblijvende adoptie van AI door de meerderheid van de bedrijven is volgens Ransbotham et al. (2017) echter niet technologisch van aard. **Uit hun bevraging blijkt dat bijna de helft van de organisaties geen goed begrip hebben van AI.** Daarmee bedoelt men enerzijds dat ze er niet goed in slagen om de technologische link te begrijpen tussen data en AI, maar nóg belangrijker: ze slagen er evenmin in om het potentieel van een business case met AI te detecteren. Meer dan 40% van de door McKinsey (2017a) bevraagde executives is onzeker over de return van AI, vooral in kleinere bedrijven.

1. **Men ziet geen business case voor AI.**
2. Te weinig steun vanuit het leiderschap. Door de snelle evolutie van AI-technieken is artificiële intelligentie voor executives een *moving target* volgens Chui et al. (2018): het blijkt voor hen zeer moeilijk om een indruk te krijgen van de *state of the art* bij de leiders in AI-adoptie. Executives moeten uiteraard geen dieper inzicht hebben in specifieke technieken, maar ze hebben wel een basiskennis nodig van de toepassingsmogelijkheden en te verwachten evoluties.
3. Te weinig reeds bestaande technologische capaciteit: qua IT, data-infrastructuur, analysecapaciteit,...
4. Er is te weinig AI-talent in de onderneming. De ondernemingen die minder ver staan in hun AI-adoptie ranken dit echter niet als hun grootste obstakel, omdat ze meer dan de AI-pioniers externe AI-expertise inkopen. Omdat het trainen van algoritmen echter bedrijfsspecifieke expertise vereist in het structureren van het probleem en de data, botsen deze bedrijven wel op limieten. *Off the shelf*-oplossingen hebben een beperkt toepassingsgebied.
5. Er is te weinig begrip in de onderneming over wat er nodig is om AI te ontwikkelen.
6. Men heeft de benodigde organizationele flexibiliteit niet.

De bedrijven die met AI pionieren, worden daarentegen vooral geconfronteerd met problemen om voldoende talent te vinden, en met concurrerende investeringsopportuniteiten.



Bron: Ransbotham, Kiron, Gerbert en Reeves (2017)

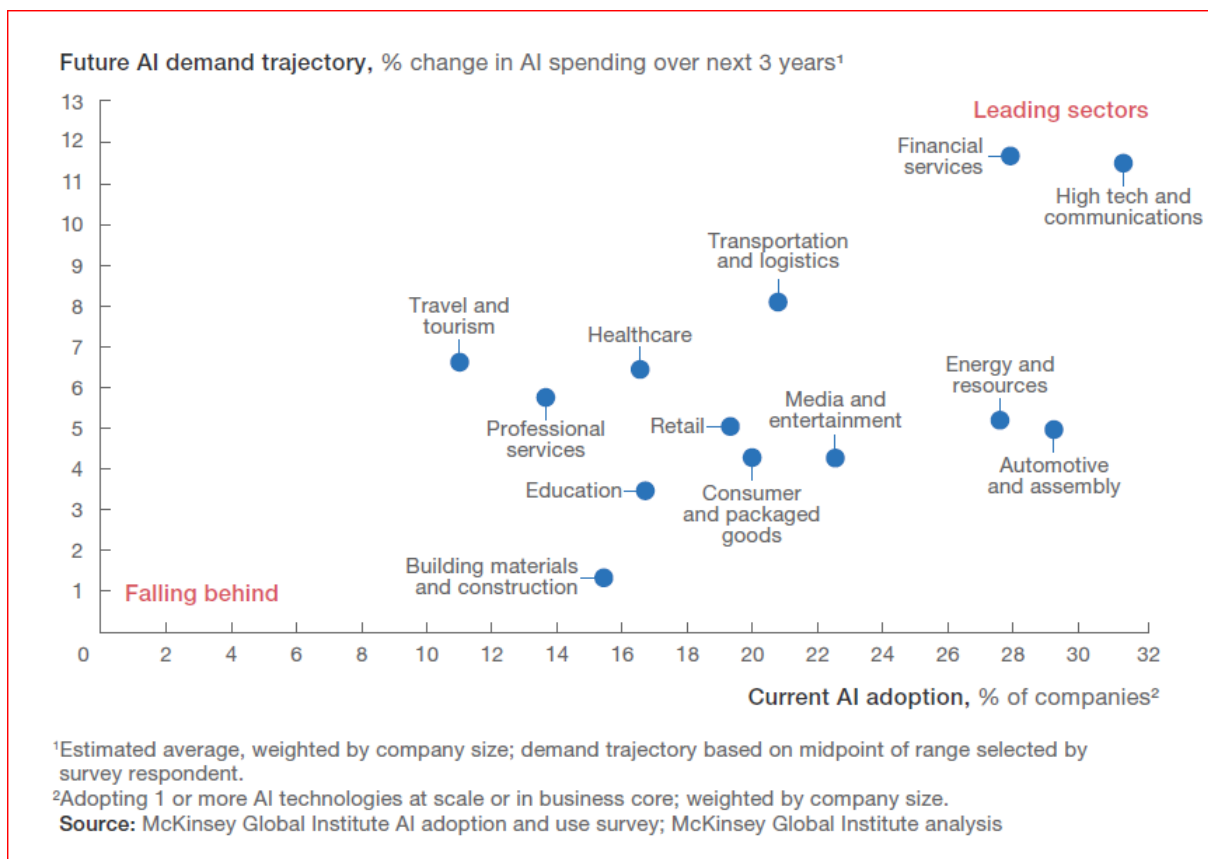
3.4.3 De rol van ecosystemen in AI-adoptie

Ecosystemen waar nieuwe start-ups investeringen aantrekken, zowel van VC's als van gevestigde bedrijven, leiden niet alleen tot spill-over's van talent en innovatieve kennis, maar ze zijn ook belangrijk voor een sterke lokale adoptie van nieuwe AI-toepassingen (McKinsey, 2017a). De landen waar het meest in AI-ontwikkeling geïnvesteerd wordt, hebben er ook de grootste markt voor.

In Europa is het een grote uitdaging om succesvolle AI-gebaseerde bedrijven, zoals Deepmind of Skype, uit te laten groeien tot mondiale spelers (EPSC, 2018). De meeste bedrijven worden in de groeifase van hun ontwikkeling overgekocht door buitenlandse spelers, waardoor Europa de facto als een soort van incubator voor de rest van de wereld functioneert. Dat is nadelig voor de groei van de Europese AI-markt.

3.4.4 Groeiende kloof tussen verschillende sectoren

Chui et al.(2018) stellen vast dat de sectoren waarin het meeste bedrijven AI-technologie implementeren eveneens de grootste groei van de vraag naar AI voorzien. **Dit kan leiden tot een steeds grotere kloof tussen sectoren.** Het is opvallend dat sectoren als onderwijs en gezondheidszorg, die vaak figureren in euforische artikels over het enorme potentieel van AI, in realiteit achterlopen in adoptie. Dit heeft o.a. te maken met het sectorale belang van regelgeving, en moeilijke aanvaarding van het gebruik van AI door eindklanten.



Bron: McKinsey

Het is opvallend dat sectoren met een sterke algemene AI-adoptie ook de hoogste adoptie hebben van één van de verschillende AI-subtechnologieën: men experimenteert gelijktijdig met de verschillende technologieën en systemen. Chui et al. (2018) stellen echter dat **indien de huidige trend zich doorzet, de verschillen op bedrijfsniveau (bv. grote bedrijven vs. kleine) belangrijker zullen zijn dan deze op sectorniveau.**

In tegenstelling tot vorige digitale technologieën, wordt AI snel in die delen van de waardeketen gebruikt die het dichtst aanleunen bij de kernactiviteiten. Voor de maakindustrie zal men bv. meteen inzetten op AI in de operaties, terwijl in de financiële sector AI vaak in eerste instantie ingezet wordt in de dienstverlening. De verwachtingen van executives uit verschillende sectoren over welke functiedomeinen de sterkste impact van AI zullen ondervinden, bevestigen dit (Chui et al., 2018) (zie bijlagen). Dat verhindert niet dat men de technologie ook uitrolt naar de hele waardeketen. Beide trends bevestigen het strategisch potentieel van de technologie (zie hiervoor).

Het is belangrijk voor een grotere adoptie dat AI-toeleveranciers zich gaan specialiseren in de specificiteiten van (de waardeketens van) de verschillende sectoren.

De factoren die belangrijk zijn voor de snelheid waarmee een sector AI kan adopteren, zijn volgens McKinsey (2017a):

3.4.4.2 Sectoren met het meeste potentieel

Executives verwachten op basis van bovengenoemde factoren in de toekomst de grootste markt voor AI in de volgende sectoren (McKinsey, 2017a):

- Financiële diensten
- Retail
- Gezondheidszorg
- Geavanceerde maakindustrie

Gezien de impact van regelgeving, het belang van aanvaarding door burgers van de verwerking van persoonsgegevens, en de achterblijvende adoptie vandaag lijkt de gezondheidszorg enigszins verrassend deel uit te maken van dit lijstje. Toch plaatsen Rao en Verweij (2017) deze sector op nr. 1 als het gaat over welke consumentenmarkt het meeste potentieel heeft om disruptie te ondervinden door AI.

In lijn met het lijstje hierboven van McKinsey, achten zij het eveneens waarschijnlijk dat de financiële diensten een sterk disruptief effect zullen ondergaan, net als de *automotive* industrie.

De EPSC (2018) ziet de maakindustrie als één van de belangrijkste opportuniteiten voor AI-technologie, en ziet hier een link met *IOT* en *smart factories*. Deze bedrijven, die vaak een hoge toegevoegde waarde creëren, zijn zeer kapitaalintensief en zijn dus bij uitstek kandidaat voor een verhoging van de productiviteit door AI te enten op de bestaande automatisering (Rao & Verweij, 2017). Hofheinz (2016) voegt daaraan toe dat de integratie van AI in de *high end*-producten van de Europese maakindustrie⁵⁶ een grote opportuniteit is om de sterke Europese positie in de mondiale markt te verdedigen.

We lijsten hieronder een aantal toepassingen op met groot potentieel binnen deze veelbelovende sectoren (Rao & Verweij, 2017), en de obstakels voor een snelle adoptie. Wat opvalt, is telkens **het belang van het winnen van het vertrouwen van de potentiële gebruikers in de nieuwe technologie**.

- Gezondheidszorg: diagnose obv (minimale) afwijkingen van een 'baseline' van gezondheidsdata; voorspelling van epidemieën; diagnose adhv computer vision (x-rays)
 - Obstakels: vertrouwen nodig op vlak van veilige opslag en vrijwaring van privacy bij gevoelige persoonlijke data; grote biologische complexiteit die voor technologische uitdagingen zorgt
- Automotive: Autonome (deel)voertuigen; predictief onderhoud
 - Obstakels: ontwikkeling van voldoende veilige technologie; vertrouwen van burgers; ontwikkeling van een regelgevend kader
- Financiële diensten: Gepersonaliseerde financiële planning voor de massa; fraudedetectie; automatisatie van klantencontacten
 - Obstakels: vertrouwen van klanten; ontwikkeling van een regelgevend kader

56 Dergelijke producten zijn typisch een combinatie van software en hardware

3.5 FORECASTS

3.5.1 De markt voor AI

Volgens McKinsey (2017a) leidt de premature fase van de mondiale markt voor AI-producten tot zeer uiteenlopende voorspellingen van analisten over het marktpotentieel: van 644 miljoen \$ tot 126 miljard \$ tegen 2025⁵⁷.

Schattingen van PwC zijn veel minder conservatief: **volgens Rao en Verweij (2017) kan AI een bijdrage van 12 800 miljard euro leveren aan de wereldeconomie tegen 2030. Dat komt neer op een toename met 14% van het mondiale BBP, of anders gesteld met een toename die het huidige gezamenlijke BBP van China en India overtreft.** Er zijn 2 grote manieren waarop AI zou bijdragen aan de groei: enerzijds via productiviteitsgroei, anderzijds zou een groei van de consumptie verantwoordelijk zijn voor 7400 miljard van die genoemde 12 800 miljard. Producten gebaseerd op AI zullen immers een hogere kwaliteit hebben en meer gepersonaliseerd zijn, wat moet leiden tot een hogere vraag.

Niet verrassend gelet op de huidige spreiding van de mondiale investeringen in AI, **waarschuwen de consultants van PwC dat tegen 2030 70% van de bijdrage van AI aan het mondiale BBP zich zal concentreren in China en de VS.**

57 McKinsey verwijst hier naar Tractica als bron voor deze cijfers

4 AI TEN DIENSTE VAN DE MENS

Het is volgens experts cruciaal voor de aanvaarding van AI⁵⁸ dat er bij de brede bevolking voldoende vertrouwen groeit in de mensgerichte oriëntatie (IEEE, 2017), met als deelaspecten daarvan o.a. de veiligheid en de eerlijke werking van toepassingen en het respect voor fundamentele mensenrechten.

Hier moet al in de design-fase van een toepassing rekening mee gehouden worden, zodat de toepassing onder de motorkap ethisch functioneert (Villani, 2018). Daarnaast kan ook een onoordeelkundige of zelfs doelbewust kwaadwillige inzet, leiden tot aversie bij de publieke opinie (Brundage et al., 2018). Het integreren van het (gekozen) ethisch-juridisch kader in de technologische oplossing zelf is m.a.w. een noodzakelijke maar geen voldoende voorwaarde; menselijke coördinatie van de applicatie, op een hoger meta-niveau, blijft een absolute noodzaak (cfr. uitspraak van Mark Coeckelberg op de AI Europe–Stakeholder Summit van het European Economic and Social Committee (EESC), in juni '18).

Het is belangrijk op te merken dat de discussies over de ethische implicaties zich vaak toespitsen op het vermijden van ongewenste, soms zelfs dystopische gevolgen. Men verliest dan uit het oog dat AI ook een enorme *enabler* voor het aanpakken van grote maatschappelijke uitdagingen (cfr. de *sustainable development goals* van de VN) kan zijn. Door de technologie te zeer vanuit een angstige houding te benaderen, loopt men bovendien ook het risico de waardecreatie t.g.v. de transformatie van waardeketens mis te lopen.

Zowel wat betreft het uitsluiten van ongewenste consequenties als het aanpakken van mondiale problemen zijn experts het in grote lijnen eens over het doel⁵⁹, maar men verschilt vooral van mening over de manier waarop men dat doel kan bereiken. De ethische impact van de doorbraak van ML gaat echter veel verder: de disseminatie van slimme algoritmes dwingt ons ertoe op een veel fundamenteeler niveau te reflecteren over wélke specifieke waarden we als maatschappij het meest belangrijk vinden (Hofheinz, 2018). Op de stakeholder-bijeenkomst *AI Europe* van het Europees Economisch en Sociaal Comité op 18 juni 2018 kwam ook tot uiting dat AI-ethiek een permanente dialoog van de stakeholders veronderstelt. Het zou in dat opzicht een vergissing zijn te denken dat een éénmalige inspanning deze problematiek voor langere tijd naar de achtergrond zou kunnen verschuiven.

58 Met betrekking tot ethische/filosofische impact focussen we niet uitsluitend op het subdomein van Machine Learning, gezien deze impact in de verschillende subdomeinen van AI vaak vergelijkbaar is.

59 Weinig opiniemakers of wetenschappelijke experts pleiten voor een samenleving waarin de mens het onderspit moet delven tegen de machines; cfr. dystopische toekomstperspectieven van massale jobdestructie, niet aan te vechten want niet te bewijzen discriminatie, uitholling van het vertrouwen in de informatie-distributie t.g.v. massa-manipulatie van (tekstuele, auditieve en visuele) nieuwsberichten,

De European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGE, 2018), die de voorzitter van de Europese Commissie adviseert, observeert dat er rond ethiek en AI mondiaal versnipperde inspanningen bestaan. Men verwijst naar bottom-up initiatieven vanuit professionele organisaties zoals de IEEE of de International Telecommunication Union. Ook de grote tech-bedrijven laten het thema niet links liggen, en zijn in samenwerking met onderzoeksinstituten en non-profits grote initiatieven zoals het *Partnership on AI* en *OpenAI* gestart. Non-profit-initiatieven zoals het *Future of Life*-instituut met de Asilomar-principes (zie verder) lijken trouwens sterk te wegen op het debat.

De European Group on Ethics in Science and New Technologies roept echter op tot een collectieve inspanning, waarbij de EU het voortouw neemt in de conceptie van een mondiaal erkend en richtinggevend ethisch kader. Een geüniformiseerd kader op Europees niveau heeft als belangrijk voordeel dat shopping-gedrag kan vermeden worden, waarbij organisaties zich gaan vestigen in die landen met de meest toegieflijke regelgeving. Door de verschillende snelheid waarmee verschillende lidstaten wetgeving in voege brengen, voor bijvoorbeeld testen met autonome voertuigen, is dat momenteel een reëel risico (EGE, 2018)

De Europese denktank stelt als aanzet voor dat ethisch kader een aantal principes voor, gebaseerd op de fundamentele waarden uit de Europese verdragen. Die principes tackelen grotendeels dezelfde issues die de hiervoor genoemde, versnipperde initiatieven trachten op te lossen. Onderstaand hoofdstuk poogt een overzicht te geven van de belangrijkste issues, zonder echter volledigheid na te streven.

4.1 GUIDING PRINCIPLE: HUMAN IN CONTROL

Op de reeds genoemde stakeholder-bijeenkomst *AI Europe* van het EESC op 18 juni 2018 was er grote eensgezindheid over het feit dat de snelle evolutie van slimme algoritmes er niet toe mag leiden dat de mens(heid) de controle verliest. *Human-in-command* is ook een populair leidmotief in talloze publicaties over de ethische/juridische impact van de verspreiding van toepassingen gebaseerd op machine learning (zie bv. EESC, 2016).

De media, de filmindustrie maar ook enkele prominente wetenschappers en ondernemers spitsen zich volgens een artikel van de Financial Times van 25 oktober 2017 toe op het gevaar van de opkomst van superintelligentie (zie verder), als grootste risico op (extreem) verlies aan menselijke controle. Gezien het onzeker karakter van dat concept van *singularity*, dringen experts er echter op aan dat *Human-in-command* op dit moment niet vooral daarover moet gaan. Het moet gaan over de vraag wat het doel moet zijn van nieuwe toepassingen, over hoe AI de mensheid vooruit kan helpen. Als die vragen onvoldoende weerklank krijgen, dreigen we ten prooi te vallen aan een technologisch determinisme (Villani, 2018), dat het grote potentieel van AI bovendien zou beperken tot een (klein) aantal tech-bedrijven en een *inner circle* van AI-geschoolden.

4.2.1 Respect voor fundamentele rechten en ethische principes

Naast veiligheid moet er ook aandacht zijn voor de principes van menselijke waardigheid en vrijheid (EESC, 2016). De European Group on Ethics in Science and New Technologies (2018) verduidelijkt. Waardigheid betekent dat er grenzen moeten zijn aan de mate waarin mensen onderworpen worden aan classificatie door algoritmen, en daarnaast ook dat ze in staat moeten gesteld worden om te weten of ze met een machine of een mens interageren. Vrijheid verwijst naar autonomie: mensen moeten de mogelijkheid behouden om te kiezen aan welke normen ze zich, uiteraard binnen de wettelijke kaders, conformeren en om te beslissen wélke taken ze uitbesteden aan algoritmes. Autonomie is niet eng te interpreteren. De komst van algoritmes die schijnbaar objectief en foutloos werken, kan de verantwoordelijke menselijke deskundige⁶¹ die ze gebruikt, confronteren met grote druk om slechts in zeer uitzonderlijke gevallen en mits omstandige motivatie algoritmische aanbevelingen niet te volgen (Villani, 2018).

60 Met ethiek wordt hier het domein bedoeld van goed en kwaad, van idealen, dat ligt tussen de mogelijkheden van AI en de wettelijke limieten voor AI (Villani, 2018).

61 Villani (2018) geeft hier het voorbeeld van een rechter.

4.2.1.1 Ethics by design

Voor situaties waarin we als maatschappij beslissen dat het een goed idee is om ML in te schakelen in het maatschappelijk/economisch verkeer, is het nodig om ethische overwegingen een prominente plaats te geven in het ontwerpproces: *ethics by design*.

Villani (2018) wijst op de onvoorstelbare impact die de ontwerpers en programmeurs van slimme algoritmes hebben als ‘architecten’ van onze gedigitaliseerde maatschappij. Hofheinz (2018) stelt dat design-keuzes vaak zwaarder doorwegen op beslissingen van autonome systemen dan de data-input. Ingenieurs bepalen bv. de treshholds voor zelfrijdende voertuigen, die zullen bepalen of in een situatie van een onvermijdelijke crash óf de veiligheid van de inzittende óf die van een zwakke weggebruiker de prioriteit krijgt.

De relatief trage totstandkoming van nieuwe wetgeving, relatief tot de immense snelheid van technologische ontwikkelingen, creëert een juridisch vacuüm. Proactief zeer restrictieve regelgeving publiceren biedt hier geen soelaas, want dat zou Vlaamse onderzoekers en bedrijven met een onoverbrugbaar concurrentieel nadeel opzadelen vis-à-vis onze Europese en a fortiori Amerikaanse en Chinese concurrenten.

Daarom moeten AI-ontwikkelaars goed opgeleid worden om zich ten eerste bewust te zijn van de mogelijke ethische impact van bepaalde keuzes, om dan gewapend met de juiste conceptuele kaders verantwoordelijke keuzes te kunnen maken. Uit een interview met academici geaffilieerd aan Nederlandse universiteiten, blijkt dat onze noorderburen hierin verder staan. Technische universiteiten hebben in Nederland systematisch aandacht voor ethiek en filosofie. De toonaangevende TU Delft heeft bv. een Design for Values-instituut opgericht, met de volgende visie:

“Our vision is that technological developments in the 21st century, whether necessary to meet our challenges or made possible through new breakthroughs, only become acceptable when they are designed for the moral and social values people hold. For governing these developments successfully, setting longer term policy and research goals and organizing public debates will be instrumental yet not be sufficient. By the rapid and parallel occurrence of technological developments, governance needs to be complemented by mechanisms that guide technological developments while they unfold.”

4.2.2 Black box, bias en discriminatie

Een van de belangrijkste problemen bij de inzet van ML-gebaseerde systemen is het gebrek aan transparantie of verklaarbaarheid. Het probleem van de black box, dat vele ML-technieken en vooral ook DL kenmerkt, werd al eerder aangehaald. We hernemen kort, omdat het principe *human-in-command* staat of valt met transparantie.

De problematiek is de volgende: men kan wél de input en de (vaak indrukwekkende) output van dergelijke algoritmen observeren, maar **zelfs als AI-ontwikkelaar slaagt men er niet in om te bepalen welke parameters nu precies tot een bepaalde classificatie geleid hebben** (Villani, 2018).

[illegible]

De reden hiervoor is het enorme aantal zgn. ‘network weights’, de parameters die in een *deep neural network* de uitkomst bepalen: met honderdduizenden of zelfs miljoenen van dergelijke nodes is een beslissingspad quasi onmogelijk te reconstrueren, laat staan uit te leggen aan een gemiddelde gebruiker.

Het probleem van de verklaarbaarheid/transparantie heeft ernstige gevolgen voor de acceptatie en de toepasbaarheid van ML-technieken. In bepaalde domeinen met sterke impact op iemands leven is het volgens Villani (2018) principieel ondenkbaar dat 'onverklaarbare' technieken worden toegepast. Het is maatschappelijk niet aanvaardbaar dat zaken zoals de toegang tot krediet, werkgelegenheid, justitie, ... beslist worden door 'mysterieuze' algoritmen, die controle a posteriori van de legitimiteit van een beslissing, en dus ook het juridisch aanvechten ervan, verhinderen. De GDPR omhelst trouwens om die reden een 'recht op uitleg' voor beslissingen op basis van de geautomatiseerde verwerking van persoonsgebonden data (EPSC, 2018). Villani (2018) wijst er echter op dat de GDPR geen antwoord biedt op de onwenselijke inzet van algoritmen die met niet-persoonsgebonden data getraind worden, maar die met hun output wel bepaalde (minderheids)groepen benadelen.

Transparantie is des te belangrijker, omdat zelfs bij de beste bedoelingen van programmeurs de legitimiteit van DL-gebaseerde beslissingen niet vanzelfsprekend is, gezien de gevoeligheid van slimme algoritmes voor bias (Villani, 2018). **Dergelijke scheeftrekkingen in de output van ML-technologie kunnen het gevolg zijn van onvoldoende vakkundige selectie van de trainingsdata, vandaar het belang van multidisciplinariteit**⁶². Anderzijds kan bias ook samenhangen met *software engineering*-keuzes, en een gevolg zijn van de “architectuur” van een algoritme. **De niet-representatieve samenstelling van de community die AI-algoritmes ontwikkelt** (EESC, 2016), **is daardoor problematisch**: ontwikkelaars blijken vooral blanke, hoogopgeleide mannen te zijn. Dat kan aanleiding geven tot algoritmes die discrimineren op de dimensies gender en cultuur. Een derde mogelijke oorzaak van ongewenste bias en discriminatie vindt zijn oorsprong in het feit dat ML het verleden tracht te extrapoleren. Algoritmes kunnen daardoor ongewenste trends die latent aanwezig zijn in de maatschappij, ook in vakkundig samengestelde datasets, oppikken of versterken. In die zin versterkt ML bestaande machts-asymmetrieën (EPSC, 2018). Een veel geciteerd voorbeeld is het *COMPAS-algoritme*, dat in de VS ingeschakeld werd om de kans op recidive in te schatten bij procedures voor vervroegde vrijlating van gedetineerden. Het algoritme bleek voor Afro-Amerikaanse gedetineerden de kans op recidive systematisch te overschatten (Villani, 2018).

Het Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems van de IEEE⁶³ (2017), dat input verzameld heeft van enkele honderden internationale opinieleiders van universiteiten, industrie, overheid en *civil society*, wijst op de sterke link tussen transparantie en verantwoordelijkheid/aansprakelijkheid. Als ML aan de basis ligt van een autonoom opererend beslissingssysteem, kan zo'n systeem immers schade veroorzaken (zie hieronder). Van fundamenteel belang om de verantwoordelijkheid voor die schade te kunnen toewijzen, is een goed begrip van wat er precies is misgelopen.

62 Een goede kennis van het concrete toepassingsdomein kan immers voorkomen dat men belangrijke variabelen vergeet bij de opbouw van de dataset die het algoritme moet voeden.

63 IEEE staat voor The Institute of Electrical and Electronics Engineers, en is mondiaal de grootste technologische professionele organisatie met meer dan 400 000 leden.

4.2.3 Aansprakelijkheid en rechtspersoonlijkheid

Gezien het probabilistisch principe waarop ML werkt (Brynjolfsson & Mitchell, 2017) en de onvoorspelbaarheid bij de inzet in reële gebruiksomstandigheden zijn ook algoritmen niet perfect. Ze zullen dus ook schadegevallen veroorzaken. In geval van schade, moeten onderzoekers en rechtbanken kunnen traceren wat er precies is misgelopen, om te bepalen wie aansprakelijk moet gesteld worden: de ontwerper van het algoritme, de bouwer van de toepassing, de operator, de eigenaar, ... (IEEE, 2017). Het is geen toeval dat, zij het in een militaire context, het Amerikaanse agentschap voor militaire onderzoeksprojecten DARPA tientallen miljoenen \$ investeert in onderzoek naar verklaarbaarheid (Villani, 2018).

Een rapport van het Europees Parlement (European Parliament, 2017) met aanbevelingen aan de Europese Commissie over de impact van robotisering op het burgerlijk recht, lanceerde de discussie over de *e-persoonlijkheid* van autonome systemen. Het idee heeft zijn oorsprong onder andere in het vermogen van ML-systemen om tijdens hun gebruik te blijven 'bijleren' o.b.v. nieuwe data. In die zin ontsnapt een autonoom systeem niet alleen aan de controle van zijn eigenaar, maar ook de ontwikkelaar kan zeer moeilijk inschatten hoe de werking van het systeem zal evolueren.

AI-rechtspersoonlijkheid zou betekenen dat de aansprakelijkheid voor schade aan het systeem zelf wordt toegewezen, en dat schadevergoedingen bv. zouden worden uitbetaald via een nieuw type van verzekering. Voorstanders van het principe maken de analogie met de rechtspersoonlijkheid van organisaties⁶⁴. De EESC (2016) spreekt zich echter uit tegen het idee van elke vorm van rechtspersoonlijkheid voor AI-systemen of robots. Zo'n oplossing doet het *moral hasard* ontstaan dat de ontwerper niet langer alle nodige preventieve maatregelen zou nemen om schade te voorkomen. Ook Villani (2018) stelt dat organisaties verantwoordelijk moeten blijven voor de AI die ze ontwikkelen.

4.2.4 Ondernemersvertrouwen en rechtszekerheid

Het Global Initiative van de IEEE (2017) verzamelt ook input voor de ontwikkeling van standaarden, die volgens de IEEE belangrijk zijn voor het ondernemersvertrouwen. Een bloeiende markt van AI-gebaseerde producten en diensten veronderstelt dat ontwikkelaars, maar ook bedrijven die de algoritmes aankopen en in hun producten integreren duidelijkheid hebben over zaken als ethisch bewust ontwerp en de vereiste graad van transparantie, privacybescherming en robuustheid (IEEE, 2017).

Om de adoptie door Vlaamse KMO's te stimuleren, die vaak niet over een batterij gespecialiseerde juristen beschikken, lijkt het belang van duidelijke regelgeving en daarop gebaseerde rechtszekerheid niet te onderschatten.

⁶⁴ <https://www.politico.eu/article/europe-divided-over-robot-ai-artificial-intelligence-personhood/>

4.2.5 Privacy

De GDPR, die geïnformeerde toestemming vereist met elke specifieke vorm van verwerking van persoonsgebonden data, is een stap in de goede richting. Gebruikers van sociale media als Facebook zijn er zich bv. vaak weinig van bewust dat de berichten in hun *newsfeed* op basis van hun voorkeuren uit het verleden specifiek voor hen geselecteerd worden, waardoor ze in zgn. '*filter bubbles*' terechtkomen (EESC, 2016).

4.2.6.1 Niet-wenselijk gebruik

[illegible]

4.2.6.2 Malicious use

Nog meer verregaand is de 'kwaadaardige' inzet van ML. Een rapport van een aantal vooraanstaande industriële en academische actoren, waaronder *OpenAI* en de universiteit van Oxford, situeert deze risico's in 3 domeinen: digitaal, fysisch en politiek (Brundage et al., 2018). Een belangrijk concept is hier de 'robuustheid' van algoritmen: is hun werking betrouwbaar, en bestand tegen pogingen tot misbruik?

Digitale aanvallen situeren zich op het domein van cybersecurity (Brundage et al., 2018). **Er is een duidelijke link tussen AI en cybersecurity:** omdat door de doorbraak van machine learning extra personalisatie van cyberaanvallen bv. geen extra mankracht vereist, verwachten de experts een toename van het aantal én van de effectiviteit van aanvallen. *Spear phishing*, waarbij men via een gepersonaliseerde e-mail of website tracht om iemand te verleiden om een bepaalde actie⁶⁵ online te doen, wordt mogelijk op ongeziene schaal. ML maakt ook nieuwe soorten aanvallen mogelijk, waarbij bv. *natural language processing* wordt ingezet om iemands stem waarheidsgetrouw na te bootsen in een telefoongesprek. Aanvallers kunnen ML-gebaseerde systemen daarnaast bijvoorbeeld ook manipuleren, door ze te voeden met vertekende data (bias) in *data poisoning*-aanvallen. Brundage et al. (2018) nuanceren paniecreacties, door te verwijzen naar een uitspraak van Mike Rogers, oud-directeur van de NSA, die stelde dat de inzet van dezelfde soort algoritmen in een verdedigende capaciteit onontbeerlijk is voor cybersecurity.

In het fysische domein kan ML leiden tot zeer ernstige veiligheidsrisico's door de verspreiding van autonome wapensystemen (zie Focus hieronder), maar bv. ook door hacking van cyber-fysische systemen (Brundage et al., 2018). Een sprekend voorbeeld van dat laatste is de schade die een gehackt autonoom voertuig zou kunnen aanrichten. De technologie blijkt onder bepaalde omstandigheden zeer kwetsbaar: bij computer vision, waarop autonome wagens beroep doen, kan men de classificatie van een bepaald beeld/object zoals een STOP-bord verstoren door slechts enkele kleine wijzigingen aan het input-beeld aan te brengen, waardoor het systeem de mist in gaat. Een menselijke bestuurder is minder kwetsbaar voor dergelijke aanvallen, vanwege het menselijk vermogen tot logisch denken en contextualisering. Bedreigingen in het cyber-fysische domein manifesteren zich vandaag de dag al, want de opkomst van het *internet of things* en het *smart home* betekenen nieuwe aanvalsmogelijkheden voor malafide hackers (Brundage et.al., 2018)

Het derde domein is het politieke domein, waar machine learning nieuwe mogelijkheden biedt voor massa-surveillance en manipulatie van de publieke opinie (Brundage et al., 2018).

Propagandaboodschappen kunnen volgens een artikel in de Financial Times van 21 maart 2018 gepersonaliseerd worden, wat duidelijk is geworden door het Cambridge Analytica-schandaal, maar nieuwe technieken spreken nog sterker tot de verbeelding. De fabrikant van grafische kaarten Nvidia demonstreerde dat algoritmen nu in staat zijn om foto's te genereren van onbestaande personen, die niet of nauwelijks van echt te onderscheiden zijn (zie bijlagen).

65 Zoals het doorgeven van kredietkaartgegevens of een wachtwoord.

Er is enige complexiteit in de afbakening van wat een 'autonoom' wapensysteem is, en Villani (2018) roept op dit te bekijken als een continuüm. De drones die sommige naties nu reeds inzetten voor oorlogsvoering en contra-terrorisme, vallen ondanks hun mogelijk dodelijke gevolgen bv. niet onder *lethal autonomous weapons*, omdat de ultieme beslissing tot actie nog steeds door een menselijke operator wordt genomen.

Het feit dat Villani (2018) niet eenduidig voor een moratorium op deze systemen pleit, maakt de strategische en geopolitieke relevantie van dergelijke systemen, door hun impact op het militaire machts-evenwicht, duidelijk. Machines zijn zowel makkelijker (want zonder risico op verlies aan mensenlevens en de daaruit volgende politieke weerstand) als meer flexibel (in een grotere variatie van fysieke omstandigheden) in te zetten dan menselijke soldaten, en hebben vaak een grotere performantie. Autonome machines hebben bv. een snellere reactietijd dan een menselijke operator, en autonome besturing maakt de coördinatie mogelijk van verschillende ‘agents’⁶⁶ (Brundage et al., 2018).

Ten slotte is het ook een uitdaging dat ML-technologieën die oorspronkelijk voor civiel gebruik ontwikkeld werden, dankzij hun vermogen tot patroonherkenning, met minimale aanpassing kunnen ingezet worden voor militaire doeleinden (Villani, 2018). M.a.w. de afweging of het over *dual use* gaat (zie VARIO-advies nr. 3: “Overheidssteun voor Dual Use en Militaire O&O&I”) wordt wat ML betreft een non-issue. Brundage et al. (2018) waarschuwen ook voor civiele autonome systemen (cfr. robots), die vrij makkelijk te bewapenen zijn. Een voorbeeld daarvan zijn commerciële drones, die nu al in oorlogssituaties door strijders worden omgevormd tot (voorlopig nog door mensen bestuurde) vliegende bompakketten.

4.2.7 Superintelligenz (artificial general intelligence)

Het Future of Life Institute, een non-profit organisatie van vooraanstaande AI-experts, ziet het als haar missie om van nieuwe technologie een katalysator voor een betere toekomst te maken. Het instituut publiceerde na een conferentie in Asilomar een lijst met 23 principes om van AI een positieve kracht te maken (Future of Life Institute, 2017). Door de ondertekening van deze lijst door prominente figuren zoals Elon Musk en Stephen Hawking kreeg het concept van superintelligentie, dat erin is opgenomen, veel media-aandacht. Samen met meer dan 1000 AI-onderzoekers die de lijst eveneens ondertekenden, waarschuwen ze voor overdreven vertrouwen in een bovenlimiet aan de capaciteiten van AI. Concreet wil dat zeggen dat zij de mogelijkheid van superintelligentie en singulariteit⁶⁷ niet a priori uitsluiten, en oproepen tot een voorzichtige en proactieve aanpak.

Volgens verschillende experts, waaronder de Vlaamse AI-pionier Luc Steels, is men echter nog mijlenver verwijderd van menselijke, adaptieve intelligentie. Sommigen omschrijven dat idee zelfs als pure science fiction.

Dat neemt niet weg dat de combinatie van verschillende capaciteiten van ‘*narrow AI*’ tot krachtige applicaties kan leiden. Sophie Vandebroek, de Vlaamse COO van IBM’s onderzoeksafdeling, kondigde aan dat we ons momenteel op een kantelpunt bevinden⁶⁸. IBM heeft zeer recent gedemonstreerd waar zijn Watson-technologie momenteel toe in staat is⁶⁹. Met Project Debater slaagde IBM er al in om een AI-systeem, gelinkt aan een database van 100 miljoen artikels, met een mens in debat te laten gaan, t.t.z.: het in quasi-real time argumenteren pro een (vooraf onbekend) voorstel, en vervolgens reageren op de tegenargumenten van een menselijke opponent. De technologiewebsite The Verge rapporteert dat het systeem sterk doet denken aan menselijke debat-strategieën. Dit lijkt een mijlpaal in de evolutie naar meer menselijke intelligentie, al merkte professor Erik Mannens in De Morgen van 19 juni op dat de performantie waarschijnlijk nog steeds zeer sterk leunt op een duidelijk afgebakende taakomgeving⁷⁰.

Het EESC (2016) pleit ervoor dat de technologische ontwikkelingen in elk geval goed opgevolgd worden, zodat eventuele stappen richting artificial general intelligence tijdig opgemerkt worden. Het EESC (2016) en Villani (2018) waarschuwen er echter voor dat het nog onzekere concept van superintelligentie/singulariteit het debat over de huidige, reële risico's niet mag overstemmen. Veel Vlaamse experts zijn het ermee eens dat er disproportioneel gefocust wordt op het gevaar van superintelligentie.

67 Hiermee bedoelen we het omslagpunt, waar de machine de mens intellectueel overvleugelt. Het concept werd grootgemaakt door Kurzweil, langetermijndenker bij Google (Hinssen, 2017).

68 <https://www.tijd.be/tech-media/technologie/AI-zal-alles-hyperpersoonlijk-maken/10009362>

69 <https://www.theverge.com/2018/6/18/17477686/ibm-project-debater-ai>

70 <https://www.demorgen.be/wetenschap/dankzij-deze-praatpaal-voert-u-nooit-nog-een-onzinnige-discussie-b09bab091/?referer=>

4.3 HUMAN IN CONTROL: OP MACRO-NIVEAU

De doorbraak van artificiële intelligentie zal ook op de macro-schaal van de samenleving als geheel belangrijke gevolgen hebben. **Als we hierover reflecteren, mogen we ons echter niet tot een aantal grote gevaren beperken, die in de media soms weinig ruimte laten voor het positieve potentieel van AI.**

Indien we erin slagen om de technologie op de juiste manier in te zetten, heeft ze veel potentieel voor een aantal grote maatschappelijke uitdagingen. Volgens sommigen kan ze bijvoorbeeld leiden tot het blootleggen, en vervolgens terugdringen van discriminatie (Hofheinz, 2018). Op mondiaal niveau kan ML bijdragen aan het bereiken van de *sustainable development goal*⁷¹.

4.3.1 Mogelijke gevaren

4.3.1.1 Concentratie van welvaart en verstoring van de sociale cohesie

Een rapport van het World Economic Forum (2018) stelt dat in 2017 meer dan 80% van de gegenereerde welvaart naar de top-1% ging. Binnen de community van AI-onderzoekers heerst er bezorgdheid over de mogelijk verder polariserende impact van AI. Dat blijkt o.m. uit de volgende Asilomar-principes:

- “Shared Benefit: AI technologies should benefit and empower as many people as possible.”
- “Shared Prosperity: The economic prosperity created by AI should be shared broadly, to benefit all of humanity.”

Netwerkeffecten en schaalvoordelen kunnen leiden tot verdere **machtsconcentratie** bij een beperkt aantal grote organisaties. Volgens Brundage et.al. (2018) zullen ook de uitdagingen rond cybersecurity in de toekomst bijdragen aan de versterking van de machtspositie van de tech giants, omdat zij het best in staat zullen zijn om kwaadwillige inzet van ML te counteren.

Technologische veranderingen die kapitaal bevoordelen, en waarbij de innovatie dus in de eerste plaats ten goede komt aan de eigenaars van dat kapitaal, verzwakken de positie van arbeid ten opzichte van kapitaal (EESC, 2016). Volgens het Europees Economisch en Sociaal Comité **kan inzet van AI (zonder een gepast kader) op die manier inkomensverschillen tussen mensen versterken, zowel lokaal, regionaal als mondiaal**. Een artikel gepubliceerd in het magazine Finance & Development van het IMF tracht de impact in te schatten van de robotisering (Berg, Buffie & Zanna, 2016). De denkoefening lijkt echter even relevant voor artificiële intelligentie/ML in brede zin, en sluit aan bij de visie van McKinsey dat er geen massale jobdestructie zal plaatsvinden. De auteurs denken dat er waarschijnlijk wel voldoende banen zullen blijven voor de mensen die willen werken. Maar in hun simulaties voorspellen ze net als het EESC een verschuiving in de verhouding tussen het door respectievelijk kapitaal en arbeid verworven inkomen. Een groter deel van de inkomsten zou gaan naar de eigenaars van kapitaal.

⁷¹ <https://www.itu.int/en/ITU-T/AI/2018/Pages/default.aspx>

De auteurs menen dat ook de arbeidskrachten die niet gemakkelijk kunnen worden vervangen door robots, omdat ze bv. sterk zijn in creativiteit of empathie, er in absolute termen zullen op vooruitgaan. De machines kunnen immers een boost geven aan hun productiviteit. De makkelijk substitueerbare groep loontrekkenden daarentegen blijft achter met lagere lonen en een sterk krimpend deel van de taart. Berg et al. (2016) zien het inkomensaandeel van deze groep in een ontwikkelde economie zoals de VS afnemen tot 11%. **Dit wijst op het belang van onderwijs dat de creativiteit en de vaardigheden bevordert die nodig zijn om mensen complementair te maken aan robots.** Onderwijsinvesteringen zouden de gemiddelde lonen op de lange termijn kunnen doen stijgen.

Het verhelpt echter vermoedelijk weinig aan de scheeftrekking tussen kapitaal en arbeid. De auteurs vinden daarom het idee van het basisinkomen verder onderzoek waard, maar merken op dat kapitaal zeer mobiel is en makkelijk ontsnapt aan taxatie, wat de financiering van een basisinkomen een grote uitdaging maakt.

4.3.1.2 Bedreiging van democratische waarden

Los van de moeilijkheden die verkozenen in een democratisch systeem hebben om de vinger aan de pols te houden van de technologische ontwikkelingen, heeft het Cambridge Analytica-schandaal aangetoond dat **ML kan ingezet worden om de goede werking van de democratie te ondermijnen**. Met op basis van AI-technologie geïndividualiseerde boodschappen kon een rechtstreekse aanval worden opgezet op een van dé fundamenteën van de democratie: vrije verkiezingen waarbij kiezers over betrouwbare informatie kunnen beschikken. Dat dit überhaupt mogelijk was in de Verenigde Staten, en dat het mogelijks zelfs het resultaat van de verkiezingen heeft beïnvloed, steunt de these van Brundage et al. (2018) dat het politieke domein erg moeilijk is om te beveiligen tegen *malicious use* van slimme algoritmen. *Filter bubbles* die mensen bevestigen in hun eigen overtuigingen zijn bovendien gevaarlijk voor een samenleving omdat ze polarisering in de hand werken (EESC, 2016).

Creatie en verspreiding op grote schaal van *fake news* kan op langere termijn leiden tot een deflatie van de waarde die mensen aan feiten toekennen. Patrick Loobuyck, moraalfilosoof aan de Ugent en Universiteit Antwerpen, waarschuwt in Knack voor dergelijke *post truth politics*⁷².

Ten slotte zijn de mogelijkheden van ML voor massa-surveillance onverenigbaar met democratische waarden (Brundage et al., 2018). In China zet men camera's met gezichtsherkenning⁷³ i.c.m. verplicht te installeren spyware voor smartphones in, om de opstandige regio Xinjiang onder controle te houden. Zo heeft men volgens een artikel in The Economist (2018) een alwetende politiestaat geïnstalleerd. *Big brother is watching you* wordt dan *AI is watching you*.

72 <http://www.knack.be/nieuws/belgie/facts-matter-en-daar-moeten-we-met-zijn-allen-blijven-op-hameren/article-opinion-923813.html>

73 Een toepassing van computer vision

Maar de Chinese overheid heeft beslist een nog veel grootschaliger surveillance-en controlesysteem op te zetten, aangedreven door AI. Het is volgens een artikel in De Standaard van 17 februari 2018 de bedoeling dat tegen 2020 elke Chinese onderdaan een sociale kredietscore, die niet alleen gebaseerd is op zijn financiële kredietwaardigheid maar ook op de mate waarin hij of zij (ideologisch) wenselijk gedrag vertoont⁷⁴. Het is momenteel nog niet duidelijk hoe verstrekkend de draagwijdte van die score zal zijn, maar proefprojecten stemmen waarnemers ongerust. Zo worden parameters als het aantal echtscheidingen of onvoldoende frequent bezoek van iemands ouders ('ouderverwaarlozing') in één van de pilots gepenaliseerd. Een slechte kredietscore kan zo leiden tot minder kansen op promotie, uitsluiting van leningen, een tweederangsbehandeling bij overheidsdiensten, of zelfs een lagere ranking in online dating-apps. Kortom, men kan in theorie van een goede score een sine qua non maken voor een succesvol leven.

4.3.2 AI for the human good: de SDG's

ITU, een VN-agentschap dat zich specialiseert in ICT⁷⁵, organiseerde in mei 2018 i.s.m. XPrize en een groot aantal partners de tweede AI For Good Global Summit⁷⁶. Bij de partners waren o.a. UNICEF, de World Health Organization en de Wereldbank. De top was actiegericht en er werden praktische toepassingen van AI voorgesteld om de kwaliteit en duurzaamheid van het leven op onze planeet te verbeteren.

De eerste Summit in 2017 had de verdienste om de mondiale dialoog op te starten over de manier waarop **AI kan bijdragen aan de realisatie van de *sustainable development goals* of SDG's, o.a. in de domeinen gezondheid, honger, armoede, onderwijs, energie en natuurbescherming** (ITU & XPRIIZE, 2017). De onderstaande figuur geeft in de binnenste ring een overzicht van de 17 *sustainable development goals*, met telkens een voorbeeld van een AI-toepassing om de respectievelijke SDG aan te pakken in de buitenste ring.

Volgens António Guterres, de secretaris-generaal van de VN, biedt AI belangrijk potentieel voor ontwikkelingslanden (ITU & Xprize, 2017). AI zou door bv. conversie van tekst naar spraak een wapen kunnen zijn in de strijd tegen de negatieve gevolgen van analfabetisme. Gezien ML echter steunt op een sterke ICT-basisinfrastructuur lopen deze landen een groot risico om de ontwikkelingen mis te lopen.

74 http://www.standaard.be/cnt/dmf20180216_03361604

75 ITU verenigt meer dan 190 landen en 800 private en academische actoren

76 <https://www.itu.int/en/ITU-T/AI/2018/Pages/default.aspx>





Bron: <https://www.xprize.org/>

5 INTERNATIONALE BENCHMARKING VAN VLAANDEREN

5.1 BRONNEN VOOR DE BENCHMARK

Het volgende tekstdeel, waarin de performantie van Vlaanderen in de verschillende schakels van de innovatieketen wordt gespiegeld aan deze in een aantal benchmark-landen, steunt op een aantal bronnen:

- **Het skelet van de tekst wordt gevormd door de internationale benchmark die door PwC werd opgeleverd aan het Departement EWI van de Vlaamse overheid** in juli 2018, waarbij ook de verschillende Vlaamse stakeholders werden betrokken⁷⁷. Een staflid van VARIO nam deel aan de stuurgroep-vergaderingen voor de opvolging van de werkzaamheden van de consultant. Naast Vlaanderen werden in de PwC-benchmark zeven andere landen onderzocht: Frankrijk, Nederland en Duitsland als buurlanden van België, het Verenigd Koninkrijk en Finland als snelgroeiende hoogtechnologische landen, en de Verenigde Staten en China als toonaangevende landen. Aan Brussel en Wallonië werd geen specifieke aandacht besteed in de studie.
- Een VARIO-rondetafel met academische AI-experts in de marge van het imec ITF, op 24 mei 2018
- Verschillende interviews met Belgische en buitenlandse experts: zie lijst achteraan dit document
- Daarnaast werd waar het nuttig werd geacht extra informatie toegevoegd, met verwijzing naar de betreffende bronnen.

⁷⁷ Als er in de tekst wordt gesproken over 'de benchmark', dan wordt daarmee dit document bedoeld:
https://www.ewi-vlaanderen.be/sites/default/files/bestanden/departement_economie_wetenschap_en_innovatie_-_benchmark_studie_over_artificiele_intelligentie_-_webvriendelijk.pdf

5.2 ONDERWIJS

5.2.1 Buitenland

Omwille van de diffuse definitie van AI, heeft men in de benchmark geen kwantitatief overzicht kunnen maken van welk aantal opleidingen in de geselecteerde landen wordt aangeboden. Men beperkt zich tot een kwalitatieve analyse.

Om het hoofd te bieden aan de te beperkte instroom in STEM, heeft men in het VK het vak programmeren verplicht gesteld voor lln. tussen 5 en 16 jaar. Stanford University in de VS heeft op zijn beurt bv. een zomerprogramma AI voor scholieren van het secundair onderwijs.

In de benchmarklanden lijkt AI meer prominent aanwezig in het aanbod van het academisch hoger onderwijs dan in Vlaanderen. Men biedt vaak vele masters die op AI gericht zijn aan, alsook AI-gerelateerde vakken binnen diverse opleidingen (computerwetenschappen én humane wetenschappen). In Duitsland hebben die vakken bv. een plaats in de diverse sterke ingenieursopleidingen.

In het VK zijn er volgens de PwC-benchmark dusdanig veel universitaire AI-opleidingen dat het onbegonnen werk is ze op te noemen. Nederland is een interessant referentieland: daar worden specifieke masters én bachelors in AI aangeboden aan verschillende universiteiten, zoals de universiteit van Amsterdam, de Radboud-universiteit e.a. Deze worden in de verschillende universiteiten ondergebracht in andere faculteiten, met ook een prominente rol voor de humane wetenschappen: zo is AI aan de universiteit van Utrecht ondergebracht bij wetenschapsfilosofie en religie, terwijl de universiteit van Tilburg een faculteit cognitieve wetenschappen en kunstmatige intelligentie heeft.

De meest gerenommeerde universitaire AI-opleidingen wereldwijd bevinden zich in de VS: respectievelijk Carnegie Mellon, MIT, Stanford, UC Berkeley, ... staan het hoogst aangeschreven⁷⁸. Aan UC Berkeley, waar de gerenommeerde Vlaamse professor Jan Rabaey doceert, heeft men het concept van de strikt afgeleide *vertical* verlaten als het enige en unieke AI-opleidingstraject, ten gunste van flexibele paden waarin ook toekomstige humane wetenschappers snel met de basisconcepten van ML in aanraking kunnen komen. Het doel is in dat geval niet om AI-specialisten op te leiden, maar om (vanuit de filosofie dat de universiteit studenten vooral moet leren om te leren) de studenten voldoende basis-AI-kennis bij te brengen zodat ze er dan mee kunnen innoveren in hun specifieke expertisedomein.

Carnegie Mellon biedt samen met de Chinese topuniversiteit Tsinghua een masteropleiding computerwetenschappen met AI-vakken aan. Aan de universiteit van Peking is in april 2018 het grootste AI-programma ter wereld gestart, dat op 5 jaar 500 leerkrachten en 5000 studenten wil opleiden. Chinese studenten in Europa keren na hun opleiding steeds vaker terug naar een AI-job in China.

78 <https://www.usnews.com/best-graduate-schools/top-science-schools/artificial-intelligence-rankings>

In het buitenland wordt er zeer flexibel ingespeeld met het universitair aanbod op economische en maatschappelijke noden. Dat kan omdat de bevoegdheid om bv. een nieuwe master op te richten bij de onderwijsinstelling zelf ligt, en die beslissing niet door de overheid moet goedgekeurd worden zoals in Vlaanderen.

5.2.2 Vlaanderen

5.2.2.1 Secundair onderwijs

De benchmark maakt melding van het feit dat Vlaamse leerlingen in het secundair onvoldoende basis meekrijgen i.v.m. programmeren en probleemoplossend denken. De nieuwe eindtermen voor de 1^e graad van het secundair onderwijs beogen dit probleem te remediëren. Ze vereisen nl. een minimale digitale geletterdheid.

5.2.2.2 Professioneel onderwijs

Zowel de Howest als PXL zullen vanaf het academiejaar 2018-2019 professionele bachelors met sterke focus op AI aanbieden.

5.2.2.3 Academisch onderwijs

Vandaag zijn AI-vakken aanwezig in het curriculum van Vlaamse academische bachelor- en masteropleidingen, overwegend in STEM-richtingen.

Er zijn geen academische bachelors die integraal focussen op AI. De KU Leuven biedt als enige universiteit een Engelstalig Master-na-Master-programma aan dat (ook in naam) volledig aan AI gewijd is. Andere (STEM-)masterprogramma's worden minder visibel als *dedicated* AI-opleidingen in de markt gezet, maar kunnen in de praktijk wel een grote overlap hebben door hun focus op bv. data science (bv. UGent: MSc in Marketing Analysis).

Er is echter binnen de humane wetenschappen veel minder aanbod aanwezig, op het niveau van specifieke vakken zoals machine learning alsook op het niveau van integrale (aanvullende) masterprogramma's. Computertaalkunde (bv. UAntwerpen: MSc Computationale Psycholinguïstiek) is hier één van de uitzonderingen. Als er sprake is van multidisciplinariteit binnen het Vlaamse academisch AI-opleidingslandschap, vertrekt die eerder vanuit de STEM-richtingen (door bv. ethische aspecten vanuit de sociale wetenschappen te betrekken), dan dat er sprake is van 'pull' vanuit de humane wetenschappen. Nochtans tonen buitenlandse voorbeelden aan dat een vak zoals machine learning ook voor toekomstige humane wetenschappers zeer waardevol kan zijn als basisvorming.

Net als in de andere landen in de benchmark, kunnen we stellen dat de Vlaamse universiteiten binnen hun STEM-faculteiten met verschillende vakken de meest relevante AI-subdisciplines afdekken. Machine Learning wordt aan elke universiteit gedoceerd. Ook opleidingen gericht op de AI-ondersteunende hardware zijn goed vertegenwoordigd in Vlaanderen.

[illegible]

5.2.2.4 Levenslang leren

MOOC's via internationale platformen als Coursera bieden zowel studenten als professionals de mogelijkheid zich in AI te bekwamen. Op die manier komen de top-cursussen van Stanford en MIT ook binnen bereik van Vlamingen. De Leuvense start-up Datacamp is een belangrijke aanbieder van online opleidingen, en werkt wereldwijd samen met een duizendtal academische groepen. Imec. academy biedt cursussen op maat van bedrijven aan.

5.3 ACADEMISCH ONDERZOEK

5.3.1 Vlaanderen

Het AI-onderzoek is in de breedte goed vertegenwoordigd in Vlaanderen, wat het moeilijk maakt om qua subdisciplines (bv. computer vision, machine learning, ...) speerpunten naar voor te schuiven. De benchmark geeft volgende subdisciplines weer als overzicht van de aanwezige onderzoeksexpertise van topniveau in Vlaanderen:

- Machine learning
- Natuurlijke taalverwerking en spraakherkenning
- Zwermintelligentie
- Behavioral intelligence
- Visie en beeldverwerking
- Kennisrepresentatie/redeneren
- Constraint processing
- Aanbevelingssystemen
- Big data/data science/deep learning
- Data en text mining
- Robotica
- Human-robot interaction

Een volledige lijst van Vlaamse onderzoeksgroepen is moeilijk samen te stellen, omdat een aantal van deze groepen niet formeel georganiseerd zijn.

Een aantal prominente labo's zijn (voor meer uitgebreide opsomming zie benchmark):

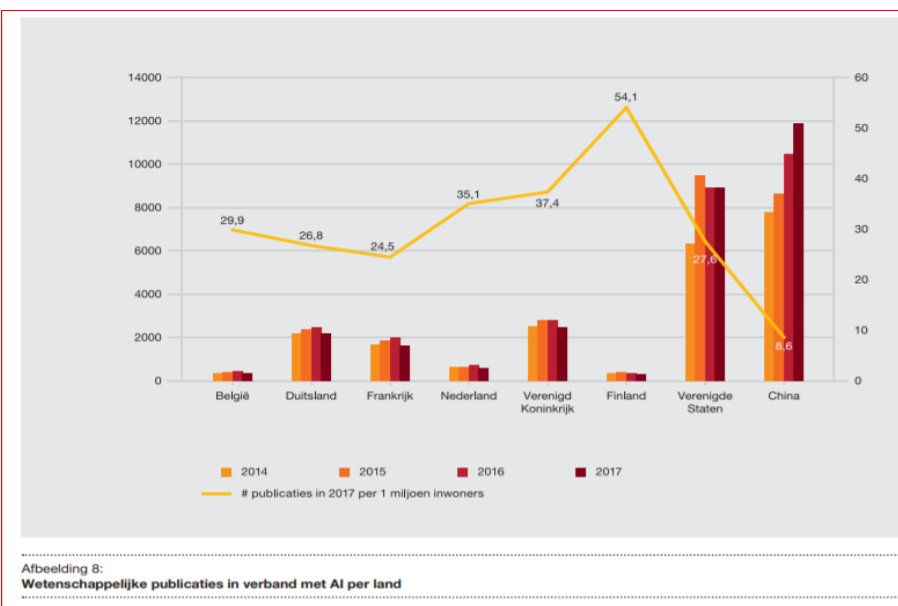
- VUB AI Lab: focus op kennisystemen, autonome robotica, machine learning en natuurlijke taalverwerking.
- SMIT: imec-onderzoeksgroep aan de VUB gespecialiseerd in slimme toepassingsgebieden (bv. smart cities, gezondheid)
- CliPS ('*Computational Linguistics & Psycholinguistics*') aan de UAntwerpen
- DTAI ('*Declaratieve Talen en Artificiële Intelligentie*') aan de KU Leuven: focus op declaratieve talen, data mining, machine learning en kennisrepresentatie.
- Eavise ('*Embedded and Artificially Intelligent Vision Engineering*') aan Campus De Nayer van de KU Leuven): focus op computer vision en AI en op samenwerking tussen academici en industrie.
- BruBotics ('*Brussels Human Robotics Research Center*'): consortium van 8 onderzoeksgroepen aan de VUB die zich toespitsen op verschillende disciplines zoals sociale robots, AI, mens-robotinteractie en collaboratieve robots.
- IDLab ('*Internet Technology en Data Science lab*'): onderzoeksactiviteiten ingebed aan UGent en UAntwerpen; is de kern-researchgroep van imec; focus op onder andere AI voor robotica en IoT, machine learning en data mining, alsook semantische intelligentie.
- STADIUS-ESAT aan de KU Leuven: mathematical engineering, ML, DL, modellering, ... met toepassingen in fintech, bio-informatica, ...
- ...

De 4 Vlaamse SOC's zijn allen AI in hun werking aan het integreren. Imec loopt hier het meest in the picture, omdat AI gebaat is bij geavanceerde chips met een architectuur gericht op snelheid en energie-efficiëntie (GPU's). Via de fusie met iMinds heeft men met het ICON-programma expertise verworven in vraag-gedreven onderzoek gebaseerd op jaren aan ervaring, waarbij men zich niet beperkt tot de 6 imec-kernsegmenten. Daarnaast zijn er ook nog strategische onderzoeksprogramma's naar *multi-agent* gedistribueerde settings, waarin imec claimt absolute wereldtop te kunnen bereiken met een combinatie van hardware en software⁷⁹. Het gaat hier om systemen waar de data niet enkel in de cloud worden verwerkt en opgeslagen, maar ook dicht bij de databron ("*edge*" of "*embedded AI*"), bv. een sensor, wat problemen i.v.m. bandbreedte en snelheid van de informatie-uitwisseling kan voorkomen. Daarnaast kan lokale verwerking van bepaalde data dicht bij de sensor ook privacy-problemen vermijden.

Uit de interviews die PwC deed, blijkt er vooral een gebrek aan duidelijkheid, coördinatie en overleg te zijn tussen onderzoeksgroepen onderling, en ook binnen de triple helix. Er is bv. nood aan matchmaking tussen de aanwezige AI-knowhow en mensen met ideeën voor een start-up of business-toepassingen.

5.3.2 Internationale benchmark

Vlaanderen komt qua aantal AI-publicaties per inwoner uit bij de toptlanden⁸⁰. De VS en zeker China halen dit rendement naar aantal inwoners niet, maar in absoluut aantal publicaties lopen ze afgetekend aan kop. China heeft al sinds 2008 de koppositie overgenomen van de VS.



Bron afbeelding: PwC-benchmark

Uit een ranking van Elsevier en The Nikkei waarover de Financial Times bericht⁸¹, blijkt dat enkele Vlaamse universiteiten topniveau halen qua kwaliteit van publicaties, o.b.v. het aantal citaties tussen 2012 en 2016. Ook naar kwaliteit zijn vooral de Amerikaanse en in tweede instantie de Chinese topuniversiteiten de leiders. Kennisinstituten in onze buurlanden halen eveneens hoge kwaliteit: Frankrijk springt er in deze ranking bovenuit met de hoogst gerankte onderzoeksinstellingen van alle Europese landen.

80 Scimago Journal and Country Rank. Als we het cijfer voor België herrekenen voor Vlaanderen met de door het Departement EWI gebruikelijk gehanteerde verdeelsleutel, komen we uit op 37 publicaties per miljoen inwoners.

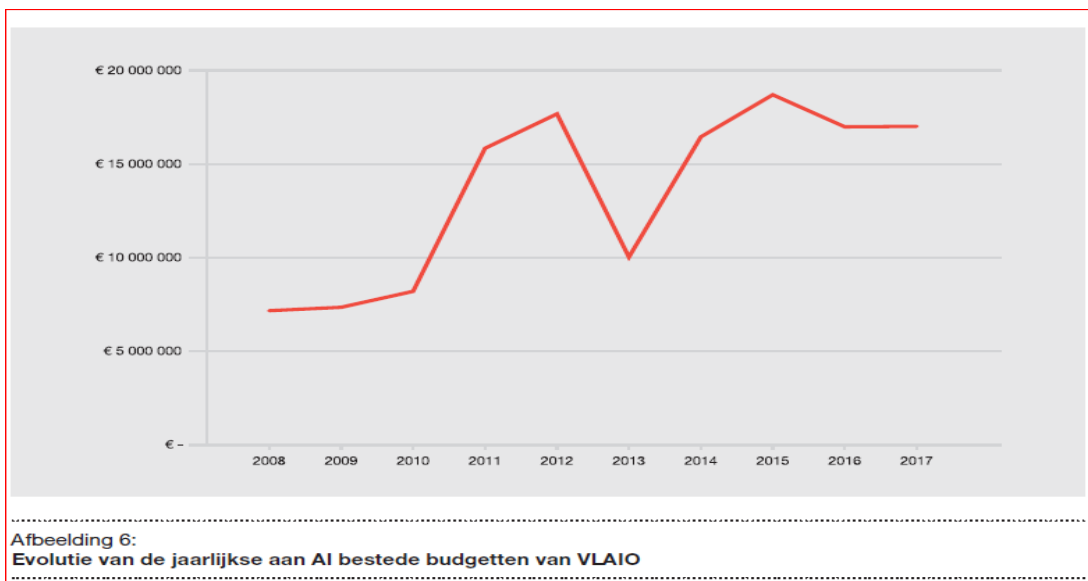
81 <https://www.ft.com/content/daf53474-c21c-11e7-a1d2-6786f39ef675>

5.3.3 Financiering

Belangrijke financieringsbronnen voor academisch AI-onderzoek in Vlaanderen zijn volgens de benchmark het FWO en Europese middelen, en binnen deze laatste vooral het Kaderprogramma. Wij voegen daar ter volledigheid graag de BOF-middelen aan toe, al is niet duidelijk hoeveel daarvan naar AI-onderzoek gaan.

Binnen het FWO worden voor AI dezelfde procedures als voor de andere onderzoekstakken gevolgd. De benchmark vermeldt: *“Tussen 2011 en 2017 financierde het FWO 171 aan ‘AI’ gekoppelde projectaanvragen (105 beurzen voor doctoraten en postdocs, 66 onderzoeksprojecten), waarbij 33% van het hele ICT-budget aan AI werd besteed. Het FWO gaf elk jaar gemiddeld €6,7 miljoen uit, goed voor een totaal van ongeveer €46,7 miljoen over de hele periode. Ter vergelijking: in 2017 alleen al besteedde het Verenigd Koninkrijk £75 miljoen en gaf Duitsland €40 à 50 miljoen uit aan fundamenteel onderzoek.”*

VLAIO heeft onder andere de Baekeland-doctoraatsbeurzen, waarbij een doctoraatsonderzoek deels door VLAIO en deels door een bedrijf wordt betaald en de TETRA-steun voor toepassingsgericht universitair onderzoek. Ter illustratie: VLAIO (en voor de fusie het AO & IWT) heeft de volgende fondsen besteed aan AI-projecten sinds 2008. De bedragen representeren alle AI-gerelateerde projecten, dus ook inclusief bv. de O&O-steun voor bedrijven.



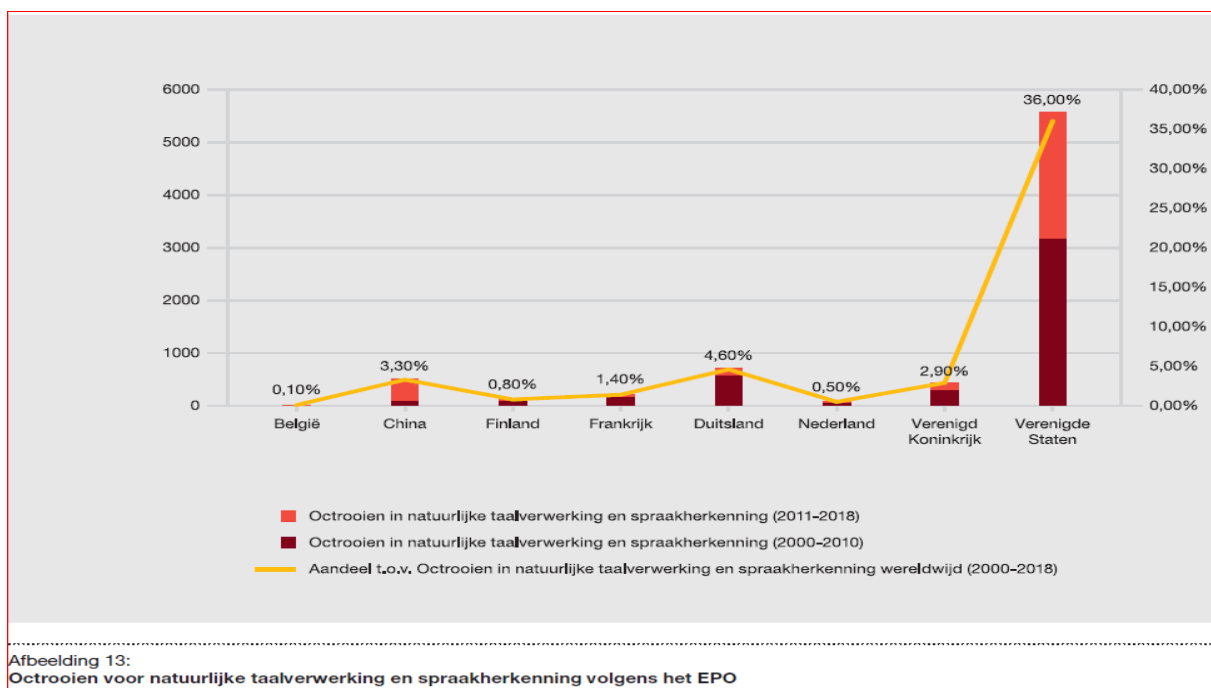
Bron: PwC-benchmark

5.3.4 Octrooien

In het onderzoeksdomein AI participeren belangrijke spelers zoals Google in de sterke *open source*-cultuur, waarbij het delen van innovatie het hele vakgebied vooruitstuwt. Bovendien zijn AI-algoritmes, als software, in Europa nauwelijks te octrooieren. Veelal gaan octrooien in het domein daarom om een combinatie van hardware en software. Een *search* van PwC naar AI-octrooien in de databank van het European Patents Office maakt duidelijk dat de meeste octrooien worden aangevraagd voor AI-taaltechnologie; vandaar nam de consultant deze subdiscipline van natuurlijke taalverwerking en spraakherkenning als steekproef.

De VS lopen in de voorbije decennia duidelijk voorop, en in China is vooral de exponentiële toename vanaf 2011 opmerkelijk. Deze conclusies zijn te veralgemenen naar het bredere AI-vakgebied. Op basis van deze grafiek doet België het niet erg goed (vs. bv. Finland), maar belangrijker is het verschil in trend tussen het stagnerende Europa en China.

In het bredere AI-domein stelt de Wuzhen index in het 'Global Artificial Intelligence Development Report 2017' dat China momenteel 15.745 AI-octrooien heeft, terwijl de Verenigde Staten er 26.891 hebben. Samen vertegenwoordigen ze meer dan de helft van alle wereldwijde AI-octrooien.

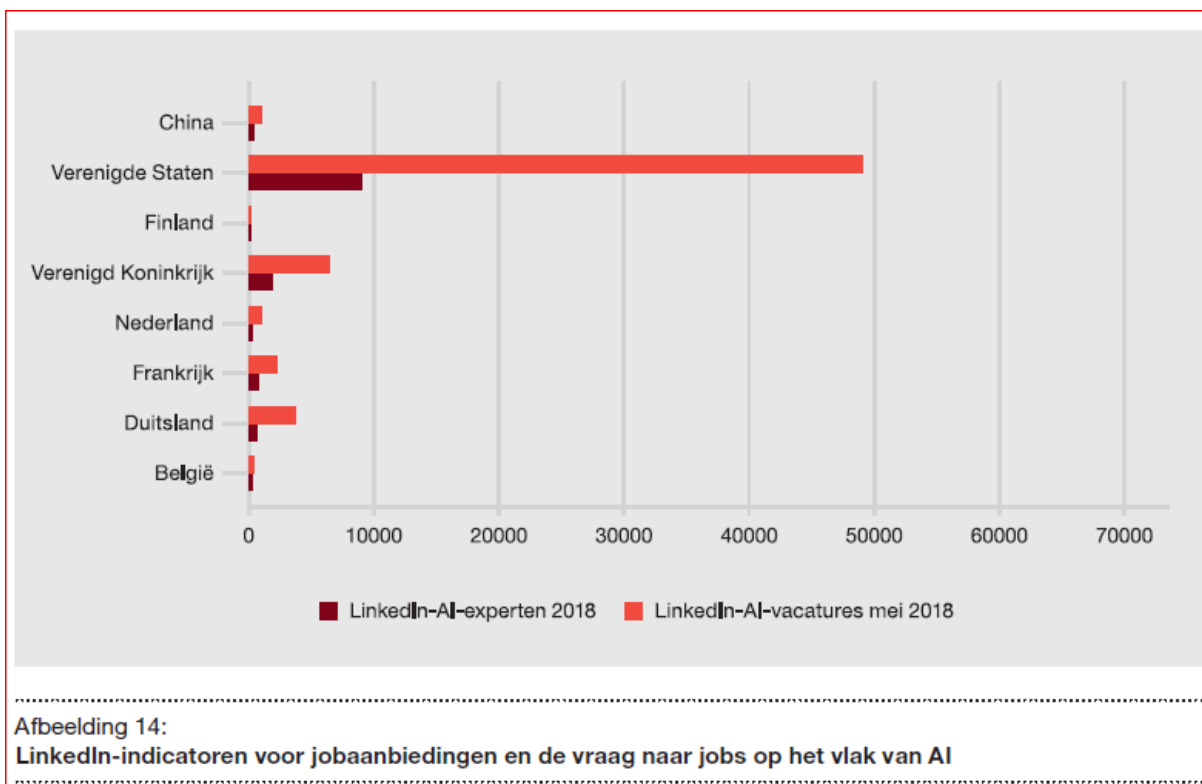


Bron: PwC-benchmark

5.4 BEDRIJFSLEVEN

5.4.1 Adoptie in het brede Vlaams economisch weefsel

Uit een vergelijking van het aantal LinkedIn-vacatures rond AI en het aantal AI-expertprofielen blijkt dat er in België, net als in quasi alle andere landen een tekort is aan talent. Dat het tekort aan experts nominaal nog relatief beperkt is, wijst in de richting van de vroege adoptiefase van AI door het Vlaamse bedrijfsleven.



Bron: PwC-benchmark

De benchmark vermeldt ter ondersteuning van die vroege adoptiefase dat Flanders Make de meeste industriële Vlaamse bedrijven nog in de fase van het “opslaan en structureren” van hun gegevens situeert. Uit een bevraging van Voka van 45 industriële bedrijven bleek dan weer dat de gemiddelde investeringen in de upgrade naar Industrie 4.0 (digitalisering) achterblijven. In de retailsector rapporteerden ca. 96% van de bevraagde Vlaamse retailers in de PwC-studie ‘Rethinking retail: Artificial Intelligence and RPA’ uit 2017 dat ze gebrekkig begrip hadden van AI en de kansen ervan. Dit niettegenstaande het feit dat al heel wat ‘verborgen’ AI ingang heeft gevonden in de sector.

De Yearly Marketing Survey van The House of Marketing (2018) bevroeg meer dan 550 marketing-afdelingen van bedrijven naar hun niveau van data-maturiteit. Ook uit deze enquête komt naar voor dat nog zeer veel Vlaamse bedrijven worstelen met de governance van (marketing-)data met nochtans duidelijk commercieel potentieel: meer dan de helft van de bedrijven slaat data niet op zo'n manier op dat ze al hun databronnen geïntegreerd kunnen raadplegen, en bijna de helft van de bedrijven rapporteert een gebrek aan data-strategie.

Bron: Yearly Marketing Survey The House of Marketing (2018)

Conclusie: in lijn met de studies van McKinsey (zie boven) die de wereldwijde bedrijfsadoptie van AI in een zeer vroege fase situeren, zijn het ook in Vlaanderen een minderheid van (vooral grotere) bedrijven die er al bewust mee aan de slag gaan.

Het is niet eenvoudig om het mondiale landschap van “AI-bedrijven” helder en precies in beeld te krijgen, o.a. omdat er geen dominante definitie lijkt te bestaan. Verschillende internationale studies hanteren verschillende omschrijvingen: niet alleen van wat AI is, maar ook bv. voor het onderscheid tussen een matuur bedrijf, een scale-up en een start-up. Bovendien zijn die studies ook niet altijd transparant over de gehanteerde definities/methodologieën. Onderstaande wordt dus best als indicatief voor een aantal grote trends geïnterpreteerd.

Wat duidelijk blijkt uit álle studies in de benchmark is dat de VS de duidelijke koploper is naar aantal AI-bedrijven. Europa en China wedijveren in verschillende studies met elkaar voor de 2^e en 3^e plaats.

	Europa	Verenigde Staten	China	Wereldwijd
# AI-bedrijven ('Global Artificial Intelligence Development Report' van Wuzhen Institute) 2016	-	~2.900	~700	-
# AI-bedrijven ('Deciphering China's AI Dream Report' van Future of Humanity Institute) 2017	-	~1.100	~600	~2.500
# AI-bedrijven (Asgard AI Venture Capital – European AI Landscape) 2017	~400	-	-	-
# AI-bedrijven (Westerheide-presentatie) 2018	~1.100	~2.200	~950	5.800

Tabel 3:
Overzicht van het aantal AI-bedrijven volgens verschillende studies

Bron: PwC-benchmark

Het European AI Landscape van Asgard, dat vermeld wordt door de PwC-benchmark, spot 400 Europese AI-bedrijven, waarvan 6 Belgische bedrijven. Dit is zeker geen exhaustieve lijst (met bv. bekende bedrijven zoals Robovision en Datacamp die niet werden opgenomen, naast ook nog talrijke ontbrekende universitaire spin-offs), maar het is een 1^e indicatie dat er in Vlaanderen (en in België) nog geen volgroeid ecosysteem van AI-bedrijven bestaat. De leidende landen in Europa zijn in deze studie het VK (121), Duitsland (51) en Frankrijk (39), die samen meer dan 50% van alle Europese AI-bedrijven huisvesten.

AI-scale-ups

Volgens Mohout (2017) ⁸², werd in het Verenigd Koninkrijk in 2016 met € 581 miljoen ook de grootste risicokapitaalfinanciering beschikbaar gesteld voor AI-scale-ups. Frankrijk (€ 278 miljoen), Duitsland (€ 187 miljoen) en België (€ 110 miljoen) volgen op ruime afstand. Kleinere bedragen werden vastgesteld in Finland (€ 57 miljoen) en Nederland (€ 37 miljoen). De hoge ranking van België kwam hier tot stand o.b.v. 18 deals, waarmee België het goed deed⁸³. Het hoge investeringsbedrag van 110 mio werd wel in significante mate geboost door 1 grote deal: Showpad haalde in 2016 44 mio euro op.

82 Hier wordt gefocust op scale-ups die minstens € 750.000 opgehaald hebben in 1 deal.

83 Een 5e plaats in de Europese ranking van 22 landen, o.b.v. het aantal deals.

AMOUNT RAISED PER COUNTRY IN 2016*



 * in millions

Bron: Mohout (2017)

Meer dan 80% van de investeringsrondes in Europese AI-scale-ups was in 2016 B2B-gericht volgens deze studie (voor België ging het zelfs om meer dan 90%). Die focus op B2B werd ook bevestigd in de update van de studie voor 2017 (Mohout, 2018a). De update voor 2017 beschrijft een toename van het Europese totaal aan VC-investeringen, van 1.3 miljard euro in 2016 naar 3.6 miljard euro in 2017, wat de sterke groei van het belang van AI bevestigt.

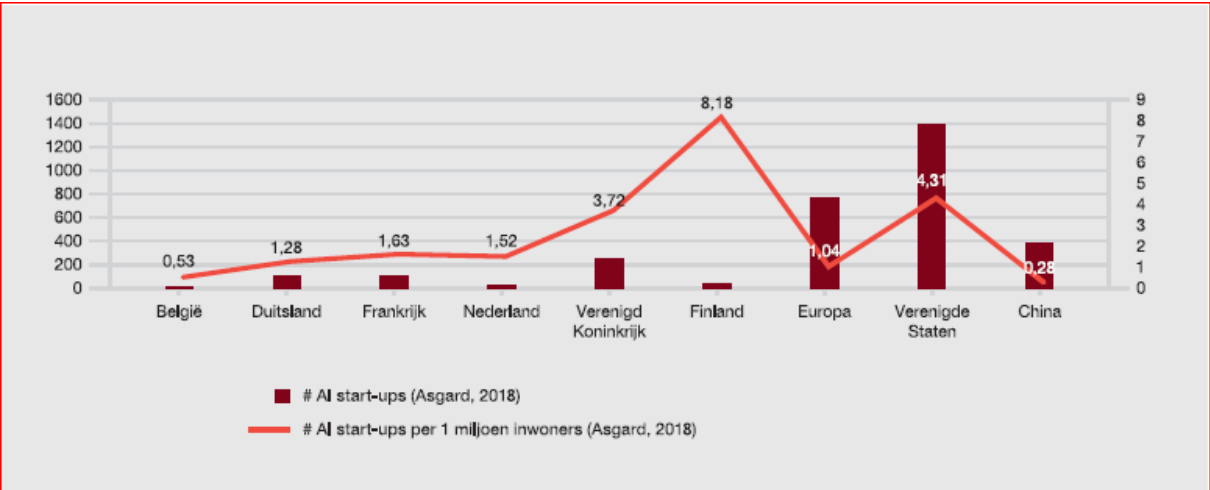
AI-start-ups

De Europese top 3 van het VK, Duitsland en Frankrijk wordt bevestigd in een expertpublicatie op Medium.com (die de benchmark citeert), ditmaal o.b.v. de investeringen in AI-start-ups. Als we naar de start-ups kijken, krijgen we een 2^e indicatie van de vroege (groei)fase van het AI-bedrijfslandschap in Vlaanderen: in een mondiale studie van Asgard en Roland Berger uit 2018 detecteert men een zeer beperkt aantal van 6 Belgische AI-start-ups⁸⁴. Opnieuw is het absolute aantal zelf van ondergeschikt belang, gezien imec alleen al 10 start-ups in zijn accelerator-portfolio claimt⁸⁵. Daarnaast zijn de Vlaamse universiteiten ook zeer actief in het creëren van AI-spin-offs. De KU Leuven behoorde in 2017 bv. volgens het European AI Landscape tot de 10 meest actieve spin-off-instituten in Europa (Mohout, 2018a).

84 Er is hier overlap in de telling met de hoger genoemde Europese Asgard-studie van de “AI-bedrijven”, wat de impact van de definiëring op het getelde aantal bedrijven of start-ups in de verf zet.

85 Volgens het Europese AI-landschap van Omar Mohout (2017) was imec.iStart in 2016 één van de meest actieve acceleratoren voor AI-bedrijven.

De conclusies over de beperkte maturiteit van het AI-ecosysteem houden echter stand, en werden door VOKA en Agoria bevestigd. Net als bij de mature bedrijven is een opvallend hoog aantal van de Europese start-ups gericht op B2B: 70%.



Afbeelding 18:
Het aantal AI-startups, 2018

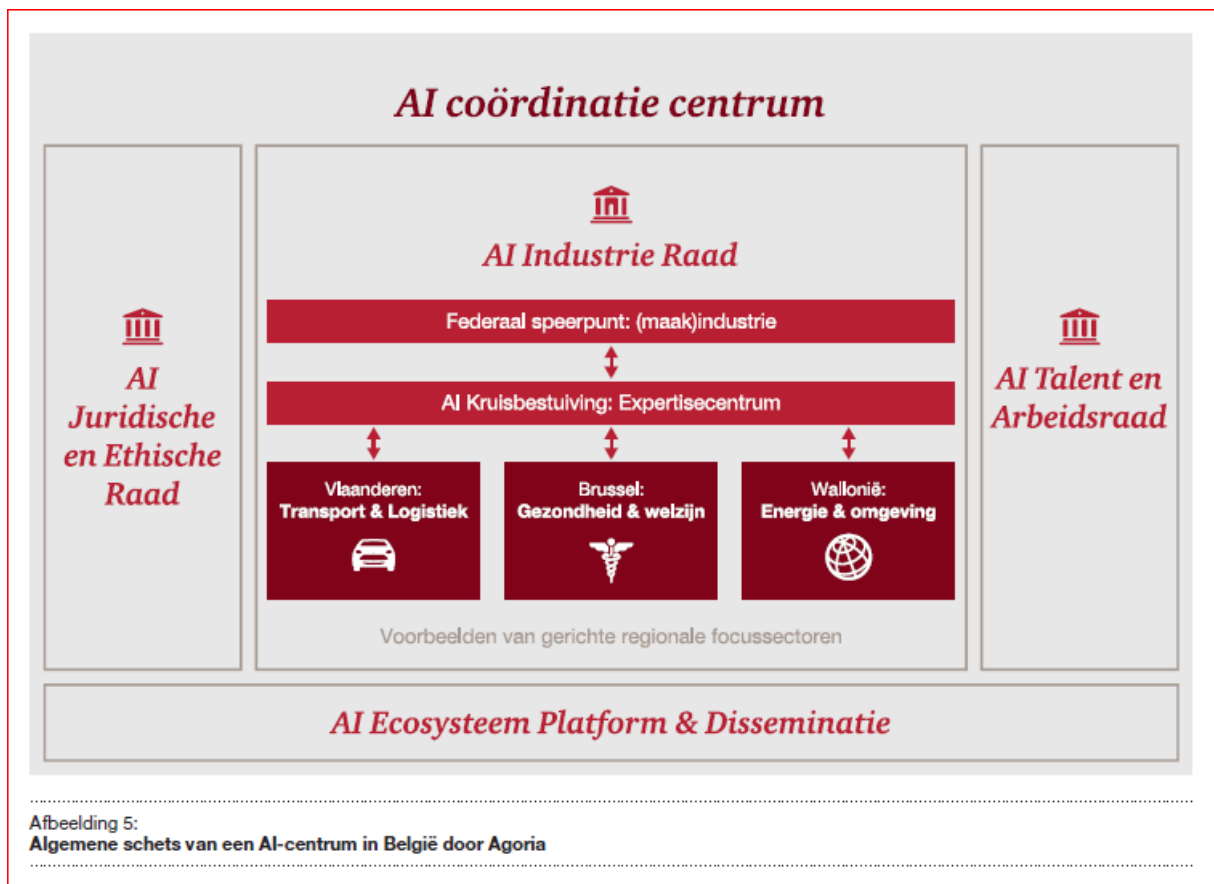
Bron: PwC-benchmark

Ondanks de problemen met de diffuse definitie van “AI-bedrijf” in verschillende studies, tellen de volgende toepassingsgebieden in Europa duidelijk de sterkste vertegenwoordiging van AI-bedrijven⁸⁶: Fintech, Health-tech of Bio-tech, Business Intelligence, Adtech (incl marketing automation). Op basis van het **Belgisch** AI-landschap (Mohout, 2018b) vallen deze min of meer samen met de Belgische speerpunten.

86 ook o.b.v. risicofinanciering, zie Omar Mohout

5.4.3 Coördinatie

Agoria deed tijdens het bottom-up proces van beleidsvorming een voorstel voor een federaal coördinatiecentrum met betrokkenheid van de *triple helix*, waarbij men voor het industrieel beleid streefde naar creatie van kritische massa. Dat zou men doen door federaal de maakindustrie als focus naar voor te schuiven, en voor de gewesten zag men dan telkens ook een specifieke focus. Kennisuitwisseling zou ervoor zorgen dat alle regio's samen kunnen vooruit gaan.



Bron: Agoria

5.5 OVERHEID

De overheid kan uiteraard AI inzetten voor het verbeteren van de publieke dienstverlening. Volgens McKinsey (2017a) kan de overheid bovendien de adoptie van AI door bedrijven boosten door zich in te zetten voor de volgende doelen:

- Het aantrekken van talent. (cfr. VARIO-advies 1: 'Aantrekken van internationaal toptalent')
- Het aantrekken van investeringen
- AI inschakelen om de arbeidsproductiviteit te verhogen, wat moet leiden tot meer hoogwaardige jobs met hogere lonen. De uitdaging bestaat er dan natuurlijk ook in om ervoor te zorgen dat de vruchten niet beperkt blijven tot een inner circle van grote bedrijven. Dat is des te belangrijker gezien het economisch zwaartepunt in Vlaanderen bij de kmo's ligt.
- De beroepsbevolking voorbereiden op deze evolutie. Dat houdt niet alleen het aanleren van de juiste skills in, maar impliceert mogelijk ook verregaande aanpassingen aan de sociale zekerheid. Denk aan het idee van een basisinkomen.
- Het aanpakken van ethische en juridische bottlenecks. Enkele topics die hier met name van belang zijn: voldoende mogelijkheid voor pilots; onduidelijke regeling van aansprakelijkheid; issues rond *data ownership*
- De beschikbaarheid van data bevorderen, door bv. het ontsluiten van publieke data, of door standaardisering van dataformaten te stimuleren.
- Optreden als *lead customer* voor start-ups.
- Het voorzien van financiering voor fundamenteel onderzoek dat de state-of-the-art kan verleggen, door onderzoeksbeurzen, overheidslabo's, publiek-private initiatieven, ...

5.5.1 Vlaanderen

Het antwoord op een schriftelijke vraag van 1 december 2017 aan viceminister-president Liesbeth Homans geeft een overzicht van de verschillende AI-initiatieven die lopen binnen de Vlaamse administratie. Daaruit blijkt dat ook de overheid zich in een vroege adoptiefase bevindt, met een vrij beperkt aantal gefragmenteerde initiatieven in een aantal beleidsdomeinen. Naar de toekomst toe zijn er wel in meer beleidsdomeinen plannen om met AI te experimenteren. Overheidsdiensten willen bv. chatbots proberen voor communicatie met de burger. De geplande experimenten zijn zeer divers: van risico-inschattingen van kindermishandeling in het beleidsdomein Welzijn, Volksgezondheid & Gezin; over het automatiseren van repetitieve taken binnen de dagelijkse werking van de administratie tot en met het geautomatiseerd interpreteren van lokale besluiten.

Opvallend: de benchmark ziet de Vlaamse overheid als een trekker in het Vlaamse AI-landschap, met een hogere gemiddelde awareness/aanvaarding dan het bedrijfsleven.

Gelet op het belang van vorming voor een succesvol AI-ecosysteem, zoomen we even in op wat er loopt binnen het beleidsdomein Onderwijs & Vorming, meerbepaald in de middelbare scholen: Binnen STEM-vakken en programmeerlessen zijn er minstens een aantal scholen die rond VR en artificiële intelligentie werken. Een systematisch overzicht bestaat daar echter niet van.

Tot op heden is er weinig strategische richting/coördinatie voor alle initiatieven. Het Agentschap Informatie Vlaanderen beoogt als expertisecentrum te ageren bij de digitale transformatie van de Vlaamse overheid. Binnen het Agentschap loopt een programma van 2 jaar rond AI. Eind 2017 werd een programma-manager aangesteld, die in eerste instantie de mogelijke meerwaarde van een meer gecoördineerde aanpak binnen de verschillende administraties moest onderzoeken. Zo is de interoperabiliteit van verschillende toepassingen bv. een bottleneck voor een meer effectieve uitrol van AI. Het programma tracht informatie-uitwisseling over AI tussen verschillende overheden en beleidsdomeinen te stimuleren. Via experimenten wil men de nodige expertise in het domein verwerven. In eerste instantie richt men zich op ‘*low hanging fruit*’, waar men nog geen onomkeerbare strategische richting moet inslaan⁸⁷.

Toch beoogt het programma op langere termijn meer dan dat: het wil de Vlaamse overheid inspireren *“om mee koploper te zijn in nieuwe maatschappelijke ecosystemen en business modellen. De overheid transformeert van controleur naar regisseur en bouwt meer expertise en ervaring op in publiek-private ecosystemen”*⁸⁸. Het Agentschap Informatie Vlaanderen werkt dan ook samen met de private sector via cofinanciering van toepassingsgerichte business cases, innovatieve aanbestedingen,... Gezien deze ambitie is het opmerkelijk dat (omwille van budgettaire uitdagingen voor het agentschap Informatie Vlaanderen) het beperkte budget voor het programma recent verder werd teruggeschoefd.

Een ranking van Oxford Insights waarnaar de benchmark verwijst, vergelijkt landen met elkaar m.b.t. hun maturiteitsniveau om AI in openbare diensten te implementeren. Zowel het Verenigd Koninkrijk (nr. 1) als de Verenigde Staten (nr. 2) tonen leiderschap. Frankrijk (nr. 5) en Nederland (nr. 6) doen het niet slecht, terwijl Finland (nr. 10), Duitsland (nr. 13) en België (nr. 18) minder ver gevorderd zijn. Opvallend: China is niet terug te vinden in de top 35. Met andere woorden: de groter dan gemiddelde AI-awareness bij de Vlaamse overheid in vergelijking met de bedrijven, vertaalt zich (als we de Belgische ranking als proxy gebruiken) niet noodzakelijk in een goed internationaal prestatieniveau.

87 Zoals bv. bepaalde architecturale keuzes.

88 <https://overheid.vlaanderen.be/artificiele-intelligentie>

5.5.2 Europa: de Europese Commissie als regisseur

De Europese Commissie ziet AI als één van de meest strategische technologieën van de 21^e eeuw. De Commissie ziet de in Europa aanwezige onderzoeksexcellentie, de initiatieven ihkv de Digital Single Market, de sterke Europese industrie, leiderschap in robotica en de aanwezigheid van een enorme hoeveelheid publieke en industriële data als belangrijke Europese troeven. Tussen 2014 en 2017 werd in het kader van Horizon 2020 1,1 miljard euro geïnvesteerd in AI-gerelateerde projecten (European Commission, 2018a).

De Commissie heeft een Europees AI-initiatief aangekondigd (European Commission, 2018a). Het plan wordt in overleg met de lidstaten uitgewerkt en wordt verwacht eind 2018. 25 Europese landen ondertekenden reeds een verklaring om samen te werken aan de ontwikkeling van AI in Europa. Dat neemt niet weg dat de Commissie elke individuele lidstaat aanmoedigt om een nationale strategie uit te tekenen.

De aangekondigde Europese strategie zal 3 grote doelen hebben:

1. de technologische capaciteit en de publieke en private adoptie van AI stimuleren
2. anticiperen op de grote socio-economische veranderingen door AI, met bijzondere aandacht voor de connectie tussen onderwijs en de arbeidsmarkt
3. een ethisch en wettelijk kader, met aandacht voor bv. productaansprakelijkheid en het vermijden van ongewenste bias. Medewerkers van de EC met focus op dit domein beklemtonen dat het bedrijfsleven hier opmerkelijk genoeg zelf vragende partij voor is.

Sommige maatregelen werden reeds beslist. M.b.t. het 1^e van de 3 doelen wil men bv. de totale⁸⁹ Europese AI-O&O-investeringen verhogen, om in de periode 2018-2020 20 miljard euro te totaliseren (vertrekbasis: ca. 5 miljard euro investeringen in 2017). Daarvoor is al beslist dat de Commissie tussen 2018 en 2020 de financiering van AI-O&O via H2020 met 70% zal verhogen, tot jaarlijks 500 miljoen euro. Daardoor verwacht men in de bestaande PPS'en zoals bv. rond robotica, jaarlijks ook meer dan 800 miljoen euro aan private investeringen te genereren. Relevante programma's zijn de pilot van de EIC gericht op markt-creërende innovatie, de ERC en MSCA's.

Europees Commissaris Gabriel zette in een speech op 18 september 2018 in de verf dat de Europese AI-investeringen vanaf 2020 zelfs 20 miljard € per jaar zouden moeten bedragen⁹⁰. De Europese Commissie legt zelf hiervoor de nadruk op 2 bredere programma's met elk een belangrijke AI-component: het nieuwe kaderprogramma voor O&I 'Horizon Europe' en 'Digital Europe', een nieuw programma gericht op de versterking van de Europese strategische digitale capaciteit. Bij dat laatste programma worden naast AI ook cybersecurity, de opbouw van skills en supercomputing voorgesteld als strategische elementen⁹¹.

89 Publiek en privaat, supranationaal én in de lidstaten

90 http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-18-5827_en.htm

91 Ten tijde van deze publicatie was het definitieve budgettaire kader voor de volgende Europese legislatuur, het zgn. MFF, nog niet bekend.

De Europese Commissie wil bestaande *centres of excellence* in onderzoek versterken, en netwerking ondersteunen. Voor de ontsluiting van AI-knowhow en technologie, zoals bv. *computing power*, data-verzamelingen, algoritmen,... (naar kmo's) wil men een 'AI-on-demand-platform' opstarten, waarvan de toegankelijkheid moet versterkt worden door op AI gefocuste Digital Innovation Hubs⁹². Digital Europe voorziet ook een rol voor deze Hubs in het aanbieden van experimenteer-ruimte aan bedrijven. Een ander onderdeel van het voorstel voor Digital Europe is het faciliteren van de toegang tot grote, kwalitatieve datapools. In het algemeen richt de Europese Commissie zich in eerste instantie op publieke (onderzoeks)data, maar ook de ontsluiting van niet-persoonsgebonden bedrijfsdata wil men bevorderen.

Om de strategie te implementeren werd de High-Level Expert Group on Artificial Intelligence samengesteld, die bestaat uit 52 experts uit de academische wereld, de industrie en civil society. (Er zit dd 20 augustus 2018 één Vlaming in de HLG, die niet geaffilieerd is aan een Vlaamse universiteit). Ter ondersteuning van het werk van de HLG, vooral m.b.t. ethische richtlijnen, werd er ook een stakeholdersplatform opgericht, de European AI Alliance. Dat forum is samengesteld uit alle relevante actoren: ondernemingen, academici, beleidsmakers, consumentenorganisaties, vakbonden, andere vertegenwoordigers van het maatschappelijk middenveld⁹³.

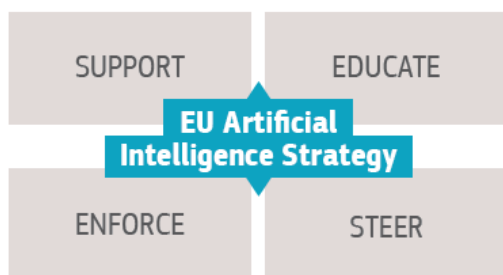
92 Dit zijn meer dan 450 onderzoekscentra die als one-stop-shops fungeren voor bedrijven (vooral start-ups en kmo's) voor hulp bij financiering, netwerking, marktanalyse, ... In Vlaanderen gaat het bv. over collectieve onderzoekscentra (bv. Sirris), SOC's (bv. imec), IBN's (digitale landbouw). Zie <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-innovation-hubs>

93 <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-ai-alliance>

De in-house denktank van de Europese Commissie, de EPSC (2018) heeft reeds voorstellen geformuleerd voor een pan-Europese strategie, die indicatief kunnen zijn voor de verdere uitwerking van de aangekondigde strategie. De EPSC stelde 4 grote sporen voor:

- Steun voor de ontwikkeling en adoptie van AI
 - Voldoende toegankelijkheid van kwalitatieve data, snelle communicatienetwerken en high-performance computing (HPC); uitbouw van AI-hubs met voldoende schaal om ambitieuze projecten aan te pakken; creatie van een pan-Europees AI-platform (cfr. AI Alliance)
- Voldoende skills uitbouwen
 - Met het oog op de arbeidsmarkt: opleiden van zowel AI-experts als ‘*data-literate*’ arbeidskrachten voor de traditionele sectoren; burgers wapenen tegen gepersonaliseerde commerciële exploitatie adhv hun persoonlijke data
- Het moderniseren van bestaande beleidsinstrumenten
 - Herziening van de aansprakelijkheid van online platformen voor gepubliceerde content; correctie van de marktmacht van grote spelers (problemen op vlak van bv. privacy, ongunstige aankoopvoorwaarden, discriminatie) door betere concurrentieregels en specifieke initiatieven (cfr. GDPR); adoptie van AI door publieke overheden
- Sturen naar een antropocentrische AI-benadering, gebaseerd op de Europese fundamentele waarden
 - Kwaliteitsstandaarden claimen (geen bias, transparantie, ‘*lawful by design*’⁹⁴, ‘*human in the loop*’⁹⁵, ...), monitoren met goede indicatoren en ook afdwingen; multidisciplinaire *ex ante* analyse van de economische en maatschappelijke gevolgen van nieuwe technologieën

Figure 5: A European Strategy for Artificial Intelligence



Source: European Political Strategy Centre

Figure 7: An EU action plan for a human-centric Artificial Intelligence



Source: European Political Strategy Centre

⁹⁴ Dit is met name voor ML zeer belangrijk, omdat de oorspronkelijke programmeurs het leerproces niet controleren.

⁹⁵ Hiermee wordt bedoeld dat de technologie de mens aanvult, en niet vervangt.

5.5.2.1 Een Europese AI gebaseerd op de Europese waarden

Dat laatste punt is dé factor die een Europese AI volgens de EC moet differentiëren op het wereldtoneel; de integratie van de Europese waarden, die onrechtstreeks ook zal leiden tot een hogere kwaliteit van de algoritmen en daaruit voortvloeiend een grotere vraag ernaar. De inwerkingtreding van de GDPR in mei 2018 illustreert die gedachte.

Europa kan volgens die redenering op de langere termijn een competitief voordeel halen, door een goed evenwicht tussen fundamentele waarden zoals de bescherming van privacy aan de ene kant en data-toegankelijkheid voor bedrijven aan de andere kant (EPSC, 2018). Op korte termijn leiden de strenge privacyregels volgens de EPSC weliswaar tot een competitief nadeel, waarbij de GDPR bv. principes afdwingt zoals data minimization⁹⁶ en de uitdrukkelijke instemming van de burger met dataverwerking. De GDPR wijzigt echter ook de aansprakelijkheid van de dataverwerker, wat deze incentiveert tot accurate registratie van data en wat dus kan leiden tot betere algoritmes. Dat kan op langere termijn bijdragen tot de betrouwbare reputatie van de Europese AI-bedrijven.

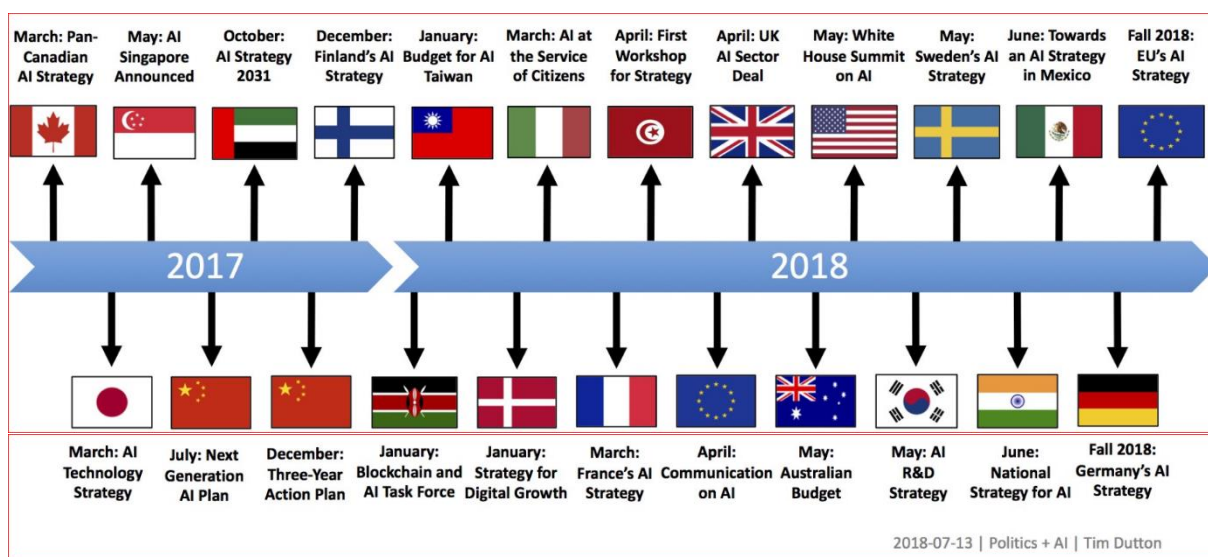
De EPSC hoopt dan ook dat er een mondiale vraag ontstaat naar slimme algoritmen gebaseerd op dergelijke standaarden voor dataverwerking, te meer daar multinationals nu al signalen geven dat ze extra complexiteit willen vermijden door hun Europese *data governance*-procedures wereldwijd uit te rollen. Europese bedrijven zouden op die manier als het ware een *first mover*-voordeel kunnen vergaren. Bovendien kan de strenge regelgeving ook aanleiding geven tot technische innovaties zoals het lokaal verwerken van persoonsdata op het toestel van de gebruiker (het zgn. '*edge computing*'), die het inhiberend effect voor de ontwikkeling van AI-toepassingen kunnen minimaliseren.

⁹⁶ De beperking van het gebruik van persoonsdata tot het specifieke doel waarvoor ze werden afgestaan.

5.5.3 Internationale AI-strategieën

In de laatste maanden hebben volgens Dutton (2018), onderzoeker bij het Canadese onderzoekscentrum CIFAR dat de Canadese nationale AI-strategie coördineert, talloze landen een AI-strategie gepresenteerd.

Daarbij hebben die landen telkens andere focuspunten, al zijn het steeds grosso modo dezelfde elementen die terugkeren: bv. wetenschappelijk onderzoek, talentontwikkeling, adoptie door de publieke en private sector, ethiek en inclusie, normen en voorschriften, en data- en digitale infrastructuur.



Verenigde Staten

De VS wordt wereldwijd beschouwd als AI-koploper, en onder de regering Obama werd al in 2016 een strategisch plan voor publiek gefinancierd AI-O&O gepubliceerd, met 7 prio's: langetermijninvesteringen in AI-onderzoek; methoden ontwikkelen voor de samenwerking tussen mens en AI; de ethische, juridische en maatschappelijke implicaties van AI; de veiligheid en beveiliging van AI-systemen; gedeelde openbare datasets en omgevingen voor AI-opleidingen en AI-tests; AI-standaarden en benchmarks; behoeften van O&O-personeel actief in AI beter begrijpen (Office of Science and Technology Policy, 2016).

Het perspectief dat in het rapport wordt gehanteerd, is dat de overheidsinvesteringen vooral moeten gericht worden op problemen waar de marktpelers weinig incentive hebben om zich op te focussen (door een hoog risico en laag kortetermijn-winstpotentieel), of waar de maatschappelijke meerwaarde zeer belangrijk is. Dit laatste eventueel gedreven vanuit de behoeften van specifieke overheidsagentschappen.

Dit plan is echter niet vertaald in een overkoepelende nationale langetermijn-strategie voor AI, die heeft de VS niet (Dutton, 2018). De regering Trump heeft recent wel het belang van AI bevestigd: in het budgetvoorstel aan het Congres voor 2019 werd AI als een O&O-prioriteit naar voor geschoven. In mei werd een speciale bijeenkomst in het Witte Huis georganiseerd rond het potentieel van AI voor de Amerikaanse industrie. Daarbij werd vanuit de Amerikaanse regering verklaard dat men AI ten dienste wil stellen van de Amerikaanse arbeider, en dat men wil vertrekken vanuit een 'vrije markt'-benadering gekenmerkt door zo min mogelijk verdragende regulering en zo min mogelijk sturing van private AI-initiatieven (Office of Science and Technology Policy, 2018).

Ondanks het feit dat het zwaartepunt van de investeringen zich in de private sector situeert (cfr. investeringen van de tech giants hierboven), ziet men ook in de VS een duidelijke rol voor de overheid in het ecosysteem. In de communicatie na de bijeenkomst zette men in de verf dat de federale O&O-investeringen in AI en aanverwante technologieën met 40% zijn gestegen sinds 2015, toen die al 1,1 miljard \$ bedroegen. Men laat daarbij echter de focus op de domeinen waar de markt faalt (zie 7 prioriteiten hierboven) nu achterwege en stelt *“In the private sector, we will not dictate what is researched and developed. Instead we will offer resources and the freedom to explore.”* In de genoemde budgetten zijn de (geheime) investeringen vanuit militaire hoek zelfs buiten beschouwing gelaten. Omdat de overheid jaarlijks honderden miljoenen \$ investeert in AI-O&O, heeft men na de summit een speciaal comité aangekondigd om via meer coördinatie de ROI te verhogen, en de O&O-inspanningen van de verschillende federale agentschappen te aligneren.

Men besprak op de summit ook nieuwe mogelijkheden voor publiek-private samenwerkingen om het ecosysteem voor AI-O&O te versterken. De genodigden op de bijeenkomst kwamen niet toevallig uit overheidsorganen, onderzoeksinstituten en de industrie. Daarnaast werd aangekondigd dat men de toegang tot overheidsdata wil bevorderen.

China

China heeft wél een gecoördineerde nationale strategie: het *Next Generation Artificial Intelligence Development Plan* werd in 2017 voorgesteld, en is zeer alomtvattend (Dutton, 2018). China ambieert de globale koploperspositie tegen 2030 over te nemen van de VS. Daarbij werkt men via een drietrapsraket: bijbenen tegen 2020, in sommige domeinen het leiderschap nemen tegen 2025 en dan tegen 2030 het algemene mondiale leiderschap. Tegen dan wil men een industrie van 150 miljard \$ uitbouwen (Villani, 2018).

Men ziet AI vanaf 2025 als belangrijkste driver voor de transformatie van de Chinese economie. Als onderdeel van het plan beoogt Peking een nationaal AI-park te creëren, dat plaats biedt aan 400 bedrijven, om nieuwe op AI gebaseerde technologieën te ontwikkelen, met \$2,1 miljard investeringen. De stad Tianjin kondigde aan dat ze een AI-fonds van \$16 miljard zou opzetten om de continue innovatie-inspanningen van het land te ondersteunen. De Chinese regering heeft Baidu onlangs ook opdracht gegeven om samen met vooraanstaande universiteiten een nationaal “deep learning labo” op te zetten.

[illegible]

Nederland

Dichter bij huis heeft Nederland volgens onze interviewees bij ICAI nog geen nationale strategie.

Frankrijk

In Frankrijk heeft president Macron op 30 maart 2018 een nationale strategie aangekondigd, die grotendeels gebaseerd is op het rapport van Villani (2018) en gecentreerd is rond 4 uitdagingen⁹⁷.

- het ecosysteem dermate stimuleren dat Frankrijk een interessante aantrekkingspool wordt voor talent. Daarvoor gaat men 5 Franse instituten met elkaar connecteren in een nationaal netwerk, wil men het aantal studenten in AI binnen 5 jaar verdubbelen, en ambieert men dubbele rollen in de onderzoekssector en de industrie te vergemakkelijken,...
- Een open databeleid, met focus op gezondheidsdata. Men wil niet enkel publieke en publiek gefinancierde data ontsluiten, maar eveneens platformen uitwerken voor het uitwisselen van private data.
- Een gunstig financieel kader: o.a. een investeringsdoel van 1,5 miljard euro in de huidige beleidsperiode van 5 jaar (waarvan 700 miljoen euro voor onderzoek en 400 miljoen voor industriële projecten), en de opstart van een Frans-Duits "JEDI"-investeringsfonds dat zich voor zijn werking laat inspireren door DARPA, zij het zonder de militaire focus. In Frankrijk beoogt men *AI champions* te laten groeien (Dutton, 2018).
- Een ethisch en juridisch kader, dat de maatschappelijke aanvaarding van AI moet bevorderen, met aandacht voor de sociale wetenschappen.

Frankrijk zet ook in op het aantrekken van vestigingen van internationale tech-giganten, zoals IBM, Samsung, Google en Facebook. Facebook zal zijn AI-labo in Parijs zelfs uitbreiden om zijn grootste mondiale AI-labo in New York te evenaren.

In het Villani-rapport werd nog aanbevolen te focussen op 4 sectoren. Deze werden echter niet gecommuniceerd bij de voorstelling van de strategie door de president. Toch zal er speciale aandacht gaan naar een beperkt aantal sectoren zoals de gezondheidssector, transport, landbouw⁹⁸.

Duitsland

Duitsland heeft zijn strategie aangekondigd voor december 2018. Een Politico-artikel maakt melding van de huidige problemen in Duitsland zoals institutionele verkokering, strenge reglementering rond data, te beperkte transfer van wetenschappelijke doorbraken naar de industrie en te beperkte private investeringen in AI (Delcker, 2018).

⁹⁷ <https://www.gouvernement.fr/argumentaire/intelligence-artificielle-faire-de-la-france-un-leader>

98 <http://www.aiforhumanity.fr>

In een overheidspaper van juli werden volgens Dutton (2018) de doelen van de nieuwe strategie reeds toegelicht: zowel het onderzoekslandschap als de transfer naar de industrie versterken, m.a.w. men richt zich op een sterk ecosysteem. De strategie zal quasi alomvattend zijn in die zin dat ze alle relevante domeinen zal behelzen, met o.a. aandacht voor de transformatie van werk en ook AI ten dienste van overheidsdiensten. Men wil van “*AI made in Germany*” een sterk mondiaal merk maken, en focust vooral op de sterke Duitse exportsectoren, die hun basis hebben in de sterke engineering-knowhow en maakindustrie.

De Duitse strategie zou dan ook vooral focussen op B2B, waar men nog kansen ziet i.t.t. in de door de grote (Amerikaanse en Chinese) tech-reuzen gedomineerde consumentenmarkt. Van “Industrie 4.0” is men overgeschakeld op de uitvoer van “slimme (fysieke) services”, fysieke goederen met een digitale laag erbovenop. Men zou ook een hefboom willen creëren door Frans-Duitse samenwerking, waarschijnlijk door de nationale netwerken van de onderzoeksinstituten van beide landen met elkaar te verbinden (Delcker, 2018).

In een persbericht half november werd melding gemaakt van een budgettaire doelstelling voor de Duitse AI-strategie van 3 miljard euro⁹⁹.

Verenigd Koninkrijk

In april 2018 kondigde het Verenigd Koninkrijk een AI-sectordeal aan tussen de private en publieke sector met een totale investering van 1,4 miljard euro (£1 miljard) (UK Government, 2018).

Men zal leiders uit de academische wereld en de industrie samenbrengen in een AI Council, ondersteund door de overheid en mét ministeriële afvaardiging. Deze moet de strategische richting bewaken. Een ondersteunend Office for AI zal de implementatie van de engagementen van de overheid en van de private sectoren aftoetsen aan kpi's. De oprichting van een centrum voor gegevensethiek en -innovatie beoogt ethische normen ter ondersteuning van de ontwikkeling van AI.

De AI-sectordeal is gericht op AI als één van de 4 ‘*grand challenges*’ in de overkoepelende Britse industriële strategie. Daarom reflecteert de sectordeal de 5 grondslagen van die industriële strategie:

- Ideeën – ‘s werelds meest innovatieve economie;
- Mensen – bv. het tekort aan talent aanpakken via het faciliteren van het aantrekken van buitenlands toptalent, o.a. via visa-reglementering en met door de industrie gefinancierde fellowships; creëren van 1000 door de overheid gefinancierde PhD-posities tegen 2025; investeringen in het bijscholen van leraren in de computerwetenschappen; uitbouw van een structuur voor sectorspecifieke herscholing

⁹⁹ <https://datanews.knack.be/ict/nieuws/duitsland-gaat-drie-miljard-euro-in-ai-investeren/article-normal-1393011.html>

- Infrastructuur – bv. aan AI gerelateerde fysieke infrastructuur zoals mobiele netwerken (5G) en breedband-internet, maar ook bv. *data trusts* waarin de verantwoordelijkheden en rechten van data-gebruikers zijn verduidelijkt zodat ook private data eenvoudiger gedeeld kan worden
- Bedrijfsomgeving – de beste plaats om een bedrijf te starten en te laten groeien: bv. *Tech Nation* zal zich richten op 2 à 3 clusters met sterke AI-expertise, om mogelijkheden van mentoring en begeleiding maximaal te benutten. *Tech Nation* is een netwerk-organisatie, met ook een academie voor digitale skills en biedt hulp met speciale visa-voorwaarden voor specifieke profielen. Het doel van *Tech Nation* op langere termijn is om een nationaal netwerk van clusters van snelgroeïende tech-bedrijven uit te bouwen (o.a. Londen, Cambridge, Bath, Bristol,...). Om de adoptie van AI te stimuleren bij grote én kleine bedrijven werken *Tech Nation* en de Digital Catapults samen om tools en begeleiding aan te bieden.
- Plaatsen – men beoogt welvarende gemeenschappen in het VK. Net als Frankrijk hecht het VK bv. veel belang aan het aantrekken en behouden van grote spelers zoals Amazon en Google: in Londen bouwt Alphabet, het moederbedrijf van Google, bv. een nieuw HQ.

Men wil zich met de sectordeale focussen op die sectoren waar het VK kan concurreren op wereldschaal, bv.: diensten, life sciences, landbouw en de publieke sector. De overkoepelende industriële strategie (UK Government, 2017) maakt dan weer duidelijk dat het Office for AI zich in eerste instantie zal focussen op 6 sectoren: cybersecurity, life sciences, constructie, maakindustrie, energie en landbouw. Met betrekking tot de publieke sector zal de overheid 20 miljoen pond investeren in *GovTech*. Op het niveau van specifieke toepassingen ziet men bv. potentieel in AI voor robots die moeten opereren in gevaarlijke omgevingen.

In het rapport ‘AI in the UK: ready, willing and able’ van The House of Lords wordt gewaarschuwd dat er momenteel een te grote focus heerst op DL, waardoor andere AI-disciplines kunnen worden verwaarloosd. Deze andere disciplines kunnen essentieel zijn voor de volgende grote technologische vooruitgang, en voor het behoud van de Britse leiderspositie in AI.

Finland

Volgens de PwC-benchmark heeft het Finse Ministerie van Economische Zaken en Werkgelegenheid in 2017 een AI-visie gepubliceerd. Daarbij beoogt men via een sterke implementatie van AI het welzijn van de burgers te verbeteren.

Finland detecteerde 8 prioriteiten voor het boosten van de adoptie en het onderzoek. PwC somt op:

- het concurrentievermogen van bedrijven verbeteren door het gebruik van AI;
- gegevens in alle sectoren effectief gebruiken;
- AI op een snellere en eenvoudigere manier aannemen;
- topdeskundigen aantrekken;
- ingrijpende beslissingen en investeringen nemen respectievelijk doen;
- de beste openbare diensten aanbieden;
- in nieuwe modellen voor samenwerking voorzien;
- een voorloper worden in het tijdperk van AI.

Verder stelt de benchmark: “Van 2018 tot 2022 zal de Finse overheid €160 miljoen investeren in het ‘AI Business’-programma. Dit fonds biedt €200 miljoen (waarvan €100 miljoen van particuliere investeerders) aan beurzen en financiële incentives om KMO’s en grote bedrijven te stimuleren om AI te ontwikkelen en te gebruiken. Bovendien wordt €60 miljoen voorzien om digitale platforms te bouwen en te ontwikkelen met een aanzienlijk netwerkeffect.”

5.6 PUBLIEK-PRIVATE SAMENWERKING

In onze buurlanden wordt er sterk ingezet op publiek-private samenwerking, voor onderzoeksfinanciering en kennistransfer. We bespreken enkele voorbeelden:

5.6.1 Duitsland: DFKI

Een goed voorbeeld is het DFKI, het grootste AI-onderzoekscentrum in Duitsland dat ca. 1000 AI-onderzoekers telt, en opgezet is in een structuur zonder winstoogmerk. Op basis van toepassingsgericht basisonderzoek ontwikkelt DFKI productfuncties, prototypes en octrooieerbare oplossingen in het domein van AI-software. Achttien grotendeels gedecentraliseerde onderzoeksafdelingen, acht competentiecentra en zeven proeftuinen voeren O&O-projecten uit. De competentiecentra verzamelen de knowhow rond specifieke AI-technologieën of -toepassingen en zorgen voor duidelijkheid naar de buitenwereld, ze zijn er bv. rond deep learning en autonome voertuigen. In de proeftuinen, zoals die rond industrie 4.0, wordt aan verschillende industriële partners de mogelijkheid geboden om in een neutrale setting de mogelijkheden van nieuwe technologie te demonstreren aan andere bedrijven, maar ook aan politici en het publiek.

Voor de financiering, die steeds op projectbasis gebeurt, treedt men vooral in competitie met andere onderzoeksgroepen/actoren (bv. Fraunhofer) voor (Europese) overheidsmiddelen. Er is geen basisfinanciering in strikte zin; er is wel een bedrag aan geormerkte middelen bij het federaal ministerie van Onderwijs en Onderzoek BNBF, maar ook daarvoor moet men projecten indienen (en die financieringsbron komt neer op niet meer dan ca. 10% van het totale budget van DFKI). Men verwerft ook nog een relatief beperkt aantal fondsen uit de samenwerking met industriële partners (ca. 15% van het totaal budget). Tweemaal per jaar controleert een commissie van internationaal gerenommeerde deskundigen (Scientific Advisory Board) de voortgang en resultaten van de projecten met BNBF-financiering. Bovendien evalueert BNBF DFKI regelmatig.

Met deze financieringsstructuur en zijn vrij brede inhoudelijke focus, van applicatiegericht basisonderzoek tot en met tech transfer, differentieert DFKI zich in Duitsland van Max Planck (ca. 100% basisfinanciering voor blue sky onderzoek), Fraunhofer (focus op toegepaste R&D en tech transfer) en de Helmholtz Society (grote demonstratoren).

In de raad van bestuur van DFKI zijn naast 3 deelstaatregeringen talrijke gerenommeerde Duitse en internationale bedrijven uit de meest uiteenlopende bedrijfstakken vertegenwoordigd. Opvallend is dat ook grote internationale tech-bedrijven zoals Google, Microsoft en Accenture aandeelhouder zijn, naast Duitse industriële reuzen zoals Volkswagen, Bosch en BMW. Het voordeel voor deze laatste is dat zij via de langetermijn-roadmap van DFKI inzicht krijgen in zowel de state-of-the art van de technologie, als in relevante politieke ontwikkelingen. Projecten die volledig door bedrijven gefinancierd worden, hebben de volle mogelijkheid om commerciële mogelijkheden op te leveren, omdat DFKI dan de IP aan het bedrijf laat. Voor de DFKI-onderzoekers moet het wel mogelijk blijven om te publiceren. De meeste projecten steunen deels op overheidsfinanciering of vinden plaats in consortia, waarbij volgens de Duitse wet andere bedrijven met HQ in Duitsland automatisch ook het recht hebben de IP te gebruiken.

DFKI geniet een uitstekende reputatie voor de academische opleiding van jonge wetenschappers. Momenteel leveren ongeveer 540 onderzoekers en meer dan 400 studenten uit meer dan 60 landen een bijdrage aan ongeveer 240 onderzoeksprojecten. DFKI fungeert als opstap naar leidinggevende posities in de industrie en springplank voor oprichters van spin-off bedrijven. In de loop der jaren zijn 96 medewerkers benoemd tot hoogleraar aan universiteiten in Duitsland en in het buitenland. De link met het universitaire landschap wordt behouden doordat de directeurs ook professor zijn aan de universiteiten waar de DFKI-onderzoekscentra gevestigd zijn. Via samenwerkingsovereenkomsten negotieert men voor hen een vermindering van hun plichturen onderwijs, en ook de betaling van hun loon.

5.6.2 Nederland: ICAI

In Nederland werd in april 2018 ICAI opgericht, dat tot doel heeft om in een samenwerkingsverband tussen universiteiten en de industrie aan AI-onderzoek te doen. Men hanteert het model van kleinschalige vraag-gestuurde industrielabs, waarbij de academische partners (in eerste instantie UVA en Vrije Universiteit Amsterdam) met een industriële partner of met een consortium van industriële partners een langetermijn-onderzoeksagenda bepalen. De 1^e samenwerkingen werden opgezet met Bosch, Qualcomm en recentelijk ook Ahold Delhaize. Men benadrukt dat elk van de industrielabs ontstaan voor aansluiting door nieuwe industriële partners. Nieuwe labs kunnen in principe vanuit elke relevante sector opgestart worden. De voorwaarde is dat het onderzoek van internationaal topniveau is, en conformeert aan de Nederlandse (en Europese) waarden.

Het gaat meerbepaald om fundamenteel onderzoek, uitgevoerd in een relatief klein team met typisch 5 promovendi, maar maatwerk is mogelijk en kan bv. gericht zijn op de *talent pipeline* van de industriële partner. Diens personeel kan ook genieten van kennistransfer-activiteiten zoals stages, workshops, ... Er wordt samengewerkt met de intermediaire organisatie Startup Delta om ook start-ups te betrekken en via fysieke co-lokalisatie is ook de link met kmo's verzekerd.

De financiering van een lab gebeurt hoofdzakelijk door de industriële partner(s), die dan ook de IP verwerven. Er worden wel regelingen getroffen zodat de ICAI-onderzoekers na een bepaalde periode kunnen publiceren. Op termijn beoogt men te groeien naar een tiental labs, en uit te groeien tot hét nationale AI-initiatief. De gemeente Amsterdam heeft 4 miljoen euro geïnvesteerd. Omwille van het expertiseniveau werd ICAI geselecteerd als Nederlandse knoop binnen het Europese Ellis-initiatief.

[illegible]

How we will work with industry, third sector and public sector partners

Partnerships:

- Collaborative research
- Multi-year programmes

Targeted research projects:

- Aligned to research challenges
- 3-24 months

Membership:

- For organisations and individuals
- To launch 2018

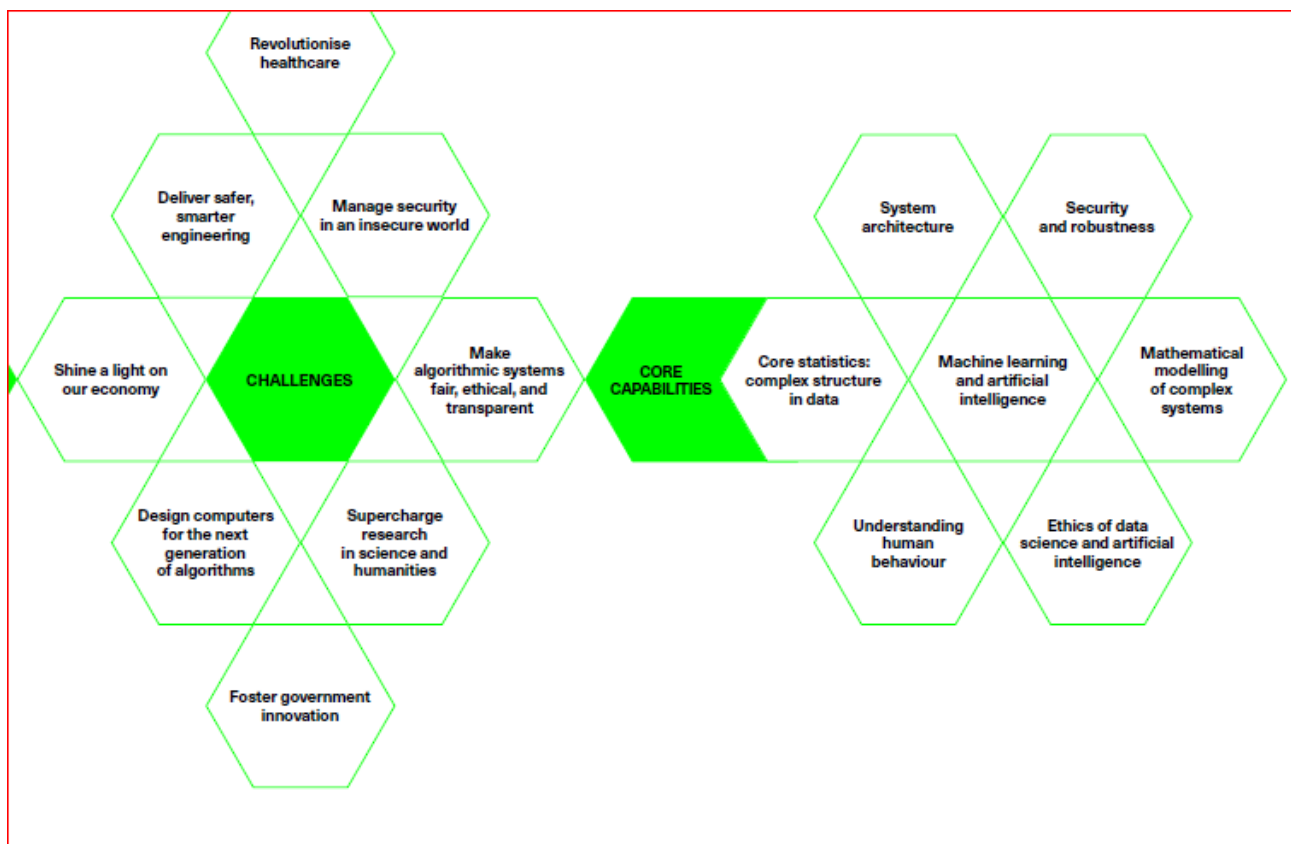
The Alan Turing Institute

Tech and infrastructure collaborations

Bron: <https://www.turing.ac.uk/>

Het Turing-instituut wil zijn onderzoek focussen op een aantal ambitieuze *challenges* waar AI en data science een game changer kunnen zijn voor wetenschap, maatschappij en economie. Deze uitdagingen demonstreren de bredere gebieden van toegepaste wetenschap waarin het instituut werkt, en worden niet aangepakt door het instituut alleen. Ze steunen in belangrijke mate op samenwerkingen met bedrijfspartners en partners uit de publieke en non-profit sector. Er wordt regelmatig geëvalueerd of het nog om de meest relevante *challenges* gaat. Het instituut is zeer flexibel voor de modaliteiten van die partnerschappen: het kan gaan van Data Study Groups die een week duren tot meerjarige onderzoeksprogramma's, waarbij zowel samengewerkt kan worden met kmo's als grote multinationals.

Naast onderzoek, en opleiden van talent, is de 3^e kernactiviteit van het instituut om te wegen op het publieke debat, en daarin ook de ethische implicaties van AI te betrekken. Vanaf 2017 mikt het Turing-instituut ook op het uitbouwen van internationale samenwerkingen.



Bron: <https://www.turing.ac.uk/>

6 INTERESSANTE CASES UIT VEELBELOVENDE SECTOREN

6.1 MAAKINDUSTRIE

Een artikel in De Tijd van 29 maart 2017¹⁰¹ bericht over de introductie van een cobot in de assemblage bij Audi Vorst. Een verdeling van taken tussen arbeiders en robots an sich is helemaal niet uitzonderlijk in de auto-industrie: in de fabriek in Vorst zijn er bv. meer dan 500 robots in gebruik¹⁰². Wat wel vernieuwend was aan de introductie van de cobot, is dat deze interageert en samenwerkt met zijn menselijke collega's, en dat de cobot niét om veiligheidsredenen in een afgesloten kooi moet opereren. Om dat mogelijk te maken, doet de machine beroep op deep learning, in het bijzonder computer vision.

De introductie van de cobot was het resultaat van een imec.icon-project, waarbij de VUB en UHasselt samenwerkten met 5 industriële partners¹⁰³. Melexis uit Ieper stond bv. in voor de chips en sensoren en het Gentse bedrijf Robovision voor de deep learning-algoritmen. Het project was opgevat als een living lab. Daarbij werden niet alleen technologische uitdagingen aangepakt, maar bestudeerde men ook de sociale impact van een dergelijke machine in realistische omstandigheden. Om de cobot aanvaard te laten worden door zijn menselijke collega's, heeft de machine bv. een aantal menselijke trekjes meegekregen¹⁰⁴.

Het project resulteerde uiteindelijk in de operationele inzet van de cobot bij het verlijmen van dakversterkers voor de Audi A1. Daarbij zijn de arbeiders niet vervangen, maar werken ze met de cobot samen. Om dat mogelijk te maken, gebruikt de cobot 'slimme' beeldverwerkingsalgoritmes. De machine is bv. in staat om nieuwe handelingen aan te leren via imitatie van zijn menselijke collega's. Deze techniek biedt perspectieven op de introductie van dergelijke systemen bij kmo's, die bij traditionele robots moeite hebben met de hoge kosten van het frequent



101 <https://www.tijd.be/ondernemen/technologie/Baby-Geert-de-nieuwste-werknemer-van-Audi-Brussels/9877912>

102 http://www.engineeringnet.be/belgie/detail_belgie.asp?Id=18919&category=controlArt&titel=ClaXon-project%20bij%20Audi%20in%20Vorst%20-%20artikel

103 <https://www.imec-int.com/en/articles/audi-brussels-introduces-cobot-walt-a-new-generation-of-robot-in-its-production-line>

104 De cobot heeft bv. een virtueel gezicht, aangestuurd met LED's.

herprogrammeren. Daarnaast kunnen de arbeiders via handgebaren de instructie geven aan de cobot om te switchen van proces. Dat biedt Audi de nodige flexibiliteit om aan verschillende versies van de A1 te werken op dezelfde lijn. Voor de arbeiders zelf is de ergonomie van hun werkomgeving verbeterd, doordat ze minder repetitief werk hebben.

Het project, dat 2 jaar liep en een budget had van 1,3 miljoen euro¹⁰⁵, is **een illustratie van het potentieel van AI-gebaseerde technologie om op langere termijn bij te dragen aan de verankering van de maakindustrie in Vlaanderen**. Na 6 maanden gebruik van de cobot bleek de productiviteit volgens een artikel van *engineeringnet.be* immers toegenomen door kortere taakcycli. Bijkomend daalden de kosten door 20% minder verbruik van lijm, en steeg de kwaliteit met 15%. De cobot is in tegenstelling tot menselijke arbeiders in staat om met een consistente kwaliteit 2 shiften van 8 uur af te werken. In een regio met relatief hoge loonkosten als Vlaanderen is productiviteitstoename erg belangrijk voor de competitiviteit.

105 https://www.imec-int.com/drupal/sites/default/files/inline-files/ClaXon_Closing%20Leaflet2125.pdf

6.2 GEZONDHEIDSZORG

Een artikel in De Tijd van 13 april 2018 getiteld “*Artificiële intelligentie doet intrede in dokterskabinet*” maakt melding van een doorbraak in het gebruik van artificiële intelligentie in de gezondheidszorg. De Amerikaanse geneesmiddelenwaakhond FDA keurde namelijk voor de allereerste keer het gebruik goed van een algoritme voor de screening van patiënten, waarbij geen bijkomende check van een arts vereist is.

Het ging meerbepaald over een algoritme voor de opsporing van diabetische retinopathie, een oogziekte die leidt tot progressieve achteruitgang van het gezichtsvermogen van diabetes-patiënten. Het is in de Verenigde Staten de belangrijkste oorzaak van een verminderd gezichtsvermogen bij mensen op werkbare leeftijd.

De doorbraak is een zeer goede illustratie van het potentieel van AI in healthcare. Door de onherstelbare vermindering van het gezichtsvermogen, is een vroege behandeling en dus ook detectie van retinopathie nl. uiterst belangrijk. 50% van de Amerikaanse diabetici raadplegen echter minder dan 1 maal per jaar hun oogspecialist. De screening met het autonoom functionerende algoritme maakt regelmatigere controle van de ogen mogelijk. Digitale opnames van het netvlies worden bij deze innovatie doorgestuurd naar de cloud ter beoordeling. Dat maakt controle mogelijk bij elk bezoek van de patiënt aan de huisarts. Specialistische oogkennis is niet nodig, omdat het algoritme een duidelijke aanbeveling maakt: ofwel een dringende doorverwijzing naar een oogspecialist, of bij negatief resultaat de oproep om zich een jaar later opnieuw te laten screenen.

Deze case toont aan dat algoritmen niet de perfectie hoeven te bereiken om nuttig inzetbaar te zijn. De goedkeuring steunde immers op een klinische studie bij 900 patiënten, waarbij het algoritme in 87,4% van de gevallen een correcte positieve diagnose stelde, en in 89,5% van de gevallen een correct negatief resultaat aangaf. Het artikel wijst ook op enkele typische beperkingen van neurale netwerken: de screening is bv. enkel effectief voor patiënten die geen speciale behandelingen zoals oogchirurgie hebben ondergaan. Daarnaast is het algoritme enkel inzetbaar voor de detectie van deze specifieke oogziekte. Het gaat om een vorm van *supervised learning*, die steunt op voorafgaande labeling van een massa opnames door menselijke specialisten.

Bovenstaande beperkingen, en vooral ook het feit dat er i.g.v. positieve diagnose wordt doorverwezen naar een menselijke oogspecialist, betekenen dat de AI de arts niet uitschakelt.

[illegible]

6.3 RETAIL

Toepassingen van artificiële intelligentie voor gepersonaliseerde productaanbevelingen op de websites van grote spelers als Amazon zijn alom bekend. De Duitse e-tailer Otto ging nog een stap verder (The Economist, 2017).

Otto kampte met de uitdaging dat klanten met een hogere waarschijnlijkheid pakketjes retour stuurden, als deze niet binnen de 2 dagen geleverd werden. Omdat Otto met veel leveranciers werkt, die de voorraad producten in hun eigen *warehouses* aanhouden, kon het bedrijf hier onvoldoende op inspelen bij grote klantenorders. Een snelle verzending van slechts een deel van een bestelling met producten van verschillende leveranciers, bleek immers ook tot hogere retouren te leiden. Alle producten in eigen distributiecentra aanhouden om snelle shipment te faciliteren, zou dan weer voor te hoge kosten zorgen.

Otto vond de oplossing in het gebruik van een deep learning-algoritme afkomstig van het CERN, waar het werd gebruikt voor deeltjesfysica. **Het algoritme maakt voorspellingen over de klantaankopen in de volgende 30 dagen.** Door deze gedetailleerde forecasts wordt Otto in staat gesteld om zelf op een slimme manier bestellingen te plaatsen bij leveranciers en de voorraad proactief zo samen te stellen, dat klantenorders volledig én zeer snel de deur uit kunnen. Dit zonder dat de totale omvang van de voorraad bij Otto moest groeien.

Het algoritme werd getraind op basis van een databank met 3 miljard transacties uit het verleden. Maar het beperkt zich niet tot historische aankopen om voorspellingen te maken: in totaal worden meer dan 200 parameters in rekening genomen, waaronder ook de weersvoorspellingen en het actuele zoekgedrag van klanten op de website. De resultaten zijn spectaculair: het algoritme haalt een accuratesse van 90%, waardoor men bij Otto heeft beslist om meer dan 200 000 maandelijkse bestellingen volautomatisch uit te voeren, zonder menselijke controles.

Finaal bespaart Otto door het gebruik van deep learning tweemaal kosten: het voorraadvolume kon met 20% worden gereduceerd, en de retouren werden met 2 miljoen per jaar teruggedrongen. Dat laatste betekent uiteraard ook een aanzienlijke reductie van de uitstoot van koolstofdioxide. **The Economist** vermeldt ook dat er geen banen verdwenen door de automatisering, maar dat er zelfs banen gecreëerd werden bij de retailer.

6.4 FINANCIËLE DIENSTEN

De Financial Times berichtte op 12 april 2018 over het verschil tussen de AI-hype en het werkelijke gebruik van de technologie in de financiële wereld. De bank bevroeg een twintigtal van de grootste banken in de wereld over hoe zij AI toepassen. Daaruit bleek dat het gevreesde sector-brede massale jobverlies, ondanks enkele voorbeelden van banken met een teruglopend personeelsbestand, nog niet aan de orde is. Financiële instellingen blijken de mogelijkheden van de technologie elk op hun eigen manier en op verschillende schaal af te tasten. Enkele belangrijke spelers zijn er bovendien van overtuigd dat het vandaag de dag, en ook in de nabije toekomst, een slecht idee is om medewerkers te vervangen door algoritmen wegens de gebrekkige flexibiliteit en de afwezigheid van cognitief vermogen. De banken bleken hun verwachtingen voor kostenbesparingen door de inzet van AI ook op minder dan 20% in te schatten.

Artificiële intelligentie blijkt dus, althans voor de voorzienbare toekomst, niet meteen de job-killer te zijn die er vaak van gemaakt wordt. Dat neemt niet weg dat de technologie in specifieke domeinen nu al een grote impact heeft op de financiële dienstverleners, bv. op het vlak van fraude-detectie.

In een voorafgaand artikel van 9 april 2018 kondigde de Financial Times aan dat HSBC als laatste van de grote banken AI-technologie in gebruik heeft genomen om witwaspraktijken en verdachte transacties op te sporen en te voorkomen. Verschillende banken werden in het laatste decennium immers veroordeeld tot miljardenboetes voor het faciliteren van illegale geldstromen, wat hen ertoe aanzette maatregelen te nemen. HSBC zelf kocht in 2012 voor een bedrag van bijna 2 miljard \$ gerechtelijke vervolging af, voor het witwassen van gelden van Mexicaanse kartels en het overtreden van het Amerikaanse embargo op transacties met Iran en Soedan.

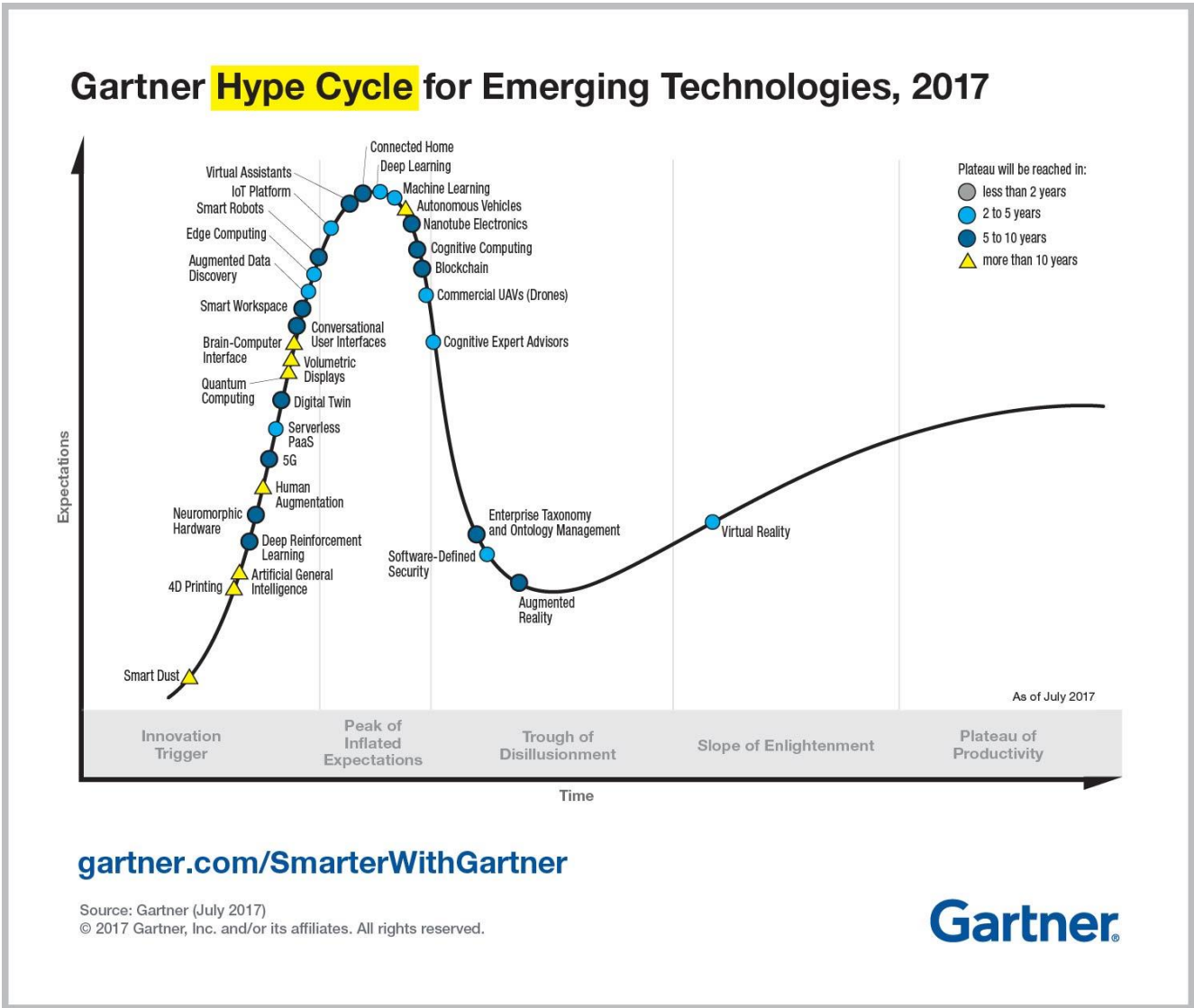
Op het vlak van het indammen van dergelijke risico's bieden 'intelligente' algoritmen een aantal voordelen: niet alleen kostenreductie door het beperken van de nood aan extra personeel, maar ook en vooral grotere snelheid en *scope* van informatieverwerking. De AI-software van HSBC zal de massa data waarover de bank beschikt, over klanten en transacties, *in real time* vergelijken met publiek beschikbare data. Gestructureerde en ongestructureerde gegevens zoals telefoonnummers, adressen, nieuwsberichten, ... kunnen immers razendsnel door het algoritme worden verwerkt om een beter beeld te krijgen van de context van transacties. Dat maakt dat HSBC ook zeer snel zou kunnen ingrijpen bij verdachte transfers.

Belangrijke opmerking is wel dat AI ook hier geen wonderoplossing blijkt te zijn: het hoofd van de Britse financiële waakhond FCA benadrukt het nut van dergelijke software, maar waarschuwt dat ze niet volstaat.

//

7 BIJLAGEN

7.1 HYPER CYCLE: EMERGING TECHNOLOGIES



Bron: Gartner

7.2 GEÏMPACTEERDE FUNCTIONELE DOMEINEN

FIGURE 3: Most organizations foresee a sizable effect on IT, operations, and customer-facing activities.

Most affected functional areas across industries

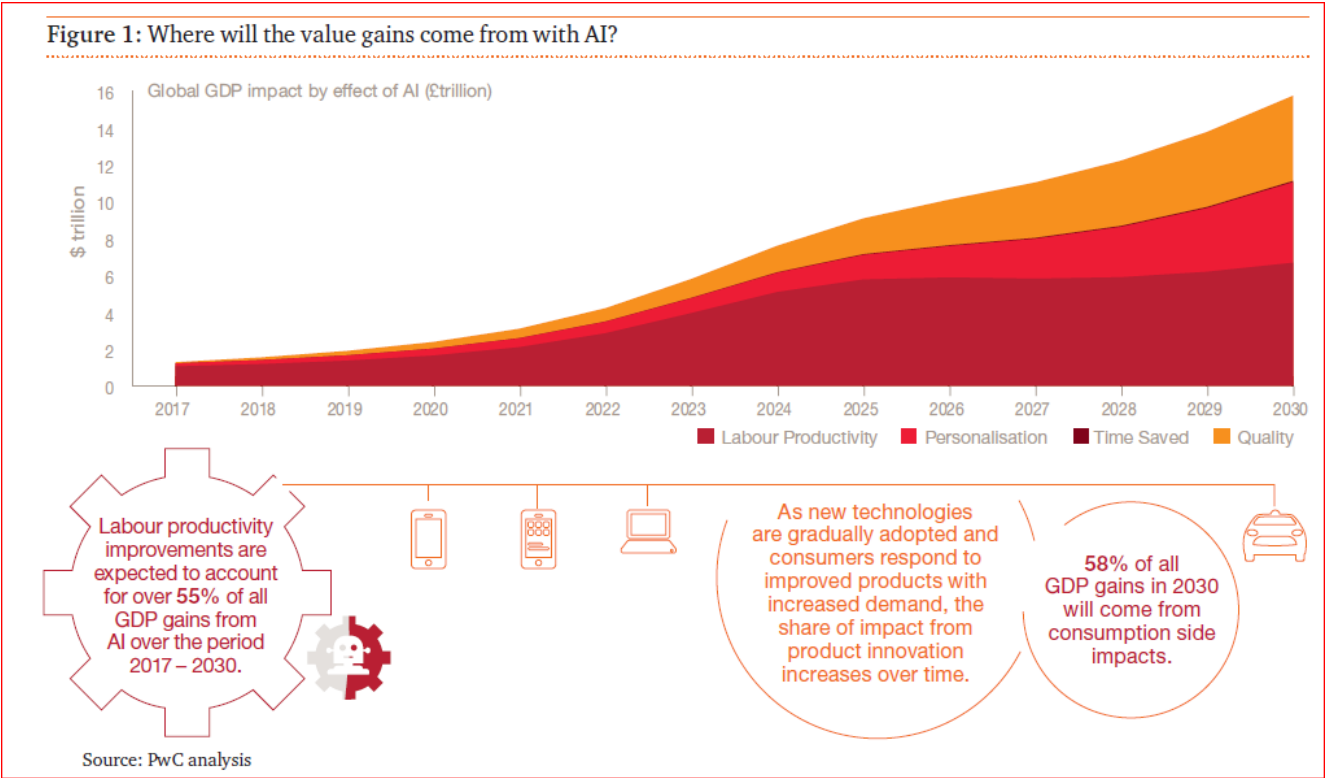
What areas within your organization do you anticipate AI will affect the most? Select three.



Functional areas that were not in the top three of any industry: communications, human resources, legal or compliance, procurement

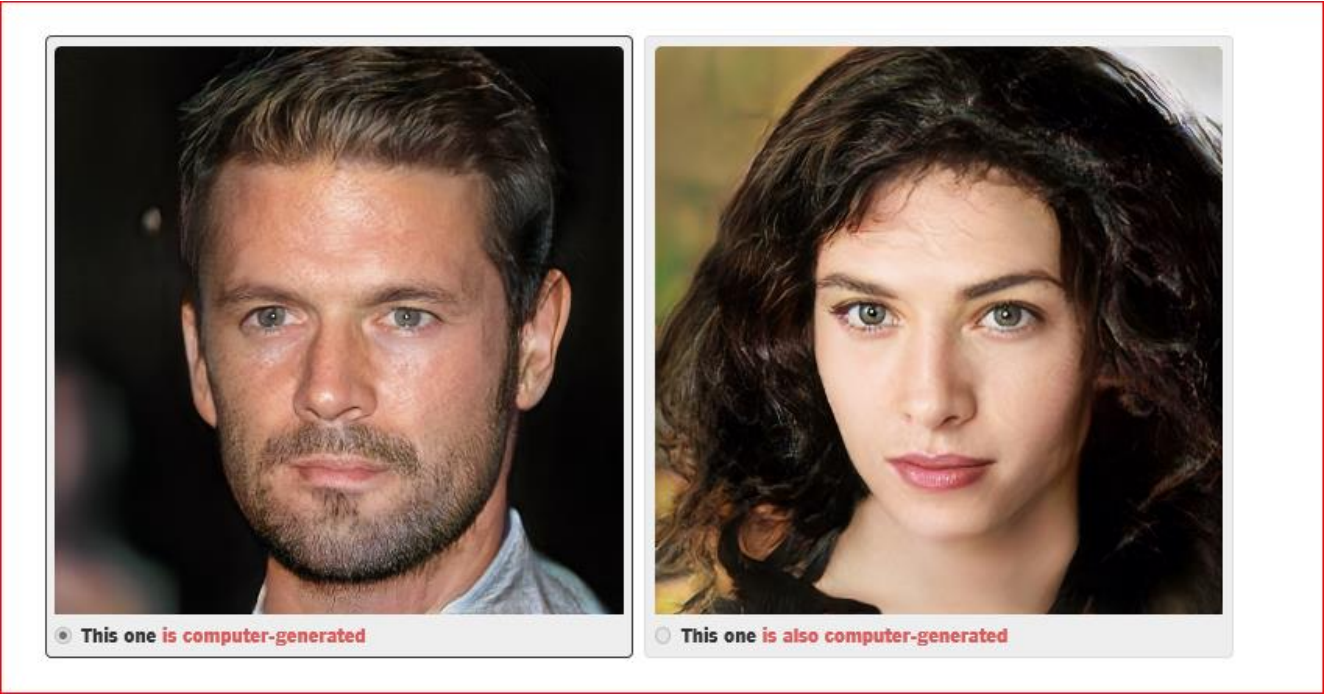
S. Ransbotham, D. Kiron, P. Gerbert, and M. Reeves, "Reshaping Buiness With Artificial Intelligence," MIT Sloan Management Review and The Boston Consulting Group, September 2017.

7.3 MONDIALE BIJDRAGE VAN AI AAN HET BBP



Bron: PwC

7.4 PORTRETFOTO VAN EEN FICTIEVE CELEBRITY GEGENEREERD DOOR EEN DEEP NEURAL NETWORK



Bron: The New York Times januari 2018

8 BRONNEN

Berg, A., Buffie, E.F. & Zanna, L.F. (2016). Robots, Growth and Inequality. *Finance & Development*.
September 2016

Brooks, R. (2017). The Seven Deadly Sins of AI Predictions. *MIT Technology Review*, 120 (6), pp. 79-84.

Brundage, M., Avin, S., Clark, J., Toner, H., Eckersley, P., Garfinkel, B., ...Amodei, D. (2018). *The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention and Mitigation*.

Brynjolfsson, E. & Mitchell, T. (2017). What can machine learning do? Workforce implications. *Science* 358 (6370), pp. 1530-1534.

Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2018). What AI can and can't do (yet) for your business. *McKinsey Quarterly January 2018*.

Dawar, N. (2018). Marketing in the Age of Alexa. *Harvard Business Review* May-June 2018.

Delcker, J. (2018). *Germany is falling behind on Tech, and Merkel knows it*. Politico 23 juli 2018. Opgehaald van <https://www.politico.eu/article/germany-falling-behind-china-on-tech-innovation-artificial-intelligence-angela-merkel-knows-it/>

Dutton, T. (2018). *Artificial Intelligence Strategies*. Opgehaald van <https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd>

EPSC (2018). *The Age of Artificial Intelligence: Towards a European Strategy for Human-Centric Machines*. EPSC Strategic Notes.

European Commission (2017). Commission Staff Working Document: Europe's Digital Progress Report 2017. Opgehaald van <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/europes-digital-progress-report-2017>

European Commission (2018a). *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Artificial Intelligence for Europe*. Opgehaald van <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-artificial-intelligence-europe>

European Commission (2018b). *Digital Economy and Society Index Report 2018: Integration of digital Technology*. Opgehaald van <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

European Economic and Social Committee (2016). *Artificial Intelligence-The Consequences of Artificial Intelligence on the (Digital) Single Market, Production, Consumption, Employment and Society*. INT/806

////////////////////////////////////

European Group on Ethics in Science and New Technologies (2018). *Statement on Artificial Intelligence, Robotics and 'Autonomous Systems'*.

European Parliament (2017). *Report with Recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103(INL))*. Committee on Legal Affairs. European Parliament

Future of Life Institute (2017). *Asilomar AI Principles*.

Gartner (2017). *Hype Cycle for Data Science and Machine Learning*. Opgehaald van <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-4MLA3QU&ct=171220&st=sb>

Hinssen, P. (2017). *The day after tomorrow: hoe overleven in tijden van radicale innovatie*. Lannoo Campus.

Hofheinz (2018). *The Ethics of Artificial Intelligence: How AI Can End Discrimination and Make the World a Smarter, Better Place* (interactive policy brief 23/2018). Opgehaald van <https://www.lisboncouncil.net/publication/publication/148-the-ethics-of-artificial-intelligence-how-ai-can-end-discrimination-and-make-the-world-a-smarter-better-place.html>

Hofheinz, P. (ed.) (2016). *Artificial Intelligence and Machine Learning: Opportunity and Challenge*. The Lisbon Council. Opgehaald van <https://www.lisboncouncil.net/publication.html?start=10>

IEEE (2017). *The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems. Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems, Version 2*. Opgehaald van http://standards.ieee.org/develop/indconn/ec/autonomous_systems.html.

ITU & XPRIZE (2017). *AI for Good Global Summit: Artificial Intelligence Can Help Solve Humanity's Greatest Challenges (report)*.

McKinsey (2017a). *Artificial Intelligence: the Next Digital Frontier?* Opgehaald van: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Advanced%20Electronics/Our%20Insights/How%20artificial%20intelligence%20can%20deliver%20real%20value%20to%20companies/MGI-Artificial-Intelligence-Discussion-paper.ashx>

McKinsey (2017b). *Digitally-enabled Automation and Artificial Intelligence: Shaping the Future of Work in Europe's Digital Front-runners*. Opgehaald van: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/europe/shaping%20the%20future%20of%20work%20in%20europes%20nine%20digital%20front%20runner%20countries/shaping-the-future-of-work-in-europes-digital-front-runners.ashx>

Microsoft (2018). *The Future Computed: Artificial Intelligence and its Role in Society*. Redmond, Washington

Mohout, O. (2017). *European Artificial Intelligence Scaleups report*. Opgehaald van <https://www.slideshare.net/omohout/europe-ai-scaleups-report-2016>

Mohout, O. (2018a). *European AI Landscape 2018*. Opgehaald van <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-artificial-intelligence-landscape>

Mohout, O. (2018b). *BETECH Landscape 2017 (ppt)*.

Office of Science and Technology Policy (2016). *The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan*. Opgehaald van https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/national_ai_rd_strategic_plan.pdf

Office of Science and Technology Policy (2018). *Summary of the 2018 White House Summit on Artificial Intelligence for American Industry*. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/05/Summary-Report-of-White-House-AI-Summit.pdf>

Purdy, M. & Daugherty, P. (2016). *Why Artificial Intelligence is the Future of Growth*. Accenture. Opgehaald van https://www.accenture.com/t20170524T055435_w_/ca-en/_acnmedia/PDF-52/Accenture-Why-AI-is-the-Future-of-Growth.pdf

Q+A: Fei-Fei Li (2017). *MIT Technology Review* 120 (6), pp. 26-27.

Ransbotham, S., Kiron, D., Gerbert, P. & Reeves, M. (2017). *Reshaping Business With Artificial Intelligence*, MIT Sloan Management Review and The Boston Consulting Group, September 2017. Opgehaald van: <https://sloanreview.mit.edu/projects/reshaping-business-with-artificial-intelligence/>

Rao, A.S. & Verweij, G.(2017). *Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?* Pwc. Opgehaald van <https://www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/publications/artificial-intelligence-study.html>

Shoham, Y., Perrault, R., Brynjolfsson, E. & Clark, J. (2017). *Artificial Intelligence Index: 2017 annual report*.
Opgehaald van <http://cdn.aiindex.org/2017-report.pdf>

Somers, S. (2017). Is AI Riding a One-Trick Pony? *MIT Technology Review* 120 (6), pp. 29-36.

Steels, L. (ed.). (2017). *Artificiële intelligentie. Naar een vierde industriële revolutie?* KVAB Standpunt 53.

The Economist (2017). *How Germany's Otto uses Artificial Intelligence*. The Economist 12 april 2017. Opgehaald van <https://www.economist.com/news/business/21720675-firm-using-algorithm-designed-cern-laboratory-how-germanys-otto-uses>

////////////////////////////////////

The Economist (2018). *Does China's Digital Police State Have Echoes in the West?* The Economist 2 juni 2018.

The House of Marketing (2018). *Yearly Marketing Survey 2018: Climbing the Data Ladder towards Marketing Attribution*.

UK Government (2017). *Industrial Strategy: building a Britain fit for the future*.

UK Government (2018). *AI Sector Deal*. Opgehaald van <https://www.gov.uk/government/publications/artificial-intelligence-sector-deal/ai-sector-deal>

Villani, C. (2018). *For a Meaningful Artificial Intelligence: Towards a French and European Strategy. A parliamentary mission from 8th September 2017 to 8th March 2018.*

Westerheide (2018). *The European AI Landscape: European Commission EU AI Workshop (ppt)*. Opgehaald van <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-artificial-intelligence-landscape>

World Economic Forum (2018). *Annual Meeting 2018: Creating a Shared Future in a Fractured World (report)*.

9 GERAADPLEEGDE WEBSITES (IN VOETNOTEN TEKST)

Voor de analyse

<http://trends.knack.be/economie/e-business/etienne-vermeersch-doorbraak-artificiele-intelligentie-belangrijkste-nieuws-van-het-jaar/article-normal-652427.html>

<http://www.aiforhumanity.fr>

<http://www.knack.be/nieuws/belgie/facts-matter-en-daar-moeten-we-met-zijn-allen-blijven-op-hameren/article-opinion-923813.html>

http://www.standaard.be/cnt/dmf20180216_03361604

http://www.standaard.be/cnt/dmf20180328_03434316

<https://blogs.microsoft.com/ai/machine-translation-news-test-set-human-parity/>

<https://datanews.knack.be/ict/nieuws/duitsland-gaat-drie-miljard-euro-in-ai-investeren/article-normal-1393011.html>

<https://deepmind.com/research/alphago/>

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-innovation-hubs>

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-ai-alliance>

<https://www.demorgen.be/wetenschap/dankzij-deze-praatpaal-voert-u-nooit-nog-een-onzinnige-discussie-b09bab091/>

<https://www.ft.com/content/b497a134-2d21-11e8-a34a-7e7563b0b0f4>

<https://www.ft.com/content/b9d7daa6-3983-11e8-8b98-2f31af407cc8>

<https://www.ft.com/content/bb24f946-2918-11e8-b27e-cc62a39d57a0>

<https://www.ft.com/content/daf53474-c21c-11e7-a1d2-6786f39ef675>

<https://www.gouvernement.fr/argumentaire/intelligence-artificielle-faire-de-la-france-un-leader>

<https://www.itu.int/en/ITU-T/AI/2018/Pages/default.aspx>

////////////////////

<https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/microsoft-researchers-achieve-new-conversational-speech-recognition-milestone/>

<https://www.politico.eu/article/europe-divided-over-robot-ai-artificial-intelligence-personhood/>

<https://www.theverge.com/2018/6/18/17477686/ibm-project-debater-ai>

<https://www.tijd.be/nieuws/archief/De-nieuwe-tempels-van-Silicon-Valley/9898971>

<https://www.tijd.be/tech-media/technologie/AI-zal-alles-hyperpersoonlijk-maken/10009362>

https://www.turing.ac.uk/sites/default/files/2018-07/turing_pfs_digital-version.pdf

Voor de cases

http://www.engineeringnet.be/belgie/detail_belgie.asp?id=18919&category=control_art&titel=ClaXon-project%20bij%20Audi%20in%20Vorst%20-%20artikel

<https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm604357.htm>

https://www.imec-int.com/drupal/sites/default/files/inline-files/ClaXon_Closing%20Leaflet2125.pdf

<https://www.imec-int.com/en/articles/audi-brussels-introduces-cobot-walt-a-new-generation-of-robot-in-its-production-line>

<https://www.tijd.be/ondernemen/technologie/Baby-Geert-de-nieuwste-werknemer-van-Audi-Brussels/9877912>

10 GERAADPLEEGDE EXPERTEN – BIJGEWOONDE EVENTS

Experten/stakeholders die we wensen te bedanken voor hun medewerking:

- Ann Dooms (VUB)
- Ann Nowé (VUB)
- Bart De Moor (KU Leuven)
- Elena Tsiporkova (Coördinator EluciDATA Innovation Lab, Sirris)
- Elke Horrix (Head of Data and GDPR, The House of Marketing)
- Erik Mannens (UGent)
- Freek Couttenier (General Advisor-Public Affairs, AGORIA)
- Jan Rabaey (UC Berkeley)
- Jo De Boeck (CTO, imec)
- Jonathan Duplicy (Innovation Advisor Digital, INNOVIRIS)
- Kenny Helsens (AI Lead, In The Pocket)
- Koen Hufkens (UGent)
- Luc Steels (KVAB)
- Marian Verhelst (KU Leuven)
- Marijke Verhavert (Programma Manager AI, Informatie Vlaanderen)
- Marion Debruyne (Vlerick Business School)
- Natacha Dewyngaert (Senior Consultant, PwC Technology Consulting)
- Natalie Bertels (KU Leuven)
- Nikolaos Loutas (Director, PwC Technology Consulting)
- Omar Mohout (Entrepreneurship Fellow, Sirris)
- Pieter Ballon (VUB-imec)
- Ramses Valvekens (CEO, Easics)
- Tom Lenaerts (ULB)
- Veerle Lories & An Schrijvers (Programma Innovatieve Overheidsopdrachten, Vlaamse overheid)
- Vincent Thoen (Senior Advisor Innovation, Economic Policy & Corporate Finance; VOKA)
- Wouter Joosen (KU Leuven)

Internationaal

- Charlotte Smoothie & Edward Teather (medewerkers Office for Artificial Intelligence [UK])
- Irina Orsich (European Commission DG Communications Networks, Content and Technology)
- Isodoros Karatzas & Jim Dratwa (European Commission DG Research & Innovation)
- Jessica Rushworth (Director Policy and Strategy, Digital Catapult [UK])
- Jussi Nissilä (General Secretary, Finland's National AI Program)
- Karen Maex (Rector Magnificus, Universiteit van Amsterdam)
- Katleen Gabriëls (Assistant Professor, Eindhoven University of Technology)

////////////////////////////////////

- Michael Vlerick (Assistant Professor, Tilburg University)
- Nick Jennings (Professor of AI, Imperial College [UK])
- Philippe Slusallek (Scientific Director German Research Center for AI “DFKI”, co-founder Confederation of Laboratories for AI Research in Europe “CLAIRE”)

Internationale VARIO-bezoeken

- **Amsterdam:** Peter van Tienderen (Decaan Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica; Universiteit van Amsterdam) & Marcel Worring (Director of the Informatics Institute, UvA)
- **Parijs:** Cédric Villani (hoofd van de parlementaire missie “Donner un sens à l’intelligence artificielle: pour une stratégie nationale et européenne” [FR])
- **Pittsburgh:** Carnegie Mellon University: Farnam Jahanian (President), Raj Rajkumar (Dir. Metro 21 and co-Dir. General Motors-CMU Connected and Autonomous Driving Collaborative Research Lab), Martial Hebert (Dir. Robotics Institute), Tom Mitchell (Professor Machine Learning), Jeff Legault (Dir. of Strategic Business Development NREC), ...
- **Boston:** Massachusetts Institute of Technology: Pattie Maes (Professor @MIT Media Lab), Alex Pentland (Media Lab Entrepreneurship Program Director), J.J. Laukaitis (Program Director MIT Industry Liaison Program), Julien De Wit (Assistant Professor of Planetary Science), Sophie Vandeboeck (VP Emerging Technology Partnerships, IBM), ...

Bijgewoonde events

- AI 4 Business Summit
- AI Europe- Stakeholder Summit EESC
- EU Industry Days
- Imec ITF
- Inauguration of the Sirris Data and AI Competence Lab
- Inspiratiedag AI van de Vlaamse overheid
- KVAB-lezing “De mobiliteit van morgen: zijn we klaar voor een paradigmawissel?”
- Lentecyclus KVAB “De robo sapiens”
- Lezing Peter Hinssen in het Vlaams Parlement “The Day after Tomorrow”
- PILS Life Sciences Symposium: How smart is your Data?
- Stakeholdersoverleg Artificial Intelligence
- Stakeholdersoverleg Cybersecurity
- Standpuntvoorstelling AI – KVAB
- Supernova
- The Lisbon Council High-Level Roundtable: AI, World-Class Schools and the Future of Work
- Vlerick webinar: Digitization of the White Collar Workforce met o.a. Alexander Decroo
- ...

[illegible]

VARIO-ambassadeur adviestraject: Lieven Danneels
VARIO-staf: Jo Bultreys (Redactie, Research en Analyse), Danielle Raspoet (Redactie)

VARIO

Vlaamse Adviesraad voor
Innoveren & Ondernemen



Vlaanderen
is ambitieus

VARIO

Vlaamse Adviesraad voor
Innoveren & Ondernemen



Vlaanderen
is ambitieus

Vlaamse Adviesraad voor Innoveren en Ondernemen

Koolstraat 35

1000 Brussel

+32 (0)2 553 24 40

info@vario.be

www.vario.be