



RAPPORT

ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE
INTERNATIONALE VERKENNING VAN
DE SOCIAAL-ECONOMISCHE IMPACT
STAND VAN ZAKEN EIND OKTOBER 2020

Disclaimer: Dit achtergronddocument werd opgemaakt door het SERV-secretariaat ter ondersteuning van het sociaal-economisch overleg en de beleidsadvisering door de sociale partners in de SERV. De bevindingen, interpretaties en conclusies in dit achtergronddocument vallen volledig onder de verantwoordelijkheid van het SERV-secretariaat en kunnen op geen enkele wijze toegeschreven worden aan de raad, een organisatie vertegenwoordigd in de raad of een lid van de raad.

Bij gebruik van gegevens en informatie uit dit rapport wordt een correcte bronvermelding op prijs gesteld.

Eigen initiatief

Kennisname raad 8 februari 2021

Contactpersonen Wim Knaepen

wknaepen@serv.be

02 209 01 05

Inhoud

Inhoud	3
Samenvatting.....	7
Rapport	30
1 Inleiding.....	30
2 Begripsomschrijving	31
3 Gradaties en vormen van AI.....	34
3.1 Gradaties en types.....	34
3.2 Vormen	38
4 AI als wetenschappelijke discipline	41
5 AI als een octopus met tentakels in diverse sectoren: een illustratie	49
5.1 General purpose: Duurzame ontwikkeling (SDG's).....	49
5.2 Mobiliteitssector, logistiek en toerisme	52
5.2.1 Mobiliteit	52
5.2.2 Logistiek	55
5.2.3 Toerisme	57
5.3 Detailhandel	58
5.4 Internationale handel.....	59
5.5 Telecomsector	60
5.6 Maakindustrie (Industrie 4.0)	62
5.7 Gezondheidszorg.....	66
5.8 Sociaal welzijn	70
5.9 Wetgeving en rechtspraak	71
5.10 Marien onderzoek	73
5.11 Bouwsector	74
5.12 Wetenschappelijke sector.....	75
5.13 Financiële sector	76
5.14 Agrarische sector	78
5.15 Energie- en milieusector	82
5.16 Creatieve sector.....	87
5.17 Veiligheid	89
6 AI en 5G.....	92

6.1	De opportuniteiten van 5G	92
6.2	Factoren die de uitrol van 5G bemoeilijken	95
6.3	De lange weg naar een definitieve oplossing in België	98
7	Succesfactoren.....	99
8	Wetenschappelijke stromingen over het toekomstig potentieel	100
9	AI: dr. Jekyll en mr. Hyde?	101
9.1	Opportunities versus uitdagingen	101
9.2	De Europese weg: mensgerichte AI	105
9.3	UNESCO: de uitdaging van een mondiaal aanbevelingskader.....	109
9.4	Afdwingbaarheid van ethische kaders?.....	111
9.5	Het economisch belang van een Europese ethische omkadering van AI.....	114
10	De rol van COVID-19.....	115
11	Impact AI op de economie	117
11.1	De omvang en toekomstpotentieel van de AI-markt	117
11.2	De aanwezigheid van AI in sectoren	121
11.3	De (kennis)actoren actief in AI	124
11.4	De impact van AI op de concurrentie tussen ondernemingen, landen/regio's en werknemers.....	130
11.5	Bedrijfsstrategische implicaties van en verwachtingen over AI-introductie	133
11.6	De vooruitgang van AI vertaalt zich nog niet in evenredige productiviteitswinsten.....	137
11.7	Het Europese AI-ecosysteem.....	143
11.8	De intensifiëring van robotisering, mede onder invloed van COVID-19	205
12	Impact op de arbeidsmarkt	207
12.1	Inleiding.....	207
12.2	Impact op de werkgelegenheid.....	208
12.3	Impact op competenties.....	222
12.4	Impact op de arbeidsorganisatie en arbeidsrelaties	237
12.5	HR in een nieuw kleedje: HR-analytics	249
12.5.1	Inleiding	249
12.5.2	Opportunities en mogelijkheden van AI-gedreven HR	249
12.5.3	Drempels voor de adoptie van AI-gedreven HR.....	254

12.5.4	Uitdagingen	257
12.5.5	HR en COVID-19	261
12.5.6	AI-toepassingen in HR bij de VDAB	261
13	De impact van AI op onderwijs	272
13.1	Inleiding	272
13.2	Marktwaarde en beleidsrelevantie van digitale educatieve technologieën	272
13.2.1	Marktwaarde	272
13.2.2	De Europese Commissie zet in op digitale technologieën in het onderwijs	273
13.3	Effecten van COVID-19 op onderwijs en leren	275
13.4	Onderzoek met indicaties voor het AI-adoptievermogen in het onderwijs	279
13.4.1	Indicaties voor de AI-readiness van het onderwijs	280
13.4.2	Indicaties voor het digitale aanpassingsvermogen van het onderwijs aan de impact van de coronacrisis	294
13.5	De potentiële impact op onderwijsmethodiek, leren, en lesgeven	296
13.5.1	Onderwijsmethodiek	296
13.5.2	AI en de leerling	311
13.5.3	AI en de leerkracht	312
13.5.4	AI en de school	316
13.6	Onderwijs en ethiek	321
14	AI en de overheid	323
14.1	Het gebruik van AI bij de overheid	323
14.2	Randvoorwaarden voor de invoering van AI bij de overheid	334
14.3	De rol van de overheid ten aanzien van AI	351
14.4	Het Vlaamse beleid m.b.t. digitalisering en artificiële intelligentie	352
15	BIJLAGE: Enkele cijfergegevens	371
15.1	Wereld/Europees	371
15.1.1	European enterprise survey	371
15.1.2	Artificial Intelligence Index	372
15.1.3	AI Readiness Index	379
15.1.4	AI in Europe	383
15.1.5	The global talent competitiveness Index (GTCI)	390
15.1.6	AI talent in de Europese arbeidsmarkt	395

15.1.7	The revolution of AI at work	397
15.1.8	Government Artificial Intelligence Readiness Index 2019.....	400
15.1.9	Global Cities' AI Readiness Index.....	401
15.1.10	AI en de consument.....	405
15.1.11	De Digital Economy and Society Index	407
15.1.12	Digital Riser Report.....	413
15.1.13	De Europese datamarkt	416
15.1.14	eGovernment Benchmark	421
15.1.15	Digital Government Index	423
15.2	België/Vlaanderen.....	425
15.2.1	AI4BELGIUM Coalition & IPSOS	425
15.2.2	Imec.aibarometer.....	431
15.2.3	Imec.digimeter	433
15.2.4	Barometer digitale inclusie.....	436
15.2.5	Kennis en perceptie AI.....	441

Samenvatting

Artificiële intelligentie

Artificiële intelligentie (AI) is een technologie voor algemene doeleinden (general purpose technology). AI heeft het potentieel om in tal van sociaaleconomische sectoren en domeinen en ten behoeve van diverse maatschappelijke actoren de manier van leren, denken, werken en leven te vergemakkelijken en te verbeteren. AI is de laatste jaren dan ook een hot item, waarover tal van boeken, studies en artikels zijn verschenen.

Met dit informatierapport wil de SERV een algemeen beeld schetsen van het fenomeen AI en een vervolg breien aan het SERV-traject dat in 2017 werd opgestart in het kader van de digitale transformatie. Vanuit een internationaal perspectief wordt de impact van AI op het sociaaleconomisch weefsel en actoren in kaart gebracht: de economie en de bedrijfswereld, de arbeidsmarkt en de werkenden, de arbeidsorganisatie en Human Resources, het onderwijs en de studenten en leerkrachten, de competenties en tenslotte de overheid. Dit rapport houdt, waar relevant, rekening met de impact van de COVID-19 crisis enerzijds als aanjager en versterker van potentiële AI-opportunities en anderzijds als bron van toenemende bekommernissen.

AI heeft (potentiële) voordelen. Dit blijkt uit de hevige concurrentiestrijd die een toenemend aantal landen en regio's aanzet tot het ontwikkelen van nationale/regionale strategieën om het potentieel te ontginnen en op het terrein te realiseren. Ook Vlaanderen blijft niet achter en zet met het Beleidsplan Artificiële Intelligentie actief in op de ontwikkeling (praktische toepassingen) en omkadering (ethische en juridische vraagstukken) van AI. Er zijn immers ook gevaren aan AI verbonden. Zo wordt erop gewezen dat AI nieuwe uitdagingen met zich meebrengt onder meer voor de toekomst van werk, en juridische en ethische vragen doet rijzen. Om de keerzijden van de AI-medaille met elkaar te verzoenen zet de Europese Commissie in op een mensgerichte benadering van AI. In 2021 zal de Commissie meer duidelijkheid verschaffen over het gewenste Europese regelgevingskader. UNESCO streeft momenteel een mondiale consensus na over de ontwikkeling en de toepassing van AI. Een belangrijke vraag zal zijn welke toezichts- of handhavingmechanismen gekoppeld zullen worden aan het Europese en/of mondiale ethische kader.

Dat AI een controversiële technologische ontwikkeling is, blijkt tevens uit de moeilijkheid om het begrip te omschrijven. Gemeenschappelijk aan de talrijke definities en omschrijvingen is de nadruk op het lerend vermogen van een computer of systeem, met data als brandstof. Een AI-systeem zelf kan op een abstracte manier beschreven worden op basis van drie belangrijke eigenschappen: perceptie, redenering/besluitvorming en handeling. Bekende technieken zijn rule-based systemen, machine learning, deep learning, supervised learning, reinforcement learning, recommendersystemen, enz. Er zijn tal disciplines waarin innovatieve AI-toepassingen worden ontwikkeld, gaande van AR, chatbots, computational creativity, exoskeleton over humanoids, speak recognition, holograms tot xenorobots (biorobots). Praktisch alle AI-systemen zijn op dit ogenblik 'narrow' (Artificial Narrow Intelligence of ANI). Het gaat eerder om computertools waarmee de output van menselijke intelligentie wordt geïmiteerd (en steeds vaker overtroffen). Bij ANI is het werkingsdomein beperkt en dus makkelijker behapbaar voor de huidige generatie AI-algoritmes. Intussen zijn er ook meer gesofisticeerde ANI-algoritmes beschikbaar bv. voor medische diagnose van tumoren. Van artificieel gecreëerde menselijke intelligentie (Artificial General Intelligence of AGI) is in de praktijk echter nog geen sprake.

AI is reeds in een waaier van sociaaleconomische sectoren doorgedrongen (cf. 'general purpose technology'), zoals mobiliteit en logistiek, toerisme, gezondheidszorg en medische sector, telecom, de maakindustrie (Industrie 4.0), detailhandel, bouw, de financiële sector, landbouw, energie en milieu, de creatieve sector, veiligheid, de wetenschappelijke sector, de juridische sector en sociaal welzijn. Als general purpose technology wordt AI ook ingezet voor de realisatie van de Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen (SDG's).

AI wordt vaak in één adem genoemd met Internet of Things (IoT) en 5G. Het bindend cement wordt gevormd door data. 5G is een nieuwe techniek waarmee in kortere tijd veel meer data kunnen worden verstuurd omdat het gebruik maakt van hogere frequenties. Daardoor is er meer bandbreedte beschikbaar, is de latentie lager en kan er sneller gedownload worden. Dat is erg belangrijk voor AI en IoT. Er moeten nog drempels overwonnen worden alvorens 5G haar potentieel ten volle kan uitspelen. De (additionele) politieke struikelblokken die de ontwikkeling van 5G in België lange tijd lam legden, lijken thans grotendeels geparkeerd. Niettemin zal het nog een jaar duren vooraleer België effectief tot de implementatie van 5G kan overgaan.

Hierna wordt achtereenvolgens een blik geworpen op de impact van AI op de economie met bijzondere aandacht voor het Europese AI-ecosysteem, de arbeidsmarkt (inclusief competenties en HR), het onderwijs en de overheid (inclusief de rol van de overheid kan opnemen in het AI-verhaal).

Economie

AI heeft een enorm economisch toekomstpotentieel. AI kan de productiviteit in een brede waaier van sectoren substantieel te verhogen. Het behoeft daarvoor wel de aanwezigheid van een aantal bepalende factoren die de AI-ontwikkeling en uitrol kunnen voortstuwen. Onderzoek toont aan dat digitaal mature landen, regio's, bedrijven en werknemers gemakkelijker AI-ontwikkelingen absorberen zodat een toenemende kloof dreigt tussen voorlopers en achterblijvers. Bovendien zijn niet alle ondernemingen klaar om ten volle de vruchten van AI te plukken. Daarvoor is er nood aan een strategisch plan dat de hele bedrijfshuishouding herdenkt, complementaire investeringen in infrastructuur, technische expertise en gespecialiseerd personeel, data en cultuur voorziet en uitgaat van een interdisciplinaire aanpak. Momenteel vertaalt de vooruitgang in AI zich dan ook nog niet in evenredige productiviteitswinsten. Pas wanneer golven van complementaire materiële (data- en IT-infrastructuur) en immateriële (zoals datasets, menselijke kennis, bedrijfsprocessen) investeringen en innovaties zijn ontwikkeld en geïmplementeerd, zullen de volledige effecten van AI pas goed aan de oppervlakte komen. Hierna worden enkele aspecten van de impact van AI op de economie nader besproken.

- **Economische potentieel.** AI zou op basis van voorspellingen van PwC het wereldwijde bnp tegen 2030 met 14% doen toenemen, het equivalent van \$15,7 biljoen. De grootste winsten worden verwacht in China met een aangroei van het bnp met 26%. Noord-Amerika, Noord- en Zuid-Europa zien het bnp aangroeien met respectievelijk 14,5%, 9,9% en 11,5%. De vooruitzichten van McKinsey & Company liggen in dezelfde lijn: AI zou tegen 2030 een additionele economische output genereren van \$13 biljoen, wat neerkomt op een jaarlijkse toename van het wereld-bnp met 1,2%. In Europa zou de additionele economische output €2,7 biljoen (20% meer) bedragen, te danken aan een jaarlijkse groeivoet van 1,4%. Onderzoek van Accenture naar de impact van AI in 12 ontwikkelde economieën voorspelt dat AI de jaarlijkse economische groeivoet (uitgedrukt in BTW) in 2035 zou kunnen verdubbelen. De impact van AI-technologieën zou de arbeidsproductiviteit van bedrijven met 40% verhogen.

- **De sectorale verspreiding van AI.** AI zou binnen 5 jaar een toenemende impact in een brede waaier van sectoren hebben. Niettemin domineren enkele sectoren de AI-markt: tweederde (77%) van de AI-talenten (individuen met vaardigheden om AI te ontwikkelen en toe te passen) is actief in de ICT-sector ('software&IT services', meer dan 40%), de academische (onderzoeks)wereld ('education', rond de 25%) en de productiesectoren ('manufacturing sectors'). Daarnaast is een significant aandeel van AI-talent terug te vinden in de financiële, hardware&networking en gezondheidssector. De sectoren met de sterkste AI-adoptiegraad (sectoren die minstens één AI-systeem kennen en toepassen) zijn de hightech (78%), de automotieve en assemblagesector (76%) en de telecomsector (72%).
- **Actoren op het vlak van AI.** Het gaat om actoren/spelers die focussen op AI als een hoofd- of nevenactiviteit. Het betreft disciplines als Machine Learning, neurale netwerken, gezichtsherkenning, computer vision, autonome voertuigen, robotica, natuurlijke spraakverwerking, spraakherkenning, Deep Learning, reinforcement learning, chatbot, virtuele assistenten, knowledge representation en zwermintelligentie. Het gaat om onderzoekscentra, academische instellingen en ondernemingen die aan één of meer van de volgende economische activiteiten hebben deelgenomen: R&D-processen, industriële productie en marketing en specifieke AI-gerelateerde diensten (Joint Research Centre Europese Commissie). In de periode 2009-2018 waren wereldwijd 35.000 kennis- en academische instellingen alsook bedrijven actief in het domein van AI. De EU bezet met een aandeel van 25% de tweede plaats na de VS (28%) maar voor China (23%). Samen staan deze drie regio's in voor meer dan driekwart van het wereldwijde aantal spelers actief in AI (als hoofd- of nevenactiviteit). Binnen de EU tellen de grootste economieën het meest aantal AI-spelers, met het VK met stip op nummer 1, gevolgd door Duitsland en Frankrijk. België nestelt zich op de achtste plaats. Relateert men het wereldwijde aandeel AI-actoren tot het bnp, dan blijkt dat relatief kleinere economieën ook over een florerende AI-sector beschikken. Voorbeelden zijn Israël en Singapore en in de EU Malta, Estland, Cyprus, Bulgarije en Finland. België behoort binnen de EU tot de middengroep. In de EU is er een evenwichtige verdeling van het aantal R&D- en industriële actoren (25% van het wereldwijde aantal per groep) actief in AI. De VS tellen 3 keer zoveel industriële spelers (41% van het wereldtotaal) dan R&D-spelers (13% van het wereldtotaal). China telt dan weer 6 keer zo veel R&D-spelers (42% van het R&D-wereldtotaal) dan industriële spelers (7% van het wereldtotaal).
- **De concurrentieverhoudingen.** De mate en de snelheid waarin landen, regio's en bedrijven investeren in de ontwikkeling, introductie, absorptie en toepassing van AI kan leiden tot een (toenemende) kloof tussen bedrijven en landen en regio's, in het bijzonder indien deze bedrijven en landen reeds een voorsprong namen op het vlak van digitalisering (digitaal mature ondernemingen en landen/regio's). AI kan tot een barbell-vormige economie leiden waarin de middelgrote ondernemingen als verliezer uitkomen. Andere waarschijnlijke effecten zijn verhoogde concurrentie, bedrijven die zich manifesteren in domeinen die buiten hun traditionele kernactiviteiten liggen en een diepere kloof in elke sector tussen technologische leiders en achterblijvers. 'Early adopters' krijgen de mogelijkheid om substantiële marktaandeelen in te palmen en zich te ontpoppen tot koplopers met een 'superster'-status. Hieruit kan een 'winner takes it all'-fenomeen voortspuiten, vergelijkbaar met wat momenteel wordt waargenomen op technologiemarkten. De overconcentratie van grote ondernemingen in de AI-markt zal kmo's voor bijzondere uitdagingen plaatsen. De kloof zou zich overigens ook doorzetten op nationaal/regionaal niveau. Landen, in het bijzonder digitaal mature landen, die voorop lopen in AI-ontwikkeling en -toepassingen en

hierin de volgende jaren stevig investeren, veelal de ontwikkelde economieën, zouden 20 tot 25% extra economische voordelen kunnen capteren in vergelijking met vandaag, terwijl dit voor de opkomende en ontwikkelingseconomieën slechts de helft (5 tot 15%) zou bedragen. Ontwikkelde economieën zien investeringen in AI als een middel om een hogere productiviteitsgroei te realiseren, nu zij zich geplaatst zien voor de uitdaging van de vergrijzing die een impact zal hebben op de bbp-groei. Bovendien zijn de lonen in deze economieën hoog, waardoor er meer prikkels zijn om arbeid door machines te vervangen dan in ontwikkelingslanden met lage lonen.

- **Bedrijfsstrategische implicaties.** AI raakt aan alle bedrijfsonderdelen en noopt een onderneming tot het opmaken van een strategisch plan dat de impact van AI op de diverse bedrijfsprocessen in kaart brengt. De invloed van AI is het grootst wanneer het de kernprocessen automatiseert. Bedrijven raken echter niet graag aan hun corebusiness want dat impliceert dat ze zich anders moeten organiseren. 54% van de Europese CO's van grote ondernemingen (omzet van > \$1 miljard) geeft aan dat de omschakeling van bedrijfsprocessen de grootste uitdaging vormt voor een succesvolle AI-adoptie. Bovendien is AI inherent interdisciplinair, zodat ondernemingen de klassieke silo's moeten verlaten en moeten leren werken in transversale teams. In die context worden gedragsvaardigheden of soft skills heel belangrijk (zie verder competenties).
- **Complementaire investeringen.** Naast een reorganisatie van de bedrijfsprocessen vereist AI ook complementaire investeringen in infrastructuur, technische expertise en gespecialiseerd personeel, data en cultuur om de productiviteit te versterken en waarde te creëren in een nieuwe context. Zo zal de IT-afdeling binnen een onderneming sterk aan belang winnen en zullen data-analysten en -wetenschappers er in de toekomst meer en meer deel van gaan uitmaken.
- **Nog geen echte economische doorbraak.** De effecten van AI zijn nog niet in de economie doorgedrongen omdat algemene technologieën gebruik maken van de vooruitgang in andere technologieën. Pas wanneer golven van complementaire innovaties zijn ontwikkeld en geïmplementeerd, zullen de volledige effecten van AI pas goed aan de oppervlakte komen. Het gaat daarbij zowel om materiële (data- en IT-infrastructuur) als immateriële (zoals datasets, menselijke kennis, bedrijfsprocessen) innovaties en investeringen. Precies de noodzaak om deze immateriële activa in de hele economie te accumuleren zou mede verklaren waarom de vooruitgang in AI zich niet meteen vertaalt in productiviteitsgroei of in drastische veranderingen in de arbeidsvraag.

Eén en ander heeft tot gevolg dat er nog geen sprake is van een algemene economische doorbraak en dat het aandeel bedrijven dat daadwerkelijke waarde genereert uit AI zich beperkt tot een exclusieve groep: de AI-leiders die AI op grote schaal toepassen (15% van de bedrijven). Early adopters (20% van de bedrijven) spelen hierbij een grote rol.

- **Drempels.** Naast een gebrekkige AI-bedrijfscultuur (een institutioneel probleem), vormen de moeizame identificatie van geschikte business use cases en het gebrek aan AI-specifieke vaardigheden belangrijke drempels voor de verdere integratie van AI in het bedrijfsleven. Bovendien is datagovernance slechts bij iets meer dan één vijfde van de ondernemingen een prioriteit. Toegespitst op Belgische industriële kmo's is van een echte AI-bedrijfscultuur nog geen sprake. Agoria-onderzoek wijst uit dat slechts 1 op de 10 van de bedrijven experimenteert met artificiële intelligentie of nieuwe (digitale) verdienmodellen. Meer dan 80% van de bedrijven heeft geen plannen om er op korte termijn aan te werken. Artificiële intelligentie staat vaak helemaal niet op de agenda.

Het Europese AI-ecosysteem

De EU beschikt over een waaier van troeven en stevige fundamenten om een leidinggevende rol op te nemen (sterke industriële basis, digitale tech hubs, meer en meer AI start-ups, venture-capital-backed ondernemingen die investeren in AI-gebaseerde ecosystemen, wetenschappelijke instellingen op het vlak van AI en computerwetenschappen, nationale AI-beleidsplannen, de grootste interne markt). De inspanningen en initiatieven verlopen te gefragmenteerd waardoor Europa nog steeds tegen een achterstand aankijkt. Voeg daarbij nog de uitrede van het VK als belangrijkste Europese AI-speler, en het moge duidelijk zijn dat Europa zich voor een heuse inhaalrace geplaatst ziet. Hierna worden de voornaamste handicaps van het Europese AI-ecosysteem blootgelegd.

- **Marktfragmentatie.** Als economisch blok wordt de AI-slagkracht van de EU ondergraven door de uiteenlopende performantie en maturiteit van de lidstaten.

 - De VS en China hebben de meest performante *AI-ecosystemen*. Het zijn veruit de kampioenen zowel op het vlak van de capaciteit om AI-systemen te ontwikkelen (onder meer door de lokale beschikbaarheid van AI-talent en de toegankelijkheid van startup-financiering) als van het vermogen om ontwikkelde AI-toepassingen te commercialiseren en te schalen (door de aanwezigheid van een AI-rijpe markt, de beschikbaarheid van voldoende data om algoritmen te trainen en een afdoende infrastructuur (bv. supercomputers)). De EU-lidstaten vormen een allegaartje van aspirant-leiders (VK, Duitsland en Frankrijk, naast Japan en Zuid-Korea), laboratoria (Denemarken, Finland, Ierland, Nederland en België, naast Canada en Israël) en onderpresteerders (de meeste zuidelijke en oostelijke lidstaten van de EU, naast Turkije).
 - Op het vlak van *AI-readiness* (de mate waarin landen het potentieel van AI kunnen benutten door de aanwezigheid van een aantal enablers/facilitators voor economische groei) moeten de Europese toplanden (VK, Zweden, Finland en Ierland) de VS laten voorgaan. België positioneert zich in middengroep. Er is een grote spreiding binnen de EU, ook op het niveau van de toplanden: Ierland is bijvoorbeeld een topper op het vlak van connectiviteit, Finland inzake menselijk kapitaal en het VK inzake innovatievermogen. België behoort tot de top op het vlak van het automatiseringspotentieel.
 - Europa treedt ook op het vlak van *AI-talenten* (individuen met vaardigheden om AI te ontwikkelen en toe te passen) in gespreide slagorde aan. In absolute aantallen zijn het VK (23,9%), Duitsland (14,1%), Frankrijk (12,3%) en Nederland (6,7%) de koplopers in de EU. België (10 de positie) beschikt over 2,43% van alle AI-talent van de EU. De verhouding van het aandeel AI-talenten met de beroepsbevolking geeft een ander beeld: een score van meer dan 1 impliceert dat een lidstaat meer AI-talenten telt dan wat haar aandeel in de Europese beroepsbevolking doet verwachten. Koploper voor deze ratio is Ierland (score van 3,5) dat de Europese hoofdzetels herbergt van grote Amerikaanse technologiebedrijven zoals Facebook, Google en Apple. Finland (score 2,2) volgt op de tweede plaats. België bezet met een score van 1,17 de 13^{de} positie hetgeen duidt op een middelmatige penetratiegraad. Nederland behoort zowel naar aandeel AI-talent in de EU als naar verhouding AI-talent in de EU/aandeel beroepsbevolking (6^{de} positie) bij de koplopers. Europa zelf hinkt ver achterop tegenover de VS, dat tweemaal zoveel AI-talenten telt, ook al bedraagt de beroepsbevolking maar de helft van de Europese.

- *Robotica* kan de ontwikkeling en inzet van AI ondersteunen. Vanuit het perspectief van de robotica-waardenketen zijn Japan en Korea de early first movers en de huidige wereldleiders: ze zijn stevig aanwezig in elk onderdeel van de keten (ontwikkeling, productie en inzet). Europa is erg sterk in robotproductie en robotinzet, maar loopt achter op de VS in robotica-ontwikkeling, terwijl laatkomer China een serieuze concurrent is in de industriële inzet van robots. In de EU is de specialisatie in de waardenketen verspreid. Aldus presteren Duitsland, Oostenrijk, Denemarken, Frankrijk, Nederland en Zweden goed op het gebied van robotica-ontwikkeling. België, Italië en Spanje maken intensief gebruik van industriële robots voor productieactiviteiten en de Midden- en Oost-Europese landen zijn enkel op het vlak van robotinzet betrokken bij de roboticaketen.
- Er zijn grote verschillen tussen de EU-lidstaten op het vlak van *sleuteltechnologieën die de overstap naar en de introductie van AI vergemakkelijken* zoals ERP (Enterprise Resource Planning), cloudcomputing van midden- en hoogtechnologisch niveau (hosting van de database van de onderneming, boekhoudsoftwaretoepassingen, CRM software en rekenkracht) en big data. De integratie-index van AI-ondersteunende technologieën in het bedrijfsleven wijst op een kloof tussen de Scandinavische, Angelsaksische en Noord-Europese lidstaten en de Oostelijke (Bulgarije, Roemenië, Hongarije, Polen, Letland) en Zuidelijke lidstaten (met uitzondering van Malta). België bevindt zich samen met Ierland en Finland in de top 3 binnen de EU, en wordt gevolgd door Nederland, Denemarken en Zweden.
- Verder ingaand op de drie sleuteltechnologieën voor AI-adoptie tekent er zich binnen de EU *een kloof af tussen grote ondernemingen en kmo's*, die varieert in de lidstaten. 78% van de grote ondernemingen maakt gebruik van elektronische gegevensuitwisseling tegenover 33% van de kmo's, 39% van de grote ondernemingen heeft een midden- of hoogtechnologische cloudtechnologie aangekocht tegenover 17% van de kmo's en 33% van de grote ondernemingen heeft big datatoepassingen geïmplementeerd tegenover 12% van de kmo's. Wanneer de positionering van Belgische kmo's wordt vergeleken met het Europese gemiddelde blijkt dat de kloof tussen grote en kleine ondernemingen (veel) groter is. Dit geldt ook voor Denemarken, Nederland en Slovenië.
- De *AI-penetratiegraad (ondernemingen in de Crunchbase met AI als hoofd- of nevenactiviteit)*. Algemeen beschouwd waren er in 2017 ongeveer 490 AI-ondernemingen actief die onevenredig verspreid liggen binnen de EU. Het VK is de absolute koploper met 245 ondernemingen en wordt gevolgd door Frankrijk (109) en Duitsland (106). Zweden en Finland vervolledigen de top 5. België telt slechts 6 AI-ondernemingen, beduidend minder dan Nederland (26). Per miljoen inwoners tellen de Scandinavische landen, met Finland als koploper, het meest aantal AI-ondernemingen. Daarna komen de Baltische Staten, in de eerste plaats Estland, en vervolgens pas de Centraal-Europese lidstaten met Frankrijk als aanvoerder. De Balkanstaten en de Zuid-Europese lidstaten hebben een beperkt aantal AI-ondernemingen per miljoen inwoners. De AI-penetratiegraad in de industrie, gemeten in het aantal AI-ondernemingen per 10.000 ondernemingen, wordt ingedeeld in 4 categorieën: hoog, bovenmatig (medium-high), matig (medium-low) en laag. De industriële AI-penetratiegraad is het hoogst in Malta, het VK, Denemarken, Ierland, Finland, Luxemburg en Zweden. België kent een matige industriële AI-penetratiegraad.

- ▀ **Lagere investeringsniveaus.** Amerikaanse bedrijven investeerden in 2018 \$18,7 miljard in AI. In China bedroeg dat investeringsbedrag \$14,35 miljard. De 5 grootste EU-lidstaten waren niet eens in staat om samen het uit de EU gestapte niveau van de Britse investeringen te bereiken (\$1,255 miljard versus \$1,27 miljard), en investeerden daarmee nauwelijks meer dan het veel minder bevolkte Israël (\$1,044 miljard). Ook in de publieke AI-investeringen gaapt een kloof. De Amerikaanse regering budgetteerde een AI-investeringsbedrag van €4,5 miljard voor 2020, nadat een gelijkaardig bedrag in de begroting van 2019 was voorzien. Om een idee te krijgen van de Chinese overheidsinspanningen, moet men terugvallen op aangekondigde initiatieven. Zo meldden de steden Shanghai en Tianjin dat zij van plan zijn in de komende 10 jaar zo'n €13,5 miljard te investeren in AI. Ter vergelijking, de EU investeerde van 2014 tot 2017 jaarlijks ongeveer €275 miljoen binnen het Horizon 2020-programma.

Een goede vergelijkingsbasis wordt geboden door de verhouding AI-investeringen per capita of AI-investeringen/bbp. De Europese Commissie nam de AI-investeringen in de EU28 van 2018 onder de loep. AI-investeringen omvatten niet alleen investeringen in de technologie zelf, maar ook in complementaire activa en faciliteiten zoals vaardigheden, datavermogen, productdesign en organisatiekapitaal. Onderscheid wordt dan ook gemaakt in drie doelcategorieën: “talent, vaardigheden en levenslang leren”, “van lab naar de markt” (R&D en immateriële activa zoals merk, productdesign en organisatiekapitaal) en “data, technologie en infrastructuur”. De Europese Commissie schat de AI-investeringen door de private en de publiek sector in 2018 op €7 tot 8,4 miljard. De investeringen bedragen ongeveer €16,3 per capita of 0,04% van het EU bbp. Ter vergelijking, de R&D-uitgaven bedroegen in 2018 2,11% van het EU bbp. 58% van de investeringen gaat naar “talent, vaardigheden en levenslang leren”, iets meer dan 29% naar “data, technologie en infrastructuur” en bijna 13% naar de doelcategorie “van lab naar de markt”. De overheid nam 42% van de totale AI-investeringen voor haar rekening (inclusief uitgaven voor onderwijs in het domein van AI en uitgaven voor de adoptie van AI in de publieke sector). De hoogste absolute investeringsvolumes vindt men terug in de grootste EU-lidstaten. Frankrijk, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk vormen de top drie met bijna 50% van de totale AI-investeringen in de EU. Spanje, Italië en Nederland volgen. België positioneert zich binnen de EU28 precies in het midden. Worden de AI-investeringen per capita beschouwd, dan treden de Scandinavische landen, Ierland en Nederland op de voorgrond. België bekleedt de 12^{de} positie met een investeringsbedrag van €14,1 per capita, maar presteert onder het EU-gemiddelde.

- ▀ **Kloof in risicokapitaalinvesteringen in AI-startups.** Volgens de OESO trokken de Chinese ondernemingen in 2017 36% (\$13,5 miljard) van de wereldwijde AI risicokapitaalinvesteringen aan. De EU (\$2,8 miljard) legde beslag op 8% en de VS op 45% (\$16,9 miljard). Startups in de VS waren in 2017 goed voor ongeveer 800 deals, de EU trok 350 deals aan, China slechts 60. Aan deze vaststellingen worden drie patronen gekoppeld:

 - Chinese startups trekken een beperkt aantal maar zeer omvangrijke investeringen aan
 - EU startups trekken een stijgend aantal kleinere investeringsbedragen aan (van gemiddeld \$3,2 miljoen per investering in 2016 naar \$5,5 miljoen in 2017 en \$8,5 miljoen in de eerste helft van 2018)
 - Startups in de VS trekken een stijgend aantal grotere investeringen (van gemiddeld \$9,5 miljoen in 2016 naar \$13,2 miljoen in 2017 en \$32 miljoen in de eerste helft van 2018).

Binnen de EU steekt het VK er met er met kop en schouders bovenuit. België bevindt zich met een 7de positie stevig in de middenmoot.

Indien het geïnvesteerde AI-risicokapitaal wordt berekend per werknemer, is het verschil tussen de VS (\$102,4) enerzijds en China (\$17,2) en de EU (\$11,2) anderzijds gigantisch. Europa ligt ook achter op China, zij het dat verschil per werknemer minder drastisch is. Hoewel 25% van de AI startups zich in de EU bevinden (tegenover 13% in China en 48% in de VS), is slechts 1 van de 41 wereldwijde AI-unicorns er ook gevestigd (tegenover 18 in de VS en 17 in China).

- **Minder toptechnologieclusters.** Technologieclusters, vaak gecentreerd in stedelijke omgeving, zijn de belangrijkste drivers van AI-innovatie, ondernemersactiviteit en economische groei, en het effect is zelfversterkend: de aanwezigheid van meer talent en kapitaal boost onderzoeksresultaten met een groot potentieel aan commercialisering, hetgeen op zijn beurt investeringen bevordert en nieuw talenten aantrekt. De VS huisvesten 18 van de top 25 AI-technologieclusters, tegenover drie in Europa en vier in Azië. De belangrijkste topcluster in Europa, nl. London (vijfde positie wereldwijd), maakt na de Brexit bovendien niet langer deel uit van de EU.
- **Tekort aan AI-vaardigheden ondanks grote pool aan AI-onderzoekers.** Gegevens over de toekenning van diploma's in computerwetenschappen geven een indicatie van het opleidingsniveau in AI-relevante graden. Computerwetenschappen is een breed domein dat datawetenschappen, informatietechnologie, software engineering, robotica en andere AI-specialisaties omvat. Het VK is de koploper in het aantal toegekende bachelordiploma's in computerwetenschappen vóór de VS en de EU. Voor de toekenning van master- en doctoraatsgraden in computerwetenschappen loopt de VS voorop, vóór China, het VK en de EU. Bovendien slaagt de EU er maar moeilijk om internationaal AI-talent (doctorandi in de computerwetenschappen) aan te trekken (3% uit de VS, 3% uit het VK, 1% uit China en 3% uit de rest van de wereld). Daarentegen verliest Europa veel van haar eigen AI-talent aan het buitenland: 15% trekt naar de VS, 3% naar het VK, 1% naar China en 7% naar de rest van de wereld (Australië, Canada, India, Israël, Japan, Singapore, Zuid-Korea, Zwitserland en Taiwan).

Evenwel blijkt de EU in absolute termen over de grootste pool aan AI-onderzoekers (43.064 onderzoekers) te beschikken, meer dan de VS (28.536) en China. Spijst men zich toe op de toponderzoekers dan wisselen de EU en de VS elkaar af als leider, naargelang de gehanteerde maatstaf (h-index en academische conferenties). Het beeld kantelt echter volledig in het voordeel van de VS als het aantal AI-onderzoekers en -toponderzoekers wordt gerelateerd per miljoen werknemers.

- **Een zwakkere ICT-basis.** Alhoewel Europa's bnp van vergelijkbare grootteorde is als dat van de VS en iets hoger dan dat van China, bedraagt het aandeel van de Europese ICT-sector in het bnp (1,66%), slechts de helft van het aandeel in de VS (3,33%) en beduidend minder dan het aandeel in China (2,16%). Het aandeel van de ICT R&D-bedrijfsuitgaven (BERD) in de totale R&D-bedrijfsuitgaven, het aandeel van de publieke ICT-onderzoeksuitgaven (ICT GBARD in de hele economie) in de totale R&D-overheidsuitgaven en het aandeel R&D-personeel¹ van de ICT-sector in het totale R&D-personeelsbestand ligt in de EU lager dan in concurrerende economieën (afhankelijk van de indicator Taiwan, Zuid-

¹ Alle personen die rechtstreeks in R&D worden tewerkgesteld door de bedrijfssector evenals de personen die directe diensten verlenen, zoals R&D-managers, directeurs en administratief personeel. Personen die indirecte diensten verlenen, zoals kantine- en beveiligingspersoneel, zijn niet inbegrepen (Frascati-handboek).

Korea, de VS, Japan, China, Canada). Dit geldt eveneens voor het R&D-onderzoekersbestand.

- **Een tragere AI-diffusie en -adoptie.** De adoptiegraad van AI bij ondernemingen loopt in de EU (18%) achter op China (32%) en de VS (22%). Ook het aantal ondernemingen dat AI-proefprojecten draait ligt in China (53%) en de VS (29%) hoger dan in de EU (26%). Op het vlak van big data architectuur en geavanceerde machine learning technologieën is de penetratiegraad in Europa 12% lager dan in de VS. Inzake het gebruik van AI-tools zoals smart workflows, cognitieve agenten en language processing, wordt een achterstand genoteerd van 16%. Enkel op het vlak van slimme robotica heeft Europa momenteel een lichte voorsprong. Oorzaken voor de tragere diffusie zijn onder meer het gebrek aan de aanwezigheid van techgiganten zoals Google, Facebook, Apple,... die AI-ontwikkelingen op wereldschaal kunnen boosten, de lagere digitale maturiteit van de ondernemingen het lagere aandeel digitale ondernemingen en het gebrek aan een ondernemingsbrede toepassing van AI.
- **Minder toegang tot data en kleinere productie van AI-hardware en -componenten.** De EU heeft een duidelijke achterstand op zijn naaste concurrenten op het vlak van de toegang tot big data. Zo bedraagt bijvoorbeeld het aantal nieuwe IoT gegenereerde data in China 152 miljoen terrabytes, in de VS 69 miljoen en in de EU 53 miljoen. De EU heeft een sterke positie op het vlak van sensoren, in het bijzonder in nichemarkten zoals de elektrische voertuigen in de automobielsector, maar loopt achter in andere domeinen zoals de productie van semiconductoren die verlegd zijn naar Azië (bv. China, Taiwan, Singapore) en de VS. Semiconductoren worden in China en de VS beschouwd als een strategische sector waarin veel R&D-overheidsmiddelen worden gepompt. Er zijn ook tekenen die erop wijzen dat Europa dreigt achterop te raken in de productie van geavanceerde chips voor AI, die veelal ontwikkeld worden in China en de VS (bv. Alphabet, Baidu, Facebook). Geen enkel Europees halfgeleiderbedrijf bevindt zich in de top 10 van ondernemingen op het vlak van R&D-uitgaven. De VS is momenteel de leider zowel in de productie van traditionele halfgeleiders als van AI-computerchips.
- **AI-bedrijfspatentering wordt gedomineerd door Japan, de VS en China, de wetenschappelijke patentering en publicaties door China.** Bedrijven vertegenwoordigen 26 van de 30 top AI-patentaanvragers, slechts vier universiteiten of publieke onderzoeksinstellingen maken deel uit van de top 30. Van de top 20 bedrijven die AI-patenten aanvragen, zijn er 12 gevestigd in Japan, drie in de VS en twee in China. Chinese onderzoeksinstellingen zijn goed voor 17 van de top 20 wetenschappelijke spelers op het vlak van AI-patentering en voor 10 van de top 20 instellingen op het vlak van AI-gerelateerde wetenschappelijke publicaties. Wereldwijd was 28% van alle AI-gerelateerde publicaties in de periode 2016-2018 afkomstig van Chinese auteurs. In Europa, de VS en Japan is het aandeel AI-publicaties de afgelopen 10 jaar afgenomen. Er zijn 167 universiteiten en publieke onderzoeksorganisaties die tot de top 500 van AI-octrooiaanvragers behoren. Hiervan zijn er 110 Chinees, 20 komen uit de V.S., 19 uit Zuid-Korea en 4 uit Japan. Er figureren ook vier Europese publieke onderzoeksorganisaties in de top 500 lijst. De hoogst geplaatste Europese instelling is het Duitse Fraunhofer Instituut, dat de 159^{ste} rang bezet, terwijl het Franse Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) op plaats 185 staat.

Arbeidsmarkt

Zoals vele technologische ontwikkelingen die AI vooraf zijn gegaan, hebben ze gemeen dat ze een belangrijke impact hebben op werk: jobs worden gecreëerd, andere verdwijnen of wijzigen qua taakhoud, een nieuwe mix van competenties is nodig, nieuwe arbeidsvormen en -relaties ontstaan en ook de arbeidsorganisatie blijft niet onberoerd. COVID-19 bracht dit in een stroomversnelling.

- **Impact op de werkgelegenheid.** Volgens het WEF zullen er tegen 2025 ongeveer 85 miljoen jobs verloren gaan en 97 miljoen jobs gecreëerd worden door een arbeidsherverdeling tussen mensen, machines en AI. Dat betekent een nettowinst van 12 miljoen jobs. De netto-aangroei aan jobs zal volgens het WEF uiteindelijk dus veel lager liggen dan de oorspronkelijk ingeschatte netto toename van 58 miljoen jobs. Het WEF spreekt van een dubbele ‘on going’ disruptie: enerzijds de economische gevolgen van de coronapandemie die het groeipad van ‘jobs of tomorrow’ vertraagt en anderzijds de technologische evolutie die taken, jobs en skills verandert tegen 2025. Volgens McKinsey&Company zullen tegen 2030 75 tot 375 miljoen werknemers – zo’n 3 tot 14% van de wereldwijde beroepsbevolking – naar andere beroepen moeten overstappen omwille van de disruptieve impact van de digitalisering, automatisering en de vooruitgang van AI. De beroepen van de toekomst staan in het licht van de adoptie van nieuwe technologieën en de toenemende vraag naar nieuwe producten en diensten. Het gaat dan meer concreet over (i) jobs in de groene economie en de data & AI economie, over (ii) beroepen waar menselijke interactie een grote rol speelt zoals de zorgeconomie, marketing, verkoop en contentcreatie, over (iii) nieuwe functies in engineering, cloudcomputing en productontwikkeling of over (iv) functies die gericht zijn op omgaan en werken met mensen met diverse sociaaleconomische en culturele achtergronden.
- **Impact op de arbeidsmarktstructuur.** Recent onderzoek toont aan dat AI en Machine Learning andere effecten zullen hebben dan computer- en robottechnologieën die jobpolarisatie tot gevolg hebben. AI zal naar grote waarschijnlijkheid niet alleen middengeschoolde jobs diepgaand beïnvloeden maar ook de laaggeschoolde werkgelegenheid en, zij het in mindere mate, ook het hooggeschoolde segment van de werkgelegenheid.

Het is belangrijk een onderscheid te maken tussen automatisering enerzijds dat menselijke arbeid vervangt bij zowel fysieke als cognitieve taken - vooral taken die voorspelbaar en routineus zijn - en AI anderzijds waar de relevantie van de technologie voor de werkplek minder over ‘taken’ en meer over ‘intelligentie’ gaat. Beroepen die bij automatisering minder in het vizier komen zoals managementfuncties, lopen wel een risico bij de introductie van AI. En daarmee liggen de parallellen tussen wat automatisering waarschijnlijk niet zal beïnvloeden en wat AI waarschijnlijk wel zal beïnvloeden, vrijwel perfect in lijn.

- **Carrièreverwachtingen van jongeren matchen onvoldoende met toekomstige arbeidsmarktvrage.** Vanuit de invalshoek ‘mismatch tussen vraag en aanbod op de arbeidsmarkt’ is er de opmerkelijke en belangrijke vaststelling dat, ondanks de digitaliseringstrend, de opkomst van 3D-printing en de snelle ontwikkeling van artificiële intelligentie, de professionele voorkeuren van 15-jarigen de voorbije twintig jaar amper veranderd zijn. Integendeel, er is sprake van een grotere carrièreconcentratie, hetgeen betekent dat het aandeel 15-jarigen dat kiest voor één van de top 10 klassieke carrièrepreferenties, is toegenomen. Bovendien blijkt dat gemiddeld binnen de OESO 39% van de door de jongeren geciteerde jobs binnen de 10 tot 15 jaar het risico loopt op

automatisering (idem voor België). Dit vraagt om een goede studie- en beroepskeuzebegeleiding.

- **Het versterkend effect van COVID-19.** Uit onderzoek blijkt dat de beroepsgroepen die het hardst getroffen worden door de coronacrisis in sterke mate overeenkomen met de beroepsgroepen die gevoelig zijn voor automatisering en AI, in het bijzonder de categorie van lager opgeleide werknemers. De dubbele impact van technologische ontwikkelingen zoals AI en de pandemische recessie zal de ongelijkheid op de arbeidsmarkt verdiepen. In vergelijking met de wereldwijde financiële crisis van 2008 is de impact van COVID-19 veel indringender en zal de ongelijkheid vooral in het nadeel spelen van mensen met lagere opleidingsniveaus. Geschat wordt dat 88 tot 115 miljoen mensen in 2020 in extreme armoede (met minder dan \$1,90 per dag rondkomen) kunnen vervallen. In 2021 zal dat aantal aandikken tot 150 miljoen mensen.
- **Nieuwe arbeidsvormen.** Met de smartphones, wereldwijde videoconferencing en cloudcomputing is werk niet langer plaats- en tijdsgebonden. Werknemers hebben een grotere vrijheid en flexibiliteit om waar en wanneer dan ook te werken, wat gunstige gevolgen kan hebben op het evenwicht tussen hun werk- en privéleven, maar ook op de tewerkstelling van personen die aangepaste werkregelingen wensen. Met de term 'virtueel werk' wordt verwezen naar alle vormen van arbeid uitgevoerd hetzij thuis, in openbare ruimtes of in een niet-klassieke werkomgeving waarbij gebruik gemaakt wordt van Internet, computers of andere ict-tools. Deze nieuwe vormen van werkgelegenheid worden gekenmerkt door de combinatie van onconventionele werkplaatsen, nieuwe technologieën en contractuele arrangementen. Tewerkstelling als fulltime, vaste loontrekkende zal niet langer meer de standaardwijze van arbeid zijn en een one-size-fits-all benadering niet langer toepasbaar. Er is immers een toegenomen variëteit aan tewerkstellingscontracten en –voorwaarden die een ruime waaier aan situaties dekken zoals on-demand, on-call, casueel of intermitterend, projectcontracten, job-sharing en voucher-based werk. Dit fenomeen doet zich prominent voor in de platformeconomie.
- **Impact op de arbeidsrelaties in de platformeconomie.** AI en andere digitale technologieën hebben een impact op de arbeidsrelaties aangezien zij mede aan de wieg staan van de platformeconomie. AI speelt een belangrijke rol voor het functioneren en het succes van digitale platforms, in het bijzonder online werkplatformen die vraag en aanbod van arbeid bij elkaar brengen. De mondiale platformeconomie heeft een geschatte waarde van \$7,18 biljoen. Online platforms die vraag en aanbod van arbeid bij elkaar brengen worden werkplatforms genoemd. De werkplatformeconomie is momenteel een nog relatief jonge en kleine maar niettemin snelgroeiende economie. Gemiddeld werkte 8,6% van de EU-bevolking (16-74 jarigen) in 2018 ten minste een keer per maand via een digitaal platform. De meesten doen dit eerder sporadisch of in bijberoep. De ontwikkeling van de platformeconomie versterkt de niet-standaardisering van de arbeid. Nieuw is dat er een tripartiete relatie tot stand wordt gebracht tussen een platform, de dienstvrager en de dienstaanbieder waarbij het niet altijd duidelijk is in welke hoedanigheid elk van de deze drie partijen optreedt. De traditionele arbeidswetgeving wordt zo op diverse vlakken uitgedaagd, aangezien vele nieuwe arbeidsvormen buiten de gevestigde arbeidsmarktstructuren liggen. Vele platformwerkers (ook wel flexwerkers genoemd) zijn aan de slag als zelfstandige werker maar bevinden zich in een situatie die vergelijkbaar is met die van een werknemer in termen van economische afhankelijkheid en autonomie. De onduidelijke positionering van non-standard workers en freelancers (self-employment) heeft ook arbeidsrechtelijke en sociaaleconomische repercussies. Geschat wordt dat nu reeds tot ongeveer de helft van de

mensen in om het even welke vorm van ‘non-standard work’ en ‘self-employment’ het risico lopen van onvoldoende toegang tot sociale bescherming. Tevens wordt gewag gemaakt van een (verhoogd) armoederisico.

▀ **Impact op de arbeidsorganisatie.**

- *Teamgecentreerde arbeidsorganisatie.* Digitale transformatie heeft een impact op de organisatiestructuur waarbij sprake is van een tendens naar meer zelfsturing en een evolutie naar een vlakke organisatiestructuur met kortere communicatie- en beslissingslijnen, meer inspraak en verantwoordelijkheden dieper in de organisatie. Toonaangevende ondernemingen evolueren steeds meer van functionele hiërarchische naar teamgecentreerde en netwerkgebaseerde arbeidsorganisaties en zoeken naar strategieën om AI in teams te integreren teneinde transformatieve bedrijfsresultaten te realiseren.
- *Complementariteit.* Zogenaamde “superteams” – combinaties van mensen en machines die hun complementariteit benutten om problemen op te lossen, inzichten te verwerven en waarde te creëren - bieden organisaties het potentieel zichzelf opnieuw uit te vinden en nieuwe waarde en betekenis te creëren, terwijl ze werknemers de mogelijkheid bieden om hun loopbaan een nieuwe wending te geven waardoor hun waarde voor de organisatie en hun inzetbaarheid wordt vergroot. Complementariteit wordt voor het behoud van jobs een belangrijke invalshoek: niet zoveel mogelijk mensen vervangen door geavanceerde machines en robots, maar kiezen voor een model waarbij automatisering en digitalisering ten dienste staan van werkenden zodat mensen samen mét robotica productiever worden.
- *Werknemersbetrokkenheid.* Belangrijk bij de introductie van AI in een onderneming en op de werkvloer is dat de juiste stakeholders, in het bijzonder de werknemers, op het juiste moment worden betrokken. Het risico bestaat dat, indien een AI-project top-down wordt opgelegd zonder voorafgaande informatieverstrekking of consultatie, AI zal gezien worden als een bedreiging met foute processen en veronderstellingen tot gevolg. Indien een AI-project van bij de start bottom-up ondersteund wordt, krijgen de werknemers een goed inzicht in de mogelijkheden en beperkingen.
- *Werkbaar werk.* Digitalisering en niet-werkplekgebonden werk gaan hand in hand. Telewerken en een meer flexibele indeling van de werktijden kunnen bijdragen aan een betere werk-privé balans. Door de verstrengeling van de mix van werk en privéleven verandert echter ook de notie van ‘arbeidstijd’. Het huis is de werkplek geworden en medewerkers zijn vaak of altijd verbonden, waardoor het zeer moeilijk wordt om werk en huis te compartimenteren. Een diffuse scheiding van werk en privé kan leiden tot toename van stress en vergroot de kans op een burn out en andere gezondheidsproblemen.

Competenties

Over één ding zijn de onderzoeken het alleszins eens: zowel nieuwe als bestaande jobs zullen nieuwe skills vereisen. Nu reeds is er een stijgende vraag naar digitale en andere technische vaardigheden waaraan moeilijk kan worden voldaan. Het antwoord ligt niet alleen in het motiveren van mensen om nieuwe skills aan te leren, maar ook in het aanreiken van nieuwe wegen om deze skills te verwerven. De transitie naar een AI-geassisteerde samenleving behoeft niet alleen een upgrade van wetenschappelijke en technologische vaardigheden. Naarmate AI-systemen zich ‘menschelijker’ gaan gedragen, zullen ook sociale en humane wetenschappen meer en meer op de voorgrond treden. Richtingen als Talen, Kunst, Geschiedenis, Economie, Ethiek en Filosofie,

Psychologie en aanverwante wetenschappen dragen bij aan de ontwikkeling en upgrade van kritische, filosofische en ethische vaardigheden die een belangrijke rol spelen bij de verdere ontwikkeling en kadering van AI.

- **Digitale en AI-vaardigheden.** De transformatie van bestaande jobs en het ontstaan van nieuwe banen vereisen aangepaste vaardigheden die, zeker op korte termijn, kunnen leiden tot een toenemende vaardigheidskloof en/of mismatch van arbeidsvraag en -aanbod. Deze vaardighedenkloof houdt een risico in voor de toekomstige groei van Europa. Ondernemingen in Europa worstelen met de zoektocht naar de vereiste talenten, in het bijzonder op het vlak van cybersecurity (48%), AI&robotica (48%) en big data (47% van de ondernemingen). Functies die erg gegeerd zijn maar moeilijk ingevuld raken zijn data-analisten en -wetenschappers, AI- en Machine Learning-specialisten en software- en applicatie-ontwikkelaars. Werknemers die de laatste vijf jaar de overgang hebben gemaakt naar een 'nieuwe job' binnen de Data en AI cluster, vertonen een zeer groot tekort aan vaardigheden voor data-wetenschappen, AI, natuurlijke spraakverwerking, cloud computing en signaalverwerking.
- **Nood aan een nieuwe mix van vaardigheden.** Om de inzetbaarheid van individuen te verhogen is het steeds belangrijker om - naast vaktechnische vaardigheden - de meer generieke (beroeps)vaardigheden op peil te houden ("double-deep skills). Generieke vaardigheden vergemakkelijken namelijk de overgang naar andere functies binnen de onderneming of naar een nieuwe baan elders, zijn bijzonder belangrijk voor de uitvoering van taken waarin de menselijke inbreng nodig is en zijn cruciaal voor het effectief gebruik van digitale technologieën in het dagelijks leven. Vaardighedengroepen zoals kritisch denken en analyseren, probleemoplossend vermogen, kunnen samenwerken, management van en communicatie over activiteiten, technologie design en programmatie worden tegen 2025 steeds belangrijker. Ook persoonlijke ontwikkeling (self-employment: actief leren, weerbaarheid, stressbestendigheid en flexibiliteit) wordt door ondernemingen tot de top van vaardighedengroepen gerekend. Belangrijke concrete vaardigheden zijn onder meer analytisch denken en innoveren, active learning en learning strategies, complexe probleemoplossing, kritisch denken en analyseren, creativiteit, originaliteit en initiatief, leiderschap en sociale invloed, technologiegebruik, design en programmering, weerbaarheid, stressbestendigheid en flexibiliteit.
- **COVID-19 versterkt nood aan vaardigheden.** Door de COVID-19 pandemie worden ondernemingen versneld geconfronteerd met een nieuwe manier van werken, gekenmerkt door fysieke afstand tot de werkplaats, en grote veranderingen in het gedrag en voorkeuren van klanten. De relance dwingt bedrijven en organisaties om hun activiteiten strategisch te herbekijken in functie van het nieuwe 'normaal'. Productiebedrijven herconfigureren hun toeleveringsketens en productielijnen. Dienstenbedrijven leggen de nadruk op digitale klanttrajecten en contactloze operaties. Deze veranderingen zullen aanzienlijke gevolgen hebben voor de vereiste vaardigheden en capaciteiten van het personeel die met nieuwe tools moeten leren omgaan om het thuis- en afstandswerken alsook het veranderende werk op de werkvloer met gewijzigde gezondheids- en veiligheidsvereisten onder de knie te krijgen.
- **Nood aan bijscholing en omscholing.** Vanwege de snelle veroudering van kennis en vaardigheden zijn investeringen in scholing cruciaal. Het gaat om bijscholing (upskilling) waarbij het personeel nieuwe vaardigheden opdoet om de huidige functies te kunnen blijven vervullen en omscholing (reskilling) waarbij het personeel moet beschikken over vaardigheden om andere of compleet nieuwe functies te kunnen uitoefenen. Volgens het

WEF zou de helft van de werknemers zich tegen 2025 moeten omscholen om de technologische vooruitgang bij te benen. 94% van de grote ondernemingen wereldwijd geeft aan te verwachten dat werknemers nieuwe vaardigheden op de werkvloer zullen opdoen. Van minstens net zo groot belang als bijscholen en omscholen is het versterken van effectieve vormen van leren op de werkplek. Dat kan zijn door vormen van informele scholing, learning-by-doing, maar ook taakrotatie en bewuste aandacht voor talentontwikkeling.

- **Levenslang leren is een must.** Het vermogen om nieuwe vaardigheden te leren alsook om samen te werken, te communiceren en zich aan te passen aan wijzigende omstandigheden worden des te belangrijker voor loopbanen in een lange termijnperspectief. Vlaanderen kampt met een achterstand inzake de participatie aan levenslang leren. In de Europese Unie (EU27) volgden in 2019 gemiddeld 10,8% van de inwoners een opleiding. Vlaanderen scoort met een participatiegraad van 8,6% onder het EU-gemiddelde. Tegenover de Scandinavische landen (Zweden 34,3%, Finland 29% en Denemarken 25,3%), Estland (20,2%), Nederland (19,5%), Frankrijk (19,5%) en Luxemburg (19,1%) is de achterstand groot. Een van de oorzaken van de lage participatiegraad is het relatief grote aandeel van de bevolking dat niet geïnteresseerd is om deel te nemen aan levenslang leren: 82% in Vlaanderen tegenover gemiddeld 76% voor alle OESO-/PIAAC-landen. Vlaanderen hangt samen met Tsjechië, Italië, Griekenland, Polen, Slovakije en Turkije onderaan de ranglijst in termen van “leerbereidheid” van werknemers.

Een opvallende vaststelling is ook dat een kwart van de Vlaamse volwassenen niet wil deelnemen omdat ze denken er geen nood aan te hebben. Bij sommige groepen – zoals kortgeschoolden, 55-plussers en niet-beroepsactieven – loopt dit aandeel op tot bijna 40%. Ook het loopbaanperspectief scoort laag: slechts 7% geeft aan opleiding te volgen om de kansen te verhogen bij het vinden van een andere job, 4% om een bedrijf op te starten en 3% om het risico op jobverlies te minimaliseren. Leren op de werkvloer staat dus vooral in het teken van de huidige job (om het werk beter te kunnen doen) of om kennis in brede zin te verruimen. Leren om de job niet te verliezen of om van job te veranderen, komt veel minder voor.

Ook blijkt dat net de werknemers met jobs die in aanmerking komen voor automatisering, minder participeren aan opleidingen en dit geldt zowel voor in-house opleidingen als opleidingen buiten het werk (zowel formele opleidingen als afstandslernen).

Human Resources

AI is ook voor Human Resources (HR) een belangrijk onderwerp omdat HR draait om het managen van personeel en hun job in organisaties. HR-Management (HRM) moet medewerkers in een organisatie klaarstomen voor de grote veranderingen die op hen afkomen en hen wapenen om met die transformaties om te gaan.

- **Opportunities van AI.** Met de introductie van AI beoogt HR vraagstukken beter te begrijpen betreffende onder meer het opsporen en begeleiden van nieuw talent, het aanpassen van de opleidingsmethoden, het mogelijk maken van samenwerking tussen generaties (de overdracht van vaardigheden van de ene generatie naar de volgende), het optimaliseren van rekruteringsprocessen en het bevorderen van interne mobiliteit. AI laat toe dat HR-management en -taken op een efficiëntere wijze kunnen worden uitgevoerd. De huidige AI-toepassingen in de HR-cyclus zijn gebaseerd op Narrow Intelligence en worden ingezet voor specifieke taken zoals prescreening, werving en selectie, employee experience,

teamwerk, communicatie, training en carrièreplanning, analyse van prestaties en behoeften van werknemers.

- **De menselijke HR-component blijft doorslaggevend.** AI kan specifieke en repetitieve taken in HR perfect overnemen zodat er meer tijd vrij komt voor complexe strategische vraagstukken, waardoor die opdrachten net meer een menselijke invulling krijgen door creativiteit, innovativiteit, vindingrijkheid en out of the box denken, maar ook het leggen van contacten, het voeren van gesprekken en luisteren naar mensen, zich kunnen inleven en empathie tonen... Chatbots en andere AI-tools kunnen niet omgaan met zeer delicate problemen. Mensen werken immers niet altijd op de voorspelde manier en kunnen zich aanpassen aan en veranderen in functie van een gewijzigde context of omgeving.
- **Uitdagingen bij de introductie van AI.** Er komen heel wat uitdagingen kijken bij de introductie van AI in de HR-afdeling. AI-technologieën vereisen uitgebreide financiële en personeelsinvesteringen alsook de nodige digitale vaardigheden. HR-managers moeten een robuuste business case hebben waarom ze met technologie willen experimenteren en hoe ze het willen inzetten voor hun mensen en de organisatie. Deze uitdagingen maken dat wereldwijd nog maar weinig bedrijven AI binnen hun HR-afdeling gebruiken. In Vlaanderen geeft slechts 1 op de 4 HR-verantwoordelijken aan met AI bezig te zijn, in het bijzonder op het vlak van automatische CV-screening en het personaliseren van nieuws en content. Vooral grote bedrijven (1 op de 2) hebben plannen rond AI. 3 op 4 bedrijven met minder dan 500 werknemers geven aan geen plannen te hebben. Daarnaast moet bij de introductie van een AI-systeem gewaakt worden over issues op het vlak van kwalitatieve data, privacy, vooroordelen, transparantie en verklaarbaarheid (black box) en rechten van de werknemer.
- **De impact van COVID-19.** De snelheid en de omvang van de crisis dwong tot een wendbaarder en responsiever people management in ondernemingen. COVID-19 zette ondernemingen ertoe aan hun HR-afdelingen te ondersteunen door het versneld inzetten en aanpassen van technologie. Dit heeft geresulteerd in nieuwe ontwikkelingen op het gebied van HR, samenwerking en e-learning.
- **VDAB en AI.** VDAB gaat als arbeidsbemiddelaar in zijn contacten met klanten voortaan uit van een 'digital first'-benadering. Door deze benadering krijgen de bemiddelaars en instructeurs meer tijd om te investeren in persoonlijke dienstverlening (face-to-face bemiddeling en opleiding) voor klanten die minder digitaal vaardig zijn of minder kans op werk hebben. Werkzoekenden worden binnen de vernieuwde dienstverlening van VDAB sneller opgevolgd met het vernieuwde digitaal dossier 'Mijn Loopbaan' die hen moeten helpen een job te vinden. VDAB zet hierbij nieuwe technieken zoals AI in om meer interessante vacatures aan te bieden aan werkzoekenden en omgekeerd meer geschikte profielen voor te stellen aan bedrijven. Zo kan een werkzoekende bijvoorbeeld ook jobsuggesties krijgen op basis van wat anderen met een gelijkaardig profiel interessant vinden. Naast matching, kan VDAB aan de hand van AI tevens inschatten hoe groot de kans op werk is bij werkzoekenden. VDAB wil AI en data in de toekomst nog beter inzetten in functie van de klant, nl. als persoonlijke assistent ('trusted advisor') die de werkzoekende, werknemer of werkgever rechtstreeks met tips en tricks begeleidt. Aan de opdracht van VDAB werden recent 3 regisseursrollen toegevoegd, met name de rol van activerings-, loopbaan- en dataregisseur, waarbij AI zal ingeschakeld worden om invulling te geven aan de respectieve nieuwe opdrachten.

Onderwijs

Onderwijs heeft als kerntaak de samenleving voor te bereiden op die toekomst. Scholen zelf zijn ook onderhevig aan technologische ontwikkelingen. In de context van onderwijs gaat het om Educatieve Technologieën (EdTech), het gebruik van technologie om lesgeven en leren te ondersteunen. Daarbij draait het vaak om artificiële intelligentie. EdTech heeft tot gevolg dat scholen niet alleen lesgeven over technologie, maar zelf ook meer met technologie gaan experimenteren en technologie gaan gebruiken.

▀ **Opportunities en uitdagingen van EdTech.** Volgens schattingen zal de globale markt van Educatieve Technologieën (EdTech) in 2020 \$252 miljard waard zijn en tegen 2025 aangroeien tot \$341 miljard. De groei tekent zich voornamelijk af in landen als China en India, niet toevallig landen met een enorm klantenpotentieel. In 2018 vertegenwoordigden ze samen 70% van het globaal geïnvesteerde durfkapitaal in EdTech. Omwille van de opportuniteiten van EdTech heeft de Europese Commissie een nieuwe actieplan digitaal onderwijs gelanceerd. Eén van de cruciale aspecten, naast digitale vaardigheden, die het actieplan wil aanpakken is de toepassing van een breed en groeiend scala aan digitale technologieën (apps, platforms, software) om onderwijs en opleiding te verbeteren en uit te breiden. EdTech en AI bieden leerkrachten tal van mogelijkheden om hun onderwijs anders te organiseren en op een meer gepersonaliseerde basis in interactie te treden met studenten, met bijzondere aandacht voor hun specifieke behoeften. Niettemin zijn er aandachtspunten en bekommernissen:

- *De inzet van EdTech en AI vergt een toekomstvisie over de plaats en de rol van AI bij 'leren'.* De huidige AI-leersystemen staan nog in hun kinderschoenen en ondervinden doorgaans grote moeilijkheden wanneer zij te maken krijgen met innovatieve, creatieve 'betekenisvolle' activiteiten die geavanceerde vormen van menselijke intelligentie en leren veronderstellen. Daarom is er nood aan een continue reflectie over de doelmatige en verantwoorde toepassing van AI met als doel inzicht te verschaffen waarom en waartoe AI gebruikt wordt. Dit veronderstelt dat opleiders, leerkrachten en beleidsmakers een goed inzicht hebben van AI in de bredere context van de toekomst van leren. Toekomstgerichte beleidsverkenningen, waarbij de nadruk ligt op onderzoek naar de rol van AI in toekomstig (gewenste) ontwikkelingen rond 'leren' en 'lesgeven', kunnen ertoe bijdragen deze uitdaging het hoofd te bieden.
- *Inzetten op EdTech en AI vergt onderwijs en opleiding gericht op "21st century skills".* Het opstellen van 'future-ready' curricula impliceert dat de belangrijkste taalkundige, wiskundige en technologische vaardigheden moeten worden beoordeeld en geëvalueerd en dat voldoende aandacht wordt besteed aan het opbouwen van digitale geletterdheid. Een zwakte in de meeste onderwijssystemen blijft vandaag het ecosysteem voor levenslang leren dat hoofdzakelijk gericht is op hoogopgeleide werknemers, terwijl de participatie aanzienlijk lager blijft bij werknemers die actief zijn in potentieel automatiseerbare banen.
- *Inzetten op EdTech en AI vergt waakzaamheid over gelijke toegang en e-inclusie.* Covid-19 brengt mogelijk met zich mee dat onderwijs in de toekomst altijd op een blended manier georganiseerd wordt. EdTech biedt onderwijssystemen de mogelijkheid om die flexibiliteit aan de dag te leggen. Echter, niet alle lerenden konden bereikt worden, er waren grote (kwaliteits)verschillen tussen scholen en de leraren waren lang niet altijd voldoende voorbereid om deze omslag te realiseren. Volgens UNESCO bedroeg de toegang tot digitaal onderwijs zelfs in de meest ontwikkelde landen ter wereld tijdens de eerste COVID-19-crisis ongeveer 90%, maar bleef 10% van de

scholieren achter. Minder dan 25% van de lage-inkomenslanden heeft een vorm van leren op afstand aangeboden. Uit onderzoek van de KULeuven is gebleken dat de leerachterstand als gevolg van de sluiting van de scholen in Vlaanderen door het coronavirus eerder dit jaar, kan oplopen tot een half jaar. Die achterstand is veel groter dan verwacht. In het bijzonder kansarme leerlingen kunnen vaak moeilijk afstandsonderwijs genieten en thuiswerken. Het is momenteel onduidelijk of en in welke mate in de Vlaamse scholen geëxperimenteerd werd/wordt met AI in de strijd tegen leerachterstand ten gevolge COVID-19. De kloof tussen leerlingen kan bovendien in de hand gewerkt worden door de kloof die dreigt te ontstaan tussen scholen: een kopgroep die doorgaat met vernieuwing en een peloton dat aarzelt en ter plaatse blijft trappelen. Het onderwijssysteem heeft dan ook nood aan een duidelijke en efficiënte technologiestrategie die een breder gebruik van en gelijke toegang tot technologie in het onderwijs garandeert.

- *Het inzetten van AI-systemen vraagt de nodige ethische reflecties.* AI-algoritmen werken met historische data, hetgeen ertoe leidt dat zij de werkelijkheid zien als een herhaling van het verleden. Dit heeft verregaande ethische implicaties omdat beoordelingen van studenten gebaseerd zijn op historische culturele waarden en succesmaatregelen. Meer fundamenteel stelt zich voor AI-systemen de problematiek van de vrije wil van de mens die hem in staat stelt beslissingen te nemen die geen replica zijn van het verleden. De huidige state of AI-art schiet te kort om hierop in te spelen. Ook vooroordelen of bias die (bewust of onbewust) in het algoritme zijn geprogrammeerd en de kwaliteit van de datasets waarop het algoritme wordt getraind vormen belangrijke ethische aandachtspunten. Verder zijn ook AI-privacy en -security gewichtige issues in een onderwijssetting, aangezien het bijvoorbeeld technisch mogelijk is om emoties en concentratie van studenten via video-geconnecteerde AI-systemen in real time te monitoren. Tevens zijn AI systemen goed geschikt om informele informatie te verzamelen over vaardigheden, ervaring en competenties vanuit open databronnen. Ook hier stellen zich ethische en regelgevende uitdagingen.
 - *EdTech en AI vergen een uitstekende ict-infrastructuur en de nodige digitale vaardigheden.* Een professioneel ingerichte ict-infrastructuur is een belangrijke randvoorwaarde om technologie in het onderwijs in te zetten. De dagelijkse afhankelijkheid van die technologie vereist een betrouwbaar, schaalbaar en veilig ict-fundament. Ook dienen er data beschikbaar te zijn om AI-modellen te trainen. De randvoorwaarden voor succesvolle AI-toepassingen zijn niet alleen technisch van aard. Ook dienen docenten, schoolleiders en bestuurders de meerwaarde van AI-toepassingen kunnen zien en verantwoord kunnen inzetten. Hiervoor is het noodzakelijk dat personeel in het onderwijs over voldoende digitale vaardigheden beschikt.
- **Indicaties voor de AI-readiness van het onderwijs.** Op basis van een aantal parameters kunnen indicaties voor de AI-readiness van het onderwijs afgeleid worden.
- *Het gebruik van ICT in schoolomgevingen* (OESO Talis-resultaten). De Talis-resultaten suggereren dat het lerarenkorps niet echt gewend is om te gaan met ICT en dat de digitale technologie in heel wat scholen nog niet echt op punt staat. De scores van de Vlaamse Gemeenschap liggen doorgaans onder het OESO-gemiddelde.
 - *De toepassing van e-leren.* Uit de Index of Readiness for Digital Lifelong Learning blijkt dat België in 2018 binnen de EU tot de zwakst scorende landen behoort op het vlak van digitalisering van leeractiviteiten: een 21^{ste} plaats met een indexscore van 0,575. De beste leerlingen van de klas zijn Estland (0,685), Nederland (0,681), Finland (0,672),

Luxemburg (0,668), Malta (0,642) en Cyprus (0,641). Het belang van e-leren is in Vlaanderen de afgelopen jaren sterk toegenomen, maar het beschikbare aanbod is versnipperd en weinig zichtbaar.

- *De digitale vaardigheden van de burgers en de studenten* (Digital Economic and Society Index, Europese Commissie). Digitale vaardigheden van de burgers en studenten kunnen de absorptie van AI op school faciliteren. Op het vlak van digitaal vaardige burgers schommelt België rond het EU-gemiddelde. Het loopt sterk achter op landen als Nederland, Finland, het VK, Duitsland, Denemarken en Zweden. Focust men op de leeftijdscategorie van 16 tot 24 jaar waarin jongeren veelal nog leerplannen koesteren, dan blijkt dat België doorgaans slechter doet dan het EU-gemiddelde en een serieuze achterstand heeft ten aanzien van Kroatië, Nederland, het VK, Finland en Estland.
- *Gespecialiseerd onderwijsaanbod*. De AI-onderwijspenetratiegraad (het aantal AI bachelor en masterprogramma's per 100 programma's) is het hoogst in Roemenië, Slovakije en Estland. Ook de Scandinavische landen scoren goed. België bevindt zich in de middenmoot en doet iets beter dan het EU28-gemiddelde (4 AI academische programma's per 100). Het grootste aanbod in absolute cijfers vindt men terug in het VK, Nederland en Duitsland. Een beperkt gespecialiseerd onderwijsaanbod in gevorderde digitale vaardigheden kan een belemmering betekenen voor de AI-penetratiegraad.

■ **Indicaties voor het digitale aanpassingsvermogen van het onderwijs voor de impact van COVID-19.** Tegen de achtergrond van de COVID-19 crisis kan het aanpassingsvermogen van leerkrachten en scholen aan nieuwe manieren van onderwijs (online, afstands, blended) een indicatie geven van het vermogen van het onderwijs om met AI om te gaan. Hoe groter dat aanpassingsvermogen, hoe beter de leerachterstand en op langere termijn de economische schade in een land/regio kan beperkt worden. Het economisch verlies op lange termijn ten gevolge van de leerachterstand die de huidige jongerengeneratie wereldwijd opliep door de crisis, wordt ingeschat op \$10 biljoen.

- *Digitale paraatheid van het lerarenkorps*. Uit de OESO-Talis-resultaten kan afgeleid worden dat de overgang naar afstandsonderwijs een uitdaging zou betekenen voor één derde van de OESO-leerkrachten en één vierde van de Vlaamse leerkrachten, en eerder problematisch zou zijn voor ongeveer één op vijf OESO-leerkrachten en één op tien Vlaamse leerkrachten. Tevens blijkt dat er nog ruimte is voor verdere bekwaming in ICT-vaardigheden door professionele vormingsactiviteiten, meer uitgesproken in Vlaanderen dan op OESO-niveau.
- *Innovatiegerichtheid van het lerarenkorps*. In de OESO blijkt $\frac{3}{4}$ van de leerkrachten open te staan voor innovatieve leerpraktijken, 10 procentpunten hoger dan in Vlaanderen. Nochtans komt die innovatiegerichtheid, meer nadrukkelijk nog voor Vlaanderen, niet tot uiting in deelname aan online opleidingen, de participatie aan professionele groepsopleidingen of lerarennetwerken op school of de inhoud van de vormingsactiviteiten, in het bijzonder op het vlak van ICT-vaardigheden en geïndividualiseerd leren om les te geven (die relevant zijn voor AI in het onderwijs).

■ **Impact op de onderwijsmethodiek.** AI biedt mogelijkheden om de persoonlijke begeleiding op maat en individuele aandacht voor de leerling te versterken. Vooral bij het aanleren van kennis en denkvaardigheden wordt een grotere rol verwacht van deze technologie. AI-toepassingen kunnen steeds completer het leerproces van een leerling volgen en op basis van analyses en voorspellingen, gerichte feedback geven en aanpassingen voorstellen in de leerroute. Daardoor krijgt de leerkracht meer tijd en ruimte om zich te richten op begeleiding

en coaching. Belangrijke toepassingen van geïndividualiseerd leren zijn adaptief leer materiaal, intelligent tutoring system, knowledge tracing en analytical dashboards. Vlaanderen zet ook stappen in gepersonaliseerd leren zoals het leerplatform GO! IXZO!, Imec's smart education programme en het project i-Learn van de Vlaamse overheid. Slimme educatieve content, virtuele leeromgevingen en wereldwijde klaslokalen zijn andere onderwijsmethodieken die opgang maken. Al bij al laat de huidige stand van zaken nog niet toe uitsluitsel te geven over de effectieve voordelen van AI-gebaseerde onderwijs toepassingen. De vooruitgang in het leerproces van studenten ten gevolge van intelligente studiebegeleidingssystemen zou niet zozeer kunnen worden toegeschreven aan het AI-systeem zelf dan wel aan de opleiding van de leerkracht in de pedagogische aanwending van de technologie. Daarom wordt gepleit om het gebruik van onderwijstechnologie samen met docenten te ontwerpen (co-design).

- **Impact op de leerling.** De impact van AI zal verschillen naargelang het onderwijsniveau. In het basisonderwijs kan AI ertoe leiden dat leerlingen vaker een uitleg krijgen die gepersonaliseerd is naar moeilijkheidsgraad en leerstijl. Dit betekent, afhankelijk van de ontwikkelingen op het gebied van digitale leermiddelen, dat leerlingen in het klaslokaal meer tijd achter een computer (of tenminste een scherm) zullen doorbrengen. Desondanks wordt verwacht dat er nog steeds veel persoonlijk contact (nodig) zal zijn tussen leerling en docent. In het secundair onderwijs zal de impact van AI voor de leerling minder groot zijn ten opzichte van het basisonderwijs. AI-toepassingen zullen daar met name terug te vinden zijn in de werkvormen waar nu al zelfstandig wordt gewerkt. In het hoger onderwijs kan de impact van Massive Open Online Courses (MOOC's) mogelijk zeer groot zijn. Wanneer MOOC's AI gaan integreren is het niet onaannemelijk dat via een MOOC dezelfde kennis en vaardigheden sneller, tegen lagere kosten, en van een meer prestigieuze onderwijsinstelling kunnen worden vergaard dan in het traditionele hoger onderwijs.

Het is van belang dat leerlingen kennis en vaardigheden opdoen die hen voorbereiden op een maatschappij met AI: hoe ze moeten omgaan met suggesties van AI-analyses, wat de kenmerkende verschillen tussen mensen en machines zijn, hoe resultaten en suggesties van AI-analyses tot stand komen en hoe ze deze kunnen en mogen gebruiken. Ook het lezen en interpreteren van dataoverzichten en dashboards zijn vaardigheden die aan belang zullen winnen. Het niveau van de lees- en STEM-vaardigheden van de Vlaamse studenten kan een indicatie geven van de aanleg voor digitale geletterdheid. Opmerkelijke vaststelling is dat de PISA-resultaten van 2018 een dalende trend voor leesvaardigheid, wiskundige en wetenschappelijk geletterdheid bij de Vlaamse 15-jarigen laten zien. Op het vlak van leesvaardigheid vallen de Vlaamse 15-jarigen uit de top 10. Voor wiskunde en wetenschappen daalt het percentage toppresterders het sterkst in Vlaanderen (-15%). En ook voor wetenschappelijke geletterdheid gaat de gemiddelde score achteruit (-20 punten ten aanzien van 2006).

- **Impact op de leerkracht.** Leerkrachten spenderen tot 40% van hun werktijd (zo'n 13 uren per week) aan activiteiten die door AI kunnen geautomatiseerd worden. Daardoor kunnen ze meer tijd besteden aan taken die lastig/niet over te nemen zijn door AI. De hoop en verwachting is dat dit leidt tot minder werkdruk en een aantrekkelijker beroep. De vertrouwde leerkrachtgerichte aanpak waar lesgeven centraal staat, verschuift richting leerlinggerichte onderwijsmodellen met persoonlijke leertrajecten: leerkrachten worden meer en meer designers van het leerproces en ontwikkelaars van leerpaden op maat, die datamanagement beheersen en sociaalemotioneel kunnen coachen. De grootste verwachting ligt dan ook in AI-geassisteerde leerkrachten, niet in AI-gestuurde klas- en lesomgevingen. Omdat de

gemiddelde werkdag van een leraar gaat veranderen, vergt dit nieuwe kennis en vaardigheden die nu nog nauwelijks onderdeel zijn van het takenpakket van leerkrachten. België staat echter slechts op de 63^{ste} plaats (op 78 landen) wat vaardigheden van leraren betreft om digitale middelen te integreren in hun lessen. Het gebruik van ICT voor lesgeven vormt slechts voor 51% van de Belgische leerkrachten een onderdeel van hun formele opleiding (OESO-gemiddelde van 56%). En ICT-vaardigheden in lesgeven maken slechts voor 40% van de Belgische leerkrachten deel uit van hun professionele ontwikkelingsactiviteiten (OESO-gemiddelde 60%).

- **Impact op de school.** Scholen kunnen AI-processen inzetten om te bepalen welke studierichtingen het meest geschikt zijn voor leerlingen, om efficiënte studentenwerving te organiseren, om IT-processen te verbeteren of efficiëntiewinsten te boeken, en nog om de veiligheid te verbeteren. Het blijft in die context evenwel belangrijk om ethisch met data om te gaan en controle uit te oefenen op AI-activiteiten. Het is nuttig dat scholen een visie opstellen over de inzet van AI-toepassingen binnen het eigen onderwijs. Deze visie maakt, zowel naar het eigen personeel als naar ouders (en indirect leerlingen), duidelijk hoe ver de school gaat, en wat het ambitieniveau is. Een uitstekende digitale infrastructuur is een must om het potentieel van AI ten volle in een schoolomgeving te kunnen benutten, meer in het bijzonder bij de ontplooiing van digitale leeromgevingen. In het Vlaamse onderwijs is er vooruitgang te bespeuren in de digitale infrastructuur zowel op het vlak van digitale apparatuur, draadloze internetverbinding en digitale leerlingvolgsystemen. Paradoxaal genoeg wordt nog steeds relatief weinig gebruik gemaakt van ICT tijdens de les en dat in alle onderwijsniveaus. ICT wordt vooral gebruikt voor communicatie, lesvoorbereidingen en presentaties, maar weinig voor digitale toetsen, projectwerking en het verwerven van leerstof.

De toepassingen van AI bij de overheid

AI biedt heel wat mogelijkheden om de dienstverlening door de overheid te verbeteren, de organisatie te herdenken en te hervormen en de betrokkenheid van de burgers bij de dienstverlening te bevorderen. Als aanjager, bewaker en regulator van AI (zie volgend item) bezet de overheid een centrale positie die haar verplicht visionair en strategisch na te denken over de overheidsbrede introductie en uitrol van AI in haar werking en dienstverlening. Een aantal essentiële randvoorwaarden mogen daarin niet ontbreken.

- **Het gebruik van AI door de overheid.** Overheden experimenteren met en implementeren AI-projecten die gericht zijn op een betere en efficiëntere openbare dienstverlening en organisatiemanagement. Zij worden daartoe enigszins ook gedwongen, gelet op de steeds complexere maatschappelijke uitdagingen en de budgettaire krapte. Hoewel AI innovaties in de overheidswerking kan bevorderen, is het niet altijd de aangewezen oplossing voor elk probleem. Daartoe moeten alternatieven worden geanalyseerd en afwegingen gemaakt die zijn gebaseerd op een goed begrip van de behoeften van de gebruiker. Tevens moet rekening gehouden worden met heel wat organisatorische, technologische, infrastructurele, personele en juridisch-ethische beschouwingen alvorens de weg van AI in te slaan. Op basis van een illustratieve database met waargenomen toepassingen kan afgeleid worden dat de overheidssector in de Europese lidstaten momenteel hoofdzakelijk gebruik maakt van 4 toepassingen. Van 230 waargenomen toepassingen in de overheidssector heeft twee derde betrekking op:
 - chatbots, intelligente digitale assistenten, virtuele agenten en aanbevelingssystemen (51 waarnemingen)

- predictieve analyse, patroonherkenning, simulatie en datavisualisatie (36 waarnemingen)
- computer vision en identiteitsherkenning (29 waarnemingen)
- expert en rule-based systemen en algoritmische besluitvorming (29 waarnemingen).

■ **Cruciale randvoorwaarden.**

- *Leiderschap en vertrouwen.* Vertrouwen in AI is een sleutelwoord en een conditio sine qua non voor een succesvolle introductie van AI. Zonder vertrouwen ontbreekt elk fundament voor het concipiëren van een robuust juridisch-ethisch kader, het ontwikkelen van initiatieven, het exploreren van toepassingen en de concrete implementatie in beleidsdomeinen. Omwille van het strategisch belang van vertrouwen neemt best het hoogste politieke niveau het leiderschap op. Dit heeft het voordeel dat de uitgetekende strategische beleidslijnen doorsijpelen naar zowel de departementen en agentschappen als de lagere beleidsechelons zodat een ruime cultuurshift kan bewerkstelligd worden. Vertrouwen in AI kan ook versterkt worden door te experimenteren (zie ook verder), bijvoorbeeld in living labs en veilige sandboxes, met betrokkenheid van en in dialoog met alle relevante stakeholders, door in te zetten op steunmaatregelen voor innovatie en O&O, door investeringen in infrastructuur en vaardigheden, door een adequate regelgevingsomgeving en door strategische beleidsplannen om AI gemeengoed te maken in het economisch weefsel en samenleving.
- *Een efficiënt datamanagement.* Opdat AI een oplossing zou kunnen bieden voor beleidsproblemen of werkingsprocessen, is het belangrijk dat overheden een datamanagementsysteem op poten zetten dat toelaat toegang te hebben tot omvangrijke, nauwkeurige en nuttige gegevens, de privacy te bewaken en te voldoen aan maatschappelijke en ethische normen. Datamanagement veronderstelt tevens dat overheden een strategische aanpak ontwikkelen voor het opbouwen van kwaliteitsdatasets alsook het verkrijgen van data uit externe bronnen zoals de private sector.

De laatste jaren kan een groeiende belangstelling worden vastgesteld in de interoperabiliteit, openheid en deling van overheidsdata. Open data wordt beschouwd als een motor voor innovatie, economische groei, transparantie en participatie. De inspanningen van de overheden inzake open data worden gemeten door de OESO OURdata (open, useful and reusable data) Index. België bevindt zich met een score van 0,58 onder de gemiddelde OESO-index van 0,60 en heeft een grote achterstand tegenover de koplanden zoals Zuid-Korea (0,93), Frankrijk (0,90), Ierland (0,77) en Japan (0,75). Ook de EU-landen (toestand 2019) Spanje (0,70), Griekenland (0,7), Slovenië (0,67), Nederland (0,65), Oostenrijk (0,65), Polen (0,63), Tsjechië (0,61) en Italië (0,6) gaan België nog vooraf.

Ook het delen van gegevens tussen private organisaties en tussen private organisaties en de overheid kan enorme voordelen voor de samenleving opleveren, zoals het vinden van remedies tegen ziekten, het effectiever bestrijden van crisissen of het aangaan van de klimaatuitdagingen. Thans gebeurt er (te) weinig uitwisseling van private datacollecties (ook met de overheid). Drempels betreffen onder meer de technische uitdagingen, legitieme privacykwesties en de vrees dat een concurrent er een voorsprong mee kan uitbouwen.

- *Belang van multidisciplinariteit en inclusie.* Het ontwerpen van AI-strategieën en lanceren van -projecten is een multidisciplinair proces dat niet alleen technologisch-economische maar ook juridisch-ethische, sociale en andere beleidsoverwegingen omvat. In het kader van AI kunnen gediversifieerde en inclusieve teams belangrijke aandrijvers van innovatie zijn en ertoe bijdragen dat vanaf het begin mogelijke vooroordelen worden voorkomen of geëlimineerd.
- *Nood aan capaciteitsopbouw.* AI-introductie en -transformatie bij de overheid veronderstelt de inzet van voldoende budgettaire middelen en de beschikbaarheid over de nodige skills. Om de capaciteitsuitdaging aan te gaan, leggen overheden een adequate strategiemix aan de dag van opleidingen, programma's voor levenslang leren, detacheringen, aanwervingen, aanbestedingen en partnerschappen. De vereiste vaardigheden kunnen daarbij verschillen naargelang het niveau van de ambtenaar. Capaciteitsuitbreiding maakt deel uit van de 'digital by design'²-dimensie die gericht is op het verankeren van digitale transformatie bij overheden. België (score van 0,43) presteert met een 24^{ste} positie (op 33 landen) matig voor deze dimensie 'digital by design' en duidelijk onder het OESO-gemiddelde van 0,55. Alleszins is het cruciaal dat met de ambtenaren/werknemers wordt gecommuniceerd over de uitdagingen en voordelen van AI met het oog op het verminderen van mogelijke stress die gepaard kan gaan met de veranderingen in hun job. Tevens is aandacht nodig voor de nodige organisatorische, structurele en procedurele aanpassingen om de acceptatie van AI te ondersteunen.
- *Een rigoureuus juridisch-ethisch kader.* Het vertrouwen in AI-overheidsdiensten en in AI in het algemeen vraagt om een geruststelling op het vlak van essentiële maatschappelijke waarden zoals privacy en non-discriminatie. Daarom is de ontwikkeling van robuuste ethische en onbevooroordeelde kaders die de besluitvorming in de publieke sector vormgeven onontbeerlijk. Monitoring tijdens de implementatiefase is nodig om ervoor te zorgen dat het AI-systeem werkt zoals bedoeld, dat risico's worden gemitigeerd en dat onbedoelde gevolgen worden geïdentificeerd. De Europese Commissie is zich ten zeerste bewust dat een ethische mensgerichte benadering van AI nodig is om het vertrouwen van de burger in de digitale ontwikkeling te versterken en de Europese bedrijven een AI-voordeel te bezorgen. De Commissie staat daarin overigens niet alleen. Ook het Europees Parlement en het Europees Economische en Sociaal Comité zitten op de golflengte van een mensgerichte AI.
- *Anticipatief innovatiebeleid en experimenten.* Anticiperend beleid voorziet een set aan handelwijzen en tools die is bedoeld om regelgevers en de overheid te helpen bij het identificeren, bouwen en testen van oplossingen voor nieuwe uitdagingen. Het gaat dan onder meer om sandboxes (experimentele testbeds), gebruik van open data, interactie tussen overheid en innovatieactoren en de actieve betrokkenheid van middenveldorganisaties en burgers.
- *Proef- en experimenteeruimtes.* Door haar centrale rol en de randvoorwaarden waarmee ze moet rekening houden, wordt van de overheid een actieve opstelling verwacht. Daarvoor is een goed inzicht nodig in de werking van AI en de wijze waarop AI de overheidssector kan beïnvloeden en impacteren. Deze inzichten winnen aan

² Digital by design impliceert dat er een visie is die strategisch onderbouwd wordt, dat de juiste skills beschikbaar zijn en dat efficiënte governance- en coördinatiemechanismen ingevoerd worden. Bij de eerste en elke volgende digitale stap die de overheid overweegt, moeten strategische overwegingen in het achterhoofd gehouden worden.

belang naarmate overheden en hun ambtenaren beslissingen moeten nemen over hoe AI in de publieke sector zal worden geïntroduceerd en gebruikt. Proef- en experimenteerruimtes voor het testen van opkomende technologieën zijn hierbij onontbeerlijk. Zij vormen de sleutel om ambtenaren vertrouwd te maken met de reële mogelijkheden van AI en om de departementen en agentschappen voor te bereiden op het gebruik van AI-technologieën.

De rol van de overheid als aanjager, bewaker en regulator van AI

Om de introductie en implementatie van AI te faciliteren en te ondersteunen kan de overheid diverse rollen opnemen. Die rol kan variëren van financier/directe investeerder, aanjager van en netwerker in het AI-ecosysteem, proactieve speler door versterking van de capaciteit van het ambtenarenapparaat en het voeren van een anticipatief innovatiebeleid, over slimme koper en mede-ontwikkelaar, regulator en regelgever, databeheerder en ethisch rolmodel tot gebruiker en dienstverlener.

- In het huidige debat over AI wordt, mede onder impuls van de Europese Commissie, sterk gefocust op de rol van de overheid als regelgevende en ethische actor waardoor de alternatieve rol van de overheid als rechtstreekse gebruiker en ontwikkelaar van AI minder op de voorgrond treedt. Het huidige beleidsdiscours focust m.a.w. eerder op de governance 'van' AI dan op de governance 'met' AI.
- De grote opportuniteiten van AI voor het aangaan van maatschappelijke uitdagingen en de verwachte economische voordelen die ermee gepaard gaan, hebben heel wat landen/regio's ertoe aan gezet nationale/regionale strategische beleidsplannen te ontwikkelen voor de bevordering van AI. In een uitgekiend beleidsplan kan de overheid zichtbaar maken hoe en via welke instrumenten zij haar centrale rol wil opnemen en realiseren. De Vlaamse overheid heeft in 2019 het beleidsplan AI gelanceerd waarmee zij jaarlijks €32 miljoen investeert in (i) top strategisch basisonderzoek voor het gericht ontwikkelen van nieuwe kennis, wetenschappelijke doorbraken en talent op wereldniveau, (ii) praktische AI-toepassingen in het bedrijfsleven en (iii) een sterk flankerend beleid rond opleidingsnoden voor de arbeidsmarkt en de juridische, ethische, democratische en socio-economische aspecten van AI.

Rapport

1 Inleiding

De SERV heeft sinds 2017 een traject rond digitalisering opgestart om Vlaanderen bewust te maken en voor te bereiden op de onvermijdelijke transitie naar een digitale samenleving. De SERV heeft daartoe kansen en uitdagingen van digitalisering in kaart gebracht, 50 bouwstenen voor een digitale agenda aangereikt en een concreet actieplan voorgesteld met opgaven voor zowel de Vlaamse Regering als de sociale partners zelf.

De digitale ontwikkelingen gaan niet alleen snel, ze manifesteren zich ook in diverse domeinen (geavanceerde robotica en automatisering, nieuwe mobiele en internetgeconnecteerde databronnen, cloudcomputing, big data analyse, blockchain, ...). Eén van de meest beloftevolle, zij het ook controversiële, domeinen is dat van de kunstmatige of artificiële intelligentie (AI). AI wordt algemeen beschouwd als een technologie voor algemene doeleinden met het potentieel om alle sectoren en vormen van economische activiteit te transformeren. Terwijl aanhangers de grote voordelen van slimme algoritmes beklemtonen, omdat zij met ons meedenken, ons helpen, ons werk efficiënter maken, sneller en accurater data kunnen verwerken, patronen kunnen herkennen in grote, onoverzichtelijke hoeveelheden data en gezichten, spraak en tekst kunnen herkennen alsof het mensen zijn, zijn er non-believers die vooral duiden op de gevaren verbonden aan artificiële intelligentie.

Over kunstmatige intelligentie en haar potentieel en uitdagingen zijn reeds heel wat boeken en studies verschenen. De SERV is zich daar terdege van bewust. Niettemin achten de Vlaamse sociale partners het nuttig om een informatierapport samen te stellen waarin AI vanuit diverse invalshoeken wordt benaderd. Dit informatierapport over AI heeft tot doel om (i) het fenomeen van AI technologisch-wetenschappelijk nader te beschrijven, (ii) internationale en nationale/Vlaamse cijfergegevens te bundelen en last but not least (iii) de sociaaleconomische impact vanuit een internationaal perspectief in kaart te brengen.

In dit rapport wordt vooreerst nader kennis gemaakt met het begrip artificiële intelligentie (hoofdstuk 3), haar mogelijke vormen en gradaties (hoofdstuk 3) en haar toepassingsgebieden in de wetenschap (hoofdstuk 4) en sociaal-economische sectoren (hoofdstuk 5). Bijzondere aandacht wordt besteed aan 5G omwille van het potentieel ervan voor AI en Internet of Things (hoofdstuk 6). AI kent de laatste jaren een stevige boost omwille van een aantal succesfactoren (hoofdstuk 7). Niet iedereen is evenwel een even fervente voorstander van AI. Dit blijkt uit de uiteenlopende wetenschappelijke stromingen over de mogelijkheden van AI (hoofdstuk 8). Bepalend zal zijn welke houding de Europese Unie en andere supranationale organisaties innemen tegenover AI (hoofdstuk 9). Zoals voor vele andere thema's kan ook voor AI de invloed van de coronacrisis niet genegeerd worden (hoofdstuk 10). In de daaropvolgende hoofdstukken wordt dieper ingegaan op de sociaal-economische impact van AI. Achtereenvolgens komen aan bod de economie (hoofdstuk 11), de arbeidsmarkt (hoofdstuk 12), en het onderwijs (hoofdstuk 13). In het laatste hoofdstuk 14 wordt ingezoomd op de toepassing van AI bij de overheid en de rol die de overheid kan spelen in het AI-verhaal. Het rapport bevat tenslotte een uitvoerige cijfermatige bijlage.

2 Begripsomschrijving

Voor AI bestaat geen alomvattende definitie. Dat komt onder meer omdat intelligentie zelf al een wat onduidelijk en rekbaar begrip is. Het vreemde aan de term artificiële intelligentie is dat de definitie lijkt op te schuiven. Dingen waar een computer twintig jaar geleden nauwelijks in slaagde, zoals beeldherkenning, noemde men toen artificiële intelligentie, terwijl de meeste toepassingen die er vandaag bestaan nauwelijks nog als AI beschouwd worden. Dat zou er min of meer op neer komen dat de term AI vooral gereserveerd wordt voor dingen die men (nog) niet kan realiseren.

Een momenteel gangbare poging tot definitie is dat een systeem artificieel intelligent genoemd mag worden als het autonoom en adaptief is. Autonomie houdt in dat het systeem in staat moet zijn om in complexe omgevingen zelfstandig te opereren zonder menselijke tussenkomst. Een klassieke AGV (automated guided vehicle) zal bijvoorbeeld stoppen wanneer zijn laser scanner op zijn weg een hindernis opmerkt. Een artificieel intelligente AGV zal in dat geval zelfstandig een alternatieve route zoeken. De kwalificatie adaptief wijst in het kader van AI op het vermogen van een systeem om steeds beter en performanter te worden door te leren. De AGV van daarnet zal er misschien lang over doen om een alternatieve route te vinden, maar eens dat gelukt is, kan het die opslaan in zijn geheugen om er een volgende keer direct op terug te vallen. In de meeste gevallen komt de term adaptief erop neer dat de systemen performanter worden naarmate er meer data beschikbaar wordt.

Gemeenschappelijk aan de definities en omschrijvingen van AI is alleszins de nadruk op het lerend vermogen van een computer of systeem. AI-systemen leren op dezelfde wijze als mensen dat doen, nl. door ervaring. Alleen bestaat de ervaring voor een AI-systeem uit data. Door de beschikbaarheid van steeds meer data, kan er vooruitgang worden geboekt bij de ontwikkeling van AI-systemen. Vooralsnog ligt de progressie vooral in het aanleren van afgebakende ('narrow') taken zoals het spelen van een spel, het herkennen van een afbeelding of het voorspellen van verkeersstromen. Algemene AI is nog veraf. AI-systemen kunnen momenteel niet concurreren met het vermogen van een kind om om te gaan met en te interageren met de omgeving op basis van zintuigen zoals tast, zicht en geur. Tevens beschikken zij slechts over de meest rudimentaire eigenschappen om menselijke uitdrukkingen, intonaties en emoties te verstaan en de subtiliteiten van menselijke interactie te capteren. M.a.w. AI is vandaag de dag sterk in 'IQ' maar zwak in 'EQ'.

De essentie van het lerend vermogen doet sommige auteurs concluderen dat automatisering buiten de scope van AI valt, aangezien automatisering slaat op geprogrammeerde systemen voor het uitvoeren van specifieke repetitieve taken. AI daarentegen wordt ontworpen om patronen te herkennen, te leren uit ervaringen en doelmatige beslissingen te nemen en behoeft geen voorgeprogrammeerd pad om te bepalen hoe zal worden gereageerd op bepaalde situaties. AI heeft het vermogen om automatisering te complementeren en te versnellen.

Onder meer volgende omschrijvingen vindt men terug:

- *“Kunstmatige intelligentie is het principe dat machines taken kunnen uitvoeren op een manier die wij mensen als ‘slim’ zouden beoordelen omdat wij vinden dat ze toebehoren aan menselijke intelligentie.”³ Deze definitie zegt iets over de manier waarop we naar kunstmatige intelligentie kijken vanuit het perspectief van de menselijke intelligentie.*

³ Duursma J., Kansen en bedreigingen van kunstmatige intelligentie, Uitgeverij Haystack, oktober 2017.

Kunstmatige intelligentie als concept begint eigenlijk met de vraag wanneer een systeem intelligent is. Computerpionier Alan Turing zocht naar dit antwoord en ontwikkelde in 1950 de naar hem genoemde Turingtest. Hiermee wilde hij op eenvoudige wijze laten zien wat intelligentie is, als alternatief voor een ellenlange lijst met waarschijnlijk elkaar tegensprekende kwalificaties voor intelligentie. Een computer zou volgens hem intelligent zijn als deze niet van een mens te onderscheiden was.

- *“Kunstmatige intelligentie omvat alle manieren om computers of robots slim te maken. Dat kan door handmatig programmeren van regels of door het laten leren van ervaringen (data).”⁴*
- *“Intelligentie is het vermogen om complexe doelstellingen te verwezenlijken, ongeacht of deze doelstellingen als goed of slecht worden beschouwd. Kunstmatige intelligentie is niet-biologische intelligentie. De heilige graal van het KI-onderzoek is het realiseren van een zo algemeen mogelijk kunstmatige intelligentie of AKI: een machine die in staat is vrijwel elke doelstelling te verwezenlijken en die daarbij over een lerend zelfvermogen beschikt. AKI is dus menselijke algemene kunstmatige intelligentie: het vermogen om alle taken uit te voeren waartoe ook mensen in staat zijn, en wel op een niveau dat minstens gelijk is aan dat van de mens.”⁵*
- *“Kunstmatige intelligentie is het vakgebied dat probeert om computers slim te maken, en staat dus aan de basis van het maken van slimme robots.”⁶*
- *“Kunstmatige intelligentie (KI), of artificiële intelligentie (AI), zijn apparaten die reageren op data of impulsen uit hun omgeving, en op basis daarvan zelfstandig beslissingen nemen. Het gaat bij KI dus niet om de rekenkracht, maar om de mogelijkheid (zelfstandig) te leren en beslissingen te nemen. De apparaten zijn zich echter niet bewust van de taken die ze uitvoeren. Ze volgen algoritmes en herkennen patronen.”⁷*
- *“Artificiële intelligentie is het vermogen van een systeem om externe gegevens correct te interpreteren, om te leren van deze gegevens, en om deze lessen te gebruiken om specifieke doelen en taken te verwezenlijken via flexibele aanpassing.”⁸*
- *“AI, de afkorting van de Engelse term artificial intelligence, is een verzamelnaam voor technieken zoals machine learning, deep learning en neurale netwerken die tot doel hebben om computers te laten leren uit hun ervaringen.”⁹*
- *“Artificiële of kunstmatige intelligentie is het gebruik van digitale technologieën om bruikbare kennis te puren uit dataverzamelingen die voor mensen nauwelijks te doorgronden zijn.”¹⁰*
- *“The ability of a digital computer or computer-controlled robot to perform tasks commonly associated with intelligent beings. Intelligent beings are those that can adapt to changing circumstances.”¹¹*

⁴ Welling, M. (2018). Over leven met kunstmatige intelligentie.

⁵ Tegmark, M. (2017). Life 3.0.

⁶ Mols, B., Vergunst, M. (2017). Hallo robot. De machine als medemens.

⁷ <https://www.mediawijsheid.nl/kunstmatigeintelligentie/>

⁸ Kaplan, A., Haenlein, M. Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence, Business Horizons, Volume 62, Issue 1, January–February 2019, Pages 15-25

⁹ Jacobs, A., Tytgat, L., Maus, M., Meeusen, R., Vanderborght, B. (2019). *Homo Roboticus*, VUBPress.

¹⁰ <https://www.imec-int.com/nl/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence>

¹¹ <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>

- *“Artificial intelligence refers to the simulation of human intelligence in machines that are programmed to think like humans and mimic their actions. The term may also be applied to any machine that exhibits traits associated with a human mind such as learning and problem-solving.”¹²*
- *“Artificial Intelligence (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. Artificial intelligence (AI) is a branch of computer engineering, designed to create machines that behave like humans. Although AI has come so far in recent years, it is still missing essential pieces of human behavior such as emotional behavior, identifying objects and handling them smoothly like a human.”¹³*
- *“As explained by the OECD’s AI Experts Group (AIGO) an AI system is a machine-based system that can, for a given set of human-defined objectives, make predictions, recommendations, or decisions influencing real or virtual environments. It uses machine and/or human-based inputs to perceive real and/or virtual environments; abstract such perceptions into models (in an automated manner e.g. with ML or manually); and use model inference to formulate options for information or action. AI systems are designed to operate with varying levels of autonomy.”¹⁴*
- *Kunstmatige intelligentie (KI) verwijst naar systemen die intelligent gedrag vertonen door hun omgeving te analyseren en – in zekere mate zelfstandig – actie te ondernemen om specifieke doelstellingen te verwezenlijken. Op KI gebaseerde systemen kunnen uitsluitend uit software bestaan en actief zijn in de virtuele wereld (bijvoorbeeld stemgestuurde assistenten, software voor beeldanalyse, zoekmachines en systemen voor spraak- en gezichtsherkenning), maar KI kan ook in hardwareapparaten worden geïntegreerd (bijvoorbeeld geavanceerde robots, zelfrijdende auto’s, drones of toepassingen van het internet der dingen).¹⁵*
- *“Systemen op basis van kunstmatige intelligentie (KI) zijn door mensen ontworpen softwaresystemen (en mogelijk ook hardwaresystemen) die, met een complex doel, in de fysieke of digitale dimensie in actie komen op basis van gegevens die zij in hun omgeving waarnemen, waarbij ze de verzamelde gestructureerde of ongestructureerde gegevens interpreteren, redeneren op basis van de uit deze gegevens verkregen kennis of de verkregen informatie verwerken en beslissen met welke handeling(en) het gestelde doel het best kan worden bereikt. KI-systemen kunnen gebruikmaken van symbolische regels of een numeriek model leren en kunnen hun gedrag ook aanpassen door te analyseren welke invloed hun eerdere handelingen op de omgeving hebben. Als wetenschappelijke discipline omvat KI verschillende benaderingen en technieken, zoals automatisch leren (waarvan deep learning en reinforcement-leren specifieke voorbeelden zijn), automatisch redeneren (waaronder plannen, inroosteren, kennisrepresentatie en redeneren, zoeken en*

¹² <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp>

¹³ The Oxford Dictionary.

¹⁴ OECD. (2019). *Artificial Intelligence in society*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>

¹⁵ Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Europese Raad, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's. Kunstmatige intelligentie voor Europa. COM(2018) 237 final, 25 april 2018. Zie ook Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Europese Raad, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's. Gecoördineerd plan inzake kunstmatige intelligentie. COM(2018) 795 final, 7 december 2018.

*optimaliseren) en robotica (waaronder controle, waarneming, sensoren en actuatoren, alsook de integratie van alle andere technieken in cyber-fysieke systemen)."*¹⁶

3 Gradaties en vormen van AI

Artificiële intelligentie komt in diverse gradaties en vormen voor. Hierna worden de meest voorkomende toegelicht.

3.1 Gradaties en types

Hierna volgen enkele gradaties die in de literatuur worden gehanteerd.

Sommige auteurs hanteren drie niveau's:

- Niveau 1: Automatisering. Het eerste niveau, de heel 'zwakke' AI, heeft te maken met het automatiseren en het sneller en accurater uitvoeren van routinetaken. Ook de elementaire vormen van data mining zou men hieronder kunnen thuisbrengen. Het gaat hier over het systematisch doorzoeken van diverse databestanden, vaak ook in diverse vormen, om, waar mogelijk, patronen en verbanden te distilleren. De volgende stap (waar al meer intelligentie voor nodig is) behelst dan het maken van voorspellingsmodellen op basis van die patronen en verbanden.
- Niveau 2: Intelligentie. Het tweede niveau is het verrijken van typisch menselijke activiteiten (augmentation). AI-systemen zorgen voor een betere interactie met mensen die de apparaten of computers gebruiken. Ze zorgen vooral voor betere analyses en voorspellingen en doen dit op basis van nieuw binnengekomen informatie. Dit is machine learning in de meest eenvoudige vorm. Op een wat hogere trap wordt informatie niet alleen opgeslagen, ze wordt ook gebruikt om als het ware de instructies zelf te wijzigen. Dat is wat men de zelflerende capaciteit van een systeem noemt. Aan de informatie wordt een laag intelligentie toegevoegd. Machines passen dus niet meer slaafs de instructies toe die ze in het begin hebben gekregen. Echte artificiële intelligentie is in staat om op basis van zelflerende algoritmes autonoom beslissingen te nemen of beslissingen te wijzigen of alternatieven te tonen. De wetenschap bestudeert thans de mogelijkheden om 'echte' intelligentie na te bootsen, maar heeft op dat vlak nog een lange weg te gaan. De beschikking over (kwalitatieve) data is essentieel voor artificiële intelligentie. Zelflerende systemen zonder voldoende achterliggende en dynamische data zijn tot mislukken gedoemd. Gekoppeld aan de sterk toegenomen rekenkracht en de gigantische opslagcapaciteiten in de cloud maakt dat de mogelijkheden van artificiële intelligentie nu veel groter zijn dan enkele decennia geleden. Een verdere stap op de ladder is cognitive computing waarbij men probeert een computer uit te rusten met de mogelijkheden om te reageren 'zoals' een menselijk brein dat zou doen. Er worden zogenaamde neurale netwerken gebruikt met meerdere lagen waarop de neuronen zich kunnen bevinden, een beetje naar analogie met de manier waarop de neuronen in onze hersenen geschikt zijn en elkaar signalen doorgeven.
- Niveau 3: Superintelligentie. Een derde niveau van AI is dat van de amplificatie. Het betreft dan het volledig autonoom beslissen door machines op een veel breder niveau en de volledig

¹⁶ Independent High-Level Expert group on Artificial Intelligence, set up by the European Commission. A definition of AI: Main capabilities and disciplines. Definition developed for the purpose of the AI HLEG's deliverables. European Commission, 8 april 2019.

zelfstandige organisatie van werkzaamheden. Men streeft ernaar het menselijk brein te imiteren (en niet alleen voor specifieke toepassingen, zoals bij cognitive computing) en de menselijke capaciteiten zelf op een hoger niveau te brengen. Niet meer alleen zelf leren en nieuwe instructies ontwerpen, maar bovendien een soort menselijke creativiteit ontwikkelen. Het ultieme is hier (maar voorlig is dit nog toekomstmuziek) dat een machine of een systeem van machines als het ware zelf een AI-systeem kan ontwerpen. Zo een machine zou paradoxaal dan allicht de laatste machine zijn die door de mens zelf is uitgedacht, omdat vanaf dan de machines het als het ware 'overnemen'. Om het kort te stellen: op niveau 2 worden computers even slim als de mens en snellere uitvoerders voor welbepaalde voorgeschreven opdrachten. Op niveau 3 zou theoretisch de computer slimmer en creatiever en bewuster worden dan de mens, en bovendien voor algemene opdrachten. Dit is echter voorlopig nog sciencefiction.

Andere auteurs hebben het over weak en strong AI. Hiermee wordt een grof onderscheid gemaakt in AI op basis van capaciteiten. Men deelt AI dan in in twee soorten.

- Weak of narrow AI. Deze vorm kan heel goed zijn in het oplossen van een specifiek probleem en is geprogrammeerd om te functioneren binnen een smalle bandbreedte. Maar zo'n systeem kan buiten dit domein vrij weinig. Vandaar de term 'narrow': het systeem kan 'slechts' binnen een specifiek domein functioneren. Een goed voorbeeld is Deepblue II, een rule-based AI-systeem van IBM dat in 1997 de beste schaker van die tijd, Kasparov, versloeg. Deze computer kan in korte tijd alle mogelijke miljoenen zetten berekenen en de beste uitkiezen door ze te vergelijken. Die vaardigheid overstijgt de cognitieve vermogens van mensen. Alle AI-systemen zijn vandaag de dag nog 'narrow'.
- Strong of deep AI. Hieronder vallen systemen die beter kunnen omgaan met onverwachte situaties. Ze lijken niet alleen intelligent, maar bezitten daadwerkelijk een soort intelligentie die wij zouden kwalificeren als 'menselijk'. Een voorbeeld van strong AI is Artificial General Intelligence (AGI). Een AGI systeem is in principe in staat elke intellectuele taak uit te voeren die de mens ook kan uitvoeren. Wanneer AGI tot volledige wasdom komt, zal het systeem in staat zijn om complexe ideeën te begrijpen door abstract en logisch te denken. Het moment waarop een AGI de menselijke intelligentie evenaart en vervolgens overstijgt, wordt ook wel de singularity genoemd.

Imec onderscheidt vier niveaus met almaar complexer gebruik van AI.

- Niveau 1: helpen bij ingewikkelde beslissingen. In zijn meest bescheiden vorm ondersteunt artificiële intelligentie het menselijke beslissingsproces. Bijvoorbeeld: dokters helpen bij hun diagnoses door een grote dataverzameling zoals het menselijke genoom te analyseren.
- Niveau 2: autonoom beslissen aan de rand van het IoT. AI-toepassingen zoals genomische analyse vragen om massaal veel rekenkracht. Daarom gebeuren die meestal in de cloud. Maar wat met AI-systemen die instantbeslissingen nemen – zoals zelfrijdende auto's of fabrieksrobots? Dan is een omweg naar verafgelegen servers geen optie. In dat geval is er nood aan IoT-sensors die voorzien zijn van geoptimaliseerde hardware en algoritmes. Hier gaan rekenkracht en energiezuinigheid hand in hand om een intelligent web doorheen onze omgeving te weven.
- Niveau 3: autonoom onderhandelen met andere systemen. Eenmaal AI-systemen onze wereld bevolken, komen ze elkaar vroeg of laat tegen. Ze moeten met elkaar kunnen 'praten' en samenwerken – zonder hulp van een centrale instantie. Een typisch voorbeeld van zo'n multi-agent system is een vloot van autonome voertuigen die voortdurend informatie delen met elkaar en met de weginfrastructuur.

- ▀ Niveau 4: naadloos communiceren met mensen. Computers met elkaar laten praten is een opgave. Maar ze vloeiend met mensen laten communiceren en samenwerken, is nog veel moeilijker, mede omdat computers ook contextuele informatie – zoals sociaal gedrag en culturele achtergrond – moeten detecteren en interpreteren. Sinds de beroemde test van Alan Turing in 1950 is dit het AI-niveau dat het meest tot de verbeelding spreekt. Er is ondertussen al veel vooruitgang geboekt. Toch blijft er nog een lange weg te gaan.

Kaplan en Haenlein¹⁷ stellen dat AI geen monolitische term is maar op genuanceerde wijze moet benaderd worden: ofwel vanuit een evolutionaire invalshoek (narrow intelligence, general intelligence en super intelligence) ofwel door te focussen op de divers types van AI-systemen:

- ▀ Analytische AI heeft enkel eigenschappen die consistent zijn met cognitieve intelligentie, genereert een cognitieve voorstelling van de wereld en gebruikt leren op basis van vorige ervaringen om toekomstige beslissingen te beïnvloeden. De meeste AI-systemen die tegenwoordig door bedrijven worden gebruikt, vallen onder deze groep. Voorbeelden zijn systemen die worden gebruikt voor fraudedetectie in financiële diensten, beeldherkenning of zelfrijdende auto's.
- ▀ Mens-geïnspireerde AI bevat aspecten van cognitieve en emotionele intelligentie. Dergelijke systemen kunnen, bovenop cognitieve elementen, menselijke emoties begrijpen en deze meenemen in hun besluitvorming. Affectiva, een AI-bedrijf opgericht door MIT, gebruikt geavanceerde visiesystemen om emoties zoals vreugde, verrassing en woede te herkennen op hetzelfde niveau (en vaak beter) als mensen. Bedrijven kunnen dergelijke systemen gebruiken om emoties te herkennen tijdens klantinteracties of bij het werven van nieuwe medewerkers.
- ▀ Vermenselijkte AI toont kenmerken van alle soorten intelligentie (d.w.z. cognitieve, emotionele en sociaal-culturele intelligentie). Dergelijke systemen, die zelfbewust kunnen zijn in hun interacties met anderen, zijn nog niet beschikbaar. Hoewel er vooruitgang is geboekt bij het herkennen en nabootsen van menselijke activiteiten, is het bouwen van AI-systemen die de werkelijkheid effectief op een menselijke manier ervaren een project voor de (potentieel verre) toekomst.

Hieronder worden enkele voorbeelden van deze systemen geïllustreerd.

¹⁷ Kaplan, A., Haenlein, M. Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence, Business Horizons, Volume 62, Issue 1, January–February 2019, Pages 15-25

	Analytical AI	Human-Inspired AI	Humanized AI
Universities	Virtual teaching assistants able to answer student questions and tailor reactions to individual data	AI-based career services able to identify emotions to improve interview techniques of students	Robo-teachers animating a student group by acting as moderator and sparring partners
Corporations	Robo-advisors leveraging automation and AI algorithms to manage client portfolios	Stores identifying unhappy shoppers via facial recognition at checkouts to trigger remedial actions	Virtual agents dealing with customer complaints and addressing concerns of unhappy customers
Governments	Automation systems to set the brightness of streetlights based on traffic and pedestrian movements	Virtual army recruiters interviewing and selecting candidates based on emotional cues	AI systems able to psychologically train soldiers before entering a war zone

Een studie van het Europees Parlement¹⁸ benadert AI vanuit de chronologie van de ontwikkelingen. Er worden drie golven onderscheiden:

- De eerste golf van vroege AI-technieken staat bekend als ‘symbolische AI’ of expertsystemen. Zij zijn gebaseerd op precieze door mensen voorgeschreven (‘rule-based’) procedures (algoritmen) die een computer stapsgewijze volgt om op een intelligente wijze te kunnen reageren op een gegeven situatie. Symbolische AI functioneert het best in een beperkte omgeving die doorheen de tijd weinig of niet aan verandering onderhevig is, met strikte commando’s en met variabelen die ondubbelzinnig en kwantificeerbaar zijn.
- De tweede golf van AI omvat meer recente datagedreven benaderingen die zich de laatste twee decennia snel hebben ontwikkeld en in ruime mate verantwoordelijk zijn voor de huidige (her)opleving van AI. Deze toepassingen automatiseren het leerproces van algoritmen. Artificiële neurale netwerken zijn geïnspireerd door het functioneren van het brein. Inputs worden vertaald in signalen die door een netwerk van artificiële neuronen passeren teneinde outputs te genereren die geïnterpreteerd worden als antwoorden op de inputs. Hoe meer neuronen en lagen worden toegevoegd, hoe complexere problemen kunnen worden aangepakt. Machine Learning en Deep Learning zijn toepassingen van deze golf van AI.
- Een derde golf van AI refereert naar speculatieve mogelijke toekomstige ontwikkelingen van AI. Terwijl de eerste en de tweede golf van AI-toepassingen bekend staan als ‘weak’ of ‘narrow’ AI in de zin dat zij zich intelligent gedragen in specifieke situaties of opdrachten, verwijst ‘strong’ of ‘general’ AI naar algoritmen die intelligentie vertonen in een ruime contextwaai of probleemsituaties. Dergelijke ‘algemene’ AI is met de huidige technologie niet mogelijk en veronderstelt een geavanceerde paradigmashift op het vlak intellectuele

¹⁸ Boucher, P., European Parliamentary Research Service, *Artificial intelligence: How does it work, why does it matter, and what can we do about it?*, Study – Panel for the future of Science and Technology, June 2020.

capaciteit. Er zijn reeds benaderingen overwogen zoals op het vlak van geavanceerde evolutionaire methoden, kwantum computing en breinbootsingen. Andere vormen van futuristische AI zoals zelfverklarende en contextuele AI kunnen bescheiden lijken qua ambitieniveau, maar hun potentiële impact mag niet onderschat worden.

Een andere eenvoudige manier om AI te typeren, is volgende onderverdeling:

- Software: virtuele assistenten, software voor beeldanalyse, zoekmachines, spraak- en gezichtsherkenningssystemen.
- "Embodied" AI: robots, zelfrijdende auto's, drones, Internet of Things.

Nog een gehanteerde typering gebeurt op basis van onderscheid tussen kennis- en datagedreven AI:

- Kennisgedreven AI is gebaseerd op kennis en deductief, en maakt gebruik van logische en mathematische modellen.
- Datagedreven AI is gebaseerd op data en inductief, en maakt gebruik van neurale netwerken die leiden tot machine learning. Vooral de datagebaseerde benadering neemt vandaag een hoge vlucht omdat steeds meer data worden vergaard en beschikbaar gemaakt.

Hierbij aansluitend en tot slot, wordt nogmaals benadrukt dat praktisch alle AI-systemen op dit ogenblik 'narrow' zijn. Er is dus nog lang geen sprake van artificieel gecreëerde menselijke intelligentie. Het gaat eerder om computertools waarmee de output van menselijke intelligentie wordt geïmiteerd (en steeds vaker overtroffen). Bij artificial narrow intelligence (ANI) is het werkingsdomein beperkt en dus makkelijker behapbaar voor de huidige generatie AI-algoritmes. Intussen zijn er veel gesofisticeerde ANI-algoritmes beschikbaar bv. voor medische diagnose van tumoren, het bepalen van strafmaten voor misdadigers, het autonoom redigeren van artikels over sportwedstrijden of het bepalen van een citizen score (cf. het Social Credit system van de Chinese overheid dat vanaf 2020 verplicht werd).¹⁹ Wat vandaag AI wordt genoemd, is eigenlijk Machine Learning, een zeer gesofisticeerde manier om aan data-analyse te doen.

3.2 Vormen

- Rule-based AI-systemen. Zulke systemen functioneren door het opvolgen van vooraf bedachte regels, zoals het commando: als A gebeurt, doe dan B. Hoe complexer de situatie, hoe meer mogelijke situaties en reacties er zijn waarmee de computer te maken kan krijgen. Het ideaal is uiteraard een AI-systeem dat de wereld om zich heen begrijpt en dat niet regel voor regel moet worden geprogrammeerd. Rule-based AI behoort inmiddels bij de 'klassieke' kunstmatige intelligentie.
- Machine learning. Machine learning is een toepassing van artificiële intelligentie die gebaseerd is op statistische technieken, waardoor informaticasystemen automatisch iets kunnen "leren" uit data en door ervaring beter kunnen worden, zonder dat ze daar expliciet voor geprogrammeerd zijn. Bij machine learning wordt het proces van het menselijk brein nagebootst in een computer via neurale netwerken. Bij machine learning bestaat een neuraal netwerk uit een aantal kunstmatige neuronen die 'aan' of 'uit' staan, afhankelijk van de signalen die ze binnen krijgen van hun burens. Als er veel signaal binnenkomt, gaan ze 'aan' en geven ze een signaal door naar hun burens. Een aantal 'invoerneuronen' ontvangt het

¹⁹ De Win, P. *Ben ik een bot? Opmars van AI-toepassingen zoals chatbots in de communicatiesector*, Ad Rem, Tijdschrift voor zakelijke communicatie. Themanummer: *Artificiële Intelligentie*, 2019/6.

signaal direct van de data, bijvoorbeeld een plaatje met de afbeelding van een hond. Neuronen die hun informatie van de pixels van het plaatje ontvangen, worden actief en activeren hun burens enz. Diep in het neurale netwerk bevinden zich 'uitleesneuronen', die actief worden en aangeven of er een hond in het plaatje aanwezig is. Om neurale netwerken te trainen, zijn er heel veel data nodig. Een klassiek algoritme bestaat uit regeltjes die opeenvolgend worden uitgevoerd. Een neuraalnetwerk algoritme bestaat uit signalen tussen neuronnen om patronen te herkennen in data. Een belangrijk verschil is dat een klassiek algoritme moet geschreven worden door mensen, terwijl een neuraal algoritme zijn eigen programma kan aanpassen door van data te leren. Het is m.a.w. een soort van leeralgoritme dat zichzelf continu aanpast aan de hand van data. De zelflerende systemen worden met data gevoed en weten vervolgens zelf inzichten te genereren en voorspellingen te doen. Met machine learning is men in staat patronen te herkennen in grote hoeveelheden data en deze kennis toe te passen op nieuwe data, zonder dat het systeem expliciet geprogrammeerd wordt om iets te doen. De kwaliteit van de data is daarbij van groot belang: er moet over gewaakt worden dat de data die verzameld worden, aansluiten bij het probleem dat moet opgelost worden. Voedt men het systeem met onjuiste data, dan zal het resultaat ook navenant zijn. Alpha Go, een AI-programma ontwikkeld door DeepMind voor het spel Go, heeft het spel Go geleerd door dertig miljoen spelbewegingen uit historische toernooidata te halen en het spel vervolgens miljoenen keren tegen zichzelf te spelen. Het systeem leerde uit en van zichzelf, eerst van voorbeelden en toen door zichzelf te spelen. AlphaGo is dus niet regel voor regel en mogelijke zet voor mogelijke zet geprogrammeerd, het heeft zelf uitgevonden wat de beste wijze was om te spelen. AlphaGo ontdekte daarbij een zet die niet eerder door mensen was gedaan en verrijkte daardoor het spel.

- Deep learning. Machine learning-algoritmen die aan zeer intellectuele uitdagingen kunnen voldoen, maken gebruik van neurale netwerken met 'diepere' lagen. In elke laag wordt door middel van recursieve leeralgoritmes trapsgewijs geleerd. Deep learning is een onderdeel van machine learning. Een deep learning-systeem moet echter niet gevoed worden met algoritmes, maar kan zichzelf algoritmes aanleren. Het vangt iets op, denkt erover na en trekt er dan conclusies uit. Deep learning gebruikt verschillende lagen van zogenaamde kunstmatige neurale netwerken, waarvan de werking losjes is geïnspireerd op de hersencellen van levende wezens (zie hierboven). Doordat de lagen van deze neurale netwerken samenwerken, wordt het systeem steeds slimmer. Een neuraal netwerk kan niet worden geprogrammeerd om een bepaalde taak stap voor stap uit te voeren, maar leert door het zien van voorbeelden. Elke laag draagt bij aan een betere patroonherkenning. De ene laag herkent bijvoorbeeld randen, een andere herkent kleuren, weer een andere herkent bewegingen. Diepere lagen herkennen de meest concrete kenmerken, ondiepere lagen herkennen abstractere kenmerken. Samen zorgen al die lagen dan voor een betrouwbaar beeld van hetgeen de robot of computer zou moeten herkennen zonder het van tevoren 'ingeprogrammeerd' te hebben gekregen. Het netwerk wordt getraind met heel veel voorbeelden. Deep learning is dan ook een complexe vorm van machine learning. Zo worden er meerlaagse neurale netwerken en niet-lineaire transformaties gebruikt. Anders gezegd: deep learning bestaat uit algoritmen die het mogelijk maken om computers te trainen door blootstelling van meerlaagse neurale netwerken aan enorme hoeveelheden data (Big Data).
- Supervised learning. Bij deze vorm is van tevoren bekend wat de juiste uitkomst is en leert men het algoritme wat de relaties zijn tussen gegevens. De gebruikte gegevens zijn allemaal door mensen gelabeld. Supervised learning is een vorm van machine learning en kan omschreven worden als een trial-and-errorproces gebaseerd op gelabelde data. Het filteren

van spam uit e-mailberichten wordt bijvoorbeeld mogelijk gemaakt door een grote database met voorbeeldberichten samen te stellen die allemaal het label 'spam' of 'geen spam' meekrijgen. De machine leert van voorbeelden, van 'wel' en 'niet'. Het doel van supervised learning is het bouwen van een model dat voorspellingen doet op basis van gelabelde data. Men voedt het systeem met een bekende reeks invoergegevens en een bekende uitkomst op die invoergegevens. Vervolgens wordt het algoritme getraind om een model te maken dat goede voorspellingen kan doen bij de invoer van volledig nieuwe data. Een supervised learning-systeem kan worden getraind om telkens de voorbeelden in de database te doorlopen en aan de hand daarvan de criteria in het neurale netwerk te verbeteren, bijvoorbeeld om spraak te herkennen of spam te identificeren.

- Unsupervised learning. Deze vorm gaat over het trainen van een netwerk door het te confronteren met een groot aantal voorbeelden, maar zonder te zeggen wat het moet zoeken. Een systeem van unsupervised learning zal zelf de structuur of relaties tussen verschillende data kunnen vinden door vergelijkbare voorbeelden te clusteren. Op deze wijze kan het systeem verborgen groepen, verbanden of patronen in de data opmerken. Deze vorm van AI kan dus zelf relaties leggen op basis van input. Die relaties zijn soms onwaarschijnlijk voor ons, maar soms ook niet. Men weet dus niet altijd met welke antwoorden het systeem zal komen, antwoorden die men mogelijk nooit op een andere manier had kunnen verkrijgen. Bij deze vorm van AI heeft men geen gelabelde data nodig. Men laat het systeem zelf een trend vinden in een berg data door de data te groeperen in subgroepen, ook clusters genoemd. Naast data heeft het systeem dus ook nood aan de hoeveelheid clusters die het moet maken. Bijvoorbeeld, als een bedrijf zijn klantenbestand wil opdelen om gerichte reclame te mailen, dan moet er aangegeven worden hoeveel klantgroepen of clusters men wil onderscheiden. Het algoritme analyseert vervolgens welke klanten de meeste overeenkomsten hebben en stopt hen vervolgens bij elkaar in dezelfde groep.
- Semi-supervised learning. Vaak dient gewerkt te worden met een enorme ongelabelde dataset en een kleine subset met labels. Bijvoorbeeld medische beelden waarbij maar van een deel bekend is wat de uiteindelijke diagnose is. Er zijn machine-learningtechnieken die de gelabelde en ongelabelde data samen inzetten om een beter voorspellingsalgoritme te trainen. De kern van het idee is dat er met ongelabelde data toch al heel nuttige representaties kunnen verkregen worden die de onderliggende concepten van de data beschrijven. Die concepten, ook features genoemd, kunnen dan gebruikt worden om daarna de classifier te trainen met de veel kleinere gelabelde dataset.
- Reinforcement learning. Dit is een vorm van machine learning die gebeurt aan de hand van feedback. Dit houdt in dat het systeem steeds een oplossing uitprobeert voor een probleem en dan de succesvolle strategieën volgt en de onsuccesvolle laat vallen. De succesvolle oplossingen worden waardevoller en opgeslagen voor de volgende keer dat dezelfde situatie zich voordoet. Het systeem leert dus van eerdere successen en tegenslagen. Fabrieksrobots die apparaten oppakken en in containers stoppen zijn hier een voorbeeld van. Deze robots onthouden of de bewegingen die ze maakten om het apparaat in de container te stoppen, succesvol waren of niet. Een ander voorbeeld is het AI-systeem Libratus dat ontworpen werd voor het pokerspel. Terwijl AlphaGo dertig miljoen zetten van menselijke spelers uit bestaande partijen analyseerde, leerde Libratus poker uit het niets, door met behulp van een algoritme het spel lukraak te spelen totdat er na maanden van training en miljarden pokerspellen een niveau was bereikt waarop het menselijke spelers kon uitdagen. Libratus leerde zichzelf een unieke manier van spelen aan. Het kon zich verbeteren door de regels

van het spel te analyseren in plaats van te proberen menselijke spelers te kopiëren. Daardoor kwam het op nieuwe speelwijzen om het tegenstanders moeilijk te maken. In een trial-and-errormethode speelde het systeem telkens een spel tegen zichzelf en leerde van zichzelf, zijn menselijke trainers en met name van zijn fouten.

- **Recommendersystemen.** Computers kunnen ook geprogrammeerd worden om ons gedrag te analyseren en ons te helpen met het nemen van beslissingen. Dergelijke recommendersystemen zijn gebaseerd op het type algoritme dat aanbevelingen doet, zoals bijvoorbeeld op de websites of apps van Amazon, Bol, Netflix of Spotify. Deze algoritmen analyseren de interactiegeschiedenis van iemand met deze websites of apps. Wat heeft die persoon eerder gekocht, bekeken of beluisterd? Hoe heeft hij dat gewaardeerd? Hoeveel sterren gaf hij dat product? Keek hij de film helemaal uit? Aan de hand van het gedrag en andere metadata (leeftijd, woonplaats, geslacht,...) wordt iemand geprofileerd en vergeleken met andere personen of klanten. Zo wordt bijvoorbeeld een product aangeraden dat mensen die een gelijkenis vertonen, ook leuk vonden.
- **Expert systemen.** Expert systems, kennissystemen of expertsystemen zijn technieken van AI die gebaseerd zijn op logica. Het simuleert het denkproces van een menselijke expert om complexe problemen binnen een specifiek domein op te lossen en dient daarom ook wel als beslissingsondersteuning. In tegenstelling met machine learning wordt er geen gebruik gemaakt van een zelflerend algoritme, maar van een algoritme op basis van reeds bekende expertise.

4 AI als wetenschappelijke discipline

Een AI-systeem kan op een zeer eenvoudige, abstracte manier beschreven worden²⁰ door middel van drie belangrijke mogelijkheden: perceptie, redenering/besluitvorming en activering. Deze benaderingswijze volstaat voor een begrip van de meeste AI-technieken en subdisciplines die momenteel worden gebruikt om AI-systemen te bouwen, aangezien ze allemaal tot deze drie essentiële karakteristieken kunnen teruggebracht worden. In grote lijnen kunnen al deze technieken in twee hoofdgroepen worden gegroepeerd, die verwijzen naar het vermogen tot (i) redeneren en (ii) leren. Robotica is een andere zeer relevante discipline.

- **Redeneren en beslissen.** Tot deze groep technieken behoren kennisrepresentatie en redeneren, plannen, inroosteren, zoeken en optimaliseren. Deze technieken maken het redeneren mogelijk op basis van de door de sensoren aangeleverde gegevens. Daarvoor moeten gegevens worden omgevormd en gemodelleerd tot kennis (kennisrepresentatie). Wanneer de kennis is gemodelleerd, is de volgende stap om op basis hiervan te redeneren. Daaronder vallen het trekken van conclusies via symbolische regels, plannings- en inroosteringsactiviteiten, zoeken in een grote verzameling oplossingen en het optimaliseren: het kiezen van de optimale oplossing uit alle mogelijke oplossingen voor een probleem. De laatste stap is beslissen welke handeling er moet worden uitgevoerd. Het redeneer-/beslisgedeelte van een AI-systeem is gewoonlijk zeer complex en vereist een combinatie van verschillende van de bovenstaande technieken.
- **Leren.** Tot deze groep technieken behoren machine learning, neurale netwerken, deep learning, beslissingsbomen en vele andere leertechnieken. Deze technieken stellen een AI-

²⁰ Independent High-Level Expert group on Artificial Intelligence, set up by the European Commission. A definition of AI: Main capabilities and disciplines. Definition developed for the purpose of the AI HLEG's deliverables. European Commission, 8 april 2019.

systeem in staat om te leren problemen op te lossen die niet precies kunnen worden gespecificeerd of waarvan de oplossingsmethode niet met symbolische redeneerregels kan worden beschreven. Voorbeelden van dergelijke problemen zijn de problemen die te maken hebben met waarnemingscapaciteiten als spraak en taalbegrip, alsook computervisie of gedragsvoorspelling. Merk op dat deze problemen eenvoudig lijken, omdat ze dat voor mensen gewoonlijk ook zijn. Voor AI-systemen zijn ze echter minder eenvoudig, omdat ze niet kunnen terugvallen op redeneringen van het 'gezond verstand' (nog niet althans). De problemen zijn met name lastig wanneer het systeem ongestructureerde gegevens moet interpreteren. Op dat punt komen technieken die de benadering van machine learning volgen van pas. Met deze technieken wordt een numeriek model geproduceerd (oftewel een wiskundige formule), dat wordt gebruikt om de beslissing te berekenen op basis van de gegevens. Zoals reeds toegelicht, bestaan er verschillende vormen van machine learning. De meest gebruikte benaderingen zijn supervised learning, unsupervised learning en reinforcement learning.

- **Robotica.** Robotica wordt door de High Level Expert Group gedefinieerd als "AI in actie in de fysieke wereld" (ook wel belichaamde AI genoemd). Een robot is een fysieke machine die moet omgaan met de dynamiek, de onzekerheden en de complexiteit van de fysieke wereld. Waarnemen, redeneren, handelen, leren, alsook de capaciteiten voor interactie met andere systemen, zijn gewoonlijk geïntegreerd in de besturingsarchitectuur van het robotsysteem. Naast AI spelen ook andere disciplines een rol bij het ontwerp en de werking van robots, zoals werktuigbouwkunde en regeltechniek. Voorbeelden van robots zijn zelfrijdende voertuigen (zoals auto's, drones, vliegende taxi's), humanoïde robots, robotstofzuigers enz. Op te merken valt nog dat niet alle robots noodzakelijk over AI in hun computerprogramma beschikken. De klassieke industriële robots, die bijvoorbeeld in fabrieken onderdelen assembleren, zijn volledig op voorhand geprogrammeerd en hebben dus geen lerende capaciteiten. Ook AI los van robots bestaat, om bijvoorbeeld de optimale route van A naar B te berekenen, om zoekmachines te optimaliseren, om bepaalde muziek en films aan te raden of om aandelen te verhandelen via computers. Bovendien wordt voor robotica ook gebruik gemaakt van technieken die niet tot het domein van de AI behoren.

Een studie van de Europese Commissie²¹ heeft in het kader van de voorbereiding van het Horizon Europe programma een screening verricht van de toekomstige potentiële impact van doorbraaktechnologieën op de wereldwijde waardecreatie. Voor de studie zelf werd onder meer beroep gedaan op machine learning algoritmen. In de studie wordt AI en robotica bestempeld als een cluster van innovaties met ingrijpende impact op het sociaaleconomisch weefsel, dat zowel directe AI-gebonden software en hardware omvat als indirecte AI-benaderingen voor specifieke toepassingen. De cluster van AI-doorbraaktechnologieën omvat:

- **Augmented reality (AR).** AR staat letterlijk voor 'toegevoegde werkelijkheid'. Een werkelijkheid waaraan dus bepaalde (kunstmatige) elementen zijn toegevoegd. Ofwel: een deel van de 'werkelijkheid' is echt en een deel is niet echt. Met behulp van advanced augmented reality technology (bijvoorbeeld objectherkenning) kan ervoor gezorgd worden dat de toegevoegde informatie op een intuïtieve manier kan worden weergegeven en er ook interactief mee kan worden omgegaan door de gebruiker. AR is gerelateerd aan het meer algemene concept mediated reality, waarbij de waarneming van de realiteit wordt gewijzigd door een computer. (Informatie kan zowel worden toegevoegd als weggenomen.) De

²¹ European Commission. (2019). *100 Radical Innovation Breakthroughs for the future.*

technologie probeert er voor te zorgen dat de gebruiker een beter begrip van de werkelijkheid krijgt. AR is in zekere zin gerelateerd aan virtuele realiteit. Het grote verschil bestaat er echter in dat bij virtuele realiteit de ervaring van de echte wereld grotendeels wordt vervangen door de ervaring van een gesimuleerde fantasiewereld, terwijl AR een extra informatielaag toevoegt aan de waarneming van de reële wereld.

- Automated indoor farming. Een geautomatiseerd indoor landbouwsysteem heeft tot doel een efficiënt en duurzaam commercieel landbouwmodel op poten te zetten, waarmee overal ter wereld voedingsgewassen kunnen gekweekt worden. Daarbij wordt het model van verticale landbouw toegepast. Dit model ontstond aan het einde van de vorige eeuw dankzij het werk van Dickson Despommier, een professor aan de Colombia-universiteit in New York. Hij becijferde dat een verticale boerderij van dertig verdiepingen hoog en een stadsblok groot makkelijk 10.000 mensen van voedsel kon voorzien. Het idee van voedingsgewassen op hydrocultuur had tijd nodig om verder te rijpen, maar kent vandaag een groot succes in Japan en de VS. Het grote voordeel van een verticale boerderij, met gewassen verspreid over verschillende verdiepingen, is dat men ze overal ter wereld kan installeren, ook in regio's met een gebrek aan water en voedsel.
- Blockchain. Een blockchain is een grootboek systeem dat gebruikt kan worden om gegevens vast te leggen, te versleutelen maar ook om te delen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan bitcoin overschrijvingen. Maar dit kunnen ook smart contracts, logistieke transacties, eigendomsaktes of persoonlijke berichten zijn. De blockchain is dus een technologie waarmee mensen die elkaar niet kennen een netwerk kunnen organiseren om vertrouwde records bij te houden. Eenmaal opgenomen op een blockchain kan een stukje informatie niet worden gewijzigd. Blockchain is m.a.w. een openbaar register van transacties. Het wordt ook gedistribueerd, dus in plaats dat één persoon alles bestuurt, zijn er duizenden computers over de hele wereld verbonden met een netwerk en deze duizenden computers komen tot een overeenkomst over welke transacties geldig zijn. Wanneer iemand een transactie uitvoert, wordt deze naar het netwerk uitgezonden en voeren de computers complexe algoritmen uit om te bepalen of de transactie geldig is. Als dat zo is, voegen ze het toe aan het transactieoverzicht en koppelen het aan het vorige transactieblok. Deze keten van gekoppelde transacties staat bekend als de blockchain.
- Chatbots. Chatbots, of "chatting robots", zijn computerprogramma's die realtime gesprekken voeren met mensen, via geschreven tekst of live audio. Steeds meer bedrijven willen een virtuele assistent die klanten of interne medewerkers kan helpen vragen te beantwoorden. Bots ontlasten de front office, helpdesk en klantenservice doordat ze altijd beschikbaar zijn. De stad Roeselare lanceerde 'Bertje' een virtuele stadsmedewerker. 'Bertje', een chatbot, is 24/7 beschikbaar vanop elk toestel. Hij beantwoordt algemene vragen over de producten en diensten van de stad, en maakt je wegwijs op de stadswebsite. Met deze chatbot wil de stad de digitale dienstverlening voor zijn inwoners, toekomstige inwoners en bezoekers verder verbeteren. Op een startupevent in Seoul in Zuid-Korea werd de blauwdruk voorgesteld van een bril voor blinden die de machine vision-technologie van zelfrijdende wagens aan een voicebot koppelt. De voicebot geeft voor de blinde een realtime beschrijving van wat de bril 'ziet'. Bots as a service (Baas) in het eerste online platform in Nederland waar de gebruiker een eigen chatbot kan bouwen die direct elementaire routinematige vragen kan beantwoorden in het Nederlands. De gegenereerde chatbot is multi-channel en kan dus ingezet worden op website of intranet maar ook op chatkanalen als Skype, Facebook of Slack. De gebruiker kan de chatbot zelf trainen op organisatiespecifieke content.

- Computational creativity. Computers kunnen nu output produceren die (bijna) niet te onderscheiden is van menselijke werken. Ze gebruiken software die informatie beoordeelt, manco's identificeert, en vervolgens de beste elementen combineert om iets geheel nieuw te maken. Met andere woorden, computers mixen niet willekeurig bestaande gegevens, maar gebruiken in de plaats daarvan wetenschappelijke methoden om bestaande kenmerken of karakteristieken samen te voegen en creatieve resultaten te realiseren.
- Driverless. Een zelfsturende auto, autonome auto of zelfrijdende auto is een voertuig dat wordt bestuurd door een automatische chauffeur die in staat is om de wagen van één punt naar een ander punt te brengen zonder menselijke tussenkomst. Een zelfrijdende auto genereert elke seconde een gigabyte data. De gegevens moeten in real-time verwerkt worden en dienen om bijvoorbeeld te beslissen hoe diep het gaspedaal ingedrukt moet worden en in welke richting moet gestuurd worden. Die verwerking moet onmiddellijk gebeuren.
- Exoskeleton Een exoskeleton of draagbaar robotpak is een externe, kunstmatige structuur die ontworpen is om te dragen teneinde natuurlijke (d.w.z. biologische) fysieke vaardigheden te compenseren of te verbeteren. Het is gebouwd met behulp van robotica en biomechanica en bestaat uit een wearable apparaat dat samen met de gebruiker werkt. Op het menselijk lichaam geplaatst, versterkt of herstelt het menselijke mechanische prestaties.
- Hyperspectral Imaging. Hyperspectral Imaging (HSI) is een van de krachtige analytische beeldvorming tools, gebaseerd op de detectie van zowel ruimtelijke als spectrale informatie binnen een enkele gegevensset, een HSI-kubus genoemd. De kracht van HSI ligt in het vermogen om de chemische samenstelling van een monster te bepalen op basis van karakteristieke spectrale handtekeningen. Oorspronkelijk ontworpen voor afstandsdetectie heeft HSI invloed gehad op bijvoorbeeld domeinen als voedselinspectie en forensisch onderzoek. De kwaliteit van groenten en fruit is heel belangrijk, zowel voor de landbouwer, de verkoper als de klant. De klant beslist namelijk op basis van de geobserveerde kwaliteit om het product te kopen of niet. De kwaliteit wordt bepaald door de smaak, de textuur en hoe het product er uitziet. Dit uiterlijk wordt in hoofdzaak gecontroleerd door een visuele inspectie welke echter subjectief is en wordt beïnvloed door menselijke fouten. Daarom zou automatisatie van deze inspectie een grote toegevoegde waarde betekenen. Een veelbelovende techniek hiervoor is dus hyperspectrale beeldvorming, waarmee het mogelijk is om voor elke pixel in het beeld spectrale informatie op te meten.
- Speech recognition. Spraakherkenning is het domein dat methoden en technologieën ontwikkelt waarmee computers gesproken taal kunnen herkennen en omzetten in tekst. Het staat ook bekend als "automatic speech recognition" (ASR), "computer speech recognition" of gewoon "speech to text" (STT). Hoewel niet nieuw - de eerste commercieel succesvolle spraakherkenningstechnologieën dateren uit de jaren 1990 – werd door de recente toename van rekenkracht en de ontwikkeling van nieuwe algoritmen spectaculaire vooruitgang geboekt in de afgelopen jaren. Momenteel stuwten verschillende drivers spraakherkenning vooruit: het snelgroeiende domein van 'home' en persoonlijke 'intelligente assistenten'; het wijdverspreide gebruik van smartphones/computers in auto's (geconnecteerde en autonome voertuigen); een grotere vraag naar op spraak gebaseerde biometrische systemen voor multi-factor authenticatie; en de door miniaturisatie gedreven behoefte aan een invoermethode die minder ruimte behoeft dan een toetsenbord of touchsysteem.
- Swarm intelligence. Deze term verwijst naar het collectieve gedrag van verschillende objecten, die elk een aantal eenvoudige functies uitvoeren en met elkaar interageren in het

proces. Zoals insecten of een zwerm vogels, managen en beheren informatiesystemen die op basis van dit principe zijn ontworpen, op een gedecentraliseerde wijze processen via de zelforganiserende werking van al hun componenten. De ontwikkelingsperspectieven van dergelijke systemen liggen in de toepassing van zelfrijdende auto's, energienetten met gedistribueerde energiebronnen, zoek- en reddingsrobots.

- Artificial intelligence. AI is geen systeem maar wordt in een systeem geïntegreerd. Het is een koepelterm dat staat voor het lerend vermogen van een computer of systeem. Aangezien het rapport over AI handelt, wordt deze bullet niet nader gespecificeerd.
- Holograms. Het realistisch weergeven van 3D-beelden zonder een bril te gebruiken, mag rekenen op grote interesse vanwege de onderzoekswereld voor domeinen, gaande van entertainment, design, tot medicijnen en intelligentie. Hoewel hologrammen al op grote schaal worden gebruikt (bijvoorbeeld als beveiligingsmarkeringen in creditcards en valuta's), verkennen onderzoekers momenteel vele andere toepassingen. De focus van recent onderzoek omvat 3D holografische displays, akoestische holografie, aanraakbare hologrammen, evenals holografische microscopen en printers.
- Humanoids. Een humanoïde robot is een machine die een lichaamsvorm heeft die lijkt op die van een mens, in tegenstelling tot andersvormige machines zoals bijvoorbeeld industrirobots of de robouthond AIBO. Momenteel zijn humanoïden te duur en complex als optie voor de meeste robotietoepassingen. Het repliceren van de menselijke vorm vereist extreem complexe mechanica en algoritmen.
- Neuroscience of Creativity and Imagination. Verbeeldingskracht kan gezien worden als een basis voor creatief denken en speelt een belangrijke rol in de menselijke ontwikkeling. De neurowetenschap van creativiteit en verbeelding is nog steeds beperkt tot fundamenteel onderzoek om erachter te komen hoe creativiteit en verbeelding werken. De eerste benaderingen proberen een manier te vinden om de capaciteit van de verbeeldingskracht te meten en te voorspellen en na te gaan hoe deze systematisch kan beïnvloed worden.
- Precision farming. Precisielandbouw is afhankelijk van de nieuwste beschikbare informatie en technologieën - GPS, satellietbeelden, controlesystemen, sensoren, robots, variabele snelheidstechnologie, telematica, software, enz. - om gewassen te verbeteren in elke stap van de groeicyclus: grondbewerking, zaaien en oogsten. Het ultieme doel van de technologie-toepassingen is het verhogen van de opbrengsten, het verkorten van de oogsttijd en het verlagen van de kosten en de impact op het milieu.
- Soft robotics. Soft Robotics is een deelgebied van robotica dat zich bezighoudt met het bouwen van machines uit materialen vergelijkbaar met die van levende organismen of deze minstens nabootsen. Zachte robots streven ernaar op andere manieren vergelijkbaar te zijn met levende wezens, vooral op het vlak van bewegingen en het vermogen om zich aan te passen aan de veranderende fysieke structuur van hun omgevingen. De robots worden "zacht" genoemd om het contrast te markeren met deze die worden gemaakt van rigide materialen, maar ook omwille van hun flexibiliteit en aanpassingsvermogen. Zachte robots gemaakt van materialen zoals hydrogel, latex of siliconen, kunnen zich door nauwe openingen persen, breekbare voorwerpen hanteren, en veel veiliger omgaan met mensen dan hun rigide metaal-en-plastictegenhangers.
- Touchless Gesture Recognition. Dit domein verwijst naar een reeks informatietechnologieën waardoor mensen via gebaren met elektronische apparaten en gadgets kunnen communiceren, zonder gebruik te maken van touchscreens, meestal in de lucht.
- Flying cars. Het idee van vliegende auto's sprak de mens al aan nog voor er auto's bestonden. Naarmate de transportmiddelen evolueerden en congestie een probleem werd,

evolueerde deze ambitie zelf ook. Vandaag de dag is er vooruitgang geboekt in de miniaturisatie van sensoren, energieopslag, elektromotoren en AI zodat de droom van de vliegende auto dichterbij de realiteit staat. Dientengevolge bereiden slimme steden zich voor op de ontwikkeling van persoonlijk autonoom transport als één van de oplossingen voor de mobiliteitsproblematiek. De huidige ontwikkelde technologieën richten zich op marktniches die in de nabije toekomst kunnen worden ingevuld, zoals eenpersoons- of bedrijfsvoertuigen (bv. bobcats). Drone-fabrikanten passen bestaande technologie aan dit gebruik aan. Aan de andere kant dringen traditionele fabrikanten van voertuigen en vliegtuigen de markt binnen door bedrijven op te kopen die al expertise hebben in het bouwen van vliegende auto's.

Verder verwacht de Commissie dat AI zich verder zal ontwikkelen in onder meer volgende vakgebieden.

- AlaaS of Artificial Intelligence as a Service. AlaaS is een belangrijke maar nog niet ontwikkelde markt met grote potentie voor de toekomst. Bedrijven gaan steeds vaker AI-software aanbieden als standaard product. Zo kan elk bedrijf met AI aan de slag en kan iedereen ervan profiteren. Vergelijkbaar met de manier waarop men nu voor dataopslag naar bestaande bedrijven kijkt die opslagdiensten aanbieden en men niet zijn eigen servers moet gaan installeren. AlaaS biedt bedrijven de mogelijkheid om AI toe te voegen aan bestaande producten en diensten of om geheel nieuwe producten en diensten te creëren. Denk bijvoorbeeld aan het herkennen van bepaalde voorwerpen, het analyseren van spraak, patroonherkenning en conversational interfaces. De afnemer betaalt het technologiebedrijf een vergoeding afhankelijk van het gebruik. AI wordt op die manier een onderdeel van de vernieuwing van de bedrijfsstrategie. Technologiemarktanalist en consultant Technavio schat dat de AlaaS-markt tegen 2024 wereldwijd zal groeien met \$15,14 miljard, waarvan 37% voor rekening van Noord-Amerika zal zijn.
- Nieuwe generatie computerchips. Er worden chips op de markt gebracht die speciaal zijn ontworpen voor deep learning-processen. Neurale netwerken kunnen dankzij deze chips hun werk sneller doen. De chips zijn speciaal ontwikkeld voor de verwerking van grote hoeveelheden mathematische berekeningen die deze AI-systemen nodig hebben. Deze chips geven dus een boost aan de snelheid, de kracht en de precisie van AI-processen. Voorbeelden zijn de Neural Engine-chip van Apple, de ASIC-chip 'Tensor Processing Unit' van Google, de chip 'True North' van IBM, de chips van Nvidia, de AI-processor 'Nervana' van Intel en de FPGA (Field programmable gate array) herprogrammeerbare chip van Microsoft. Varianten van deze chips zullen ook in mobiele apparaten geplaatst worden, speciaal ontworpen voor AI-processen in smartphones. Met de nieuwe generatie chips zal een deel van de verwerkingscapaciteit van deep learningprocessors op het apparaat zelf plaatsvinden. Zo is het proces niet afhankelijk van een internetconnectie hetgeen handig is wanneer geen data kunnen worden afgehaald van servers op afstand of uit de cloud.
- Computer brain interfaces of de koppeling van onze hersenen aan intelligente cloud. Hoewel er reeds hersenimplantaten bestaan die doven weer beperkt laten horen, invaliden hun robotarm laten bewegen of met hun gedachten een e-mail laten schrijven, wordt er onderzoek gedaan naar materialen die in de hersenen kunnen geïnjecteerd worden en zo als toegangspoort kunnen dienen voor de breinmachinecommunicatie. De vooruitgang bijhouden kan bijvoorbeeld door de hersenen verbinding te laten maken met een intelligente cloud. Zo zou er een wereldwijde kennisbank ontstaan waar men draadloos aan gekoppeld wordt en real time kennis kan uithalen. Met de nieuwe generatie computerbreininterfaces zou men andere mensen op de hoogte kunnen brengen van zijn gedachten – zoals een tekstbericht via een smartphone maar dan in de vorm van een gedachtebericht, rechtstreeks

met de ander verbonden. Eén van de uitdagingen betreft de verwerkingscapaciteit van de menselijke hersenen.

- Kunstmatige algemene intelligentie, een AI-systeem met een intelligentieniveau dat gelijkwaardig is aan dat van mensen. Door AI-systemen die van zichzelf en van elkaar leren, en door steeds betere hard- en software worden er stappen gezet richting Artificial General Intelligence. Deze geavanceerde vorm van intelligentie leert van zichzelf en de omgeving, zodat niet voor elk probleem een nieuw AI-systeem hoeft te worden gebouwd. Vandaar dat deze vorm van AI wordt geclassificeerd met de term 'algemene' of 'general'. Een systeem zou aan een oplossing kunnen werken zonder voor dit specifiek probleem getraind te zijn en dus omgaan met onbekende factoren of onvoorziene omstandigheden, zoals een mens dat kan. Dit is ook de maatstaf van AGI: een AI-systeem dat vergelijkbaar of beter presteert over de volledige breedte van het menselijk functioneren. Wat de ontwikkeling van AGI enorm vooruit zou helpen, is kwantumcomputing, één van mogelijke ingrediënten van een AI-superbrein.
- Kwantumcomputers. Kwantumcomputers²² kunnen berekeningen veel sneller uitvoeren dan traditionele computers en zelfs veel sneller dan de supercomputers die vandaag de dag worden gebruikt. Kwantumcomputers bieden dus gigantisch veel rekenkracht waardoor encryptie kan verbeterd worden of gigantische hoeveelheden data worden doorzocht en geanalyseerd. Ook farmaceutisch onderzoek zou een boost kunnen krijgen en AGI meer binnen bereik brengen. De grote technologiebedrijven zijn in een race naar "quantum supremacy" verwickeld. Google zou er volgens de Britse zakenkrant Financial Times in geslaagd zijn om een ingewikkelde berekening te doen met een kwantumcomputer.
- Algoritmische organisaties. Hierbij zijn de algoritmes zo slim dat ze bijvoorbeeld transacties doen, bedrijfsprocessen beoordelen, overeenkomsten beëindigen, de voorraad aanvullen en zelfstandig andere beslissingen nemen. Ze communiceren tevens makkelijk met interne en externe computersystemen en stakeholders zonder menselijke interventie. Algoritmes die data omzetten in concrete acties behoren tot het werkveld van de intelligent agent²³. Vaak zal er naast een of meerdere intelligent agents gebruik worden gemaakt van zogenaamde slimme contracten. Een slim contract is een in software geprogrammeerde overeenkomst waarin regels en afspraken staan. Daardoor kunnen slimme algoritmes onafhankelijk aan de slag gaan, zonder menselijke controle. Met slimme contracten kunnen bedrijfsprocessen en beslissingen geautomatiseerd worden.
- Kunstmatige superintelligentie waarbij slimme computersystemen alle cognitieve taken beter uitvoeren dan mensen. Bij superintelligente systemen gaat het om een vorm van intelligentie die voor de mens niet meer te bevatten is: men belandt dan voorbij het punt waarop mensen nog greep hebben op computers, ook wel the singularity genoemd. Een slim computersysteem kan zichzelf steeds opnieuw ontwerpen in een steeds hogere versnelling. Nu reeds bestaat er software die op zijn beurt weer software ontwikkelt voor spraakherkenning en beter functioneert dan vergelijkbare software die door mensen was

²² Het grootste verschil tussen een kwantumcomputer en een gewone computer zijn de qubits. Qubits zijn de bouwstenen van het geheugen van een kwantumcomputer. De klassieke computer werkt volgens het binair systeem: 0 en 1. Als een computer een opdracht uitvoert, wordt telkens een keuze gemaakt tussen 0 en 1. Bij een kwantumcomputer kiezen qubits tegelijk voor 0 en 1. Hierdoor kunnen ze twee berekeningen tegelijk uitvoeren waardoor ze veel sneller zijn.

²³ Een intelligent agent wordt ook wel een smart agent of autonomous intelligent agent genoemd. Intelligent agents zijn software-entiteiten die zich (gedeeltelijk) bewust zijn van de doelen of de wensen van de gebruiker en met een bepaalde mate van autonomie kunnen handelen namens deze gebruiker of een ander softwareprogramma.

ontwikkeld. Dit maakt dat AI als technologie in een stroomversnelling komt, waarvan het einde nog niet in zicht is.

- Slimme robotica is het vakgebied waar alles samenkomt. Een robot moet kunnen zien, horen, praten, bewegen, redeneren, plannen, beslissen. Robots worden uiteraard al lang gebruikt in de maakindustrie maar dit zijn robots die nog vrij beperkt zijn in hun handelen. Met big data en AI ontstaat de mogelijkheid om robots veel flexibeler in te zetten, onder meer in de maakindustrie, de landbouw en de zorg. Met de komst van AI en machine learning kunnen robots²⁴ bijleren op basis van interactie met hun omgeving, waardoor ze autonoom worden. De toepassing van slimme robots strekt zich uit over een zeer breed terrein: van offline tot online, van productie tot diensten, van handwerk tot denkwerk. De echte verandering zit erin dat robots slimmer gaan functioneren en hun natuurlijke biotoop van de fabrieksomgeving verlaten. Vandaag worden meer en meer robots ontwikkeld die hun weg vinden naar de dagelijkse leefwereld van de mens. Van robots die het gras afrijden, stofzuigen, maaltijden koken of teksten schrijven tot wagens besturen. Robots kunnen handelingen verrichten die tot nog toe exclusief menselijke competenties vereisten: complexe manuele vaardigheid, sociale vaardigheden en omgevingsbewustzijn. Een voorbeeld is Shadow Robot Company, die de Alconics Award 2019 ontving in de categorie Best Artificial Intelligence Hardware Award en de Queen's Awards for Enterprise 2019 won onder Innovation. Een van hun recente uitvindingen is 's werelds eerste haptische telerobothand. Naast samenwerking met de belangrijkste entiteiten en onderzoekscentra in de wereld, zoals NASA, het Massachusetts Institute of Technology en Siemens, neemt het team deel aan het Human Brain Project (HBP)²⁵, een belangrijk Europees project inzake het menselijk brein. Het handsimulatiemodel van Shadow Robot Company werd geïntegreerd in het Europese HBP-Neurorobotics simulatieplatform. Men verwacht dat dit de neurowetenschapsonderzoekers en de klanten van Shadow Robot in staat zal stellen leerparadigma's en controlemodellen van neurowetenschap te verkennen, iets wat geen ander simulatieplatform kan bieden. Met dit platform kunnen virtuele hersenmodellen worden verbonden met robotachtige apparaten, zoals handen. Onderzoekers kunnen op die manier analyseren hoe deze apparaten beweging besturen, reageren op stimuli of zelfs 'leren' in een virtuele omgeving. Terwijl robothanden tot nog toe werden gebruikt op het gebied van prothesen, zou het robothandmodel dat op het platform is getest, onderzoekers de mogelijkheid bieden hun technieken uit te testen op handen die vergelijkbaar zijn de met menselijke hand.

Een discipline die tevens opgang maakt is die van de bio-engineering²⁶. Hoewel de Cyborg mens nog niet voor morgen is, heeft zeer recent de eerste levende robot, gemaakt van kikkerstamcellen, het daglicht gezien. *"Dit is geen traditionele robot of een nieuwe diersoort, maar een volledig nieuwe vorm van leven die volledig programmeerbaar is"*, aldus Joshua Bongard, robotica-ingenieur aan de Universiteit van Vermont en mede-ontwerper van het project. Deze xenorobots, zoals de onderzoekers ze noemen, zijn minder dan een millimeter lang en kunnen onafhankelijk bewegen, enkele weken overleven zonder voedsel en samenwerken. Ze lijken veeleer op een vormloos embryo, bestaande uit cellen die zichzelf organiseren naargelang de

²⁴ Eynikel, J. (2017). Robot aan het stuur. De ethiek van techniek. De auteur omschrijft robots als zijn de machines of virtuele toepassingen die op basis van programmering of zelflerende technieken mechanische en/of intellectuele handelingen automatiseren.

²⁵ Human Brain Project maakt deel van de Future Emerging Technologies (FET)-vlaggenscheppen van Horizon 2020.

²⁶ The Economist, January 18th 2020.

manier waarop ze zijn geprogrammeerd. Stamcellen worden eerst genomen uit een embryo van de Afrikaanse kikker *Xenopus laevis* (vandaar hun naam). Na incubatie worden ze opnieuw geconfigureerd door een evolutionair algoritme dat duizenden mogelijke combinaties genereert met "passieve" cellen (huidcellen) en "actieve" cellen (hartcellen), waarbij de contracties van deze laatste instaan voor de mobiliteit van de biorobot. Het is dus mogelijk om de kenmerken te modificeren naargelang de gewenste taak. Het potentieel van deze xenorobots is veelbelovend: ze zouden bijvoorbeeld medicijnen in het menselijk lichaam kunnen transporteren of de atheroma-vlekken²⁷ in de slagaders reinigen voordat ze op natuurlijke wijze worden afgebroken. Ze zouden ook plastic in de oceaan kunnen verzamelen, giftige of radioactieve stoffen verteren of zelfs moleculen identificeren in voor mensen onbereikbare omgevingen. Maar het potentieel reikt nog verder en ingrijpender. Door generatie op basis van zenuw- en sensorische cellen zou het mogelijk zijn xenorobots uit te rusten met cognitieve capaciteiten waardoor ze 'intelligent' worden.

5 AI als een octopus met tentakels in diverse sectoren: een illustratie

5.1 General purpose: Duurzame ontwikkeling (SDG's)

AI is een technologie voor algemene doeleinden en kan worden aangewend om het algemeen maatschappelijk welzijn te bevorderen.²⁸ De bijdrage van AI in het realiseren van de VN-doelstellingen voor duurzame ontwikkeling (SDG's) op het vlak van onder meer onderwijs, gezondheidszorg, vervoer, landbouw en duurzame steden, vormt hiervan het beste bewijs. Veel openbare en particuliere organisaties, waaronder de Wereldbank, een aantal agentschappen van de Verenigde Naties en de OESO, willen AI benutten om stappen vooruit te zetten op de weg naar de SDG's. Uit de database van McKinsey Global Institute²⁹ met AI-toepassingen blijkt dat AI ingezet kan worden voor elk van de 17 duurzame ontwikkelingsdoelstellingen. Onderstaande figuur geeft het aantal AI-use cases (toepassingen) in de database van MGI aan die elk van de SDG's van de VN kunnen ondersteunen.

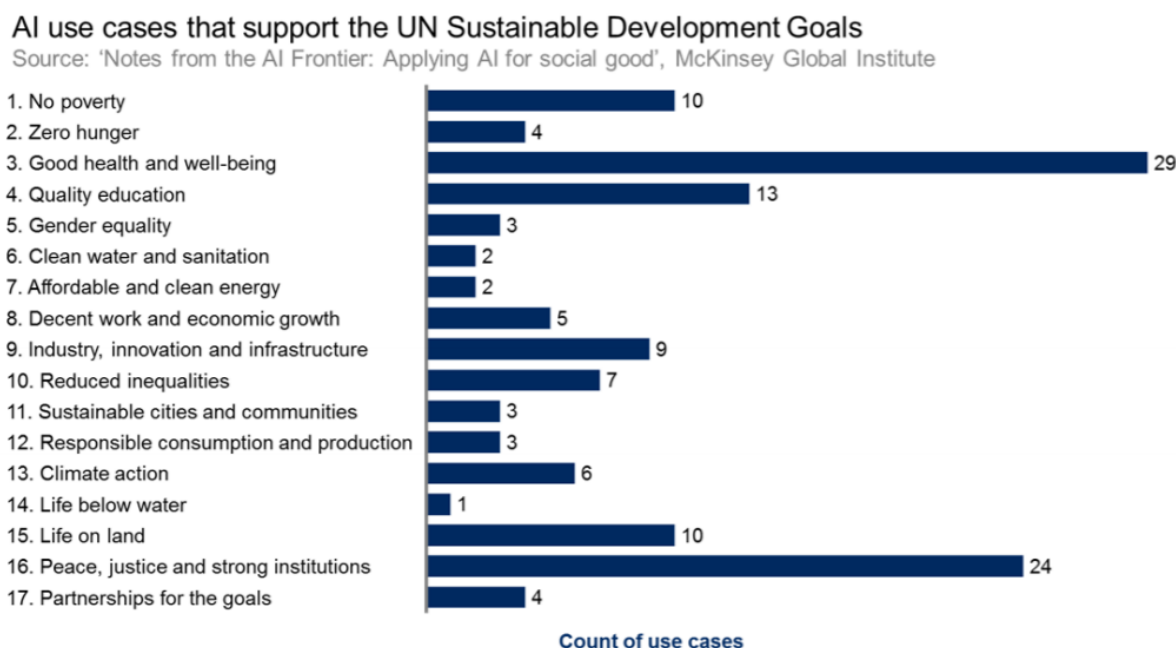
²⁷ Atheromatose is een gecompliceerde en langzaam voortschrijdende ziekte waarbij vetachtige stoffen in de wand van slagaders worden afgezet.

²⁸ Steels, L., Berendt, B., Pizurica, A., Van Dyck, D., Vandewalle, J. *Artificiële intelligentie. Naar een vierde industriële revolutie?*, Standpunt nr. 53 KVAB, 2017.

²⁹ McKinsey Global Institute, *notes from the AI frontier applying AI for social good*, Discussion paper, December 2018.

Chui, M., Chung, R., van Heteren, A., *Using AI to help achieve sustainable development goals*, UNDP, January 21, 2019

Figuur 1: AI use cases voor de ondersteuning van de SDG's³⁰



Op welke manier kan AI bijdragen aan de implementatie van de SDG-doelstellingen?³¹

- Beperkte of zero CO₂ voetafdruk (SDG's 7 en 13). AI kan een belangrijke bijdrage leveren aan de klimaatuitdagingen door het ontwerpen van zowel specifieke AI-toepassingen ter verbetering van de belangrijkste koolstofemitterende technologieën als systemen met een beperkte of zelfs zero CO₂-voetafdruk. Het gebruik van hernieuwbare energiebronnen om de energievretende activiteiten van datacenters te ondersteunen is een ander spoor dat kan bewandeld worden om duurzame hardware en gegevensopslag te ontwikkelen. Benchmarks uitgedrukt in de vorm van energie-efficiënt verbruik van datacenters zouden in dit opzicht nuttig kunnen zijn, in combinatie met de reeds bestaande Europese gedragscode voor energie-efficiëntie in datacenters (European Code of Conduct for Data Centre Energy Efficiency). Daarnaast biedt AI nog tal van andere mogelijkheden op het vlak van energie en milieu (zie verder).
- Inclusieve en duurzame economische groei, volledige en productieve tewerkstelling en waardig werk voor iedereen (SDG 8). Hoewel men het er grotendeels over eens is dat AI positieve effecten heeft op economische groei, rijst de vraag of dergelijke groei inclusief zal zijn. Aldus wordt gerefereerd naar het mogelijk probleem van marktconcentratie en van een toekomstige AI-kloof, indien de AI-technologie niet voor iedereen toegankelijk en betaalbaar zal zijn. Er zijn daarom auteurs die ervoor pleiten dat Europa de ontwikkeling en implementatie van AI-systemen promoot die oog hebben voor inclusie. Ook volledige en productieve werkgelegenheid dient volgens hen een (Europees) aandachtspunt te zijn, waarbij mensen niet worden vervangen maar hun productiviteit en de werkplek omgeving

³⁰ Noot McKinsey: This chart reflects the number and distribution of use cases and should not be read as a comprehensive evaluation of AI potential for each SDG; if an SDG has a low number of cases, that is a reflection of our library rather than of AI applicability to that SDG.

³¹ Renda, A., *Artificial Intelligence. Ethics, governance and policy challenges*, Report of a CEPS Task Force, CEPS, Brussels, February 2019.

worden verbeterd. Even zo goed zou AI ingezet moeten worden om de waardigheid van het werk uit te dragen en te promoten door individuen te ontlasten van repetitieve taken en hun creativiteit aan te wakkeren. Maar waardig werk hangt ook af van stabiliteit: AI heeft de transformatie in de hand gewerkt van tal van stabiele jobs naar tijdelijke jobs, denk bijvoorbeeld aan de platformeconomie, wat leidde tot de opkomst van wat sommige auteurs het nieuw "precariaat" noemen.

- **Kwaliteitsonderwijs (SDG 4).** AI kan de toegang tot het onderwijs aanzienlijk verruimen. Doorbraken bijvoorbeeld in natuurlijke taalverwerking en vertaling, gecombineerd met een verbeterde connectiviteit en conversationele bots, kunnen de toegangskosten tot hoogstaand onderwijs voor iedereen verlagen, ongeacht de geografische locatie. Het kan ook de toegankelijkheid van onderwijs voor iedereen verbeteren, ook voor personen met handicaps. Gepersonaliseerd leren en geautomatiseerde beoordeling zullen online onderwijs veel aantrekkelijker en krachtiger maken dan het vandaag is.
- **Gendergelijkheid (SDG 5).** AI kan onbedoeld genderongelijkheid versterken. Daarom is het belangrijk ervoor te zorgen dat AI-systemen expliciet getest zijn om vrouwen evenwaardige kansen te bieden en mogelijke vooroordelen ten aanzien van het geslacht uit te schakelen.
- **Industrie, innovatie en infrastructuur (SDG 9).** AI kan de fundamenten stutten voor verdere innovatieve ontwikkelingen, in het bijzonder door middel van open data en open IP-arrangementen. Meer algemeen brengt beleid dat transparantie en het delen van kerndatasets aanmoedigt tussen zowel publieke als private actoren een hoger niveau van innovatiegerichte concurrentie en onderzoeksproductiviteit met zich mee in de toekomst.

Een concreet voorbeeld is FarmGrow, een sociale onderneming die is opgericht door de Rainforest Alliance en Grameen Foundation om boeren in grote cacao producerende gebieden van de wereld te ondersteunen. Het coacht hen bij het optimaliseren van opbrengsten zonder negatieve milieueffecten. Door Satelligence te gebruiken om satellietbeelden en AI te combineren, gebruikt FarmGrow teledetectietechnologieën om de productie op te volgen en waarschuwingen te ontvangen over duurzaamheidsrisico's zoals ontbossing. Aan de andere kant van de voedselcyclus bevindt zich Karma, een app voor voedselverspilling die ook wordt ondersteund door AI. Karma stelt restaurants en supermarkten in staat om voedsel te selecteren dat anders zou worden weggegooid en het met korting aan het publiek te verkopen. Tot op heden heeft het bedrijf \$16,7 miljoen opgehaald, 900 ton voedsel gered, twee miljoen maaltijden bespaard en 1.300 ton CO2 bespaard.

In een rapport wordt gepoogd een systematische beoordeling van de effectieve impact van AI op alle aspecten van duurzame ontwikkeling, weerspiegeld in de 17 SDG's en de 169 onderliggende targets, in kaart te brengen.³² Via een expertenbevraging werd vastgesteld dat AI 134 targets kan helpen realiseren maar ook 59 targets kan afremmen.

³² Vinuesa, R, Azirpor, H., Leite, I. and all., *The role of artificial intelligence i achieving the Sustainable Development Goals*, Nature Communications 11, Article number: 233, 13 January 2020.

Figuur 2: Overzicht van de positieve en negatieve impact van AI op de SDG's

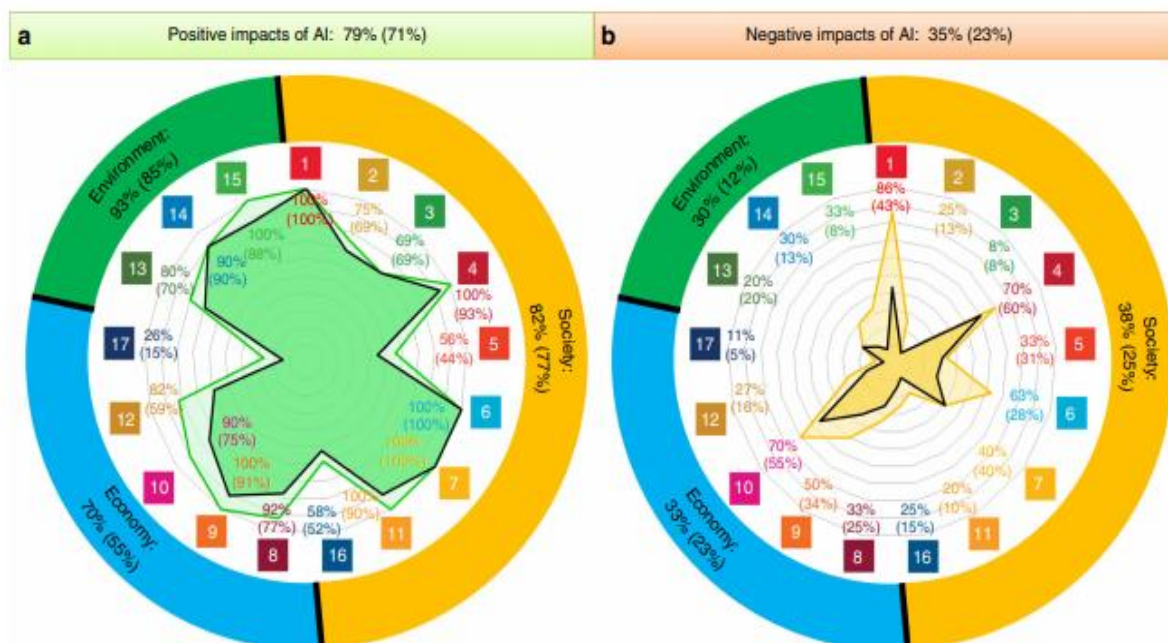


Fig. 1 Summary of positive and negative impact of AI on the various SDGs. Documented evidence of the potential of AI acting as (a) an enabler or (b) an inhibitor on each of the SDGs. The numbers inside the colored squares represent each of the SDGs (see the Supplementary Data 1). The percentages on the top indicate the proportion of all targets potentially affected by AI and the ones in the inner circle of the figure correspond to proportions within each SDG. The results corresponding to the three main groups, namely Society, Economy, and Environment, are also shown in the outer circle of the figure. The results obtained when the type of evidence is taken into account are shown by the inner shaded area and the values in brackets.

5.2 Mobiliteitssector, logistiek en toerisme

5.2.1 Mobiliteit

Autonome voertuigen

AI kan een grote, positieve impact te hebben op de samenleving. Zelfrijdende auto's kunnen ervoor zorgen dat er niet alleen minder files zijn, ook het aantal verkeersongelukken kan drastisch verminderen. Het rijgedrag van de technologie kan er mede voor zorgen dat de gemiddelde uitstoot verlaagd kan worden. In combinatie met car-sharing, elektrisch rijden, andere vormen van mobiliteit (bijvoorbeeld openbaar vervoer, fiets) en initiatieven zoals New Way Of Working (bijvoorbeeld werken van thuis uit, videoconferencing of werken in een co-workingspace in de buurt), kan de mobiliteitssector aanzienlijk verduurzamen.

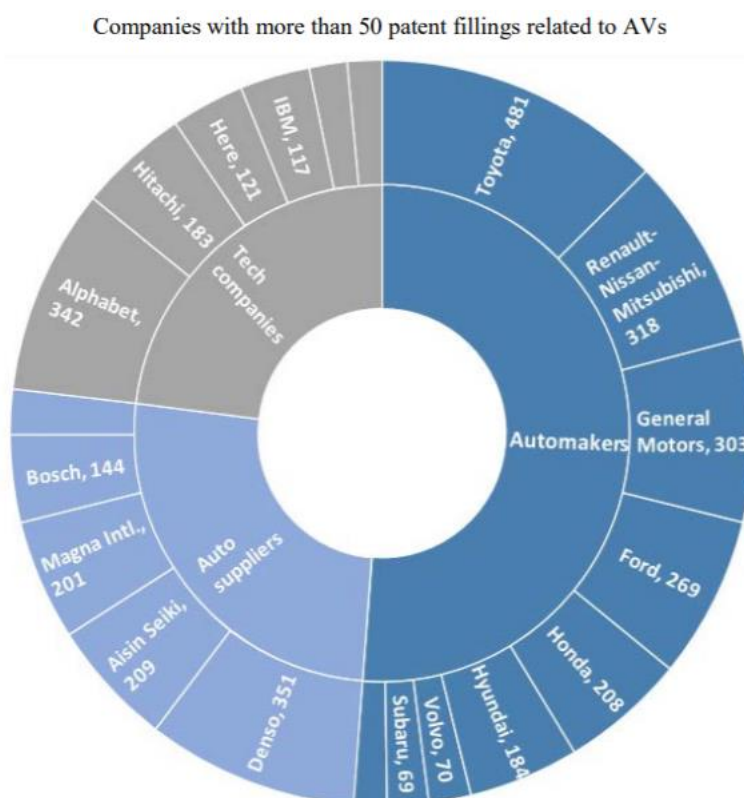
Transport is een van de grootste sectoren in de OESO. In 2016 was het goed voor 5,6% van het OESO-BBP. De potentiële economische impact van de introductie van zelfrijdende of autonome voertuigen (AV) kan aanzienlijk zijn vanwege besparingen ten gevolge van minder ongevallen en minder congestie. Geschat wordt dat een penetratiegraad van 10% in de VS 1.100 levens zou redden en \$38 miljard per jaar kostenbesparingen zou opleveren. Een penetratiegraad van 90% kan 21.700 levens redden en de jaarlijkse kosten met \$447 miljard verlagen. Er zij op gewezen dat gelijkaardige effecten in verband met verkeersveiligheid ook kunnen bereikt worden door nu al intelligente snelheidsaanpassingen verplicht te maken op nieuwe voertuigen.

Gezien de complexiteit van zelfrijdende systemen concentreren bedrijven zich op hun specifieke expertisegebieden en zoeken vervolgens samenwerking met bedrijven met andere

expertisegebieden. Waymo bijvoorbeeld is een van de toonaangevende bedrijven in AV omwille van zijn specialisatie in big data en Machine Learning. Het bouwt echter geen eigen auto's en kiest in plaats daarvan voor partners zoals General Motors (GM) en Jaguar. Grote autofabrikanten werken ook samen met kleinere startups om toegang te krijgen tot geavanceerde technologie. In oktober 2018 kondigde Honda bijvoorbeeld een investering van \$2,75 miljard aan in de onderneming Cruise Automation dat autonome autotechnologie ontwikkelt en test. Ondernemingen die diensten van autodeling aanbieden zoals Uber hebben ook aanzienlijk geïnvesteerd in AV en partnerships opgezet met vooraanstaande technische universiteiten.

De diversiteit van marktspelers die investeren in AV-systemen kan afgeleid worden uit het aantal patentaanvragen door verschillende groepen bedrijven (zie onderstaande figuur). Grote autofabrikanten laten aanzienlijke investeringen in intellectuele eigendom (IP) optekenen en worden op de voet gevolgd door autoleveranciers en technologiebedrijven.

Figuur 3: Patenten voor zelfrijdende auto's per bedrijf, 2011-2016



Bron: OESO, AI in society (2019)

De technologie achter zelfrijdende auto's is zeer complex. De sensoren bestaan vaak uit een aantal camera's rond de auto, een aantal radars en soms een Lidar-systeem (Light detection and ranging of laser imaging detection and ranging). Radarsystemen kunnen snelheid en afstand beter inschatten dan gewone camera's. Lidar is heel precies in het bepalen van afstand. Al deze sensordata moeten worden gecombineerd tot een volledig 360 gradenbeeld van het verkeer rond de auto. Aan de hand van deze data worden algoritmen getraind die alle objecten detecteren (auto's, fietsers, voetgangers, honden, bomen, verkeersborden,...). De objecten worden door de tijd gevolgd en de algoritmen moeten in staat zijn te voorspellen waar de verkeersdeelnemers over een paar seconden zullen zijn. Daarvoor moet niet alleen geweten zijn wat de voornemens van de verkeersdeelnemers zijn maar moeten ook de onzekerheden in de voorspellingen

gekwantificeerd worden. Aan de hand van die informatie neemt de zelfrijdende auto een beslissing: bijvoorbeeld 'een persoon dreigt over te steken; moet er geremd worden (en wanneer) of moet er uitgeweken worden?' Het Vlaamse bedrijf IVEX specialiseert zich sinds november 2017 in veiligheidsssoftware voor zelfrijdende auto's. De ambitie is het aantal verkeersslachtoffers tegen 2030 tot nul te herleiden. De IVEX Safety Co-Pilot neemt beslissingen op basis van de enorme datastroom over de weg- en rijomstandigheden uit de sensoren en camera's van het voertuig. De data worden verwerkt door perception algorithms die bepalen of die bruine vlek op het tweede rijvak een mens, een dier of een autoband is. Afhankelijk daarvan bepaalt de Safety Co-Pilot razendsnel het pad: doorrijden, uitwijken of remmen?

Infotainment en comfort

Op AI gebaseerde systemen zullen steeds belangrijker worden in nieuwe voertuigen. Vooral de categorieën infotainment en Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) zullen aan populariteit winnen. Infotainment is een samenvoeging van info en entertainment. In de auto is het een verzameling van systemen, verantwoordelijk voor de verstrekking van informatie en entertainment. Denk hierbij aan het muzieksysteem, navigatie en interfaces. AI tilt dit naar een hoger niveau, onder andere met stembesturing en aanbevolen koffiestops op de route. ADAS zijn systemen die de bestuurder helpen het rijgedrag en de veiligheid te verbeteren. Systemen die hieronder vallen zijn onder andere dode-hoek-monitor, cruise control, parkeersensoren en de welbekende Tesla Autopilot. Nog een toepassing van kunstmatige intelligentie in de auto is People analytics. Dit is het monitoren van het gedrag van de bestuurder om de rit veiliger (en comfortabeler) te maken. Door het monitoren van het lichaam en gebruik te maken van gezichtsherkenning, eye-tracking en taalverwerking kan het systeem een grote impact hebben op de veiligheid en comfort. Zo kan de auto de bestuurder vertellen dat hij te slaperig is om te rijden, of dat hij belangrijke dingen heeft gemist op de weg of in de dode hoek. Ook kan hij de deur voor de bestuurder ontgrendelen, op basis van gezichtsherkenning.

Autonoom openbaar vervoer en autonoom varen

Naast zelfrijdende auto's worden ook experimenten, onder meer in Vlaanderen, ontwikkeld op het vlak van autonoom openbaar vervoer en autonoom varen. Wat het autonoom openbaar vervoer betreft, heeft De Lijn een autonome shuttle uitgeprobeerd op de luchthaven van Brussels Airport. Andere vermeldenswaardige voorbeelden zijn de metrolijnen van Hong Kong, Lyon en Parijs, waarover autonome metro's rijden.

Wat autonoom varen betreft, ondersteunt de EU het initiatief AUTOSHIP (Autonomous Shipping Initiative for European Waters) dat beoogt de volgende generatie van autonome schepen te versnellen door in een reële omgeving autonome vaartuigen voor de korte vaart en de binnenvaart te testen. Het technologiepakket omvat volledig autonome navigatie, zelfdiagnose, prognostiek en operationele planning, evenals communicatietechnologie die een hoogstaand niveau van cyberveiligheid mogelijk maakt en de schepen integreert in verbeterde e-infrastructuur. Ook in Vlaanderen werd een project 'Autonoom varen in de Westhoek' opgestart. De projectpartners De Vlaamse Waterweg nv, de POM West-Vlaanderen en KU Leuven startten met de voorbereidingen voor het testen van de technologie van een autonoom varend vaartuig in een real-life omgeving op de IJzer tussen Heernisse (Diksmuide) en het Sint-Joris spaarbekken (Nieuwpoort). Vlaanderen neemt met dit proefproject een voortrekkersrol op binnen de EU en kan rekenen op Europese steun.

Intelligente transportsystemen

Intelligente transportsystemen zijn in opmars als onderdeel van de smart city. Zij proberen het verkeer in de stad of op snelwegen te meten en beter te coördineren. Dat vergt een netwerk van sensoren, de analyse van enorme hoeveelheden data om in het verkeer patronen te herkennen, en technieken om dat verkeer te stroomlijnen en terug te koppelen naar individuele auto's en naar het openbaar vervoer. Dit zijn stuk voor stuk domeinen waar AI een doorslaggevende rol kan spelen. Via een proefproject in de Antwerpse wijk Sint-Andries gaan de Stad Antwerpen, electronicabouwer Siemens en onderzoekscentrum imec na hoe verkeerslichten met een brein de doorstroming kunnen verbeteren.

Een ander domein waarbinnen AI de mobiliteit beïnvloedt is planning: hoe kunnen bussen en treinen zodanig worden gepland dat zoveel mogelijk mensen zo snel mogelijk naar hun gewenste bestemming kunnen reizen, zonder mensen in afgelegen gebieden lang te laten wachten en zonder al te hoge kosten. Of nog hoe kan een discounter voor zijn leveringen een optimale route plannen voor zijn klanten. Binnen het domein van de planning kan ook de zelfrijdende auto een rol van betekenis spelen, nl. op het gebied van car-sharing en ride-sharing. Volgens onderzoek van ABI³³ zal het aantal gebruikers van robotcar-sharing wereldwijd zo'n 400 miljoen bedragen in 2030. 'Mobility as a Service' wordt door de opkomst van deze technologie naar een hoger niveau getild. De zelfrijdende concept-car van Smart is hier een voorbeeld van. De Smart Vision EQ Fortwo moet in de toekomst mensen gaan oppikken en afzetten op locaties die zij zelf kiezen. De wagen haalt een persoon op op de aangegeven locatie; deze persoon hoeft niet eerst te reizen naar een ophaallocatie. Met behulp van kunstmatige intelligentie kan er zelfs voorspeld worden waar en wanneer er voertuigen nodig zullen zijn. Zo zal de auto sneller in de buurt zijn wanneer iemand bijvoorbeeld klaar is met zijn/haar werk.

5.2.2 Logistiek

Enkele toepassingen

Uit een recente studie door Forbes Insights³⁴ waarbij 433 managers en directeurs uit de transportsector werden bevroegd, blijkt dat 65% gelooft dat de logistiek op de drempel staat van een ingrijpende transformatie, als gevolg van digitale evoluties zoals AI. Op de vraag of hun bedrijf al met die transformatie bezig is, antwoordt 62% positief. Op de vraag hoe die AI-transformatie van de logistiek er dan zal uitzien, werden de volgende logistieke doorbraaktechnologieën opgegeven:

- Voorspellen in plaats van schatten. Kunstmatige intelligentie stelt bedrijven in staat om schattingen te vervangen door gedetailleerde voorspellingen op basis van big data. Snelle en accurate voorspellingen inzake vraag, capaciteit, kosten, termijnen en eventuele vertragingen in de supply chain, kunnen een hefboomwerking hebben voor de efficiëntie van bedrijven. Wie weet wat te verwachten, kan bijvoorbeeld vrachtwagens en personeel

³³ <https://www.greencarcongress.com/2016/03/20160314-abi.html>

<https://www.abiresearch.com/press/new-car-sharing-economy-disrupts-automotive-indust/>

³⁴ Forbes Insight in association with Penske. Logistics, Supply Chain and Transportation 2023: Change at Breakneck Speed

Zie ook DHL and IBM. (2018). Artificial Intelligence in Logistics. A collaborative report by DHL and IBM on implications and use cases for the logistics industry.

optimaal inzetten waar en wanneer nodig, zo de beladingsgraad maximaliseren en enorm veel besparen op brandstof. Door te anticiperen worden proactief oplossingen gecreëerd en risico's vermeden. DHL analyseert bijvoorbeeld 58 verschillende parameters, gaande van het data over het klimaat tot operationele variabelen, om een machine-learning model voor luchtvracht te creëren. Dat model vervangt schattingen door nauwgezette voorspellingen over mogelijke schommelingen in transittijden tot een week op voorhand.

- Smart warehouses en robotica. Artificiële intelligentie creëert opportuniteiten door de jobs van werknemers makkelijker te maken. Robots die binnen magazijnen goederen kunnen lokaliseren, verplaatsen, sorteren, stapelen en verwerken, kunnen de efficiëntie van een bedrijf vergroten. Algoritmes die inventariseren, voorraden berekenen en de minst bestelde goederen onderaan plaatsen op basis van real-time data, betekenen een enorme tijdsbesparing, wat extra ademruimte creëert voor het personeel en toelaat om de bestaande capaciteit te verhogen.
- Kijken met computervisie. Bij transport dat de wereld rond gaat, komt heel wat visuele inspectie kijken. Ogen die gestuurd worden door de nieuwste technologieën, kunnen die taak honderden malen sneller en nauwkeuriger uitvoeren dan menselijke ogen. Controles worden waardevoller wanneer slimme camera's weten hoe ze schade aan goederen moeten vaststellen, classificeren en er meteen een passende actie aan kunnen koppelen. Dit soort AI-camera's verbeteren bovendien gaandeweg hun eigen herkenningmogelijkheden.
- Autonome voertuigen. In het spoor van Tesla, Einride en Google hebben heel wat automerken de eerste stappen gezet in de ontwikkeling van autonome wagens en trucks. Volledig autonome voertuigen zitten weliswaar nog in een testfase die met vallen en opstaan verloopt, maar er is al heel wat AI aanwezig in het wagenpark dat momenteel op de wegen rondrijdt. Een vergevorderde automatische piloot, rijstrookassistentie en geassisteerde remfuncties zijn maar enkele van de technologische vernieuwingen die al flink ingeburgerd zijn. Maar het is vandaag ook al mogelijk voor vrachtwagens om in formatie te rijden en zo hun brandstofverbruik spectaculair te doen dalen. Bij dit systeem dat platooning wordt genoemd, communiceren trucks met elkaar met als doel dicht achter elkaar te blijven rijden aan een constante snelheid. Het is bewezen dat het brandstofverbruik met bijna 5 % daalt voor de eerste truck in de rij en met 10 % voor de volgende.
- Operationele efficiëntie en klantenservice. AI kan waardevolle inzichten genereren over het verplaatsen van goederen door een toeleveringsketen, waardoor de operationele efficiëntie sterk kan worden verbeterd. Deze inzichten helpen organisaties om te besparen op de voorraad- en bedrijfskosten en tegelijkertijd een hoger niveau van klantenservice te bieden.

Een voorbeeld: concrete implementatie bij de logistieke speler DHL

Naargelang de behoeften op de sites heeft DHL diverse types robots geïmplementeerd. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen enerzijds de collaboratieve robots en anderzijds de 'autonomous mobile robots' (AMR's).

Collaboratieve robots, ook wel cobots genoemd, kunnen samenwerken met mensen. Vaak neemt de cobot de routineuze taken op zich, terwijl een medewerker hem bijstaat voor het precisiewerk. Omdat een cobot vlakbij de mens werkt, is het veiligheidsaspect hier heel belangrijk. Dat impliceert dat een cobot meestal een stuk trager is dan een klassieke industriële robot.

De tweede groep robots die DHL inzet, zijn de autonomous mobile robots (AMR's) of flexibele transportrobot. Binnen de organisatie worden intussen diverse types gebruikt, elk met hun specifieke kenmerken. De Locus Robot van de Amerikaanse fabrikant Locus Robotics werd

geïntroduceerd op de DHL-site in het Amerikaanse South Haven en geleidelijk aan wordt de vloot er uitgebreid. Momenteel rijden daar 56 transportrobots rond. De robot kan 36 kilo dragen, rijdt 1,4 meter per seconde, heeft een autonomie van 14 uur en heeft een touchpad en geïntegreerde scanner aan board. De navigatie van de Locus Robot berust op SLAM-technologie (simultaneous localization and mapping). Dankzij die technologie kan de robot autonoom een kaart opstellen van een onbekende omgeving en er zijn eigen positie in terugvinden. Dit type robots wordt in een zogenaamde zwerm gebruikt, waarbij de robots onderling met elkaar communiceren. DHL gebruikt de Locus Robots om efficiënter orders te verzamelen. Hierbij bewegen de autonome robots van de ene naar de andere gang met de orderpickbakken, terwijl de medewerkers de orders verzamelen in de zone die hen is toegewezen. Als de pickrobot in een gang aankomt, legt de picker er met behulp van de tablet op de robot de gewenste items in, waarna de robot zijn weg vervolgt. Een voordeel van deze robots is dat er geen veranderingen in de lay-out nodig zijn om ze te gebruiken. De Fetch Robot doet dan weer dienst als 'virtuele conveyor' voor point-to-point transporten. Deze robots kunnen 72 kilogram dragen, 9 uur na elkaar werken en 2 meter per seconde rijden. De gebruikers communiceren met het toestel via een touchscreen. Ook hier wordt gebruik gemaakt van de SLAM-technologie. Het managen van dergelijke vloot AMR's vergt geen programmatie. De software leert de robots als het ware zelf om samen te werken in een dynamische omgeving.

Een derde transportrobot die dienst doet binnen DHL Supply Chain is de Effibot van de Franse groep Effidence. Deze transportrobot brengt verschillende functies samen. Het is mogelijk om hem te laten volgen of hem voor je te laten rijden. Ook autonome navigatie op basis van lasergeleiding is mogelijk. Die geleiding maakt het evenwel noodzakelijk om reflectoren langs het traject aan te brengen. Deze transportrobot is in staat om 300 kilogram te tillen, wat hem geschikt maakt voor zwaardere taken dan de vorige twee robots.

5.2.3 Toerisme

Toerisme Vlaanderen biedt sinds medio juli 2020 toeristen de mogelijkheid om de drukte over heel Vlaanderen in real time te volgen. Dat kan met de app 'YouFlanders', waarmee vakantiegangers hun trip kunnen plannen. De app is ontwikkeld in nauwe samenwerking met Orange Belgium en data-engineer Cropland.

De app voorziet ook handige informatie over de corona- en veiligheidsmaatregelen die bezoekers op de bestemming in acht moeten nemen en laat toe dat zowel bezoekers als de toeristische sector de toestroom van toeristen in real time kunnen volgen om zo de regels van social distancing te kunnen naleven.

Orange Belgium levert anonieme verkeersstatistieken uit het netwerk en laat zo data zien over de drukte in een specifieke zone op dat moment. Deze gegevens worden toegevoegd via specifieke algoritmen en vertaald in verschillende kleurcoderingen (rood = bezet, groen = kalm).

Momenteel is het mogelijk om op de kaart musea, attracties, parken, logies en monumenten in Vlaanderen te vinden. Er zijn ook plannen om in een latere fase wandel- en fietsroutes toe te voegen. In totaal zal de app 2.700 bezienswaardigheden en bestemmingen bevatten.

Bedrijven en organisaties kunnen elke minuut van de dag de informatie over hun zaak en attracties bijwerken, en zo updates geven over het bezoekersaantal, de wachttijd, de gemiddelde duur per bezoek en de maatregelen per attractie. Bezoekers kunnen tijdens hun bezoek met eigen ogen zien hoe druk het is en indien nodig de druktebarometer aanpassen.

Elke bezoeker die zich binnen een straal van 500 meter bevindt, kan de druktebarometer in enkele clicks aanpassen. De drukte op dat tijdstip wordt vergeleken met de druktegeschiedenis sinds 15 juni 2020, meteen na de lockdown.

5.3 Detailhandel

De detailhandel is een sector die voortdurend aan veranderingen onderhevig is. Winkels innoveren om zo goed mogelijk aan de verwachtingen van de consument te voldoen, vooral op het vlak van klantenervaring. Grote merken zoals Nike ontwerpen interactieve etalages en verkopers integreren touch terminals in hun winkels om de klantervaring te verbeteren. De nieuwe generaties van spraakherkenning en augmented reality (AR) zijn toegankelijk dankzij AI, en worden nu al ingezet om de verkoop te verbeteren.

AI-technologieën maken het niet alleen mogelijk om de voorraden te beheren, maar ook om, in combinatie met instrumenten voor het voorspellen en analyseren van koopgedrag, te anticiperen op toekomstige behoeften.

- Marketing en advertenties. Hoe beter een bedrijf zijn klanten begrijpt, hoe beter het zijn klanten kan bedienen of verlokken om iets te kopen. Naargelang bedrijven hun klanten beter leren kennen, worden de advertenties beter. Hiervoor moeten data verzameld worden. Google en Facebook doen dat door mee over de schouder te kijken naar online activiteiten: welke posts worden gelezen (Facebook), welke zoektermen worden gebezigd (Search), welke webpagina's geopend (Chrome), welke foto's worden genomen (Android), welke plaatsen werden bezocht (Maps). Maar het kan ook anders. Albert Heijn bijvoorbeeld verzamelt gegevens via de bonuskaart: wat koopt deze persoon op welke datum en welk tijdstip van de dag? Deze data worden omgezet in een soort psychologisch profiel van de gebruiker dat voorspellend werkt op basis van diens interesses en dus op wat voor advertenties die persoon zal klikken. Klantgegevens over wie wat waar wanneer heeft gekocht kunnen worden gebruikt om te voorspellen waarin een persoon nog meer geïnteresseerd is. Dit zijn de zogenaamde recommendersystemen. Ontwikkelingen in machine learning, in combinatie met de grote hoeveelheden gegevens die worden gegenereerd, stellen adverteerders steeds vaker in staat hun campagnes te targeten. Ze kunnen op een ongekennde schaal gepersonaliseerde en dynamische advertenties leveren aan consumenten. Gepersonaliseerde advertenties bieden aanzienlijke voordelen voor ondernemingen en consumenten. Voor ondernemingen kan dit de verkoop en het rendement van marketingcampagnes verhogen. Voor consumenten worden online diensten die worden gefinancierd door advertentie-inkomsten vaak gratis aangeboden waardoor voor hen de kosten van verkenning en onderzoek aanzienlijk dalen.
- Voorraadbeheer. AI kan ook bijdragen tot het vergemakkelijken van inventarisbeheer. In de voedingsdetailhandel bijvoorbeeld moet op het vlak van voorraadbeheer rekening worden gehouden met twee essentiële aspecten, nl. beheer van een magazijn en het beheer van de producten zelf waarvan de vervaldatum nadert of is verstreken. Zo zijn er robots (bijvoorbeeld de robot Simbe van hypermarkt Casino) die de inventaris bewaken door zich door de gangpaden te bewegen. De belangrijkste functionaliteit is om de rekken te observeren en tegelijkertijd foto's te maken die het mogelijk maken om voorraadtekorten en etiketteringsfouten op te sporen, zodat de bevoegde teams problemen effectief kunnen oplossen. Ook op het gebied van afval wordt AI ingezet. Het identificeren van producten met een korte houdbaarheid (uiterste gebruiksdatum) is immers niet alleen een vervelende taak,

maar kan ook leiden tot verliezen voor het bedrijf in geval van slecht management. Om deze kwestie op te lossen, of tenminste te verbeteren, ontwikkelde het bedrijf Yoobic uit New York een applicatie die een waarschuwinglampje op het elektronische prijslabel van een product activeert wanneer de houdbaarheidsdatum van het product nadert. Hierdoor kunnen teams in de winkel producten vinden en overbrengen naar de promotierekken alvorens producten met een latere houdbaarheidsdatum toe te voegen.

- Voorspellende analyses. Een supermarkt runnen stelt ingewikkelde logistieke problemen (zie ook hoger) op het vlak van accurate voorraadbestedingen, juiste en tijdige prijsaanpassingen, tijdige leveringen of nog het bepalen van de meest lucratieve locatie voor de opening van een nieuwe vestiging. Supervised learning kan hierbij een oplossing bieden door bijvoorbeeld van elk product de dagelijkse verkoopsomvang te voorspellen of de hoeveelheid winst te voorspellen die een nieuw filiaal gaat maken op een bepaalde locatie. Die voorspellingen kunnen dan weer in planningsalgoritmen van het type reinforcement learning worden gebruikt om te bepalen hoe producten op tijd bij de winkels of de klanten worden bezorgd.
- Leveringen. Op het vlak van leveringen startte Amazon begin 2020 met leveringen in Irvine (Californië) door autonome robots. 'Scout', de Amazon-robot, heeft nog altijd supervisie door een mens nodig, maar is al in staat om obstakels te vermijden en zich te openen wanneer een klant zijn/haar hand uitsteekt om een pakket op te halen. Verder onderzoek naar de verbetering van de interactie tussen de robot en de klant wordt gepland.

5.4 Internationale handel

AI en nieuwe digitale technologieën veranderen de digitale handel.³⁵ Ze vergemakkelijken de ontwikkeling van nieuwe bedrijfsmodellen en verminderen de geografische belemmeringen voor economische transacties. Dergelijke transformaties zijn heel nuttig voor kleine en middelgrote ondernemingen. AI wordt door zowel digitale als niet-digitale sectoren opgenomen, maar de acceptatie ervan verschilt sterk van land tot land, ook binnen de EU.

Gegevens- en informatiestromen spelen een cruciale rol in digitale handel door personalisatie mogelijk te maken. Digitale handel is niet nieuw, maar neemt nieuwe vormen aan. Tot dusver had de digitale handel vooral invloed op de handel in goederen, ook via mondiale waardeketens, ook al zijn sommige dienstenactiviteiten dankzij digitale technologieën al beter verhandelbaar geworden. De nieuwe fase van globalisering, aangedreven door AI en nieuwe digitale technologieën, zal voor diensten waarschijnlijk met zich meebrengen wat de vorige fase deed voor de productie: de handel tussen ontwikkelde en opkomende economieën enorm vergroten.

Digitale technologieën hebben tot een toename van platformsystemen geleid waarlangs goederen en diensten worden verhandeld. De uitbreiding van platformsystemen op wereldwijde schaal heeft veel mogelijkheden voor online handel tussen partijen in verschillende delen van de wereld gecreëerd en vormt een belangrijke factor voor het opschalen van kleine en middelgrote ondernemingen. Tegelijkertijd voorzagt de opkomst van blockchaintechnologieën in een niet-intermediair alternatief voor veilige online transacties. Blockchain is een gedecentraliseerd en gedistribueerd digitaal record van transacties (gedistribueerd grootboek). Het bestaat uit een

³⁵ European Parliament, *Two briefings and an in-depth analysis on Data flows, artificial intelligence and international trade: impacts and prospects for the value chains of the future*, In-Depth Analyses requested by the INTA committee, November 2020.

continu groeiende lijst van records, die worden gecombineerd in ‘blokken’, die vervolgens met cryptografische technieken aan elkaar worden ‘geketend’. Eenmaal toegevoegd aan een blockchain, wordt informatie voorzien van een tijdstempel die niet worden kan gewijzigd, zodat pogingen tot wijzigingen gemakkelijk kunnen worden gedetecteerd. Transacties worden geregistreerd, gedeeld en geverifieerd op peer-to-peer-basis. Op deze manier wordt het vertrouwen in online transacties versterkt waardoor er minder behoefte is aan tussenpersonen om het handelssysteem goed te laten functioneren.

5.5 Telecomsector

De wereld verandert en daarmee ook de manier waarop gecommuniceerd wordt. Iedereen en alles is steeds verbonden en het wereldwijde communicatienetwerk vertakt continu. Er is een evolutie merkbaar van connected naar hyperconnected en van massacommunicatie naar communicatiemassa. In plaats van enkele media die een miljoenpubliek bedienen, zijn er nu miljoenen die communiceren. Dit alles heeft een impact op telecom- en mediabedrijven als bouwers van deze verbonden wereld.

De telecomsector bevindt zich in het epicentrum van technologische groei, geleid door mobiele en breedbanddiensten in het tijdperk van het internet der dingen (IoT). De huidige dienstverleners worden geconfronteerd met toenemende eisen voor diensten van hogere kwaliteit en een betere klantervaring. Om daaraan tegemoet te komen, maken telecombedrijven gebruik van de enorme hoeveelheden gegevens van hun klantenbestand, afkomstig uit apparaten, netwerken, mobiele applicaties, geolocatie, gedetailleerde klantprofielen, servicegebruik en factuurgegevens. De ondernemingen maken gebruik van de kracht van AI om deze enorme hoeveelheden Big Data te verwerken en te analyseren. Dit leidt tot bruikbare inzichten voor een betere klantervaring, een kwaliteitsverbetering en een vernieuwd aanbod van producten en diensten.

Telecombedrijven richten hun AI-investeringen onder meer op volgende domeinen:

- Netwerkoptimalisatie.** AI helpt telecombedrijven bij het bouwen van zelforganiserende en zelfoptimaliserende netwerken (SON's of Self Organizing Networks), op basis van verkeersinformatie per regio en tijdzone. AI-toepassingen gebruiken geavanceerde algoritmen om patronen in de gegevens te zoeken, waardoor telecombedrijven netwerkafwijkingen kunnen detecteren en voorspellen en proactief problemen kunnen oplossen. IDC³⁶ geeft aan dat 63,5% van de exploitanten investeert in AI-systemen om hun infrastructuur te verbeteren. Enkele populaire AI-use cases in telecom zijn:
 - ZBrain Cloud Management van ZeroStack, dat private cloud telemetrie³⁷-opslag en -gebruik analyseert voor verbeterde capaciteitsplanning, upgrades en algemeen beheer
 - Aria Networks, een op AI gebaseerde oplossing voor netwerkoptimalisatie die een groeiend aantal Tier 1-telecombedrijven³⁸ als klanten telt

³⁶ International Data Corporation is een Amerikaanse aanbieder van marktinformatie, adviesdiensten en evenementen voor de markten voor informatietechnologie, telecommunicatie en consumententechnologie.

³⁷ Telemetrie is het op afstand meten van bepaalde parameters om die vervolgens via telecommunicatie te versturen naar een andere locatie, bv. telemetrie in de cardiologie.

³⁸ Een Tier 1-telecomaanbieder bezit een telecomnetwerk waarin het de operator op het hoogste niveau is. Het host zijn eigen nummers en levert spraak- en datadiensten. Niveau 2, 3 en 4 operatoren werken met hun eigen nummeringsystemen, en ze kunnen een bepaalde hoeveelheid netwerk bezitten, maar over het algemeen kopen ze toegang tot hogere lagen netwerken om diensten te leveren.

- NetFusion van Sedona Systems, dat de routing van verkeer optimaliseert en de levering van 5G-services zoals AR (augmented reality)/VR (virtual reality) ondersteunt
 - Nokia lanceerde zijn eigen op machine learning gebaseerd AVA-platform, een cloudgebaseerde netwerkbeheeroplossing om capaciteitsplanning beter te beheren en om problemen voor diensten op mobiele sites tot zeven dagen van tevoren te voorspellen. Nokia biedt tevens AI-as-a-Service met de introductie van AVA 5G Cognitive Operations. De mobiele operators kunnen deze AI-oplossing inzetten voor het beheer van hun toekomstige 5G-netwerken.
- Voorspellend/preventief onderhoud. AI-gestuurde voorspellende analyses stellen telecombedrijven in staat tot betere dienstverlening door gebruik van gegevens, geavanceerde algoritmen en machine learning-technieken. Operatoren kunnen data-gedreven inzichten gebruiken om de staat van apparatuur op te volgen, te anticiperen op fouten op basis van patronen en proactief in te spelen op problemen met communicatiehardware (bv. zendmasten, stroomkabels, datacenterservers, settopboxen bij klanten thuis). Een innovatieve oplossing van AT&T gebruikt AI om de onderhoudsprocessen te ondersteunen: het bedrijf test een drone om zijn LTE-netwerkdekking uit te breiden en gebruikt de analyse van videogegevens die door drones zijn vastgelegd voor technische ondersteuning en onderhoud van zijn zendmasten. Preventief onderhoud kan ook ten behoeven van de klant ingezet worden. Het Nederlandse telecombedrijf KPN analyseert de notities van haar contactcentermedewerkers en gebruikt de gegenereerde inzichten om wijzigingen aan te brengen in zijn Interactive Voice Response (IVR)-systeem. KPN volgt en analyseert ook het gedrag van klanten thuis - met hun toestemming - zoals het schakelen van kanalen op hun modem, om Wi-Fi-problemen te identificeren. KPN volgt vervolgens proactief deze problemen op zodat snel technische teams kunnen ingeschakeld worden.
- Virtuele assistenten voor klantondersteuning. Een andere toepassing van AI in telecommunicatie zijn AI-conversatieplatforms, ook gekend als virtuele assistenten. Telecombedrijven gebruiken virtuele assistenten om serviceafdelingen bij te staan in het verwerken van ondersteuningsverzoeken voor installatie, probleemoplossing en onderhoud. Met AI kunnen operatoren zelfhulpmogelijkheden implementeren die klanten laten zien hoe ze apparaten moeten installeren en bedienen. Cijfers van Gartner³⁹ laten uitschijnen dat in 2020 reeds 25% van de klantenservice- en ondersteuningsactiviteiten via allerlei communicatiekanalen met de klant zullen worden afgehandeld door AI virtuele assistenten of chatbottechnologie, tegenover nog geen 2% in 2017. Ook Proximus bijvoorbeeld zet in op conversationele AI-strategie en sloeg daarvoor de handen in elkaar met de startups Chatlayer en iReachm. Zo is er de verkoopbot 'Titus' die klanten helpt om de juiste bundel te kiezen op maat van zijn voorkeuren. 'Sam' is een ondersteuningsbot voor eender welk probleem. De bot voert eerst een lijntest uit, en verwijst daarna door naar een customer service agent. Er is ook 'Alix', de bot die support en verkoop combineert voor Epic producten⁴⁰. Spraakassistenten, zoals 'Aura' van Telefónica, zijn ontworpen om de kosten voor klantenservice te verlagen die worden gegenereerd door telefonische vragen. DISH Network's samenwerking met Amazon's 'Alexa' stelt klanten in staat om media-inhoud te

³⁹ Gartner, Inc. is een wereldwijd onderzoeks- en adviesbureau in de informatietechnologie-sector. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-02-19-gartner-says-25-percent-of-customer-service-operations-will-use-virtual-customer-assistants-by-2020>

⁴⁰ De Epic apps zijn apps die werden geselecteerd op basis van onderzoeken die aantoonde dat dit de meest gebruikte apps zijn bij jongeren: de social media apps Instagram, Facebook, WhatsApp, Messenger, Pinterest, Twitter en Snapchat en de videoapps Netflix, YouTube, Twitch en de Proximus Pickx-app.

zoeken of te kopen met gesproken woorden in plaats van met afstandsbediening. De integratie van visuele ondersteuning in IVR (Interactive Voice Response) maakt meer tijdbesparende interacties mogelijk - waardoor de gemiddelde afhandelingstijden en klantijden worden verkort en uiteindelijk een betere klantervaring wordt gegenereerd.

- Robotic process automation (RPA) voor telecom. Robotic Process Automation (RPA) is een vorm van technologie voor bedrijfsprocesautomatisering op basis van AI. RPA kan de telecommunicatiefuncties efficiënter maken met positieve effecten voor het beheer van backoffice-activiteiten en grote aantallen repetitieve acties. Door de uitvoering van complexe, arbeidsintensieve en tijdrovende processen te stroomlijnen, zoals facturering, gegevensinvoer, personeelsbeheer en orderafhandeling, maakt RPA het mogelijk dat het personeel tijd kan vrij maken voor andere bedrijfsactiviteiten en opdrachten. Celaton⁴¹ bijvoorbeeld helpt telecombedrijven om binnenkomende gegevens te stroomlijnen, zoals e-mails, webformulieren en berichten, sleutelgegevens uit elke correspondentie te extraheren en te valideren en voorgestelde antwoorden te presenteren aan servicemedewerkers, die vervolgens berichten wijzigen voordat ze reageren op klanten. Kryon⁴² helpt operators bij het identificeren van sleutelprocessen die moeten worden geautomatiseerd ter ondersteuning van zowel digitale als menselijke medewerkers.
- Netwerkbeveiliging. Telecombedrijven zijn verantwoordelijk voor het veilig houden van het netwerk. Via AI kan worden nagegaan of er criminele activiteiten plaatsvinden. Met toegang tot het dataverkeer van IoT-apparaten kan worden gedetecteerd of er virussen in apparaten zitten die tot DDoS-aanvallen⁴³ kunnen leiden. Cybersecurity over het netwerk is een domein waar AI een grote rol kan spelen.
- Fraude detectie. Machine learning-algoritmen zijn nuttig bij het detecteren van frauduleuze activiteiten zoals diefstal of nepprofielen, illegale toegang enz. Deze algoritmen leren hoe "normale" activiteit eruitziet, waardoor afwijkingen van enorme gegevenssets zeer snel kunnen worden ontdekt en een bijna realtime reactie kan gegeven worden op de afwijkende activiteit.
- Voorspellende analyses. Met behulp van AI en machine learning kunnen telecombedrijven waardevolle bedrijfsinzichten uit klantenbestanden halen, zodat ze sneller en beter zakelijke beslissingen kunnen nemen, bijvoorbeeld op het vlak van klantsegmentatie, het voorkomen van klantverloop, het voorspellen van de nettowinst door het aantrekken van een nieuwe klant (de levenslange klantwaarde of lifetime value of a customer), productontwikkeling, het verbeteren van marges, prijsoptimalisatie, enz.

5.6 Maakindustrie (Industrie 4.0)

Vlaanderen telt nog heel wat maakbedrijven in sectoren als textiel, chemie, farma, automotive, bouw, materialen, machinery, voeding, ... Geschat wordt dat in Vlaanderen 17% van de toegevoegde waarde kan toegeschreven worden aan de maakindustrie. Wegens het groot

⁴¹ Celaton is een Britse onderneming dat werd opgericht in 2004 en is gespecialiseerd in het verbeteren van verwerkingsprocessen van inkomende documenten van zowel klanten als leveranciers. Het heeft daartoe een Intelligent Document Processing platform ("Instream") opgericht.

⁴² Kryon, opgericht in 2008, is een bedrijf gespecialiseerd in intelligente Robotic Process Automation (RPA). Het heeft een AI-aangedreven Process Discovery-oplossing ontwikkeld die organisaties helpt bij het identificeren van alle processen die ze moeten automatiseren en creëert tegelijkertijd automatisch automatiseringsworkflows.

⁴³ Denial-of-service-aanvallen en distributed-denial-of-service-aanvallen zijn pogingen om een computer, computernetwerk of dienst niet of moeilijker bereikbaar te maken voor de bedoelde klanten.

multiplicatie-effect is tewerkstelling in de maakindustrie belangrijk. Elke directe baan genereert er twee tot vijf indirecte banen.⁴⁴ De Vlaamse maakindustrie biedt tevens een stevig fundament voor innovaties. Industrie 4.0 betekent vernieuwing door slimme technologieën zoals geavanceerde sensoren, AI en robotica waardoor bedrijven slimmer kunnen worden en toekomstgericht de concurrentie kunnen aangaan.

Hierna volgen enkele opportuniteiten die AI de maakindustrie kan bieden:

- Data-driven manufacturing waardoor interne bedrijfs- en productieprocessen (bijvoorbeeld productie-efficiëntie, sales- en productieplanning, logistieke processen, after-sales services,...) op een slimme en gestructureerde manier kunnen geoptimaliseerd worden door te kijken naar de bestaande data en workflows. Fabrieken zijn zeer complexe systemen met vaak veel apparaten van verschillende leveranciers, die allemaal moeten samenwerken. De uitdaging bestaat erin om al die apparaten optimaal op elkaar af te stemmen en te laten samenwerken. AI kan helpen om in de grote hoeveelheid data patronen of correlaties te ontdekken die slimme verbeteringen mogelijk maken. Goede datastructurering en een weldoordachte dataopslag en -verwerking (bijvoorbeeld lokaal of in de cloud) zijn een must voor het maken van toekomstige analyses en vergelijkingen. Artificial Intelligence for Overall Equipment Effectiveness (OEE) monitort op basis van realtime data de status van machines, de prestaties van productielijnen of zelfs hele fabrieken. Het Belgische bedrijf Yazzoom reikt oplossingen aan door klanten uit uiteenlopende sectoren software op maat aan te bieden voor het beheer en het gebruik van hun data. Dit is bijvoorbeeld het geval bij Tenneco Automotive, een fabrikant van onderdelen voor de automobielsector dat bijzonder complexe assemblagelijnen heeft en problemen in verband met de vertraging van zijn productie wil oplossen. Yazzoom heeft de operatoren een tool ter beschikking gesteld waarmee onregelmatigheden die kunnen leiden tot vertragingen in de productie kunnen worden voorspeld. Met de analyse en de diagnose van het probleem wordt de tweede stap gezet om de OEE te verbeteren en tijdverlies aan te pakken.
- Lerende organisatie. Het bedrijf Veranneman uit Ardooi⁴⁵ zet in op AI en het verzamelen van data. Slimme camera's en software - van de Gentse bedrijven Robovision en Viu More - en sensoren monitoren constant de productie en schatten in of eventuele afwijkingen binnen de normen vallen. Op de nieuwste productielijn wordt AI ingezet om machines op basis van de data automatisch te laten bijsturen. Mensen moeten dan de situatie inschatten en remediëren. De ploeg komt vervolgens samen in de 'coolbox'. Daar wordt de situatie besproken, worden de taken verdeeld en wordt geanticipeerd op wat de volgende dag staat te gebeuren. Het hele systeem van mensen en machines wordt er gezien als een lerende organisatie.
- Robotic Process Automation (RPA) en Intelligent Process Automation (IPA). De Kontichse startup RoboRana ondersteunt bedrijven bij het transformeren van data-intensieve bedrijfsprocessen, het verminderen van handmatig werk en fouten, en het minimaliseren van kosten. Tot voor kort hielp RoboRana bedrijven bij het automatiseren van repetitieve, manuele taken met behulp van Robotic Process Automation (RPA). Na succesvolle projecten bij onder meer VDAB, Port of Antwerp en Sibelga werd een meer geïntegreerde aanpak op vlak van automatisatie uitgedokterd, namelijk een Intelligent Process Automation

⁴⁴ Van Brussel, H., De Schutter, J. (e.a.). *Naar een inclusieve robotsamenleving. Robotisering, automatisering en werkgelegenheid*. KVAB, Standpunt nr. 46, 2016.

⁴⁵ De Tijd, *Na de dokterscontrole, de jobcontrole*, 24 oktober 2020.

(IPA)-strategie die verder gaat verder dan RPA alleen. IPA combineert verschillende geconnecteerde automatisatietechnologieën die worden samengebracht in één platform, de Digital Automation Toolbox. Een IPA-strategie stoelt op vier geconnecteerde pijlers die worden onderverdeeld in een intelligentieluik en een automatisatieluik. Tot het intelligentieluik behoren process insights en process intelligence. Process insights maken het pad vrij om opportuniteiten te ontdekken wat betreft automatisatie en optimalisatie, terwijl de pijler van process intelligence toelaat om betere bedrijfsbeslissingen te maken. Daarvoor combineert het de kracht van RPA en AI, met onder meer intelligent document processing, natural language processing en chatbots. Zowel in België als Nederland is RoboRana de eerste onderneming die een Intelligent Process Automation-strategie aanbiedt op de bedrijvenmarkt en aan overheden.

- Sneller naar de markt brengen van producten. AI kan, onder meer door de berekening van parameters op basis van duizenden meetresultaten, een optimale formule voorstellen waardoor de tijd die nodig is om productverbeteringen of nieuwe materialen te ontwikkelen drastisch kan ingeperkt worden zodat nog beter op maat gemaakte producten sneller op de markt gebracht worden.
- Uitvoeren van kwaliteitscontroles waardoor fouten sneller kunnen worden vastgesteld en weggewerkt. Dit is een enorme markt, waar met de steeds beter wordende algoritmen voor onder andere beeldanalyse nog heel wat opportuniteiten liggen.
- Predictive maintenance voor een geoptimaliseerd onderhoud van apparatuur. Een studie van PwC⁴⁶ maakt onderscheid tussen vier niveaus van volwassenheid met betrekking tot predictive maintenance. Naarmate bedrijven op een hoger niveau komen, is er een toename te zien van de hoeveelheid data die ze gebruiken om fouten te voorspellen. Niveau vier gaat om het toepassen van de kracht van machine learning technieken om duidelijke patronen in grote hoeveelheden data te identificeren en nieuwe praktische inzichten te genereren in verband met de betrouwbaarheid van machines. Predictief onderhoud voorkomt vroegtijdige machine-uitval en verlaagt de onderhoudskosten. In plaats van op vaste momenten onderhoudsbeurten te voorzien, geven slimme algoritmes aan wanneer onderhoud nodig is en welke onderdelen precies aan vervanging of onderhoud toe zijn. Flanders Make bijvoorbeeld heeft een meetplatform ontwikkeld op basis van het trillingspatroon van de machine om te weten of de betreffende machine beginnende defecten vertoont. Door sensoren wordt het trillingspatroon constant opgevolgd en wordt de operator in realtime op de hoogte gebracht van afwijkingen. Ook het gebruik van digitale tweelingen in de industrie neemt toe. Een digitale tweeling is een virtuele kopie van een fysiek product, proces of systeem. Zo'n replica kan bijvoorbeeld op basis van data-analyse voorspellen wanneer een machine kapot zal gaan. Op basis daarvan kan preventief onderhoud worden gepland.
- Vraagvoorspelling. Het voorspellen van de vraag naar producten door datamining met als resultaat een efficiëntere uitbouw van de toeleveringsketen en een verbeterd beheer van de voorraden.
- Slimme robotica. Robots zijn geen onbekenden in het productie-omgevingen. Met de trend richting productie op maat groeit de interesse in mobiele robots. Hierdoor kan eenzelfde robot doorheen de hele productie-omgeving ingezet worden. Dat zorgt voor een grotere productieflexibiliteit en meer kosten-efficiëntie. De robot kan namelijk interageren met verschillende machines op verschillende plaatsen. Op die manier neemt hij automatiseringstaken van de operator over. Hij kan ingezet worden voor bijvoorbeeld

⁴⁶ PwC&Mainnovation, Predictive Maintenance 4.0. Beyond the hype: PdM 4.0 delivers results, September 2018

mobiele manipulatie, bediening van productiemachines, mobiele assemblage en mobiele inspectie. Onderzoekscentrum Flanders Make voert reeds geruime tijd onderzoek naar autonome mobiele systemen, zoals autonome wagens, terreinvoertuigen (zoals landbouw- en mijnbouwvoertuigen) en automatisch geleide voertuigen (AGV's) voor logistieke toepassingen. Al deze verschillende systemen gebruiken hetzelfde onderliggende controleplatform. Dat laat toe de ervaringen van deze verschillende domeinen met elkaar te delen en toe te passen. Flanders Make bouwt thans zijn infrastructuur verder uit met een mobiele robot waardoor de expertise ook voor indoor-toepassingen kan ingezet worden. Binnen gebeuren autonome bewegingen doorgaans trager en dichter bij de operator, waardoor een accurater sensorkpakket nodig is. Bovendien komt er ook andere sensortechnologie aan te pas omdat GPS bijvoorbeeld binnen niet werkt. Flanders Make rustte een bestaande mobiele robot en zijn omgeving uit met extra sensoren zoals 360° camera's, 3D LiDAR (Light Detection And Ranging of Laser Imaging Detection And Ranging is een technologie die de afstand tot een object of oppervlak bepaalt door middel van het gebruik van laserpulsen), time-of-flight camera's (camerasysteem dat naast lengte en breedte ook diepte in beeld waarneemt, welke wordt berekend door middel van de reistijd die licht gebruikt. Zo vormt de camera geen tweedimensionaal beeld maar een driedimensionaal beeld) en ultra wideband (UWB is een draadloze technologie, waarmee een grote hoeveelheid gegevens bij een hoge snelheid kan worden verzonden) sensoren. Dit sensorkpakket laat de mobiele robot toe zichzelf te lokaliseren, obstakels te ontwijken en nauwkeurig richting de objecten die hij moet manipuleren of machines waarmee hij moet interageren te bewegen.⁴⁷

- Collaboratieve robots en hyperautomation. De term collaborative robots wordt gebruikt voor robots die gemaakt zijn om zonder fysieke afscherming te kunnen samenwerken met mensen. De vormgeving en sturing zijn aangepast om de impact bij een botsing te beperken. Bovendien bevatten ze systemen om aanraking te detecteren zodat ze daar gepast op kunnen reageren. Collaborative robots vinden steeds meer toepassingen in de industrie en zijn daar ook steeds beter aan aangepast. Een illustratie hiervan is het volwaardig modulair end-of-arm pakket dat Schunk lanceerde voor de robotarmen van Universal Robots. Dat omvat een snelwisselsysteem, krachtopnemers en grijpers die op elkaar afgestemd zijn zodat ze snel en nauwkeurig uitgewisseld kunnen worden. De APAS robot van Bosch heeft een lederen bekleding, die tactiele sensoren bevat die elke aanraking detecteren. De robot is ook uitgerust met een scanner die de snelheid verlaagt zodra iemand de perimeter van de machine betreedt. Verder wordt een 2D of 3D visiesysteem ingebouwd om componenten te herkennen. In het kader van hybrideteams van robots en mensen wordt ook gesproken van hyperautomation-technologie. Deze technologie combineert Robot Proces Automation, AI en Process Mining om repetitieve bedrijfsprocessen te automatiseren. Hyperautomation biedt een antwoord op de beperking van RPA-robots die nog niet zelf kunnen redeneren of beslissingen nemen. Hyperautomation laat toe softwarerobots slimmer te maken die complexe bedrijfsprocessen de baas kunnen. Het laat ook toe om bedrijfsprocessen te automatiseren die minder volgens vaste regels verlopen of gestandaardiseerd zijn (bv. de interpretatie van ongestructureerde documenten zoals e-mails).
- Maatwerk van producten. Zin voor variatie en nieuwe markttrends doen de vraag naar maatwerk van producten sterk stijgen. Voor verpakkingsbedrijven en producenten van consumentengoederen wordt dit een steeds grotere uitdaging. In productieomgevingen

⁴⁷ Op basis van Metaalinfo, nr. 138, maart 2020.

neemt overschakelen van de ene verpakking of het ene product naar het andere vaak weken in beslag, wat leidt tot efficiëntieverlies en een langere time-to-market. De nood aan meer intelligentie in dit proces dringt zich op. Siemens en Cloostermans hebben samen de eerste machine ter wereld ontwikkeld, die zich met behulp van AI herprogrammeert en herconfigureert om zo alle types producten en verpakkingen aan te kunnen. Robots en camera's vervangen de handen en ogen van de mens en AI stuurt elke beweging aan. Lange omsteltijden of extra engineering voor de introductie van nieuwe producten of verpakkingsvarianten zijn niet langer nodig. Zo kunnen producenten de time-to-market van nieuwe producten verkorten en kleinere oplages realiseren. De eindklant is zo in staat om snel in te spelen op consumentenvragen en markttrends.

- Testinfrastructuur voor aandrijflijnen. Strategisch onderzoekscentrum Flanders'Make heeft op zijn UGent-site, campus Kortrijk, testinfrastructuur voor aandrijflijnen toegevoegd. ITHACA (Infrastructure for THERmal Advanced Characterization of drivetrain components) focust op de actuators in een grote diversiteit aan machine- en voertuigtoepassingen. Een en ander kadert in de zoektocht naar kostenefficiëntie, de ontwikkeling en validatie van beter presterende en energie-efficiënte elektromechanische bewegingsproducten met een langere levensduur en aanpasbaar aan de specifieke behoeften van de klanten. Op technologisch vlak wordt de evolutie van de markt van elektromechanische producten momenteel mee bepaald door nieuwe aandrijflijntechnologieën, de opgang van smart sensing & control (AI), modelgebaseerd ontwerp, verificatie- en validatie-methodes en digital twins.

5.7 Gezondheidszorg

AI en robotica kunnen op vele manieren worden toegepast in de gezondheidszorg, zoals bij het beheren van medische dossiers en gegevens, het uitvoeren van repetitieve taken (het analyseren van testen, röntgenfoto's, CAT-scans, gegevensinvoer), de ontwikkeling van behandelingen, digitale consultaties (zoals medische consultaties gebaseerd op iemands persoonlijke medische voorgeschiedenis en algemene medische kennis), virtuele verplegers, medicatiebeheer, de ontwikkeling van geneesmiddelen, precisiegeneeskunde (waarbij op basis van informatie uit het DNA genetisch en genomisch onderzoek wordt gedaan naar mutaties en verschijnselen die kunnen wijzen op aandoeningen), het monitoren van de gezondheid, systeemanalyses in de gezondheidszorg enz.

AI en scans

De gezondheidszorg is een sector waar gigantische hoeveelheden data (scans, echo's, films en foto's) worden gegenereerd. Radiologen moeten de soms driedimensionale scans doorzoeken op onregelmatigheden die wijzen op een ziekte. De laatste deep-learningtechnologie die is ontwikkeld binnen de machine-learning en computer-vision is vaak al beter in het analyseren van dat soort scans dan de mens zelf. Het Leuvense technologiebedrijf Icometrix bijvoorbeeld, een spin-off van de KULeuven en de UAntwerpen, is wereldmarktleider in het halen van relevante informatie uit hersenscans, meer bepaald bij patiënten die aan neurologische aandoeningen lijden. Het bedrijf ontwikkelde software en AI die hersenscans omzetten in getallenreeksen waardoor Icometrix haarfijn kan meten of er afwijkingen zijn bij patiënten met bijvoorbeeld multiple sclerose of dementie. Een team van wetenschappers dat actief is binnen het VUB AI Experience Center heeft een nieuw algoritme uitgewerkt voor een zelfrijdende rolstoel dat op basis van trail-and-error veel sneller en zelfstandig leert dan reeds bestaande versies. Het algoritme dat de rolstoel aanstuurt werkt volgens het principe van "reinforcement learning", een vorm van machine

learning waarbij de computer leert door te experimenteren in de omgeving waarbinnen hij actief moet zijn. Reinforcement learning is eigenlijk een systeem gebaseerd op trial-and-error: de rolstoel wordt beloond als die iets goed doet, bijvoorbeeld een obstakel vermijden. Wanneer de rolstoel een ongewenste actie doet, wordt die gestraft. Om het leerproces te versnellen combineert het algoritme op een slimme manier verschillende types van reinforcement learning, zo compenseert de ene de zwaktes van de andere. Met de ontwikkeling van de Eye-Robot wordt de chirurgische precisie verbeterd bij de behandeling van het netvlies. Zo vermindert Eye-Robot de handtrillingen door tegendruk te bieden als de chirurg aan het werk is waardoor de hand gestabiliseerd wordt. Daarnaast zorgt de robot via een slim mechanisme dat het oog in een stabiele positie blijft en niet kan roteren. Hierdoor kunnen behandelingen veilig uitgevoerd worden.

AI in de strijd tegen COVID-19

COVID-19 illustreert het ruime toepassingsgebied van AI in de gezondheidszorg. AI wordt voornamelijk gebruikt voor de detectie van COVID-19 symptomen op beelden van long-CT-scansom, om veranderingen in lichaamstemperatuur in realtime te volgen door het gebruik van wearable sensoren en om de verspreiding van de ziekte te monitoren via een open source dataplatform. AI kan enorme hoeveelheden ongestructureerde tekstgegevens verwerken waardoor het aantal potentiële nieuwe gevallen per gebied alsook het risicogehalte voor bevolkingsgroepen (bv. leeftijd, geslacht, ...) kan voorspeld worden. Tevens kan AI gebruikt worden om strategieën te evalueren en te optimaliseren teneinde de verspreiding van de epidemie te beheersen. Andere AI-toepassingen kunnen medische benodigdheden leveren met een drone, patiëntenkamers desinfecteren en goedgekeurde geneesmiddelendatabases scannen (voor andere ziekten) die mogelijk ook het COVID-19 tegenwerken. AI-technologieën zijn ingezet om nieuwe moleculen te bedenken die als potentiële medicatie kunnen dienen of zelfs om sneller de RNA (ribonucleïnezuur is een biologisch macromolecuul dat essentieel is voor de regeling van cellulaire processen in alle bekende levensvormen. RNA lijkt qua chemische structuur sterk op DNA) secundaire structuur van het virus te voorspellen. Deepmind, de AI-divisie van Google, heeft kunnen achterhalen hoe eiwitten zich gedragen in ons lichaam, wat cruciaal is om medicijnen en vaccins te ontwikkelen voor onder andere kanker en zelfs Covid-19. Deepmind heeft via zijn programma AlphaFold een techniek ontwikkeld die 'in enkele minuten tijd' kan bepalen hoe een bepaald eiwit zich gedraagt. Een proces waar wetenschappers jaren voor nodig hebben. In een test met menselijke tegenstanders voorspelde AlphaFold naadloos twee derde van de eiwitstructuren op basis van een reeks aminozuren, terwijl de rest maar 10 procent goed voorspelde. Er is tevens een reeks risicobeoordelingsalgoritmen voor COVID-19 ontwikkeld voor gebruik in zorgomgevingen (bv. hoe omgaan met contacten met door het virus besmette personen). Bepaalde AI-toepassingen kunnen ook nepnieuws over de ziekte detecteren door Machine Learningtechnieken toe te passen voor datamining van sociale media-informatie, sensationele of alarmerende woorden op te sporen en te identificeren welke online bronnen kunnen aangewend worden in de strijd tegen zogenaamde infodemics (een excessieve hoeveelheid informatie betreffende een probleem, die het vinden van een oplossing belemmert). Daarnaast worden AI-toepassingen gebruikt om de handhaving van beperkende en beschermingsmaatregelen te monitoren, zoals het gebruik van gezichtsherkenning voor het monitoren van mensen die geen beschermend masker dragen in het openbaar, of de inzet van AI-gebaseerde koortsdetectiesystemen, of nog de verwerking van gegevens die zijn verzameld op digitale platforms en mobiele netwerken om iemands recente verplaatsingen in kaart te brengen en op te volgen. In China, maar ook recent in Europa (Madrid bijvoorbeeld), hebben de

autoriteiten drones ingeschakeld om op openbare plaatsen te patrouilleren, warmtebeelden op te nemen of mensen op te sporen die de quarantainevoorschriften schenden. Op 25 maart 2020 heeft Eurocommissaris Thierry Breton van Interne Markt in een conference call met diverse grote Europese mobiele telecomaandieners verzocht geanonimiseerde meta-data van klanten te gaan leveren waarmee de Europese Commissie (EC) de verspreiding van het coronavirus kan monitoren. De data moeten bijdragen bij het in kaart brengen van de verspreiding van het coronavirus en het voorspellen hoe de uitbraak van het coronavirus zich zal gaan ontwikkelen. Op die manier kan bepaald worden waar de nood aan medisch materiaal het hoogst is. Hierbij wordt gebruik gemaakt van AI-tools. Het is de bedoeling van de Europese Commissie om in ieder Europees land samen te werken met één grote mobiele telecomaandieners voor de aanlevering van dergelijke data. De privacy van klanten is hierbij gegarandeerd, aangezien de Europese privacyregels strikt gehanteerd zullen blijven. Onder de Europese gegevensbeschermingsmaatregelen is het toegestaan om geaggregeerde data uit te wisselen op voorwaarde dat deze data op geen enkele mogelijkheid te herleiden is naar afzonderlijke individuen. Intussen hebben de lidstaten met de steun van de Commissie een EU-toolbox⁴⁸ ontwikkeld voor het gebruik van mobiele waarschuwings- en contacttracingsapps als reactie op de coronapandemie. De toolbox biedt een praktisch leidraad voor de lidstaat om waarschuwings- en contacttracingsapps te implementeren.

Snelle uitwisseling van remedies

Een medisch dossier omvat meer dan louter medische data. Elk bezoek aan de huisarts en het ziekenhuis, levert gegevens op over de klachten, de symptomen, de diagnoses, de gebruikte medicijnen, het herstelproces, de bloeddruk, de gemeten bloedwaarden, de persoonlijke data zoals leeftijd, postcode, geslacht, ras, sociale status, enz. Een algoritme dat toegang zou hebben tot die data, zou kunnen leren dat er bijvoorbeeld in Australië een persoon is die gelijkenis vertoont met een bepaalde patiënt en die met veel succes is behandeld met medicijn X voor dezelfde ziekte. Een algoritme is tevens in staat een zeldzame ziekte te diagnosticeren aan de hand van symptomen, genetische data en bloedwaarden.

Sociale robots in de zorgsector

Door de vergrijzing groeit de vraag naar zorg bij senioren. Tegelijk dreigt door de uitstroom van de babyboomgeneratie op de arbeidsmarkt een tekort aan geschikt personeel zoals verplegers. Robotica kunnen helpen om die grote vraag naar zorg op te vangen. Met AI worden machines zelflerende machines waarbij mechanische robots bijvoorbeeld bedlegerige patiënten in of uit het bed kunnen helpen. Op het vlak van persoonlijke assistentie kunnen sociale robots interageren met zorgbehoevenden en vragen beantwoorden als 'Wanneer komt de dokter langs?', alarm slaan bij gevaar of als verstrooiing dienen, bijvoorbeeld bij dementerende senioren.

'Zora' is een sociale robot die wordt ingezet in de zorgsector en werd ontwikkeld door het Oostendse Zora Bots als zorgtoepassing van de Franse humanoïde robot 'Nao'. 'Nao' beschikt op basis van programmatie over diverse manuele en verbale vaardigheden zoals het aanwijzen van objecten en het beantwoorden van vragen op basis van spraakherkenning. 'Zora' wordt gebruikt in zorginstellingen zoals revalidatiecentra en woon- en zorgcentra, het animeren van

⁴⁸ eHealth Network, *Mobile applications to support contact tracing in the EU's fight against COVID-19. Common EU Toolbox for Member States - Version 1.0*, 15 April 2020. https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/covid-19_apps_en.pdf

eenzame senioren of het begeleiden van mensen met sociale beperkingen, zoals kinderen met autisme. Zora Bots ontwikkelde tevens een grotere variant 'Pepper', die onder meer patiënten de weg wijst in het ziekenhuis. 'Noa' en 'Zora' zijn robots die reageren zoals ze geprogrammeerd zijn. Ze zijn niet intelligent, al kunnen ze tot op zeker niveau wel interageren met hun omgeving. Van echte artificiële intelligentie, waarbij robots bijleren met machine learningtechnieken, is bij deze varianten geen sprake, maar het kan wel degelijk.

De chatbot 'Woebot' wil de geestelijke gezondheid verbeteren via cognitieve gedragstherapie, een psychologische stroming die ervan uitgaat dat gedachten ons gedrag en onze emoties beïnvloeden. 'Woebot' levert vooral voorgeprogrammeerde empathie af en is bedoeld om de therapie te democratiseren.

Concrete AI-toepassingen

Hierna volgen nog enkele interessante en veelbelovende voorbeelden van AI in de gezondheidszorg, waaronder:

- Datamanagement voor betere analyses en behandelingen. Het Google Deepmind Health project richt zich op deep learning. Hierbij interpreteren algoritmes hoofd-, nek- en oog-scans van patiënten, leert het systeem hoe het afwijkingen in deze scans kan identificeren en adviseert het de arts over de mogelijke behandelingen.
- Virtuele assistent die beeldmateriaal analyseert. Voor radiologen en cardiologen is IBM bezig met een algoritme waarmee scans en echo's sneller en beter geïnterpreteerd kunnen worden. Hierdoor hebben specialisten meer tijd voor de meest complexe gevallen.
- App die luistert naar gezondheidsklachten. Het Britse Babylon is bezig met een applicatie waarmee mensen door middel van spraakherkenning kunnen aangeven wat hun gezondheidsklachten zijn. Deze worden vervolgens vergeleken met de aandoeningen in de database. Op basis van de medische informatie en de medische geschiedenis van die persoon doet de applicatie vervolgens suggesties voor te ondernemen stappen (van "neem een paracetamol" tot "bel 112").
- Virtuele verpleegkundige. De interface van de 'Molly' app heeft een prettige stem, een vriendelijk gezicht en maakt gebruik van machine learning om patiënten met chronische aandoeningen te ondersteunen tussen de doktersbezoeken in. De app monitort hun conditie en houdt bij of de behandeling aanslaat.
- Precisiegeneeskunde. Het Canadese Deep Genomics heeft een platform gemaakt waarmee het mogelijk wordt in een grote hoeveelheid medische gegevens en genetische informatie patronen, mutaties en aanwijzingen voor aandoeningen te herkennen. Hierdoor krijgen artsen zicht op wat er precies in een cel gebeurt wanneer het DNA door een genetische variatie (op een natuurlijk wijze of door een behandeling) veranderd wordt.
- Snel nieuwe medicijnen op de markt brengen. De Atomwise supercomputers maken gebruik van een database met moleculaire structuren. Hiermee heeft het in korte tijd twee bestaande medicijnen op zo'n manier kunnen aanpassen dat de besmettelijkheid van het Ebola-virus sterk verkleind werd. Zonder deze AI-technologie zou een dergelijk onderzoek maanden of jaren duren. Recent hebben onderzoekers van het MIT en Harvard in de VS, dankzij een AI-algoritme, een nieuw antibioticummolecuul ontdekt dat in staat is bacteriën te doden, die resistent zijn tegen traditionele antibiotica. AI maakt het mogelijk om "in silico" te zoeken, d.w.z. door computerberekening, welke chemische moleculen bepaalde bacteriën kunnen aanvallen.

- Ziekenhuisbeleid en-planning. Al wordt ook al toegepast op de data van het ziekenhuis zelf of zaken als beleidsinformatie. Men denke bijvoorbeeld aan capaciteitsplanning: via de analyse van historische data kan een computer voorspellen hoeveel patiënten in een bepaalde periode aan een zekere aandoening zullen lijden. Het ziekenhuis kan er dan voor zorgen dat er voldoende medisch personeel aanwezig is. Zowel de verandering van de software als de invloed die dat heeft op de werkprocessen, zorgen voor een enorme impact op de manier van werken. Vooral omdat het zo breed gaat: van personeelsplanning en het registreren van medische gegevens over de communicatieoverdracht tussen aflossende teams tot de invoering van early warning systemen. Die laatste kunnen aan de hand van parameters als bloeddruk en gewicht voorspellingen doen over de toestand van een patiënt en bepalen of die nood heeft aan extra zorg of bewaking.

Nieuwe spelers in de gezondheidssector

Wie zijn de nieuwe spelers? En op welke manier doen ze hun intrede in de gezondheidszorg? Het is nu niet precies te voorspellen welke nieuwkomers vaste voet aan de grond zullen krijgen. Zeker is wel dat een aantal technologie-reuzen alvast hun oog op de gezondheidszorg hebben laten vallen. Zo kocht Google onlangs voor meer dan \$2 miljard Fitbit en experimenteert het met AI voor diagnostiek. Amazon kocht PillPack, een online apotheek en organiseert zelf een zorgverzekering. Apple heeft de Apple watch, de iPhone en andere mobiele platformen. Ook Alibaba, de e-commerce gigant uit het Oosten verdeelt geneesmiddelen en verstrekt zelfs (eerstelijns)gezondheidsdiensten. Het is maar een greep uit de wereldwijde voorbeelden.

Deze nieuwe spelers in de gezondheidszorg hebben heel wat troeven achter de hand. Zo hebben ze veel meer contact met het individu/de patiënt dan de doorsnee zorgverstrekker. De mobiele telefoon is het doorgeefluik voor enorme hoeveelheden persoonlijke data. De nieuwe grote spelers beschikken over grote budgetten en opereren vaak in een context waarin de regels nog moeten worden vastgelegd. Het zijn specialisten in het verwerken van grote hoeveelheden data die de gebruiker hen dagdagelijks aanleveren. Dat zet hen in pole position om een cruciale rol te spelen in twee belangrijke schakels van onze gezondheidszorg: preventie en diagnose. De intrede van de nieuwe spelers kan verreichende gevolgen hebben, bv. door zelf de patiënt advies te geven over behandelingen en zorgverstrekkers, die zich niet eens in onze contreien hoeven te bevinden. Hoe beter zij erin zullen slagen de data en kennis in te zetten voor preventie en diagnose, hoe groter hun impact zal zijn in de verdere (curatieve) schakels van de gezondheidszorg.⁴⁹

5.8 Sociaal welzijn

AI kan in principe gebruikt worden om groepen van mensen in kansarmoede kansen te geven bijvoorbeeld via intelligente begeleidingsapplicaties en met de M(assive)O(pen)O(nline)C(ourse)S die via het web gratis beschikbaar zijn voor iedereen, zonder dat er hoge inschrijvingsgelden betaald moeten. Medische zorg kan beschikbaar gemaakt worden voor een grotere groep gebruikers, ook in gebieden waar vrijwel geen medische knowhow beschikbaar is, en al helemaal niet voor een betaalbare prijs. Andere vormen van expertise,

⁴⁹ Raeymaekers, P. *Nieuwe technologieën in de gezondheidszorg: kapers op de kust?*, Zorgnet-Icuro, Zorgwijzermagazine, 27 december 2019.

bijvoorbeeld in de landbouw, het bosbeheer, urbanisme enz., kunnen via AI-technologie verspreid worden dankzij de groeiende penetratie van smartphones en internet.

Een ander voorbeeld zijn de AI-programma's achter sociale media, die het mogelijk maken dat groepen in de samenleving elkaar vinden en zich kunnen organiseren. Zo zijn er allerlei hulpmiddelen voor (meer) directe democratie. AI-programma's kunnen helpen om zaken op de agenda te zetten door te laten zien wat de consequenties zijn van bepaalde beslissingen. Een goed voorbeeld zijn milieukwesties. Met mobiele telefoons als meetinstrument, eventueel met sensoruitbreidingen, is het mogelijk dat groepen mensen zelf hun omgeving monitoren, bijvoorbeeld wat lucht- of waterverontreiniging betreft. Een voorbeeld hiervan is het project NoiseTube, waardoor mensen met hun smartphone metingen over vervuiling (geluid, lucht) kunnen uitvoeren en die automatisch versturen naar een centrale server. Die visualiseert en analyseert de data.

Activiteiten inzake 'AI voor sociaal welzijn' krijgen heel wat aandacht in de AI-onderzoekswereld. Voorbeelden van deze activiteiten zijn de reeks Beneficial AI-conferenties georganiseerd door het Future of Life Institute in Cambridge (<https://futureoflife.org/bai-2017/>) en de initiatieven van het Partnership on AI-platform, dat vooral industriële partners met een belangrijke AI-activiteit groepeerd (<https://www.partnershiponai.org/>).

Sommige overheden hebben AI-systemen ingezet om sociale welzijnsprogramma's te versterken. AI kan bijvoorbeeld helpen bij het nastreven van optimale voorraadniveaus op locaties voor gezondheidszorg en sociale dienstverlening. Ze doen dit via Machine Learning-technologieën die transactiegegevens analyseren en steeds nauwkeurigere voorspellingen doen. Dit zou op zijn beurt toekomstvooruitzichten en beleidsontwikkeling vergemakkelijken. Een ander voorbeeld zijn AI-algoritmen die de Britse overheid helpen bij het opsporen van fraude in claims voor sociale uitkeringen.

AI wordt ingezet tegen gevoelens van vereenzaming die, zeker in deze crisisperiode, kunnen opspelen bij mensen die aan huis gebonden zijn (zoals ouderen of personen met een handicap). 'Mitsuku' is een voorbeeld van een opkomende groep slimme, pratende algoritmen, die functioneren op basis van machine learning om de spraak en gesprekstijl te verbeteren, en zijn ontworpen om gevoelens van eenzaamheid te voorkomen, vooral bij aan huis gebonden personen zoals ouderen en gehandicapten.

5.9 Wetgeving en rechtspraak⁵⁰

AI zal ook in de rechtsprocedures en rechtspraak een grotere rol van betekenis gaan spelen. Advocaten en rechters moeten zich vaak beroepen op heel wat juridische bronnen ter voorbereiding van hun verdediging respectievelijk uitspraak. Al deze content is opgeslagen in digitale databases die met een gespecialiseerde zoekmachine kunnen doorzocht worden. Met AI-technologie kan men een expertsysteem ontwikkelen waarin alle informatie van een actuele rechtszaak (bijvoorbeeld tekstdocumenten, foto's,...) wordt ingevoerd en die op zijn beurt alle relevante data, in orde van belangrijkheid, aanbiedt. Tevens is het nu reeds mogelijk met dergelijk systeem een gesprek te voeren en vragen te stellen over alle uitspraken van eerdere gerelateerde

⁵⁰ Prins, C., Van der Roest, J. (Tilburg University). *AI en de rechtspraak*. Nederlands Juristenblad, NJB 2018/206, Wolters Kluwer

rechtszaken (een op IBM Watson gebaseerd expertsysteem met de naam 'Ross'). Nog verdergaand kan gedacht worden aan een AI-systeem dat zelf redeneert en op basis van bijvoorbeeld door het Openbaar Ministerie overlegde bewijsstukken, tegenargumenten aanreikt die door de verdediging kunnen aangegrepen worden.

The Jurists Europe heeft in 2017 de allereerste Europese bot,' Lee&Ally' gelanceerd die beroep doet op artificiële intelligentie om juridisch advies te verlenen aan bedrijven en ook op de Vlaamse markt beschikbaar gesteld. Het is niet het enige online initiatief in ons land. Een Gentse start-up lanceerde in mei 2017 Jureca.be, waarmee ze matchmaking-technologie koppelde aan de juristendatabase van het voormalige Zoekadvocaat.be. In de Verenigde Staten maakt 'legaltech', de verzamelnaam voor innovatie in de juridische sector, al langer een ware opmars door en werd er een gratis juridische robot voor particulieren gelanceerd.

Niet verrassend komt met deze ontwikkelingen ook de vraag op tafel of computers kunnen rechtspreken. In dat kader kreeg het onderzoek onder leiding van de Amerikaanse hoogleraar Daniel Martin Katz⁵¹ brede bekendheid. Zijn team weet inmiddels met een accuraatheid van ruim 70% de uitspraken van de Amerikaanse Supreme Court te voorspellen, enkel op basis van geautomatiseerde data-analyse van diverse gecombineerde datasets. Ander onderzoek claimde met een accuraatheid van 79% de uitspraken van het EHRM te kunnen voorspellen.

Naast 'de rechtsprekende computer', komt een variëteit aan andere AI-mogelijkheden in beeld voor de rechterlijke macht. Vanuit bedrijfsorganisatorisch perspectief bieden AI en bijbehorende technieken (zoals visualisatie- en opslagtechnieken) allereerst mogelijkheden voor het verzamelen van meer inzicht in en kennis over de organisatie. Daarbij gaat het niet alleen om het inzichtelijker maken van processen en prestaties. Ook faciliteert het de rechterlijke organisatie bij het 'meten' of, en in hoeverre, wordt voldaan aan de eigen kwaliteitseisen en standaarden voor de werkprocessen. Te denken valt bijvoorbeeld aan het inzichtelijker maken van doorlooptijden en waar, wanneer en waarom procedures vertraging oplopen. Bovendien kan de analyse over een groot aantal jaren worden uitgevoerd en zijn ontwikkelingen doorheen de tijd in beeld te brengen. Aan de hand van verkregen inzichten is 'aan de poort' te selecteren welke zaken zich eerder zouden kunnen lenen voor een standaardafhandeling en welke (gegeven mogelijk te verwachten implicaties) juist niet. Dit kan potentieel de werkdruk verlagen, of althans als voordeel hebben dat expertise, ervaring en middelen doelgerichter worden ingezet.

AI kan ook los van concrete rechtszaken het inzicht in de rechtstoepassing verbeteren en verrijken. Zo kan het ondersteunend zijn bij de keuze in welke zaken wel of juist niet ruimte is voor (meer) standaardvonnissen. Dit kan weer bijdragen aan de verdere versterking van de rechtszekerheid voor burgers, die immers op basis van voorspelbaarheid beter weten c.q. kunnen inschatten waar zij aan toe zijn. Ook kan door het combineren van verschillende datasets inzichtelijk worden welke factoren de hoogte van de strafmaat, boetes of de vormgeving van het boetestelsel bepalen.

Verder kan via slimme analyse van grote hoeveelheden jurisprudentie gekeken worden naar de doorwerking van uitspraken. Hoe vaak worden uitspraken in de literatuur genoemd? Wat is het aantal verwijzingen over en weer in vonnissen? In hoeverre en op welke terreinen is rechtspraak aanleiding tot aanpassing van wetgeving en welke tendensen vallen daarin waar te nemen? Ook

⁵¹ Daniel Martin Katz, Michael J. Bommarito, Josh Blackman, *A general approach for predicting the behavior of the Supreme Court of the United States*, Plos (Public Library of Science), 12 april 2017.

analyse van zogenaamde ‘rechtersregelingen’ waarbij wordt nagegaan wanneer (en op grond waarvan) rechters een bepaalde regeling al dan niet toepassen, behoort tot de mogelijkheden.

Kortom, de combinatie van de geschreven wet (het wetboek), het gesproken recht (de rechtspraak) en studie van beiden (de rechtsleer) kan perfect door een intelligente bot worden geïnterpreteerd en in mensentaal worden omgezet.

5.10 Marien onderzoek

Door COVID-19 daalde in de eerste maanden van 2020 de scheepvaartintensiteit met ca. 15% in de Noordzee. Ook onderzoeksschepen bleven tijdelijk aan de kade. Dit was een stimulans om versneld onbemande vaartuigen in te zetten, zoals de VLIZ (Vlaams Instituut voor de Zee) USV-robot ‘Adhemar’ (unmanned surface vessel)⁵². Dit onbemand oppervlaktevaartuig voerde, in samenwerking met het agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK) en FOD Mobiliteit en Vervoer, metingen uit van het onderwatergeluid in het troebele en ondiepe kustwater van Oostende-Bredene. Die metingen laten toe een periode met verminderde menselijke activiteiten te vergelijken met een meer genormaliseerde toestand in de toekomst.

Het meten en analyseren van onderwatergeluid, zowel afkomstig van zeedieren als van de omgeving, gebeurt tegenwoordig vlot met zogenaamde ‘Passive Acoustic Monitoring’ (PAM). Het VLIZ paste deze efficiënte, niet-invasieve en flexibele methode tijdens verschillende missies in april en mei 2020 toe vanop de USV Adhemar. Die USV wordt voortgestuwd door de golven en produceert bijna geen onderwatergeluid. Doel van dit onderzoek was na te gaan of er ten gevolge van de verminderde scheepvaart een andere geluidsomgeving is. Verder bood zich een unieke kans aan om geluiden te horen die anders gemaskeerd zijn (bv. van vissen en ongewervelden). De resultaten zijn momenteel in verwerking en worden verwacht tegen het najaar 2020. Bijkomende metingen in het kader van het observatieprogramma LifeWatch zijn gepland voor de lange termijn.

De inzet van onbemande vaartuigen zoals USV Adhemar op een drukbevaren stuk van de Noordzee is overigens geen sinecure. De overheden die bevoegd zijn voor de veiligheid en reglementering van de scheepvaart – het Vlaams agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK) en de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer – spelen dan ook een sleutelrol bij het vergemakkelijken van succesvolle missies met onbemande vaartuigen.

Op internationaal niveau werkt de FOD Mobiliteit en Vervoer mee aan de ontwikkeling van een regelgevend kader voor autonome schepen door actief deel te nemen aan de lopende discussies binnen de International Maritime Organization (IMO) en aan werkgroepen op Europees niveau. Daarnaast ondersteunt de FOD de verdere ontwikkeling van autonome navigatie en afstandsnavigatie. Testen met autonome vaartuigen in de Belgische wateren zijn belangrijk om de maturiteit van de betrokken technologieën te beoordelen. Tegelijkertijd dient de veiligheid, de milieuvrijwaring en de beveiliging van de scheepvaart te allen tijde gegarandeerd te blijven. Hiertoe heeft het DG Scheepvaart een procedure voor autonome vaarproeven ontwikkeld, waarin risicoanalyses, het passageplan en de scheepsdocumentatie onderzocht worden.

⁵² <http://www.vliz.be/nl/persbericht/onbemand-varen-tijdens-stille-coronatiiden>

5.11 Bouwsector

De mogelijkheden van AI in de bouwsector zijn veelzijdig.

- **Veiligheid.** In de bouwsector bieden AI-programma's precieze data en inzichten die aannemers in staat stellen de veiligheid, het rendement en de productiviteit op de werkplek te optimaliseren. Bedrijven zoals Skanska en Arup hanteren een managementplatform dat AI gebruikt om op de werkplek gecreëerde beelden- en videodatabase te filteren op potentiële risico's. Hun software gebruikt beeldherkenningsalgoritmen die specifieke zoekcriteria screenen, zoals veiligheidshesjes, helmen en felle kleuren. Op die manier worden beelden gefilterd van bouwarbeiders die niet de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen dragen en dus mogelijk de veiligheidsregels overtreden. De zoekresultaten kunnen binnen korte tijd worden bijeengebracht en naar de bouwplaatsopziener worden verstuurd – een taak waar een mens uren over zou doen. Sommige fabrikanten maken gebruik van opkomende technologieën om de veiligheid voor hun personeel ter plaatse te verbeteren via een operatorassistentieprogramma dat AI-algoritmen gebruikt om specifieke objecten te detecteren en te herkennen via computervisiemethoden. Het systeem kan de operator een waarschuwingsbericht sturen, waardoor de kans op ongevallen afneemt.
- **Productiviteit.** Naast verbetering van de veiligheid kan AI ook repetitieve en gevaarlijke, arbeidsintensieve taken uitvoeren. Op robotica gebaseerde oplossingen bijvoorbeeld voor betonwapening besparen veel tijd, terwijl er minder arbeidsletsels ontstaan dan wanneer arbeiders die wapening handmatig moeten aanbrengen. Daarnaast worden chips in beton ingewerkt om aan te geven wanneer het beton voldoende is uitgehard om verder te kunnen bouwen. Verder zijn er BIM (Bouwwerk Informatie Modelleren) Bots die het mogelijk maken een bouwontwerp vergaand te optimaliseren en daarmee de productiviteit te verhogen van de bouwsector. BIM Bots betrekken toeleveranciers vroeg in een bouwproces zodat een product op maat wordt uitgewerkt voor een bedrijfsgebouw, ziekenhuis of woningen. BIM Bots stroomlijnen workflows, automatiseren taken, maken het mogelijk om al vroeg in het proces inzicht te verkrijgen in een ontwerp en verbeteren de kwaliteit van het werk. De uren en kosten die een leverancier voorheen investeerde in oplossingen voor de laatste bouwfase, stopt hij nu in tools die al aan het begin duidelijk maken of een product geschikt is of niet. De tools geven feedback over aspecten als clash detectie, of ze leveren een energiesimulatie. De tools zijn onder andere ook bedoeld voor architecten, ingenieurs en projectleiders die de maakbaarheid van een ontwerp al in het beginstadium willen controleren.
- **Domotica.** Domotica staat voor elektronische communicatie tussen allerlei elektrische toepassingen in de woning of woonomgeving ten behoeve van kwaliteit, leefgemak en verbetering van het woongenot. Er bestaan reeds domoticasystemen die gedragspatronen herkennen en helpen om geld te besparen door de thermostaat of andere apparaten aan het gedrag aan te passen, verlichting die wordt gedimd als de tv wordt aangezet, feller licht als men gaat koken,....
- **Mixed reality.** Het bedrijf Xella heeft technologie ontwikkeld waarbij de bouwvakkers door middel van een holografische lens en speciale software direct toegang krijgen tot het BIM-model op de bouwplaats. Mixed Reality laat de gebruiker de "echte wereld" zien (net als in Augmented Reality) maar projecteert hier geloofwaardige virtuele objecten in (net als in Virtual Reality). Waar Augmented Reality voornamelijk vertrouwt op markeerpunten, herkenningpunten, om te bepalen waar het digitale elementen laat zien, gebruikt Mixed

Reality de gegevens die het uit zijn omgeving krijgt. De techniek koppelt deze virtuele objecten vervolgens aan een punt in de “echte wereld”, waardoor het lijkt alsof ze er ook echt zijn. Kortweg gezegd, maakt de technologie van de hololens het mogelijk om alle data van het BIM-model op de bouwplaats in realtime beschikbaar te maken via de cloud.

5.12 Wetenschappelijke sector⁵³

Wereldwijde uitdagingen variëren vandaag van klimaatverandering tot bacteriële resistentie tegen antibiotica. Oplossingen voor veel van deze uitdagingen vereisen een toename van de wetenschappelijke kennis. AI zou de onderzoeksproductiviteit kunnen verbeteren, zeker wanneer de druk op publieke onderzoeksbudgetten toeneemt. Wetenschappelijk inzicht is gebaseerd op het putten van kennis uit grote hoeveelheden wetenschappelijke gegevens die worden gegenereerd door nieuwe wetenschappelijke instrumenten. In deze context wordt het gebruik van AI in de wetenschap een belangrijke troef.

Het gebruik van AI in de wetenschap kan nieuwe vormen van verkenning en ontdekking mogelijk maken en de reproduceerbaarheid van wetenschappelijk onderzoek verbeteren. AI kan bijvoorbeeld het gedrag van chaotische systemen voorspellen, complexe computerproblemen in de genetica aanpakken, de kwaliteit van astronomische beeldvorming verbeteren en de regels van chemische synthese helpen ontdekken. AI kan verder worden ingezet bij de analyse van grote datasets, het genereren van hypothesen, het beoordelen, begrijpen en analyseren van wetenschappelijke literatuur en het faciliteren van gegevensverzameling, van experimentele ontwerpen en van experimenten zelf.

De convergentie van AI en robotica heeft veel potentiële voordelen voor de wetenschap. Systemen voor laboratoriumautomatisering kunnen technieken uit het AI-domein gebruiken om wetenschappelijke experimenten uit te voeren. In een laboratorium aan de Universiteit van Aberystwyth in Wales, bijvoorbeeld, gebruikt een robot met de naam ‘Adam’ AI-technieken om automatisch cycli van wetenschappelijke experimenten uit te voeren. ‘Adam’ wordt beschouwd als de eerste machine die op zelfstandige basis nieuwe wetenschappelijke kennis heeft ontdekt. Volledig automatiseerbare wetenschap heeft verschillende potentiële voordelen:

- Snellere wetenschappelijke ontdekking: geautomatiseerde systemen kunnen duizenden hypothesen parallel genereren en testen. Vanwege hun cognitieve beperkingen kunnen mensen slechts een paar hypothesen tegelijk overschouwen.
- Goedkopere experimenten: AI-systemen kunnen experimenten selecteren die minder kosten om uit te voeren. De kracht van AI maakt een efficiënte verkenning en exploitatie van onbekende experimentele domeinen mogelijk wat leidt tot de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen, materialen en apparaten.
- Eenvoudigere training: een volledige opleiding van een menselijke wetenschapper heeft meer dan 20 jaar en heel wat financiële middelen. Mensen kunnen kennis slechts langzaam absorberen door middel van onderwijs en ervaring. Robots kunnen daarentegen rechtstreeks kennis van elkaar absorberen.
- Verbeterde kennis- en gegevensuitwisseling en wetenschappelijke reproduceerbaarheid: één van de belangrijkste issues in de biologie - en andere wetenschappelijke gebieden - is reproduceerbaarheid. Robots hebben het bovenmenselijke vermogen om experimentele

⁵³ OECD (2019). *Artificial Intelligence in Society*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>.

acties en resultaten vast te leggen. Deze resultaten worden, samen met de bijbehorende metadata en gebruikte procedures, automatisch, volledig en zonder extra kosten geregistreerd in overeenstemming met geaccepteerde normen. Indien deze registratieactiviteiten door mensen worden uitgevoerd, bedragen de kosten al snel tot zo'n 15% van de totale kostprijs van het experiment.

Het toenemende gebruik van AI-systemen in de wetenschap doet ook nieuwe, en nog onbeantwoorde vragen rijzen over onder meer de overdracht van kennis, het systeem van collegiale toetsing en intellectuele eigendomsrechten: *“Moeten machines worden opgenomen in academische citaten? Zullen IP-systemen aanpassingen nodig hebben in een wereld waarin machines zich opwerpen als uitvinders?”*

5.13 Financiële sector

De financiële dienstverlening is een competitieve markt. Het idee van op AI gebaseerde automatisering is voor bedrijven in deze sector dan ook zeer aantrekkelijk: een hogere productiviteit, verbeteringen in klantenservice en zelfs het heruitvinden van businessmodellen behoren tot de mogelijkheden. Zij kijken onder meer naar chatbots voor klantcontact, Robotic Process Automation en algoritmen die leiden tot een hogere veiligheid en betere beleggingsbeslissingen.

- Producten en diensten op maat. De digitalisering draagt ertoe bij dat ook de financiële sector over grote hoeveelheden datastromen beschikt over hun klanten: de financiële geschiedenis geeft een uniek inzicht in hun verplichtingen, voorkeuren en wensen. Door die schat aan informatie met AI-technieken te analyseren, kunnen banken bijvoorbeeld proactief suggesties doen voor financiële producten op maat, of zelfs voor niet-financiële consumentenproducten die passen in de levenssituatie van hun klanten. Dit soort personalisatie doet nu reeds zijn intrede met de introductie van chatbots. AI verbetert de relatie met de klant door gepersonaliseerde communicatie mogelijk te maken wanneer het de klant uitkomt. KBC heeft een soort digitale assistente 'Kate' (KBC Assistent to Ease Your Life) gelanceerd die werkt op basis van een algoritme dat beter in staat is diensten op maat aan te bieden. Kate werkt op basis van een zelflerend algoritme waardoor de toepassing de klant steeds beter leert kennen en meer oplossingen op maat uitwerkt. Op basis van feedback die Kate van de klant krijgt, kan de dienstverlening ook verbeterd worden. KBC zal Kate ook inzetten om niet-bankdiensten aan te bieden, bv. op het vlak van energiekostbesparingen door suggesties te geven over energieleveranciers.
- Fraudedetectie. Terugkerende uitdagingen in de financiële wereld zijn fraudedetectie en anti-witwaspraktijken. Vandaag de dag worden machine learning (ML) toepassingen al op deze gebieden toegepast. Het gebruik ervan zal alleen maar toenemen naarmate de analytische modellen en databases met broninformatie geavanceerder worden. Het is een dynamisch vakgebied dat onder meer wordt aangedreven door de wedloop tussen fraudebestrijders en criminelen, die ook van de nieuwste technologie gebruik maken. Dankzij de beschikking over rijkere datasets, internationale data-uitwisseling en geavanceerde technieken als AI kan de onderschepping van criminele geldstromen opgedreven worden. Op basis van de juiste historische data van transacties kan bijvoorbeeld het gemiddelde klantgedrag – en dus ook de afwijkingen daarin – in kaart worden gebracht. Verdachte transacties kunnen dan gemarkeerd of stopgezet worden, misschien zelfs voordat ze plaatsvinden, of de klant moet zo'n transactie eerst bevestigen voordat hij wordt verwerkt.

- Wettelijke conformiteit. De financiële sector is onderhevig aan strenge normen en rapportageverplichtingen die een kostenverhogend effect hebben. In de afgelopen jaren hebben banken jaarlijks naar schatting \$70 miljard uitgegeven aan compliance en governance-software. Deze uitgaven weerspiegelen de kosten voor de conformiteitscontrole door de bankadvocaten, juridische specialisten en andere kredietfunctionarissen. De kosten voor deze activiteiten zouden naar verwachting groeien tot bijna \$120 miljard in 2020. De inzet van AI-technologieën, met name language processing, zal naar verwachting de nalevingskosten van banken met ongeveer 30% verlagen. Het zal de tijd die nodig is om elke transactie te verifiëren aanzienlijk verkorten. AI kan ook helpen bij het interpreteren van regelgevingsdocumenten en het codificeren van conformiteitsregels. Het COIN-programma van JPMorgan Chase, wat staat voor Contract Intelligence, beoordeelt bijvoorbeeld documenten op basis van bedrijfsregels en gegevensvalidatie. COIN draait op een machine-learning systeem dat wordt aangedreven door een nieuw privé cloud-netwerk dat de bank gebruikt. Naast het verkorten van de tijd nodig om documenten te beoordelen, is COIN er ook in geslaagd het aantal fouten in de dienstverlening te verminderen.
- Financiële transacties. AI heeft ook invloed op de handelstechnologie van banken. In de afgelopen 10 tot 15 jaar is er veel geïnvesteerd in geautomatiseerde handelssystemen, zoals de handel in aandelen, valuta en derivaten, met name om de transacties sneller te kunnen verwerken en beter te kunnen reageren op veranderingen in de markt. AI-technieken, zoals machine learning-systemen met neurale netwerken, worden al geruime tijd gebruikt. Verbeterde rekenmogelijkheden maken 'hoogfrequente handel' mogelijk, waarbij dagelijks miljoenen bestellingen worden verzonden en veel markten tegelijkertijd worden gescand. Naarmate deze tools en gegevens waarop ze zich baseren geavanceerder en rijker worden, zullen deze systemen steeds beter worden, bijvoorbeeld bij het identificeren van transactieopportunities of opnieuw bij het opsporen van fraude.
- Voorspellende analyse. De financiële dienstensector gebruikt al lang statistische benaderingen voor verschillende doeleinden, waaronder het berekenen van vooruitbetalingsbedragen en het inschatten van het risico van wanbetaling. Credit scoring is een statistische analyse uitgevoerd door financiële instellingen om de kredietwaardigheid van een persoon te beoordelen. Met andere woorden, het beoordeelt de mogelijkheid dat een kredietnemer zijn schuldverplichtingen niet nakomt. In traditionele credit-scoremodellen maken analisten hypothesen met betrekking tot criteria die van invloed zijn op een credit score en creëren ze klantensegmenten. Neurale netwerktechnieken kunnen enorme hoeveelheden gegevens en onderlinge relaties hiertussen uit kredietrapporten analyseren. Kredietbureaus in de Verenigde Staten melden dat Deep Learning-technieken de nauwkeurigheid van voorspellingen tot 15% kunnen verbeteren. In het verzekeringswezen zullen algoritmen kunnen voorspellen wat de verwachte hoogte van iemands claim zal zijn. Dit kan door te profileren (wat is dit voor persoon?) maar ook door te kijken waar iemand woont (een gebied met veel inbraken?).
- Nieuwe businessmodellen. AI laat toe dat banken hun dienstenpakket kunnen diversifiëren. Zo zou het mogelijk worden om een vliegtuigticket via de bank te kopen, die de klant vertelt waar dat het goedkoopst kan op basis van specifieke voorkeuren en leefgewoonten. Idem voor concert- of museumtickets. Of de aankoop van een huis. De bank regelt in één ruk een prijsvergelijking, de lening, een afspraak met de notaris en de verzekeringen, en vraagt offertes op bij aannemers voor de renovatie. Als een soort online supermarkt van diensten. De snelheid en het gebruiksgemak staan daarbij centraal. Ook het aanbieden van 'wist je dat'-diensten komt binnen het bereik: *"Beste klant, wist u dat uw telefoonrekening deze*

maand 40 euro hoger ligt dan normaal? Wist u dat de verzekering die u betaalt 3 procent duurder is geworden? Wist u dat een van de huurders van uw appartementen zijn huur nog niet heeft betaald?"

- FinTech. FinTech-bedrijven zijn de afgelopen jaren snel gegroeid. FinTech-leningplatforms stellen consumenten in staat om binnen enkele seconden leningen online te bekijken, aan te vragen en te verkrijgen. Ze bieden kredietverstrekkers traditionele kredietrapportgegevens (inclusief betalingshistoriek, verschuldigde bedragen, aantal rekeningen enz.). Bovendien maken FinTech-geldschieters gebruik van verschillende alternatieve gegevensbronnen zoals verzekeringsclaims, activiteiten op sociale media, online shoppinginformatie vanwege marktplaatsen zoals Amazon, verzendgegevens van postdiensten, browsepatronen en het gebruikte type telefoon of browser. Onderzoek toont aan dat alternatieve gegevens die worden verwerkt door AI FinTech-bedrijven, de toegang tot krediet kunnen vergemakkelijken voor mensen zonder traditionele kredietgeschiedenis. Alternatieve gegevens vullen de informatie van kredietinstellingen dus aan en vervangen ze niet. Zo kan een kredietverstrekker die informatie put uit zowel traditionele kredietrapporten als alternatieve gegevens, betere beslissingen nemen over de kredietverlening.⁵⁴ Het oorspronkelijke e-voucher bedrijf Monizze, bekend van onder meer elektronische maaltijd-, eco- en cadeauchques, poogt de sector geleidelijk aan een digitale fintech-richting in te sturen. Werkgevers kunnen elke type e-cheque bij Monizze aankopen ("one-stop-shopping") en sinds 2016 zijn alle cheques beschikbaar op dezelfde "multiproduct" all-in-one betaalkaart. Het bedrijf kwam ook met een mobiel app en zette resoluut in op e-commerce. Sinds de voorbije drie jaar past het bedrijf AI en deep learning toe, bijvoorbeeld om restaurants aan te bevelen in de app, onder meer gebaseerd op de aankoopgeschiedenis van de klant. Monizze wil zich daarmee profileren als "fintech"-bedrijf. Het bedrijf beoogt alle e-cheques en financiële informatie te integreren in één app. Door connecties te maken met steeds meer webshops en de gebruiksvriendelijkheid van betalingen te verbeteren wil het e-commerce aanzwengelen. Op lange termijn beoogt het alle betalingen te laten verrichten met één (bank)kaart of app.

5.14 Agrarische sector

Verbeteringen in de nauwkeurigheid van cognitieve computertechnologieën zoals beeldherkenning veranderen de landbouw. Traditioneel vertrouwt de landbouw op de ogen en handen van ervaren boeren om de juiste gewassen te identificeren. "Oogstende" robots uitgerust met AI-technologieën en gegevens van camera's en sensoren kunnen nu deze beslissing in realtime nemen. Dit type robot kan in toenemende mate taken uitvoeren waarvoor voorheen menselijke arbeid en kennis nodig waren.

Landbouw en veeteelt zijn dan ook bij uitstek sectoren waar de robotica een grote rol speelt en gaat spelen. AI in de agrarische sector kan onder meer ingezet worden voor kwaliteitsbewaking van gewassen, automatisering van irrigatie en veeverzorging.

- Farm management. Met AI-software is het mogelijk om alle activiteiten op een boerderij te plannen, monitoren en analyseren. Grondbewerking, planten, spuiten, bemesten, irrigeren, oogsten en alle andere activiteiten worden gemanaged door een datagedreven AI-systeem. Het Britse bedrijf Agrivi ontwierp dergelijke AI-gedreven managementsoftware. Het

⁵⁴ OECD (2019). *Artificial Intelligence in Society*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>.

Amerikaanse softwarebedrijf Chetu ontwerpt mobiele apps voor smartphones en webapps voor Android- en iOS-apparaten in de landbouwsector. Het bedrijf ontwerpt slimme landbouwmanagementsystemen en -toepassingen om in realtime toegang te krijgen tot geautomatiseerde big data en waarschuwingssignalen.

- **Kwaliteitsbewaking.** AI kan de kwaliteit van bloemen en planten monitoren en voorspellen. IQ-Flora is een innovatief systeem dat de productkwaliteit van rozen in de keten 'real time' in de gaten houdt. De kern is een softwaremodule voor kwaliteitsvoorspelling, waarin invloedrijke factoren op de kwaliteit van bloemen en het verwachte effect ervan in kaart zijn gebracht. Deze voorspellingen worden aangevuld met gegevens van sensoren. Op basis van deze gegevens worden de rekenregels uit het model steeds verfijnd, zodat de betrouwbaarheid van de voorspelling verbetert. Ook is er een AI-robotsysteem dat sorteert en aardappelziekten kan opsporen (TADD, Trainable Anomaly Detection and Diagnosis systeem). Beslissingsondersteunende systemen voor broeikassen worden ontworpen met AI. Deze systemen maken het mogelijk om de milieuomstandigheden te voorspellen, die de groei en productiviteit van planten beïnvloeden, en de temperatuurf fluctuatie aan te passen. Buiten vliegen tegenwoordig drones over de velden om elk plantje individueel te inspecteren: moet het meer of minder water of mest? Zit er ongedierte op zodat er tijdig kan ingegrepen worden? Het West-Vlaamse bedrijf Ardo zet drones en satellietbeelden in om de velden en de erop florerende gewassen vanuit de lucht te monitoren tot op het moment van de oogst. De foto's en satellietbeelden helpen bepalen waar extra irrigatie of pesticiden nodig zijn. Bovendien wordt de informatie van de drones gebruikt voor de GPS van de tractor, zodat de teler precies weet waar een interventie nodig is.
- **Beheer aardappelpercelen.** WatchITgrow, een Belgisch informatieplatform voor de digitale opvolging van aardappelvelden, is een online informatieplatform dat landbouwers bijstaat om hun percelen vlot en efficiënt te kunnen opvolgen. WatchITgrow gebruikt verschillende databronnen waaronder satellietbeelden, weersgegevens, bodemdata, IoT en gebruikersdata om informatie te kunnen genereren over onder andere de groei en gezondheid van de gewassen, om taakkaarten aan te maken enz. waardoor de teler tijdig kan ingrijpen of bijsturen waar nodig. Het langetermijndoel van WatchITGrow is om de opbrengsten van de individuele aardappeltelers te verbeteren en een duurzamere teelt te realiseren. Door zo omvattend mogelijk alles in kaart te brengen wat er op en naast een veld gebeurt en deze data d.m.v. big data analytics en machine learning algoritmes te analyseren kan op termijn geautomatiseerd advies afgeleverd worden aan individuele telers.
- **Productie-optimalisering.** AI-technologie maakt het mogelijk om de opbrengst in landbouw te optimaliseren. Het Amerikaanse bedrijf Blue River heeft een 'See&Spray' technologie ontwikkeld waarmee iedere plant een individuele behandeling krijgt. Bestrijdingsmiddelen worden gebruikt om de opbrengst van een oogst te vergroten. De gangbare praktijk tot nog toe was de besproeiing van hele velden met een bestrijdingsmiddel. Het nadeel van overmatig gebruik is dat onkruid resistent wordt en heel wat bestrijdingsmiddel in het milieu terecht komt. Een efficiëntere aanpak is om heel lokaal het bestrijdingsmiddel te spuiten. Handmatig is dit op grote schaal echter moeilijk uitvoerbaar. Daarom worden slimme camera's getraind met Deep Learning technieken om onderscheid te kunnen maken tussen verschillende planten. Door deze camera's te combineren met een aanstuurbare sproei-installatie kan elke plant individueel behandeld worden. Onkruid wordt lokaal bespoten met bestrijdingsmiddel en planten die niet goed groeien krijgen lokaal mest. Hiermee wordt de oogst geoptimaliseerd en worden kosten bespaard. Harveset CROO Robotica heeft een robot ontwikkeld om aardbeien te helpen plukken en verpakken. Het kan 3,2 hectare per dag

oogsten en 30 menselijke werknemers vervangen, waardoor het tekort aan arbeidskrachten in belangrijke landbouwregio's wordt aangepakt. Het Vlaamse bedrijf AVR ontwierp 'AVR Connect', een software platform dat alle digitale toepassingen visualiseert waarin data worden gebruikt afkomstig van allerlei sensoren op machines in het veld. Uit deze data wordt bruikbare informatie gedistilleerd waarmee de klanten geholpen worden. Zo worden bijvoorbeeld opbrengstdata van de oogst verzameld, die visueel op een detailkaart weergegeven wordt zodat de boer zeer nauwkeurig de efficiëntie van zijn veld kan inschatten. Boeren kunnen hun opbrengst optimaliseren en hun kosten doen dalen door gerichte bemesting en besproeiing.

- Automatisering. 'GIGAS' is een voorbeeld van een kasautomatiseringssysteem met een camerasysteem om beelden van de planten nemen en een plantdatabase die alle planten in de kas bijhoudt. De database wordt ondersteund met besluitvormings- en planningselementen, die instaan voor alle berekeningen. Zodra een besluit is genomen, wordt dat bericht naar de robot gestuurd die het werk uitvoert. Zo is het mogelijk om maximale kwaliteitsopbrengsten te verkrijgen met de beste timing van oogst en andere uit te voeren activiteiten. Veel irrigatieplanningstechnieken zijn gebaseerd op het monitoren van de bodem, gewassen en weersomstandigheden. De softwaretechnologie in de (hydrocultuur) landbouw bestaat veelal uit een robotsensor gecombineerd met AI, welke niveaus van water en voedingsstoffen kan controleren en vervolgens een automatische feeder kan aansturen of de boer een bericht kan sturen. Het Enorasis-project⁵⁵ maakt bijvoorbeeld gebruik van een netwerk van sensoren die variabelen omtrent milieu- en de bodemgesteldheid verzamelen. Dit project combineert weersvoorspelling en sensordata om een gedetailleerd dagelijkse irrigatieplan op te stellen. Het model bevat ook gegevens omtrent gewasopbrengst en energie- en waterkosten.
- Slimme irrigatiesystemen. Slimme irrigatie wordt toegepast om planten in velden gemakkelijk water te geven. Bij slimme irrigatie spelen sensoren, verbonden door IoT (Internet of Things), een zeer cruciale rol. Er zijn enerzijds de vochtsensoren die onder de grond aan de voet van de plant worden geplaatst en de waterbeschikbaarheid van de grond kunnen detecteren, en anderzijds de vochtigheidssensoren die het waterpercentage in de atmosfeer detecteren. Na verloop van tijd sturen beide sensoren gegevens naar de gegevensverzamelaar ('data collector'), waar gegevens worden geanalyseerd met behulp van machine learning. Als wordt geconstateerd dat er onvoldoende water in de grond is (wat wordt gemeld door de vochtsensor) en geen kans op regen (gerapporteerd door vochtigheidssensor), dan stuurt het AI-systeem instructies naar de waterstroommeter. Als er voldoende water naar de grond wordt geleid, zal de vochtsensor dit detecteren en de informatie naar de gegevensverzamelaar sturen, waar het AI-systeem opnieuw de instructie naar de waterstroommeter zal sturen om te voorkomen dat er meer water vrijkomt. Slimme irrigatiesystemen maken ook landbouw mogelijk in bergachtige streken, waar het vaak moeilijk is om water te winnen.
- Veeverzorging. Gezichtsherkenning van koeien kan het gedrag in een kudde controleren, evenals de conditiescore en hun voeding registreren. Zo kan een afwijkende boog in de rug vroegtijdig aangeven of het dier kreupel dreigt te worden; en kan een koe die nauwelijks eet of drinkt er snel uitgepikt worden om een uitgebreidere gezondheidstest te laten ondergaan.

⁵⁵

<https://cordis.europa.eu/project/rcn/102038/factsheet/en> : "The overall aim of ENORASIS is to develop an intelligent, integrated Decision Support System (ENORASIS Service Platform and Components) for environmentally optimized and, thus, sustainable irrigation management by farmers and water management organizations."

Naast het bijhouden van data, kan het systeem ook voorspellend werken. Zo kunnen er per koe voerrantsoenen en medicijnen voorgeschreven worden en kan de gezondheid en het welzijn van de individuele koe in kaart gebracht worden. Daartoe wordt een individuele sensor verbonden worden aan iedere koe – bijvoorbeeld in diens halsband. De werking hiervan is het beste te vergelijken met FitBit: het geeft bepaalde gezondheidskenmerken weer, zoals hartslag en temperatuur van de koe. Ook geeft het informatie door over beweging en afgelegde afstanden; en kan het de boer in staat stellen om real-time de exacte locatie van de koe te bepalen. Een nieuwere variant van dit systeem geeft daarnaast aan of het al bijna melktijd is, en praat met het robot-melksysteem om de exacte hoeveelheid melk die iedere koe geeft vast te leggen. Zo kan er een duidelijk beeld ontstaan van de productiviteit en gezondheid van iedere koe. De boer kan in real-time meekijken op het dashboard en aan de hand daarvan direct ingrijpen als een dier ongezond lijkt te zijn. Tevens wordt gebruik gemaakt van een autonoom waarschuwingssysteem voor bepaalde insecten dat werkt op basis van draadloze sensornetwerken en machine learning. Bovenstaande methodes, zowel de locatiebepaling als gezondheids- en activiteitsmeting van dieren, worden vooral gebruikt voor koeien. Het kan echter ook toegepast worden voor allerlei andere vormen van vee. Zo houdt het de hoeveelheid eieren die kippen leggen bij; en brengt het nauwkeurig de gezondheidskenmerken en voedingspatronen van varkens in kaart. Stieren kunnen gemerkt worden op hun vruchtbaarheid; en de exacte locatie en afgelegde afstand van paarden kunnen achterhaald worden. Het Amerikaanse bedrijf Cowlar ontwikkelde een cow-router waarmee cowlar-sensoren zijn geconnecteerd die op koeien worden bevestigd en de temperatuur, activiteit en gedrag van de koe registreren. Deze data worden door een AI-systeem gemonitord en geanalyseerd ter preventie van ziekten, detectie van warmtecycli en verhoging van de melkproductie.

- Opschalen van precisielandbouw. Monocultuur domineert momenteel de landbouwpraktijk en impliceert het verbouwen van één gewas in een groot gebied. Het toepassen van deze praktijk is eenvoudig voor boeren, omdat ze tractors en geautomatiseerde tools kunnen inzetten voor het beheer van het onderhoud van de velden. Het vermindert echter het voedingsstofgehalte van de bodem en belemmert de productiviteit in de loop van de tijd. Boeren zijn daarom sterk afhankelijk van stikstofhoudende meststoffen die stikstofdioxide produceren. Door robots in te zetten die op machine learning gebaseerde software gebruiken, kunnen boeren een mix van gewassen efficiënter beheren terwijl AI-algoritmen kunnen helpen bij het voorspellen van de optimale mix van te planten gewassen om de bodemkwaliteit te regenereren en het gebruik van meststoffen te verminderen. Het Innovatief Bedrijfsnetwerk⁵⁶ ‘Smart Digital Farming’ in Vlaanderen is een initiatief van ondernemingen actief in de innovatieve precisielandbouw en -veeteelt.
- Voorspellende analyses maken gebruik van Machine Learning-modellen om de impact van omgevingsfactoren op de gewasopbrengst te volgen en te voorspellen. aWhere ontwikkelde Machine Learning-algoritmen op basis van satellietgegevens om weersomstandigheden te voorspellen en advies op maat te geven aan boeren, gewasadviseurs en onderzoekers. Het platform FarmShots ontwikkelde dan weer een systeem voor het analyseren van agrarische gegevens afkomstig van satelliet- en drone-afbeeldingen. Het systeem kan ziekten, plagen en inefficiënte plantenvoeding op boerderijen detecteren en gebruikers precies informeren

⁵⁶ Innovatieve bedrijfsnetwerken zijn kleinere clusterinitiatieven die vaak bottom-up ontstaan vanuit bedrijven die willen inzetten op een specifiek – vaak een nieuw opkomend - domein dat hen kansen heeft om hun competitiviteit te verhogen.

waar hun velden bemesting nodig hebben, waardoor de hoeveelheid die wordt gebruikt met bijna 40% wordt verminderd.

- Zelfrijdende tractoren.** Flanders Make ontwikkelde een zelfrijdende tractor waarbij de hoogtechnologische snufjes van zelfrijdende wagens gecombineerd werden met een hoge precisie in uitvoering van zijn taken. Uiterst nauwkeurige GPS infrastructuur, sensoren, camera's en scanners zorgen ervoor dat hij dag en nacht kan opereren in vaak stoffige omstandigheden. Dankzij Artificiële Intelligentie kan hij ook veilig anticiperen op personen die zijn pad kruisen. Deze autonome tractoren kunnen allerlei repetitieve taken voor hun rekening nemen, bijvoorbeeld hooibalen ophalen op verschillende plekken op het veld en samenbrengen voor transport, automatisch ploegen, maaien of sproeien. Hierdoor kunnen landbouwers zich meer toeleveren op complexe opdrachten, die minder makkelijk te automatiseren zijn. In de toekomst zal de operator zijn autonome voertuigen aansturen via een programma op de pc of tablet en zullen verschillende machines ook samenwerken. Zo kunnen bijvoorbeeld een drone en autonoom rijdende tractor samen ingezet worden om een optimaal sproeiresultaat te bekomen. Flanders Make werkt daarnaast bijvoorbeeld ook aan technologie voor autonome vorkheftrucks en andere voertuigen die efficiënt en veilig aan de slag gaan in productieomgevingen.

5.15 Energie- en milieusector

AI kan een belangrijke rol spelen in het oplossen van prangende vraagstukken als klimaatverandering en energiebeheer. Volgens de Denktank van het Europees Parlement kan AI helpen om de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen tegen 2030 met 1,5 tot 4% te verminderen⁵⁷. Men hoopt dat AI op die manier kan bijdragen aan het behalen van de doelstellingen van de EU Green Deal.

- Multicentrisch netwerk.** Netwerkbeheer wordt complexer, door de opkomst van onvoorspelbare energiebronnen en de elektrificatie van het gebruik. De evolutie naar een koolstofarme economie vergt een aanpassing aan volatiele energiebronnen zoals wind- en zonne-energie aan de productiezijde en aan de elektrificatie van transport (elektrische voertuigen) en verwarming (warmtepompen) aan vraagzijde. Vroeger moest het netwerk rekening houden met enkele tientallen centrales maar nu moet het tienduizenden productiebronnen verspreid over het hele grondgebied beheren. Een steeds complexer netwerk in balans brengen wordt een uitdaging en doet de nood ontstaan aan meer flexibiliteit in al de processen. De oplossing kan geboden worden door digitale technologie zoals het internet der dingen (IoT), artificiële intelligentie (AI) en blockchain. Activeerbare en van afstand volgbare geconnecteerde objecten leveren data voor de algoritmen. Die zorgen op kwartierbasis voor de flexibiliteit van het netwerk. Zo'n systeem bestaat al voor bepaalde grote industriële klanten die in staat zijn hun vraag aan te passen. AI wordt dan gebruikt voor korte termijnvoorspellingen voor piekbelastingen. Op die drukke momenten kunnen grote bedrijven tegen betaling meer of minder stroom afnemen of opwekken om voor een gebalanceerd net te zorgen. Op termijn is het de bedoeling dit ook uit te rollen tot de eindgebruiker. Het energienetwerkbbedrijf Alliander hanteert het rekenmodel Andes dat de belasting van alle netten doorrekent, vanaf de grote verdeelstations tot in elke straat, in verschillende scenario's, tot veertig jaar vooruit. Een van de onderdelen van het model

⁵⁷ European Parliament, *Artificial Intelligence: threats and opportunities*, News, 23 September 2020.

bepaalt waar de grootste kans is dat mensen zonnepanelen gaan installeren. Dit gebeurt door allerlei data te combineren: is het dak geschikt, zijn de bewoners eigenaar van het pand, hebben de burens al panelen? Mälarenergi, een Zweeds nutsbedrijf heeft meer dan een miljard bijzonder diverse en nuttige datapunten verzameld en aan de hand van die databank met het Microsoft-platform Azure voorspellende AI-algoritmen gemaakt. Het uiteindelijke doel: slimme, geoptimaliseerde warmteverspreiding middels blokverwarming om zo verspilling te voorkomen en toch voorbereid te zijn op de piektijden. De algoritmen genereren voorspellingen die rechtstreeks aan de energiecentrales worden verstuurd, waardoor het risico op over- of onderproductie aanzienlijk afneemt. Het doel is dat de klanten een dienst kunnen kopen in de vorm van adequate verwarming die op de persoonlijke situatie is afgestemd.

- **Intelligente energiesystemen.** EnergyVille is een samenwerking tussen de Vlaamse onderzoekspartners VITO, Imec en UHasselt voor onderzoek naar duurzame energie en intelligente energiesystemen. EnergyVille ontwikkelt technologieën en kennis om publieke en private stakeholders te ondersteunen bij hun transitie naar een energie-efficiënte, gedecarboniseerde en duurzame stedelijke omgeving. In het kader van het SALK (Strategisch Actieplan Limburg in het kwadraat) werd een bedrag van €10 miljoen aan EU (EFRO) middelen beschikbaar gesteld voor de uitbreiding van EnergyVille met een expertisecentrum rond duurzame energievoorziening voor steden (focus op elektrische en thermische energie).
- **Gebouwenbeheer.** Commerciële en residentiële gebouwen worden slimmer dan ooit tevoren. Slim verwijst naar geautomatiseerde processen die operationele kosten verlagen, energie besparen, ruimte-indeling optimaliseren, veiligheid verhogen, comfort verbeteren, en in sommige gevallen business intelligence genereren. Om deze voordelen te verwerven, moet de nodige informatie verzameld worden. Fysische gegevens worden door eenvoudige sensoren die analoge metingen omzetten in digitale waarden, verstuurd naar de besturingseenheid. Gegevens over de aanwezigheid, locatie, aantal en bewegingen van de bewoners is essentieel voor het optimaliseren van de prestaties van gebouwsubsystemen en -processen. Een nieuwe benadering van computervisie maakt het mogelijk om de uitdagingen van het verstrekken van bewonersinformatie nauwkeurig, betrouwbaar, betaalbaar en zonder schending van privacy te overwinnen. Dit wordt bereikt door gebruik te maken van IoT image-gebaseerde smart sensors. Deze kunnen alle analyses zelf intern uitvoeren en alleen de verwerkte gegevens als output geven. Gemonteerd op het plafond of bijvoorbeeld ingebouwd in verlichtingsarmaturen, kan een intelligente sensor een breed scala van toepassingen ondersteunen. Gegevens over ruimtegebruik zijn een waardevol onderdeel van IoT in commerciële gebouwen, omdat het facilitairmanagers kan helpen om de lay-out van de faciliteit beter te optimaliseren op basis van de huidige en toekomstige behoeften. De slimme sensoren volgen locaties en bewegingen van bewoners. Vervolgens verstrekken ze waardevolle inzichten over de manier waarop en de mate waarin ruimten worden gebruikt. Door het tellen van het aantal personen in een bepaalde ruimte kan vraag gestuurde ventilatie geoptimaliseerd worden om energie te besparen en te voldoen aan industriënormen en regelgeving. Integratie van sensoren in verlichtingsarmaturen levert tevens een verscheidenheid aan unieke inzichten op over energiebeheer en verlichtingsgebruik in een ruimte. Een andere toepassing biedt bijvoorbeeld het Brusselse energietechnologiebedrijf 3E dat de spin-off DeltaQ heeft gelanceerd. Door de impact van zon en wind te voorspellen kan de startup tot 40% besparen op de energiefactuur van kantoorgebouwen. De startup gebruikt artificiële intelligentie om preventief in te spelen op

weersveranderingen en zo de verwarming, koeling en ventilatie van kantoorgebouwen slimmer aan te sturen.

- Afvalbeheer. Verpakking kan alle vormen en maten aannemen en bestaat bovendien uit diverse materialen plastic, karton, hout, metaal, blik,... . De afgelopen jaren heeft verpakking een hele evolutie doorgemaakt. Aandacht voor de milieuproblematiek, de impact van producten op de gezondheid, het belang van veiligheid: het zijn allemaal factoren die verpakking beïnvloeden. Productverpakkingen worden met sensoren uitgerust om ze van veiligheid en informatie te voorzien. AI kan ook worden ingezet in de strijd tegen afval, door een realtime waarschuwing aan de verpakking toe te voegen. Op basis van zijn geografische positie en het soort verpakkingsmateriaal kan de consument instructies krijgen om op de juiste manier te sorteren. Dankzij AI zou verpakking via spraaktechnologie ook de oudere bevolking kunnen assisteren. Tegelijk kan een slimme prullenmand het sorteren van afval belonen. AI kan ook in vuilnisbakken geïntegreerd worden om te komen tot een 'slimme' vuilnisbak. BrighterBins van SmartEnds bevat daartoe camera's met sensoren die in een publieke vuilnisbak geplaatst worden. De sensor stuurt elke twee uur een update over hoe vol de vuilnisbak al is. Op een kaart krijgt men een overzicht van alle 'slimme' vuilnisbakken in de buurt. Zo weet de afvalintercommunale wanneer de vuilniswagen kan uitrukken om het vuilnis via een optimale route op te halen. Met AI kan de sensor slimmer gemaakt worden en de metingen geoptimaliseerd en uitgebreid worden zodat het afvalbeheer nog efficiënter kan verlopen.
- Waterbeheer en opvolgen van waterverbruik. Het onderzoeksproject 'Internet of Water' beoogt dat Aquafin, in samenwerking met De Watergroep, Imec, VITO, VLAKWA en VMM, het integrale waterbeheer in Vlaanderen naar een nog hoger niveau tilt. Dit doen ze door 2500 sensoren te plaatsen die de waterkwaliteit op verschillende plaatsen in Vlaanderen continue meten en combineren met reeds bestaande informatie. Alle data worden beschikbaar gesteld in de cloud (online en openlijk toegankelijk). Mogelijke toepassingen zullen vooral gericht zijn op de interactie tussen verschillende waterlichamen en het watersysteem. Denk bijvoorbeeld aan het in kaart brengen van de impact van het overstorten op de waterloop. Imec is momenteel chip gebaseerde sensoren aan het ontwikkelen voor het meten van conductiviteit, pH en bepaalde ionen. In een eerste fase van het project zal Aquafin de toepasbaarheid van deze sensoren in afvalwater uittesten. In een volgende fase van het project wordt in een aantal reële testcases afgetoetst waar 'Internet of Water' een meerwaarde kan bieden voor Aquafin. Om tenslotte de sensoren over gans Vlaanderen te installeren en zo het (toekomstige integrale) waterbeleid te ondersteunen.

Het in 2020 opgestarte Smart WaterUse project van Watercircle.be, het vroegere Vlaams Netwerk Watertechnologie, wil bedrijven in staat stellen hun water- en droogte-gerelateerde risico's aan te pakken en hierdoor een waterbewust bedrijf te worden dat slimmer omgaat met waterbeheer. De primaire doelgroep van dit project zijn waterafhankelijke bedrijven die zich nog niet (of niet genoeg) bewust zijn van hun waterbeheer en geen idee hebben op welke (droogte)maatregelen ze best eerst inzetten. Bedrijven die wel al actief inzetten op een slim waterbeheersysteem kunnen nog altijd via dit project nieuwe tools/technologieën ontdekken om te implementeren. Eén van de doelstellingen is het ontwikkelen van een generieke, online waterbarometer. Hiermee worden de water- en droogterisico's in kaart gebracht en worden er aan de hand van scores verschillende maatregelen/actiepunten voorgesteld.

Ook in de watersector wordt predictief onderhoud toegepast voor waterzuiveringsinstallaties. door middel van een reeks alarmen en sensoren. Met behulp van gegevens van sensoren,

gerapporteerde alarmen, onderhouds- en storingslogboeken, ontwikkelde het Nederlandse softwarebedrijf HAL24K sensornetwerkmodellen om de tijd en locatie van apparatuurstoringen te voorspellen. Hierdoor kunnen de autoriteiten de vitale infrastructuur onderhouden en de installaties monitoren.

De supermarktketen Colruyt zet achter de schermen AI in om de efficiëntie op te krikken op basis van data. Colruyt heeft samen met de KU Leuven aan een testsysteem gewerkt dat het waterverbruik in zijn winkels opvolgt en sneller abnormale schommelingen (en dus lekken) opspoot. Daarvoor berekent de retailer constant het gemiddelde dagverbruik op basis van 70% van zijn vestigingen. Dat verbruik wordt daartoe opgedeeld in segmenten van een uur. In het beginstadium werden die cijfers met elkaar vergeleken, bijvoorbeeld alle maandagen van 12 tot 13 uur. Zo kon het bedrijf bepalen wat normaal en wat afwijkend waterverbruik is. Een menselijke expert controleerde vervolgens of de afwijkingen effectief abnormaal waren. Op basis van zijn inschattingen leerde een algoritme zelf dat onderscheid te maken. Het getrainde model kan nu zelf een score tussen 0 en 1 toekennen aan afwijkingen. Hoe dichter bij 1, hoe waarschijnlijker dat een Colruyt-winkel met een lek of een open kraan zit.

Ook de waterkwaliteit kan door AI opgevolgd worden. Clean Water AI is een IoT-apparaat dat continu waterkwaliteit rond waterbronnen controleert op de aanwezigheid van gevaarlijke bacteriën en schadelijke deeltjes. Via een DeepLearning neurale netwerk en Computer Vision kunnen gebruikers watervervuiling op microscopisch niveau en in realtime in kaart brengen.

- Energie-efficiënte materialen. Wetenschappers zijn voortdurend op zoek naar methodes om energie op een efficiëntere manier te capteren, op te slaan en te gebruiken. Het proces van het ontdekken of synthetiseren van nieuwe materialen is echter traag en niet erg nauwkeurig. Machine learning kan het proces van het ontwerpen van nieuwe chemische verbindingen met energie-efficiënte eigenschappen helpen versnellen. Dit kan helpen bij het ontwikkelen van zonnebrandstoffen die de energie van de zon efficiënter kunnen capteren en benutten, bij het identificeren van materialen die kooldioxide beter absorberen en bij het ontwerpen van structurele materialen die bij de productie leiden tot minder uitstoot van koolstofdioxide.
- Infrastructuuronderhoud en transmissiebeheer. AI kan een bijdrage leveren in het onderhoud van energietransportnetwerken. Elia, de beheerder van het hoogspanningsnetwerk in België, heeft begin 2018 een AI-labo opgericht dat ingezet wordt in een aantal specifieke domeinen. Zo zet Elia bijvoorbeeld drones in die volledig autonoom rond masten vliegen om er roest of andere defecten aan de hoogspanningsinfrastructuur te detecteren. Om de foto's die de drones nemen snel te kunnen verwerken, werd in samenwerking met een externe startup een algoritme getraind om roestplekken te herkennen. AI wordt ook ingezet om de besluitvorming rond systeemonevenwichten te ondersteunen. Als netwerkbeheerder is het voor Elia cruciaal om de balans in het net te bewaken en te bewaren: de injectie van stroom moet altijd gelijk zijn aan het verbruik om de frequentie op 50Hz te houden. Door de integratie van duurzame energie wordt het systeem steeds complexer en is het essentieel om onevenwichten op zeer korte termijn te kunnen voorspellen. Elia lanceerde een project dat tot doel heeft een model uit te werken dat op basis van de analyse van historische data de correlatie kan detecteren tussen de verschillende parameters die systeemonevenwichten beïnvloeden en systeemonevenwichten kan voorspellen in de komende 15 minuten tot een uur. Elia organiseert in 2020 voor de vierde keer een Open Innovation Challenge. Deze innovatiewedstrijd nodigt startups over heel de wereld uit om verbeterpunten uit te werken die de dagdagelijkse activiteit van netbeheerders efficiënter maken. De vierde editie focust

op de ontwikkeling van digitale oplossingen voor een veilig net- en databeheer (bijvoorbeeld foutdetectie, betrouwbaarheid van informatiebronnen, bescherming van privégegevens, ...).

- Groene elektriciteitsvoorziening.** Door de opkomst van zonnepanelen produceren niet enkel nutsbedrijven maar ook particulieren vandaag zelf energie. Bij goed weer leidt dat echter vaak tot tijdelijke overschotten. Om hiermee komaf te laken, ontwikkelde het AI Lab van de VUB een handelssysteem, gebruik makend van een zelf bedachte cryptomunt. Hiermee kunnen particuliere producenten en consumenten zelf groene energie verkopen en aankopen. Het verhandelen van de cryptomunten gebeurt door een intelligent algoritme. De cryptomunt “NGRcoin” vertrekt van zogenaamde ‘smart grids’, slimme elektriciteitsnetwerken waarbij bij de producenten en de consumenten sensoren worden geïnstalleerd die constant onderlinge informatie uitwisselen over de energiebehoeftes van de huishoudens. Zo kunnen vraag en aanbod optimaler op elkaar worden afgestemd. Smart grids laten ook toe om alternatieve energiebronnen zoals zonnepanelen en windturbines op te nemen in het energiecircuit. Wanneer particulieren groene stroom leveren aan het net en dit ook daadwerkelijk lokaal wordt verbruikt, krijgen ze 1 NRGcoin per kilowatt/uur verminderd met taxbijdrage voor het gebruik van het netwerk, ongeacht de energieprijis van dat moment. Met deze virtuele munt kunnen zij en andere consumenten die verbonden zijn aan dat energienetwerk de groene energie dan kopen aan 1 NRGcoin per kilowatt/uur. De NRGcoins kunnen bovendien ook geruild worden op een beurs voor gewone euro’s. Het verhandelen van deze coins gebeurt door een intelligent algoritme, dat in staat is om rekening te houden met voorkeuren van de bewoners (zoals temperatuur of het maximale budget dat ze willen spenderen aan elektriciteit) en ook zelf kan leren. De transacties en nieuwe uitgiftes van NRGcoins worden gereguleerd door een smart contract⁵⁸.

Het Vlaamse bedrijf Facry streeft ernaar een datagestuurde operationele verbetering voor haar klanten te bereiken. Het biedt een platform voor het eenvoudig verzamelen, opslaan en visualiseren van sensorgegevens van industriële apparatuur. Facry biedt ook services voor gegevensintegratie om productierapportage en follow-up te vergemakkelijken. Facry helpt VLEEMO (Vlaamse Ecologie Energie Milieu Onderneming) om de elektriciteitsproductie van windturbines te optimaliseren door een optimale aanpassing aan verschillende omgevingsfactoren mogelijk te maken. VLEEMO kampte met een gebrekkig centraal beheer van de windturbine zodat onvolledige informatie leidde tot ongeplande stilstand. Aangezien beroep moest gedaan worden op manuele interventies, ontbrak het VLEEMO aan de nodige diepteanalyses op basis van gemakkelijk toegankelijke en interpreteerbare gegevens. Dit leidde tot gemiste kansen om te leren van ervaringen en incidenten. Facry werkte voor VLEEMO een vijfstappenplan uit. Vooreerst werden de gegevens van de turbines verzameld en samengevoegd tot een dashboard. Vervolgens werden er extra sensoren en weersvoorspellingen toegevoegd. Daarbij werd een aangepast algoritme ontwikkeld dat meer gedetailleerd inzichten levert. Ten slotte werden de verwerkte gegevens via het

⁵⁸ Een slim contract is een op software gebaseerd contract tussen een koper en een verkoper. De software automatiseert de bedrijfsprocessen en de voorwaarden voor de uitvoering van het contract. De code die in het contract is geprogrammeerd maakt het contract zelf-uitvoerbaar, zodat er actie wordt ondernomen wanneer een specifieke voorwaarde binnen het contract wordt geactiveerd. De code en de daarin opgenomen afspraken zijn bewaard in een gedistribueerd, gedecentraliseerd Blockchain-netwerk. Slimme contracten maken het mogelijk om betrouwbare transacties en overeenkomsten uit te voeren tussen verschillende, anonieme partijen zonder de noodzaak van een centrale autoriteit, rechtssysteem of extern handhavingsmechanisme. Ze maken transacties traceerbaar, transparant en onomkeerbaar.

cloudplatform van Factry teruggeleverd aan het turbinebesturingssysteem, waardoor beter datagedreven beslissingen konden worden genomen. Door de AI-systemen is VLEEMO thans in staat de bron en de omvang van het inkomstenverlies te detecteren en te verhelpen met het oog op een operationele verbetering. Tevens kan sneller en efficiënt ingegrepen worden door gebruik te maken van een diepgaandere en nauwkeurigere analyses van de turbine-status.

- ▀ Stedelijke omgevingsproblematiek. Geluidshinder aanpakken, verkeersoverlast verminderen, drukte managen, luchtkwaliteit verbeteren: steden staan voor complexe uitdagingen. Een ingreep om een probleem aan te pakken in een bepaalde wijk kan een impact hebben op andere domeinen in een andere wijk. Om meer inzicht te krijgen in dergelijke complexe vraagstukken, start de stad Brugge met de ontwikkeling van een 'urban digital twin'. Dit is een digitale 3D-replica van de stad die zal toelaten om de impact van maatregelen (rond luchtkwaliteit en verkeersstromen) te simuleren. Dit open innovatieproject zal in drie fases verlopen. Tegen eind 2020 worden diverse beschikbare databronnen in Brugge ontsloten en samengebracht op één dashboard dat beleidsmakers meteen een helder inzicht geeft in onder meer de luchtkwaliteit en verkeersstromen in de stad. In een tweede fase wordt het mogelijk om voorspellingen te maken binnen een bepaald domein, bijvoorbeeld door de verkeerssituatie voor en na een bepaalde interventie te vergelijken. Het uiteindelijke doel van deze digitale controlekamer is om beslissingen over verschillende beleidsdomeinen heen te kunnen uittesten. Imec wordt als onderzoekscentrum betrokken om samen met publieke en private spelers (smart city-platformen, data-en modelleveranciers, IoT-sensorleveranciers, cloud providers, etc.) tot breed gedragen standaarden te komen. Het doel is om via open data de ontwikkeling van 'urban digital twins' in Vlaanderen te versnellen.
- ▀ Bestrijding van bosbranden. De staat Californië gebruikt de Wildfire Analyst Enterprise tool om de bosbranden te bestrijden die sinds de laatste zomer miljoenen hectares hebben verwoest en tientallen levens hebben geëist. De AI-tool voorspelt hoe groot de branden kunnen worden en waar ze zich kunnen verspreiden, met behulp van modellen die rekening houden met weerpatronen, vochtigheidsniveaus van de bodem, seizoentrends en satellietfoto's van de omgeving. Drones uitgerust met schijnwerpers en infraroodcamera's met zoomlenzen met hoge intensiteit worden gebruikt om dieren te spotten wier leven in gevaar wordt gebracht door bosbranden en orkanen. GPS-coördinaten worden vervolgens gebruikt om reddingsteams te sturen.

5.16 Creatieve sector

In 2018 is er in het veilinghuis Christie's een schilderij verkocht van 432.500 dollar. Dat gebeurt wel vaker, maar dit exemplaar genaamd Portrait of Edmond Belamy is gemaakt door een algoritme. Het algoritme gebruikte een dataset van 15.000 portretten uit de 14e tot en met de 20e eeuw. En dat is niet het enige deel van de creatieve sector waar kunstmatige intelligentie steeds groter wordt.

Ook in de muziek weten robots te verbazen met hun creativiteit. De marimba-speler 'Shimon' heeft een getraind brein dat heeft leren spelen door de grote database van klassieke en jazzmuziek die hij kent. Er wordt gebruik gemaakt van zogeheten creativiteitsalgoritmes, die de computer toelaten willekeurige keuzes te maken. Zo ontstaat een soort creativiteit op basis van een set van muziekdata. Sony's Flow Machines maakt muziek en teksten, gebaseerd op

bestaande muziek. De software is hierbij een soort ondersteuningsmuzikant, die op basis van ingegeven voorkeuren creatieve nummers weet te creëren.

In mei 2019 werd de eerste modecollectie ontworpen door AI gepresenteerd in Milaan. Voor deze bijzondere collectie deed modeontwerpster Yang beroep op een Huawei-smartphone, die tienduizenden iconische outfits van de afgelopen 100 jaar én haar eigen collecties analyseerde. Haar telefoon liet ze vervolgens voorstellen doen voor ontwerpen, die Yang weer voorzag van haar signatuur. Algoritmes worden niet alleen gebruikt om nieuwe kleren te ontwerpen, maar ook om te voorspellen wat de klanten de volgende maand gaan kopen. Bovendien wordt kleding in staat gesteld om te communiceren en voordelen voor de gebruiker te bieden door middel van aanbevelingen over houding en stijl. Hoewel dergelijke kleding (nog) geen modieuze smaak kan ontwikkelen, kunnen ze de smaak van de drager ondersteunen met de juiste gegevens.

Ook in de architectuur kan een 'dialogo' tot stand gebracht worden tussen ontwerper/architect en algoritme om tot het beste ontwerp te komen. Binnen een aantal op voorhand ingegeven randvoorwaarden wordt de rest van het ontwerp (een gebouw bijvoorbeeld) door de computer ingevuld. Daarbij gebruikt hij de minste hoeveelheid materiaal om het geheel zo mooi, goedkoop en sterk mogelijk te maken. De architect bestudeert het voorgesteld ontwerp, sleutel er aan, past een aantal randvoorwaarden aan en bezorgt het weer terug aan AI, die vervolgens weer een nieuw ontwerp maakt. Dit dialoogproces kan gecontinueerd tot een bevredigend ontwerp uit de bus komt.

Een groot deel van het schrijven van teksten, van boeken, zal worden overgenomen door software. Verschillende elementen van het schrijfproces zijn al geautomatiseerd. Grammaticacontrole en spellingcheck zitten standaard in vrijwel alle schrijfprogramma's. Met het verder ontwikkelen van kunstmatige intelligentie (AI) zullen nog grotere delen van het schrijfproces uit handen gegeven kunnen worden. Stichting NBD/Bibliion in Nederland bijvoorbeeld introduceert in 2020 een proces waarmee boekbeschrijvingen niet meer door freelance recensenten geschreven zullen worden, maar door AI. De schrijver van informatieve boeken is veel tijd kwijt aan het verzamelen van materiaal uit een met de jaren steeds groter wordende bibliotheek. Non-fictie schrijvers kunnen het verzamelen van materiaal en het checken van bronnen uitbesteden aan onderzoeksassistenten. Maar ook het werk van deze research assistants kan weer uitbesteed worden, namelijk aan AI. Chris Duffey⁵⁹, hoofd van de innovatie en strategie van AI bij het techbedrijf Adobe, schreef eerder dit jaar een boek samen met 'Aimé', een set van AI-programma's. Via een spraakherkenningsprogramma stelde hij aan Aimé vragen en liet hij haar uitleggen wat AI precies is, hoe het werkt en hoe het ons mensen van dienst kan zijn. Een dialoog met AI over AI. Aimé kan zelfs filosofische suggesties doen, zoals wanneer Duffey de vraag stelt welke taken er in de toekomst voor de mens nog over blijven. Met AI kun je grote digitale bibliotheken doorzoeken, relevante inhoud verzamelen en laten samenvatten. Duffey schrijft dat AI ook passende titels kan suggereren, met behulp van algoritmen in de richting van nieuwe inhoud kan wijzen en concept-hoofdstukken kan genereren. Kunstmatige intelligentie zal zelfs met suggesties van originele ideeën en oplossingen kunnen komen. In de toekomst worden boeken geschreven met hulp van AI. Het werk van de auteur zal zich concentreren op het genereren, vinden, en kiezen van nieuwe, originele ideeën. De taak van de schrijver van morgen is het kritisch beoordelen van door AI gesuggereerde content.

⁵⁹ Duffey, C. (2019). Superhuman Innovation: Transforming Business with Artificial Intelligence

In de film- en game-industrie wordt veel gebruik gemaakt van AI. De enorme vlucht van computers en telecommunicatie heeft aanleiding gegeven tot nieuwe media, vooral computergames en virtual reality. De inschakeling van AI om dit verder uit te bouwen en meer 'intelligent' te maken is volop aan de gang. Met behulp van de computer worden de special effects in films steeds beter. Mensen kunnen al bijna volkomen realistisch worden gesimuleerd, zij het dat films nog steeds statisch zijn en niet interactief. Games worden gepersonaliseerd en aangestuurd door AI. De game herhaalt zich nooit en past zich aan de interesses van de speler aan. De game wordt een volwaardige virtuele wereld waarin vrienden en vijanden kunnen worden gemaakt en waarin actief kan deelgenomen worden.

AI speelt ook een enorme rol in aankopen via internet, als go-between tussen diegenen die inhoud creëren en zoeken. Zo is het opnemen en distribueren van muziek grotendeels verschoven naar de digitale media. Dit heeft geleid tot een enorm muziekaanbod, maar ook tot nieuwe bedrijfsactiviteiten die luisteraars helpen om te vinden wat ze zoeken en om nieuwe dingen te ontdekken (bv. Spotify). AI speelt hierin een bepalende rol: door het gepersonaliseerde aanbod, de ontdekking en het uitvergroten van trends, de monitoring van reacties via sociale media enz. Een creatief individu heeft thans toegang tot enorme hoeveelheden digitale hulpmiddelen om zelfstandig veel functies uit te voeren waar vroeger specialisten voor nodig waren, hetgeen een ferme boost kan geven aan de cultuursector, zodat meer mensen creatief kunnen zijn of toegang zullen hebben tot het werk van anderen.

5.17 Veiligheid

Enkele voorbeelden van onveiligheid⁶⁰ en criminaliteit maken duidelijk waar AI een rol kan spelen: terroristische aanvallen die heel wat mensen beroeren omdat ze een impact hebben op hun dagelijks leven of misdadige praktijken op het internet die steeds moeilijker te controleren vallen of nog witteboordcriminaliteit die door de globalisering moeilijker te detecteren valt. Concrete recente en bekende voorbeelden zijn de cyberaanvallen die Picanol (weefgetouwenfabrikant) en Asco (fabrikant van vliegtuigonderdelen) getroffen hebben. In 2019 werden overigens een recordaantal cyberincidenten in België geregistreerd. Het Computer Emergency Response Team van het Centrum voor Cybersecurity België ontving in 2019 4.484 (stand 27 december 2019) tegenover 1.600 in 2018. De coronacrisis heeft niet alleen een bruske digitale omschakeling ingeleid maar tevens nieuwe veiligheidsproblemen meegebracht. Hackers proberen de hiaten te benutten die ontstaan wanneer massaal thuiswerkende werknemers onveilige apparaten en netwerken gebruiken. Andere cyberaanvallers gebruiken bekende aanvalstechnieken om de COVID-19 gerelateerde angsten van mensen uit te buiten. Google heeft bijvoorbeeld in april 2020 dagelijks meer dan 18 miljoen malware- en phishing- e-mails over het nieuwe coronavirus bijgehouden.⁶¹ En er zijn de klassieke veiligheidsproblemen in de bedrijfswereld, bijvoorbeeld in chemische bedrijven. Ook op dit domein is AI onontbeerlijk gebleken om datastromen aan te pakken. Doordat er nu via camera's, sociale media en andere kanalen immens veel data beschikbaar zijn, is het niet langer doenbaar om ze met mankracht snel genoeg te doorzoeken. AI-technologieën, zoals gezichtsherkenning, automatische vertaling, patroonherkenning en vooral Machine Learning om voorspellingen te doen waar mogelijke problemen kunnen ontstaan,

⁶⁰ Voor meer info zie onder meer The Hiscox Cyber Readiness Report 2020 waarin wordt gewezen op de financiële impact op het bedrijfsleven door de sterk gestegen met cybercriminaliteit verbonden kosten.

⁶¹ McKinsey & Company, *A dual cybersecurity mindset for the next normal*, July 7 2020.

worden meer en meer ingezet. AI wordt ook beschouwd als een mogelijk krachtig wapen in het ontmaskeren van nepnieuws. Defensie is een ander facet van veiligheid. Het is bekend dat vooral Amerika enorm veel investeert in het gebruik van AI bij oorlogsvoering: de inzet van robots bij terreinverkenningen, automatische wapens, logistiek enz. Sommige Europese landen, zoals Frankrijk, zijn ook op dit domein actief, hoewel de toepassingen in onze contreien maar weinig aanhangers hebben.⁶²

AI bezit dus het potentieel om complexe digitale en fysieke beveiligingsuitdagingen aan te pakken. De particuliere sector zou in 2018 wereldwijd naar schatting \$96 miljard besteden om te reageren op beveiligingsrisico's, een stijging van 8% ten opzichte van 2017. Recente grootschalige digitale beveiligingsaanvallen (cf. Picanol) hebben de samenleving meer bewust gemaakt voor digitale beveiliging. Ze hebben aangetoond dat datalekken verstrekking economische, sociale en nationale veiligheidsgevolgen kunnen hebben. Tegen deze achtergrond maken publieke en private actoren gebruik van AI-technologieën om zich aan te passen aan het veranderende beveiligingslandschap wereldwijd. Hieronder worden twee domeinen beschreven die een sterke opgang maken: digitale beveiliging en bewaking.⁶³

- AI bij digitale beveiliging. AI wordt al veel gebruikt in digitale beveiligingstoepassingen zoals netwerkbeveiliging, anomaliedetectie, automatisering van beveiligingsactiviteiten en detectie van bedreigingen. Tegelijkertijd wordt verwacht dat het misbruik van AI zal toenemen. Dergelijk misbruik betreft het identificeren van softwarekwetsbaarheden met als doel de beschikbaarheid, integriteit of vertrouwelijkheid van systemen, netwerken en gegevens te schenden. Machine Learning is onmisbaar geworden om aanvallen zoals polymorfe virussen en phishing te bestrijden. Toonaangevende e-mailserviceproviders, zoals Gmail en Outlook, gebruiken Machine Learning al meer dan tien jaar met wisselend succes om ongewenste of schadelijke e-mailberichten te filteren. Computercodes zijn gevoelig voor menselijke fouten. Naar schatting zijn negen van de tien digitale beveiligingsaanvallen het gevolg van fouten in softwarecode. Gezien de miljarden coderegels die elk jaar worden geschreven en het hergebruik door third party bibliotheken, is het detecteren en corrigeren van fouten in softwarecode een onmogelijke opdracht geworden voor de mens. Landen zoals de VS en China financieren onderzoeksprojecten om AI-systemen te maken die kwetsbaarheden voor softwarebeveiliging kunnen detecteren. Bedrijven zoals Ubisoft - de maker van videogames - beginnen AI te gebruiken om foutieve codes te markeren voordat deze wordt geïmplementeerd, waardoor de testtijd met 20% wordt gereduceerd.
- AI bij bewaking. In het veiligheidsdomein kunnen AI-toepassingen toegevoegde waarde bieden. AI kan betekenisvolle analyses loslaten op data die met surveillance wordt verzameld, bijvoorbeeld om patronen te herkennen. Dit is het geval bij predictive policing, waarbij het voorspellende vermogen van AI-analyses misdaden helpt voorkomen. Bijvoorbeeld doordat politieauto's surveilleren op locaties die als risicovol zijn geïdentificeerd. Ook binnen het justitiële systeem wordt gekeken naar toepassingen. AI kan bijvoorbeeld de kans op recidive helpen voorspellen. De toepassing van AI vindt ook plaats bij onder andere crowd control, grenscontroles en politie surveillances. Verder kan AI een rol spelen in het tegengaan van fake news, omdat er beeldmanipulatie mee kan worden opgespoord.

⁶² Steels, L., Berendt, B., Pizurica, A., Van Dyck, D., Vandewalle, J. *Artificiële intelligentie. Naar een vierde industriële revolutie?*, Standpunt nr. 53 KVAB, 2017.

⁶³ OECD (2019). *Artificial Intelligence in Society*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>.

Daarnaast zijn er mogelijkheden om sociale media met AI te analyseren en vervolgens cyberrisico's te identificeren.

AI kan verder ook gebruikt worden om noodoproepen op basis van urgentie te prioriteren. Hiermee kunnen vertragingen om patiënten tijdig naar ziekenhuizen te krijgen teruggedrongen worden.

Bedrijven willen sneller investeren in kunstmatige intelligentie (AI) om zich beter te kunnen verdedigen tegen (de volgende generatie) cyberaanvallen, zo blijkt uit een nieuwe studie van het Capgemini Research Institute⁶⁴. Twee derde (69%) van de organisaties erkent dat ze zonder AI niet in staat zullen zijn om te reageren op kritieke bedreigingen. Nu het aantal devices, netwerken en gebruikersinterfaces groeit door de progressie op het gebied van cloud, IoT, 5G en spraaktechnologie, hebben organisaties behoefte aan het voortdurend verbeteren en versterken van hun cyberbeveiliging. Het aantal cyberaanvallen die onmiddellijke interventie vereisen of die niet snel genoeg door cyberanalisten kunnen worden verholpen, zijn aanzienlijk toegenomen:

- 42% van de ondervraagden zegt dat cyberaanvallen die van invloed zijn op tijdgevoelige toepassingen met gemiddeld 16% zijn toegenomen.
- 43% procent van de ondervraagden meldt dat het aantal geautomatiseerde aanvallen in een zodanig snel tempo muteren dat ze niet kunnen worden geneutraliseerd door traditionele reactiesystemen en zelfs met gemiddeld 15% zijn toegenomen.

In feite liggen er kansen voor alle activiteiten in het veiligheidsdomein waar het van belang is om grote hoeveelheden complexe data te analyseren. De inzet van AI ondersteunt dan menselijke beslissingen en acties.

Kortweg kan gesteld worden dat AI-veiligheid drie dimensies omvat:

- De bescherming van AI-gedreven systemen. Het gaat dan om de bescherming van AI trainingsdata en machine learning modellen.
- Het gebruik van AI zelf als veiligheidshefboom voor het herkennen van patronen, het ontdekken van aanvallen en het automatiseren van onderdelen van cybersecurity processen.
- Anticiperen op het misbruik van AI door het identificeren van en het beschermen tegen aanvallen.

Alhoewel volop wordt geëxperimenteerd met technologieën als gezichtsherkenning, slimme straatverlichting, geofencing, hot spot policing, video bewaking, drones en bodyworn camera's, heerst er veel wantrouwen over de implementatie in de praktijk. Vaak heeft dit te maken met de vooroordelen die, bewust of onbewust, in de datasets sluipen en mogelijke misbruiken en manipulaties van die data.

⁶⁴ Capgemini (2019). *Reinventing Cybersecurity with Artificial Intelligence: the new frontier in digital security* https://www.capgemini.com/research/reinventing-cybersecurity-with-artificial-intelligence?utm_source=pr&utm_medium=referral&utm_content=cybersecurity_none_none_report_none&utm_campaign=cybersecurity_cri_ai-cybersec

6 AI en 5G

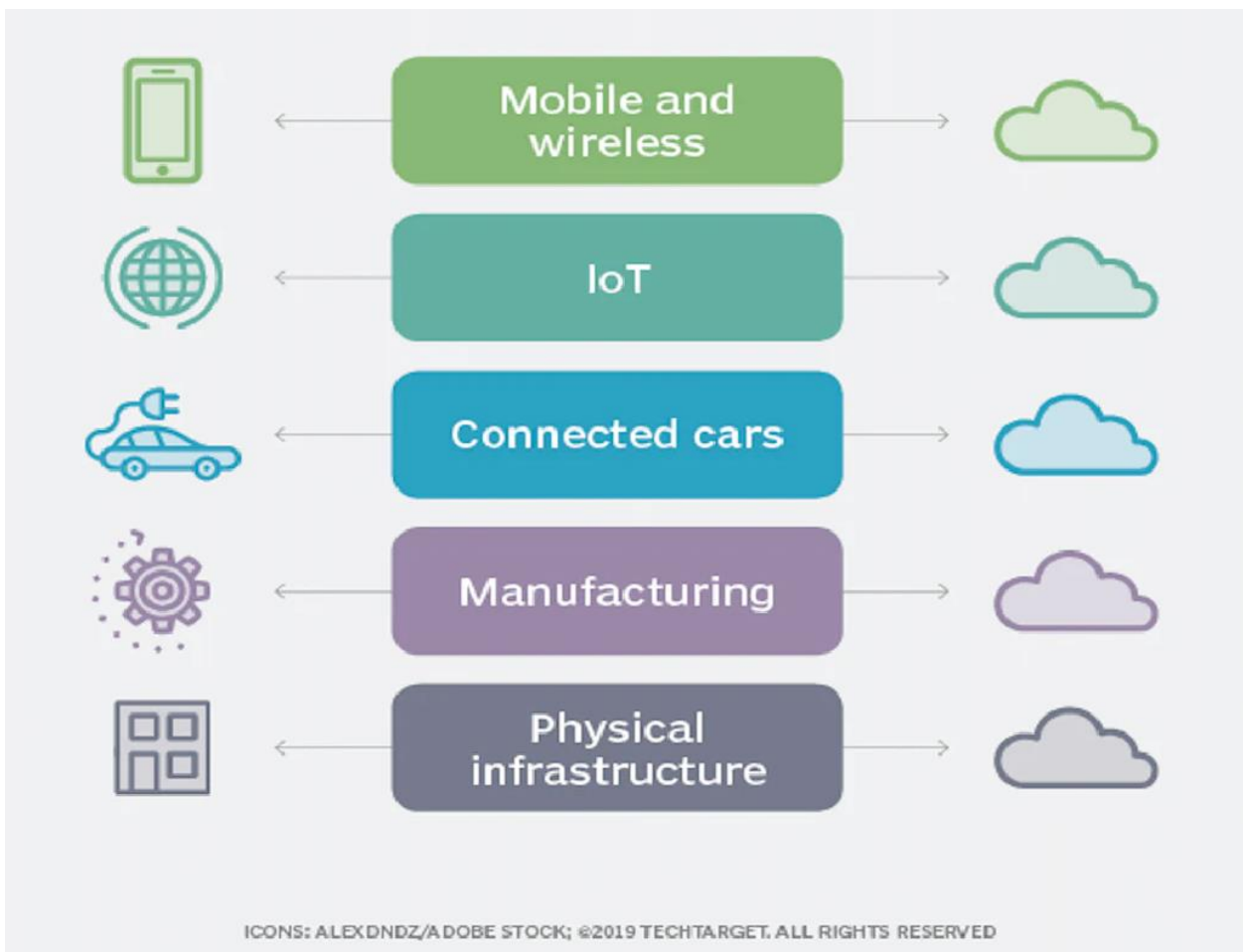
6.1 De opportuniteiten van 5G

Wat is 5G?

5G is een set van servicestandaarden en technologiedocumenten die worden gerealiseerd door een vorm van radiocodering – 5G NR. 5G is de vijfde generatiestandaard voor mobiele netwerken en de opvolger van 4G. Het is een nieuwe techniek waarmee in kortere tijd meer data kunnen worden verstuurd omdat het gebruik maakt van hogere frequenties. Daardoor is er meer bandbreedte beschikbaar, is er een lagere latentie en kan er sneller gedownload worden. 5G moet ervoor zorgen dat de groei van de datacommunicatie kan bijgehouden en bijgebeend worden.

Omdat het meer op software dan op hardware gebouwd is, kan een 5G-netwerk ook virtueel in stukjes verdeeld worden, een principe dat network slicing heet. Men zou bijvoorbeeld één slice of stukje kunnen optimaliseren voor lage latency, wat ideaal is voor zelfrijdende wagens. Een andere slice kan toegewezen worden aan smartphones, waar hoge datasnelheden worden geboden. Beide slices of onderdelen bestaan virtueel naast elkaar op hetzelfde fysieke netwerk.

Figuur 4: Network slicing 5G



Er worden niet alleen meer data gebruikt, ook worden meer en meer apparaten met een mobiele verbinding verbonden met het internet. Bij de ontwikkeling van 5G-netwerken wordt rekening gehouden met de groeiende connectiviteitseisen van het Internet of Things (IoT): er kunnen een miljoen apparaten per vierkante kilometer op worden aangesloten en ze zijn energiezuiniger, zodat de accucapaciteit langer meegaat.⁶⁵ In Finland bijvoorbeeld werden in de zomer van 2019 futuristische lantaarnpalen langs een 1 km lange route ingeplant vanaf het Nokia-hoofdkantoor tot treinstation in Kera. Elk van deze lantaarnpalen werd uitgerust met een serie sensoren en antennes, die samen een 5G-netwerk vormen die het mogelijk maakt dat de bus autonoom kan rijden. De palen maken deel uit van LuxTurrim5G, een project gelanceerd en uitgerold door Nokia Bell Labs. Ingeval van succes zal het systeem een belangrijk onderdeel vormen van een nieuwe slimme stad van 15.000 inwoners (Espoo) die Nokia hoopt te bouwen in de komende 10 jaar. Een ruimer gebruik van dergelijke palen zou ook toegepast kunnen worden in meer geïsoleerde, landelijke gebieden in Finland, om met behulp van de ingebouwde camera's het milieu te onderzoeken en chauffeurs een tijdige waarschuwing te geven voor mogelijke botsingen met elanden of andere dieren. Finland heeft reeds een werkende slimme weg, het Aurora public test ecosystem, in het noordpoolgebied om chauffeurs bij te staan in extreme weeromstandigheden. Finland wil verder inzetten op de ontwikkeling van 5G slimme wegen waarlangs zeer snel een enorme hoeveelheid data kunnen verzonden worden via miljoenen datapunten die met elkaar communiceren. Ook China, het VK en Zwitserland zetten hoog in op de uitrol van 5G-netwerken en -diensten.

Opportunities van 5G

De mogelijkheid om geavanceerde cellulaire technologieën in te zetten om digitale transformatie over de hele linie te stimuleren - industrie en robotica, automobiel, ruimtevaart en defensie, slimme steden en meer - is ongekend.

Het 5G-actieplan⁶⁶ van de Europese Commissie heeft tot doel 5G-diensten tegen het einde van 2020 in alle lidstaten te lanceren en tegen 2025 een ononderbroken 5G-dekking in stedelijke gebieden en langs de belangrijkste transportpaden te verzekeren. Het actieplan bevat een duidelijke routekaart voor openbare en particuliere investeringen in 5G- infrastructuur in de EU. Netwerken met zeer hoge capaciteit, zoals 5G, kunnen voor Europa een belangrijke troef zijn om te kunnen concurreren op de mondiale markten. In 2025 zouden de inkomsten uit 5G wereldwijd oplopen tot het equivalent van €225 miljard⁶⁷. Uit een andere bron blijkt dat de voordelen van de invoering van 5G in vier belangrijke industriële sectoren zou kunnen oplopen tot €114 miljard per jaar.⁶⁸ Andere schattingen gaan ervan uit dat de vijfde generatie mobiele netwerken een grotere impact op de wereldeconomie zullen hebben dan welke eerdere (technologische) ontwikkelingsprocessen ook, en meer dan \$13 biljoen zullen bijdragen aan het wereldwijde bnp en 22,3 miljoen jobs zullen scheppen tegen 2035. Op basis van de geschatte economische activiteiten wordt verwacht dat in de zeven toonaangevende 5G-landen die samen instaan voor

⁶⁵ <https://arstechnica.com/information-technology/2017/02/5g-imt-2020-specs/>

⁶⁶ Europese Commissie, Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's, *5G voor Europa: een actieplan*, COM(2016) 588 final, 14 september 2016.

⁶⁷ <https://www.abiresearch.com/press/abi-research-projects-5g-worldwide-service-revenue/>

⁶⁸ Bestudering van de automobielsector, de gezondheidssector, de transportsector en de energiesector: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-identification-and-quantification-key-socioeconomic-data-strategic-planning-5g>

79% van alle 5G-investeringen, de 5G gerelateerde omzet en de werkgelegenheid tegen 2035 sterk zal toenemen. Volgens prognoses zal China het meeste economische profijt hebben (zie tabel 1) en zal de industrie de sector zijn die het meest wel zal varen bij de uitrol van 5G, aangezien de productie kan opgevoerd worden en nieuwe inkomstenbronnen kunnen worden aangeboord door Industrie 4.0. Ook het aantal 5G mobiele abonnees zal tegen 2024 sterk toenemen (zie tabel 2).⁶⁹

Tabel 1: 5G-omzet en -werkgelegenheid in de zeven toonaangevende 5G-landen tegen 2035

	Werkgelegenheid (in miljoenen)	Bruto-omzet (\$miljarden)	Aandeel in R&D waardeketen en capex (in %)
VS	2,8	786	2,8
Frankrijk	1,5	124	3,9
Duitsland	0,7	171	3,9
VK	0,5	114	3,8
China	10,9	1.130	25,5
Zuid-Korea	0,7	128	2,9
Japan	2,3	406	12,4

Tabel 2: Aantal 5G mobiele abonnees (in miljoenen)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Americas				132	274	386
Azië&Oceanië	1	6	49	446	831	1.159
Midden-Oosten & Afrika		2	5	11	22	38
Europa	2	10	35	99	215	318
Totaal	13	63	251	688	1.342	1.901

5G zou ook een oplossing kunnen bieden voor plattelandsgemeenten die al jaren worstelen met onbetrouwbare connectiviteit en ertoe bijdragen dat plattelandsgebieden kunnen aanhaken bij de technologische ontwikkelingen in meer stedelijke gebieden, hetgeen de economische groei en sociale mobiliteit ten goede komt.

Agoria en Capgemini⁷⁰ hebben de 5G-temperatuur bij de Belgische industrie gemeten: bijna 80% van de geënquêteerde bedrijven weet dat 5G eraan komt en nieuwe mogelijkheden zal bieden. Het bewustzijn is sterker bij multinationals en grotere bedrijven dan bij kmo's waar digitale startups wél mee voorop lopen. Een kopgroep van 122 bedrijven (een op de vier ondervraagden)

⁶⁹ Raconteur, *The economic impact of 5G*, 2020.

⁷⁰ <https://www.agoria.be/nl/Agoria-en-Capgemini-Invent-pleiten-voor-regelluwe-zones-en-wettelijk-5G-kader> (25 oktober 2019).

wil effectief investeren in 5G-innovaties. Het onderzoek reveleert de vijf belangrijkste industriële drijfveren voor 5G:

- Efficiëntere en flexibele productie, onder meer door stabiele draadloze connectie van machines, is de belangrijkste motivator voor maakbedrijven (54 %).
- Bij dienstenbedrijven wil men in de eerste plaats een betere klantenervaring bieden (33 %).
- Grotere (productie)bedrijven en digitale startups geloven dat 5G nieuwe inkomsten zal genereren via allerlei slimme producten en verdienmodellen (36 %).
- Betere cybersecurity voor alle draadloze netwerktoepassingen staat bij 35 % hoog op het verlanglijstje.
- Ten slotte geeft 25 % aan dat 5G onder meer via monitoring het ketenbeheer gevoelig kan optimaliseren.

Door de combinatie van 5G-netwerken en AI in de cloud zullen machines sneller leren en tekstuele context beter begrijpen. Context begrijpen is even cruciaal voor AI-machines als bij menselijke interactie. 5G kan een antwoord op die contextproblematiek bieden: 5G is namelijk uitgerust om AI nog slimmer en nog bruikbaar te maken. De mogelijkheid om toegang te verkrijgen tot aanvullende informatie, oftewel 'context', zal AI-toestellen in staat stellen om hun omgeving te begrijpen waarin ze zich bevinden. Uiteindelijk zal de combinatie van 5G met AI de toestellen ook zelflerend maken. De volgende generatie AI-apparaten zal nieuwe informatie gebruiken om zo steeds meer begrip over hun omgeving op te bouwen.

Met 5G komt de nieuwe generatie van mobiele en samenwerkende robots, de zogenaamde 'cobots', in een stroomversnelling. Die kunnen zich verplaatsen, samenwerken met werknemers en zullen alsmaar meer complexere taken uitvoeren. De reactiesnelheid van de robots zal de veiligheid van werknemers verbeteren. Hun efficiëntie en flexibiliteit zal verdere automatisering van productie, onderhoud en stockbeheer mogelijk maken. De informatie die nodig is, wordt sneller en betrouwbaarder en AI-gebaseerde diensten krijgen een enorme boost.

Door massaal gebruik te maken van geconnecteerde objecten, zal er tevens veel efficiënter kunnen omgesprongen worden met energie en milieu. Het gebruik van virtual of augmented reality wordt door 5G opgewaardeerd, meer hologrammen om te communiceren op afstand of als persoonlijke assistent kunnen worden geactiveerd. Ook voor de gezondheidszorg zal 5G een toegevoegde waarde hebben, bijvoorbeeld via hypergeconnecteerde ziekenwagens en ambulancedrones, chirurgische operaties op afstand, telegeneeskunde voor mensen die zich slecht kunnen verplaatsen, wearables voor medische opvolging op afstand. Ook in de mobiliteit mogen nieuwe ontwikkelingen worden verwacht, zoals een beter verkeersbeheer en de uitrol van geconnecteerde en zelfrijdende voertuigen.

6.2 Factoren die de uitrol van 5G bemoeilijken

Om het enorme potentieel van 5G te maximaliseren, moeten nog tal van hindernissen overwonnen worden. Welke factoren staan de acceptatie en de uitrol van 5G in de weg?⁷¹

Nood aan een performant ecosysteem

Geavanceerde cellulaire capaciteiten kunnen de vierde industriële revolutie voeden, maar alleen als het ecosysteem samenwerkt om 5G mogelijk te maken. Het is een belangrijke en grote "als",

⁷¹ Pickup, O., *What's holding the 5G rollout back?*, Raconteur, September 24 2020.

aangezien er onzekerheid is over de paraatheid en betrouwbaarheid van ondersteunende industrieën en diensten, waaronder collocatie (de beschikbaarstelling van faciliteiten die nodig zijn om apparatuur aan te sluiten), big data, cybersecurity en edge computing, om 5G massaal te leveren en mogelijk te maken.

Er wordt dan ook geen 'big bang' van 5G verwacht, maar eerder een geleidelijke introductie van diensten en operators die de telecomruimte betreden. Partnerschap en samenwerking zullen cruciaal zijn om aanzienlijke vooruitgang te boeken en de implementatie te stimuleren.

Gigantische investeringen

De financiële kosten om de noodzakelijke infrastructuur te bouwen zijn enorm. Er wordt geschat dat mobiele netwerkkoperatoren tot \$1 biljoen moeten investeren in het upgraden van de netwerkinfrastructuur voor 5G, terwijl ze al uitgestrekte netwerken van torens, kabels en schakelaars moeten beheren om hun lopende activiteiten te ondersteunen.

De uitdaging om het infrastructuurgebruik te financieren en te optimaliseren, slaat niet alleen op de plannen van de operators voor de uitrol van 5G maar ook en in het bijzonder op de uitrol van kleine cellocaties. In 2021 zullen er alleen al in de Verenigde Staten zo'n 400.000 kleine cellocaties zijn in openbare infrastructuur, restaurants, kantoren en woningen. Bepalen wie deze sites bezit, exploiteert en financiert, vormt een aanzienlijke en operationele uitdaging. Er wordt gedacht aan blockchain als oplossing.

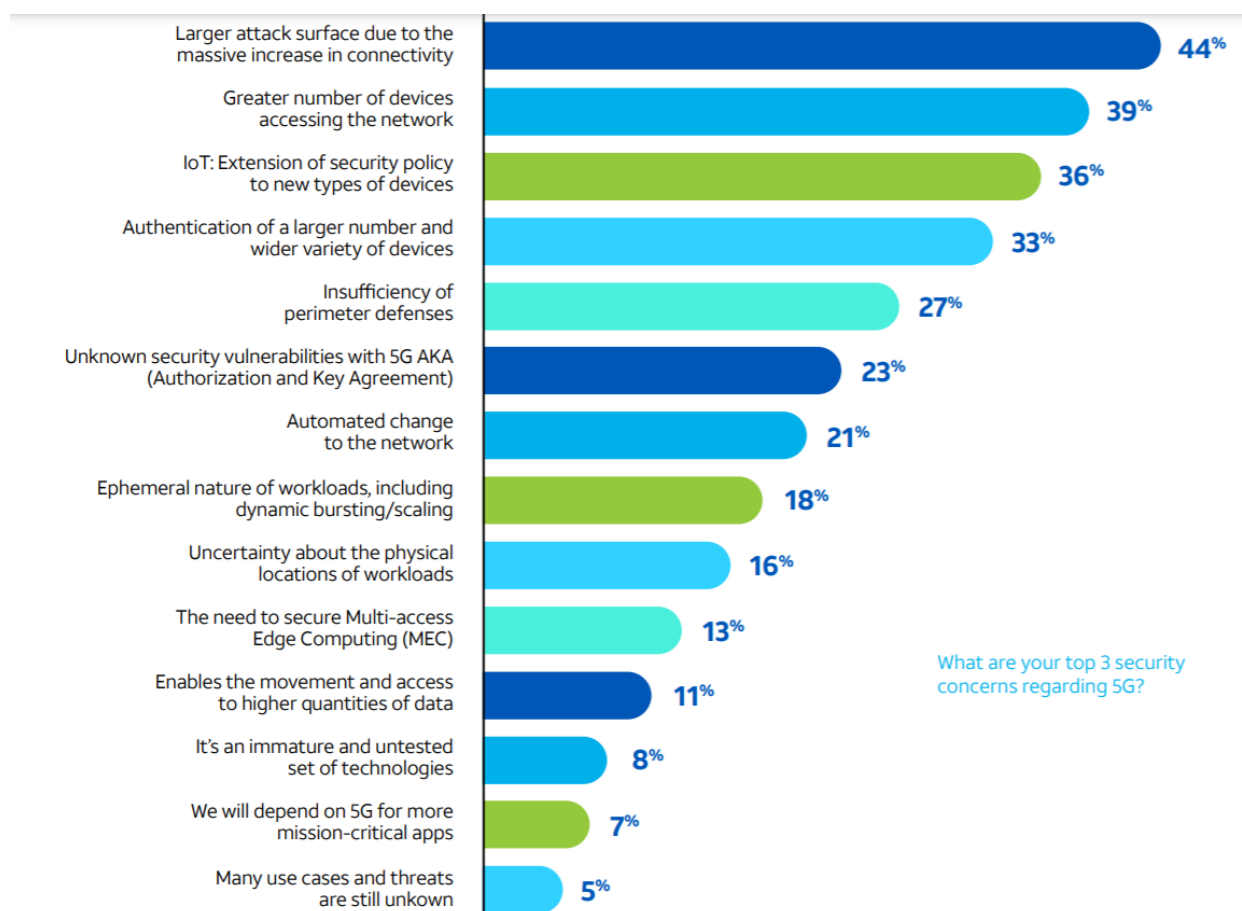
Nood aan een efficiënte cyberbeveiliging

Cyberveiligheid is een van de fundamentele problemen die de vooruitgang van 5G in de weg staan. Het realiseren van de beloftevolle doelen van 5G is immers afhankelijk van miljarden onderling verbonden apparaten, externe medewerkers en de groei van de cloudinfrastructuur. Bovendien is steeds zwaardere computer- en netwerkinfrastructuur nodig is om 5G-toepassingen, apparaten, gegevens en services te ondersteunen. Beveiliging, 5G en IoT zijn dan ook onlosmakelijk met elkaar verbonden.

Uit het recente AT&T Cybersecurity Insights Report⁷² blijkt dat 76% van de respondenten verwacht dat er geheel nieuwe bedreigingen zullen ontstaan als gevolg van 5G en het toegenomen aanvalsoppervlak. De overige 24% van de deelnemers verwacht een aanzienlijke toename van bestaande bedreigingen. Naast beveiliging zijn er zorgen over het eigendom van gegevens, samen met compatibiliteit en interoperabiliteit met bestaande systemen.

⁷² AT&T Business, *Security at the Speed of 5G. Preparing your business for 5G acceleration*, AT&T Cybersecurity Insights™ Report 2019/2020, Ninth edition,

Figuur 5: Top 3 beveiligingszorgen met betrekking tot 5G



Gebrek aan vertrouwen

Anti-5G-aanvallen op telefoonmasten, samenzweringstheorieën als zou 5G verband houden met de verspreiding van het coronavirus, en algemene nationale veiligheids- en gezondheidsproblemen hebben ertoe geleid dat de 5G-uitrol in de meeste markten is vertraagd. Wat het laatste betreft, zijn er bezorgdheden over de impact van 5G op de gezondheid, die aansluiten bij eerdere bekommernissen over de stralingseffecten die mobiele toestellen al dan niet teweegbrengen.

Daarnaast worden moeilijkheden ondervonden bij het rechtvaardigen van de businesscase en het rendement op de investering, omdat de technologie nog steeds in ontwikkeling is en het waardenpotentieel ervan is verdeeld over de verschillende toepassingen in verschillende domeinen.

Om deze vertrouwens kloof te overwinnen is er nood aan ervaringen en cases die de positieve bijdrage van 5G voor de samenleving en economie in de verf zetten.

De zoektocht voor een alternatief voor het core-netwerk van Huawei

Als Huawei wordt geweerd bij de aanleg van 5G, moet op zoek gegaan worden naar een alternatief. De vervanging van een heel core netwerk houdt een drastische stap in. Voor het radionetwerk is er een duidelijke top 3 (Huawei, Ericsson en Nokia), maar voor het 5G core netwerk zijn er meerdere opties. In België heeft Proximus de uitbouw van zijn 5G-netwerk toevertrouwd aan Ericsson ("core" met inbegrip van de intelligentie van het mobiele netwerk) en

Nokia ("RAN", het radioaccess network met antennes en zendmasten) en de samenwerking met Huawei dat de technologie leverde voor de vorige G-netwerken, stopgezet. Orange Belgium opteerde ook voor Nokia voor de geleidelijke modernisering van zijn 2G/3G/4-mobiele radionetwerk en de uitrol van 5G.

De Europese Commissie heeft multi-vendor als een van de speerpunten in de 5G Toolbox vooropgesteld. Want wie meerdere leveranciers gebruikt, is minder kwetsbaar voor problemen bij één merk. Elke lidstaat voor zich moet bepalen of zij bepaalde leveranciers aanmerkt als High Risk Vendor (HRV) en wat de consequenties zijn voor de sector.

6.3 De lange weg naar een definitieve oplossing in België

Tot voor kort waren de ontwerpbesluiten en de ontwerpwetgeving voor de nieuwe toe te wijzen frequentiebanden voor mobiele diensten in uitvoering van de Europese eisen geblokkeerd, aangezien er nog steeds geen overeenstemming werd bereikt binnen het Overlegcomité over de verdeling van de opbrengst. Er schijnt echter licht aan het einde van de tunnel. De politieke struikelblokken zijn grotendeels geparkeerd. Om de impasse te deblokken zou de opbrengst van de veiling tijdelijk geparkeerd worden op een gewaarborgde rekening. De veiling van de radiobanden voor 5G, samen met enkele andere banden, kan volgens de telecomwaakhond BIPT €800 miljoen euro opbrengen. Niettemin zou de juridische en praktische uitwerking van de veiling elk nog zes maanden vergen.

Om de introductie van 5G in ons land mogelijk te maken en de Europese kalender na te leven, had het BIPT een voorlopige oplossing uitgewerkt: de toewijzing van de frequentieband 3600-3800 MHz via voorlopige gebruiksrechten op basis van de telecomwet. De BIPT-gebruiksrechten gelden voor het hele grondgebied, waardoor geïnteresseerden 5G in theorie over het hele grondgebied kunnen uitrollen. De gebruikersrechten zijn wel tijdelijk. Als er ooit een veiling plaatsvindt, dan vervallen de gebruikersrechten weer. Het BIPT⁷³ besliste op 14 juli 2020 na een gehouden openbare raadpleging aan vijf operatoren Cegeka, Entropia, Orange, Proximus en Telenet, de toekenning te geven van voorlopige gebruiksrechten in de 3600-3800 MHz radiofrequentieband. Deze gebruiksrechten laten aan deze operatoren toe om de eerste ontwikkelingen van 5G in deze frequentieband in België mogelijk te maken.

Op 15 juli gaf het BIPT⁷⁴ in een communicatie meer duiding over de inhoudelijke draagwijdte van de toekenning van voorlopige gebruiksrechten in de 3600-3800 MHz-radiofrequentieband. Het BIPT wijst erop dat door de toekenning van de voorlopige gebruiksrechten er morgen nog niet meteen antennes worden geplaatst of niet onmiddellijk diensten zullen worden aangeboden. Om de verkregen gebruiksrechten voor de radiofrequenties effectief uit te oefenen met een uitrol van hiervoor voorziene apparatuur dienen de operatoren zich te wenden tot de bevoegde regionale overheden, die verantwoordelijk zijn voor de procedure met betrekking tot de plaatsing van de antennes, de controles op de conformiteit van de installaties met de milieuvorwaarden en de geldende (stralings)normen en de uitreiking van attesten aan de telecomoperatoren die een antenne willen plaatsen op het grondgebied van een gemeente. De operatoren zijn tevens verplicht om de bepalingen over de bescherming van persoonsgegevens en van de persoonlijke

⁷³ Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie, *BIPT geeft vijf operatoren 5G voorlopige gebruiksrechten*, Communicatie 15 juli 2020.

⁷⁴ Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie, *Communicatie over de toekenning van voorlopige gebruiksrechten in de 3600-3800 MHz-radiofrequentieband na de gehouden openbare raadpleging*, 15 juli 2020.

levenssfeer van de wet van 30 juli 2018 en van de Algemene Verordening Gegevensbescherming alsook de relevante bepalingen van de telecomwet na te leven.

7 Succesfactoren

De opmars van AI kan verklaard worden door een aantal succesfactoren⁷⁵ die gezamenlijk de enorme kwalitatieve groei mogelijk gemaakt hebben. De belangrijkste twee factoren zijn de toename van de computerrekenkracht en de grote hoeveelheden beschikbare data.

- Open source. De infrastructuur voor goedkope en uitgebreide dataprocessing is de afgelopen jaren sterk verbeterd. Verder is er veel opensource AI-technologie beschikbaar gekomen waarmee belangstellenden zelf aan de slag kunnen, zoals DeepLearning4j, Mahout, Tensorflow en Torch. ‘Opensource’ houdt in dat de broncode vrij beschikbaar en inzichtelijk is. Bekende voorbeelden van andere opensource software zijn Wordpress, Linux, MySQL en OpenOffice. Het feit dat deze pakketten opensource zijn, wil echter niet zeggen dat ze gebruikt kunnen worden als plug&play. Voordat een AI-systeem goed werkt, dient het op maat voor het desbetreffende bedrijf gemaakt te worden, bijvoorbeeld middels gerichte training.
- Internet of Things. IoT wordt als een drijvende kracht achter AI gezien omdat AI een significant potentieel heeft voor IoT-oplossingen en voor het beheer van de ermee samenhangende massa aan data.
- Meer computerrekenkracht. Betere Graphical Processing Units (GPU’s, gespecialiseerde computerchips waarmee mooie graphics worden gegenereerd in pc’s en spelcomputers) zijn in staat om computerprocessen vele malen sneller te laten werken dan bestaande chips. Ze kunnen snel meerdere processen parallel naast elkaar laten draaien waardoor de kracht ervan enorm toeneemt. GPU’s zijn daarom ook heel geschikt om AI-algoritmes op te laten draaien. Thans is er een nieuwe generatie chips, de Tensor Processing Unit, ontwikkeld door Google dat als het eerste type processor wordt beschouwd dat met AI en analytics in gedachten is ontwikkeld en als middel wordt gezien om AI en meer bepaald machine learning naar een hoger, volgende niveau te tillen.
- Meer data en cloud computing. Niet alleen sterkere GPU’s hebben bijgedragen aan de boost van AI. Een andere belangrijke driver bleken de immense hoeveelheden data die in de afgelopen jaren beschikbaar kwamen, mede door de ontwikkeling van sociale media, kennisbanken, opensource data, online encyclopedieën en sensortechnologie. Hoe meer (kwalitatieve) data beschikbaar zijn, hoe beter de computer patronen kan herkennen, inzichten kan creëren of andere gegevens kan herleiden en combineren. Cloudopslag biedt daarbij de mogelijkheid om massaal veel data te bewaren. Een cruciale volgende stap is om algoritmes hun werk niet alleen meer in de cloud te laten doen, maar om AI naar de edge te brengen, naar de eindpunten in de keten waar de slimme sensoren en camera’s nu hun data verzamelen. Door nu de verzamelde data’s telkens heen en weer te sturen, zit er immers vertraging op de beslissingen die algoritmes nemen. Soms is de cloud door connectiviteitsproblemen ook gewoonweg niet bereikbaar. Het doel is m.a.w. om de slimme AI rechtstreeks naar de plek te brengen waar de data worden gecreëerd: in de auto, in de smartphone, in de camera of in de sensoren zelf die zich in de devices bevinden.

⁷⁵ eMarketer (2017). Artificial Intelligence: what’s now, what’s new and what’s next, May 2017.

- Techgiganten en innovatieve startups. Veel van de grootste technologieondernemingen, waaronder IBM, Google/DeepMind, Microsoft, Facebook, Samsung, Amazon, Apple, Salesforce, Baidu en Alibaba, beschikken over eigen ontwikkelingslaboratoria en verspreiden via hun commerciële diensten AI-technologieën onder de massa. Zij investeren ook in beloftevolle ondernemingen en/of nemen kleinere nichespelers over. Sommige van de door de techgiganten aangewende technologieën werden en worden ontwikkeld door startups die erin geslaagd zijn om risicokapitaal aan te trekken. Zij ontwikkelen niche AI-technologieën voor specifieke bedrijfsproblemen en zijn daarom zeer gegeerd door de techgiganten. Een blog van CB Insights gepost in oktober 2016 meldde dat meer dan 50 private AI-ondernemingen werden overgenomen door techgiganten als Google, Intel, Apple, Twitter en Salesforce.
- AI-ecosystemen. Datawetenschappers en AI-onderzoekers van grote techspelers, startups, kennisinstellingen en private onderzoeksconsortia vinden elkaar in toenemende mate met het oog op de ontwikkeling van AI-technologieën. Aldus werden gemeenschappelijke standaarden en open source bibliotheken ontwikkeld waardoor kleinere ondernemingen die AI willen integreren in hun bedrijfsprocessen, het warm water niet opnieuw hoeven uit te vinden.
- Succesvolle praktijkvoorbeelden. Naarmate meer positieve resultaten naar boven komen, wordt de aandacht van meer en meer bedrijfsleiders getrokken.

8 Wetenschappelijke stromingen over het toekomstig potentieel

Vooraanstaande AI-onderzoekers zijn het oneens, niet alleen wat betreft hun voorspellingen maar ook wat betreft hun emotionele reacties, die reiken van zelfverzekerd optimisme tot diepe ongerustheid. Zelfs over de economische, juridische en militaire gevolgen van AI op korte termijn, bestaat geen consensus en de meningsverschillen worden alleen maar groter naarmate verder vooruit wordt gekeken en vragen worden gesteld over algemene kunstmatige intelligentie⁷⁶ en vooral over algemene kunstmatige intelligentie die de menselijke intelligentie overtreft (superintelligentie). De vragen die opduiken zijn niet alleen in intellectueel maar eveneens in moreel opzicht van zeer groot belang, omdat de keuzes van grote invloed kunnen zijn op de toekomst van het leven.

Max Tegmark⁷⁷, professor natuurkunde aan MIT, onderscheidt drie verschillende denkrichtingen: digitale utopisten, technosceptici en leden van de AI-beweging voor het 'goede' ('for good').

- Digitale utopisten. Deze stroming hangt het denkbeeld aan dat digitaal leven de natuurlijke en wenselijke volgende stap is in de kosmische evolutie en dat indien men digitale geesten de vrije loop laat, de uitkomst vrijwel zeker positief zal zijn. Tot deze stroming horen mensen als Larry Page (Google), Hans Moravec, Ray Kurzweil en Richard Sutton.
- Technosceptici. Een andere prominente groep denkers maakt zich evenmin zorgen over AI, maar om een totaal andere reden: ze denken dat superintelligente algemene kunstmatige intelligentie zo moeilijk te realiseren is dat het er nooit zal komen. Andrew Ng (Baidu, Chinese

⁷⁶ Max Tegmark omschrijft algemene kunstmatige intelligentie als het vermogen om alle cognitieve taken minstens zo goed uit te voeren als de mens, zie Tegmark, M. (2017). Life 3.0. Mens zijn in het tijdperk van kunstmatige intelligentie.

⁷⁷ Tegmark, M. (2017). Life 3.0. Mens zijn in het tijdperk van kunstmatige intelligentie.

tegenhanger van Google) en Rodney Brooks (uitvinder van de industriële robot Baxter) zijn dergelijke technosceptici.

- De 'goedaardige' AI-beweging. Deze beweging gelooft ook in de toekomst van AI, maar rekent niet automatisch op een positieve afloop en denkt dat op dat gebied nog veel inspanning zal moeten geleverd worden, in de vorm van onderzoek naar de veiligheid van AI. Aanhangers zijn onder meer Jaan Tallinn (grondlegger Skype), Stuart Russell (bepaalde computerwetenschapper en AI-onderzoeker), Elon Musk (Tesla) en Max Tegmark.

Naast de controverses over de grond van AI zijn er nog controverses die voortkomen uit misvattingen. Hieronder worden er een aantal opgelijst.

Tabel 3: Gangbare mythen over superintelligente AI

Mythen	Feiten
Superintelligentie komt er zeker voor 2100 Superintelligentie komt er zeker niet voor 2100	Superintelligentie komt over enkel decennia, over enkele eeuwen of helemaal nooit. De AI-experten zijn het oneens omdat men het gewoonweg niet weet
De enigen die ongerust zijn over AI zijn luddieten	Veel AI-onderzoekers zijn zich bewust van de risico's
AI wordt boosaardig AI krijgt bewustzijn	Reëel angstbeeld: AI wordt competent, met doelstellingen die niet goed zijn afgestemd op de onze
Robots zijn de voornaamste reden tot ongerustheid	De voornaamste reden tot ongerustheid is verkeerd ingestelde intelligentie. Die heeft geen lichaam nodig, alleen een internetaansluiting.
AI kan geen macht uitoefenen over mensen	Intelligentie maakt overheersing mogelijk. We zijn tijgers de baas omdat we slimmer zijn
Machines kunnen geen doelstellingen hebben	Een hittezoekende raket heeft een doelstelling
Superintelligentie is over een paar jaar een feit	Reëel angstbeeld: dat duurt nog minstens decennia maar om te zorgen dat het veilig is, zouden we al die tijd best eens nodig kunnen hebben

Bron: Max Tegmark, Life 3.0

9 AI: dr. Jekyll en mr. Hyde?

9.1 Opportuniteiten versus uitdagingen

Dr. Jekyll and Mr. Hyde is een bekende 19^{de} eeuwse roman van de Schotse schrijver Robert Louis Stevenson dat ingaat op het principe van een gespleten persoonlijkheid. Dr. Henry Jekyll is een gewaardeerd arts in Victoriaans Londen, die zich verdiept in het probleem van goed en kwaad en bedenkt dat beide in de aard van elk mens voorkomen. Hij vraagt zich af of deze twee

naturen in de mens gescheiden kunnen worden. Zijn experimenten leveren een middel op dat ertoe leidt dat de kwade krachten in zijn natuur de overhand krijgen. Met een tegengif kan hij terugkeren tot zijn goede ik. Het kwade schepsel dat tevoorschijn komt geeft hij de naam Mr. Edward Hyde, maar het blijkt dat hij deze steeds minder onder controle kan houden omdat het tegengif steeds minder effectief werkt.

Een gelijkaardige gedachtegang wordt veelal aangehouden ten aanzien van de ‘persoonlijkheid’ van AI. Een beloftevolle technologie die van de wereld een betere plaats kan maken, met een betere gezondheidszorg, een lager energieverbruik, veiliger verkeer, efficiënter gebruik van water en natuurlijke hulpbronnen, een op de mensen afgestemde productie met minder afval, accuratere milieu- en klimaatvoorspellingen, een efficiëntere bestrijding van criminaliteit, fraude en virtuele bedreigingen, een goede ondersteuning van de rechtspraak, een betere besluitvorming binnen zowel de overheid als het bedrijfsleven, de versterking van de democratie door efficiënter gebruik van op data gebaseerd onderzoek, het voorkomen van desinformatie en cyberaanvallen en het garanderen van de toegang tot kwaliteitsinformatie, de ontwikkeling van nieuwe innovatieve producten, een grotere productiviteit, enz. Kortom, AI kan de hele samenleving en de economie ten goede komen.

Maar AI brengt ook nieuwe uitdagingen met zich mee onder meer voor de toekomst van werk, en doet juridische en ethische vragen rijzen. Zo kan de inzet van AI leiden tot discriminatie ten gevolge van het gebruik data die (onbedoeld) bepaalde culturele en sociale ongelijkheden weerspiegelen. Ook bestaat de vrees dat AI door de analyse van grote hoeveelheden persoonlijke data ongemerkt de keuze(vrijheid) van mensen kan sturen, beïnvloeden en beperken, waardoor de menselijke autonomie vermindert. Tevens leeft de vrees dat AI de democratie in gevaar kan brengen door allerlei aanbevelings- of filtersystemen (“botfarms”) die een sterk gekleurde inhoud (bv. samenzweringstheorieën) verspreiden waardoor de objectieve opinievorming in het gedrang komt. Verder kan AI een negatieve impact hebben op kwetsbare groepen die zich lastig kunnen wapenen tegen door AI genomen beslissingen. En doordat AI gebruik maakt van veel data, kan dit ook vragen oproepen over de exclusiviteit en integriteit van informatie en de bescherming van persoonsgegevens. Tevens speelt de vraag in hoeverre de werking, acties en beslissingen van AI-systemen te begrijpen, controleren en verklaren zijn. En waar de grenzen liggen aan het gebruik van deze systemen als zij niet transparant en controleerbaar gemaakt kunnen worden. Daarnaast speelt vaak de vraag wie aansprakelijk is voor het (dis)functioneren van (onderdelen van) een AI-systeem. De opkomst van AI versterkt bovendien een aantal bestaande uitdagingen rondom digitalisering, zoals op het gebied van privacy, cybersecurity en de macht van een aantal technologiebedrijven. En tenslotte is er nog het doemscenario van de superintelligentie, de ontwikkeling van general AI, die het einde van de mensheid zou betekenen. Op dat moment zal AI zich immers verder ontwikkelen aan een tempo dat voor mensen niet bij te houden is. Er zijn daarom deskundigen die opteren voor een zogenaamde ‘kill-switch’ of ‘reset-button’ waarmee een op hol geslagen of superintelligent AI-systeem kan gedeactiveerd of gereset worden.

Om de ‘dr. Jekyll’ opportuniteit van AI te benutten (“AI for Good”) en het ‘mr. Hyde’ risico te beperken, klinkt steeds luider de roep om een human in command-benadering van artificiële intelligentie, waarbij machines machines blijven en mensen te allen tijde de controle over deze machines behouden. Mensen kunnen dan bepalen of, wanneer en hoe AI wordt gebruikt in het dagelijks leven, welke taken worden toevertrouwd aan AI en hoe transparant en ethisch verantwoord dit allemaal is. De coronacrisis heeft die boodschap nog versterkt en verscherpt. Sinds het coronavirus zich wereldwijd begon te verspreiden, veranderde ons gedrag plots enorm.

Van de een op de andere dag werden producten als toiletpapier, handzeep en gezichtsmaskers immens populair. Wat normaal was, is compleet veranderd. En dat brengt de nodige problemen met zich mee voor machine learning modellen, die getraind zijn op ‘normaal menselijk gedrag’. Nu er een nieuw normaal is, lopen deze algoritmes tegen fouten aan. De plotselinge fouten met AI-algoritmes laten zien dat menselijke betrokkenheid bij geautomatiseerde systemen van groot belang is. Menselijke controle is ook aangewezen om erop toe te zien dat de ethische kant niet ondergesneeuwd raakt door het succes van AI-toepassingen bijvoorbeeld in de strijd tegen COVID-19.

In hoofdstuk 3 en 4 werd reeds gewezen op de vele technieken en benaderingen van AI. Dit is niet zonder belang. Het debat over AI zal immers verschillen naargelang de betrokken technologie in kwestie. Zo zal de discussie over een eenvoudig ‘expertsysteem’ voor adviserende toepassingen verschillen van een debat aangaande complexe datagedreven algoritmen die automatisch beslissingen nemen over individuen. Even zozeer moet een debat over speculatieve toekomstige ontwikkelingen die mogelijk nooit zullen plaatsvinden onderscheiden worden van een debat over huidige AI-toepassingen die nu reeds de samenleving beïnvloeden.⁷⁸

Een rapport van het Britse Centrum voor Data-ethiek en -Innovatie⁷⁹ brengt, op basis van onderzoek in vijf sectoren (strafrecht, financiële diensten, gezondheid en sociaal welbevinden, digitale en sociale media, energie en nutssectoren) aan het licht dat er verschillende drempels het ethisch gebruik van AI en data in de weg staan. Deze drempels verhinderen tevens dat de risico’s verbonden aan AI- en datagebruik efficiënt worden aangepakt, dat innovatie zich ten volle ontwikkelt en dat de ware voordelen van de technologie de samenleving ten goede komen. Het rapport onderscheidt zes drempeltypes.

Tabel 4: Drempels voor ethische AI

Drempeltype	Omschrijving
Datadrempel	Data van slechte kwaliteit, beperkte beschikbaarheid en ondermaatse infrastructuur. Het gebruik van gegevens van slechte kwaliteit of niet-representatieve gegevens bij de training van algoritmen kan leiden tot foute of vertekende systemen (bv. diagnostische algoritmen die niet effectief zijn bij het identificeren van ziekten onder minderheidsgroepen). Ook kan marktconcentratie van data, de onwil of het niet kunnen delen van gegevens (bv. vanwege niet-interoperabele systemen) en de moeilijkheid om gegevens over te zetten van verouderde en niet-digitale systemen naar moderne toepassingen innovatie belemmeren.
Kennisdrempel	<ul style="list-style-type: none"> ■ Onvoldoende duidelijkheid. De impact van AI en datagestuurde technologie is niet altijd bekend. Dit is vaak het geval bij nieuwe toepassingen en innovaties (bijvoorbeeld synthetische, d.i. digitaal gecreëerde of gemodificeerde media), die nog in de diepte moeten worden bestudeerd. Onvoldoende duidelijkheid leidt ertoe dat beleidsmakers niet weten of en hoe ze moeten ingrijpen om innovatie te bevorderen. ■ Gebrek aan consensus. Er is vaak onenigheid onder het publiek over hoe en waar AI en datagestuurde technologie moeten worden ingezet. Innovaties kunnen

⁷⁸ Boucher, P., European Parliamentary Research Service, *Artificial intelligence: How does it work, why does it matter, and what can we do about it?*, Study – Panel for the future of Science and Technology, June 2020.

⁷⁹ Centre for Data Ethics and Innovation, *AI Barometer Report*, June 2020.

	<p>afwegingen uitlokken (bv. tussen veiligheid en privacy, of tussen veiligheid en de vrijheid van meningsuiting), die de nodige tijd vergen om te ontwarren.</p>
<p>Drempel m.b.t. de beroepsbevolking</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Digitale en datavaardigheden. Datavaardigheden zijn gegeerd in de hele economie, hetgeen impliceert dat veel organisaties - vooral in de publieke sector - moeite hebben om het talent aan te trekken dat ze nodig hebben om de uitdagingen het hoofd te bieden en de opportuniteiten te maximaliseren. Een gebrek aan vaardigheden en capaciteit kenmerkt zowel de overheidssector (regelgeving) als het industrieel weefsel en impacteert het vermogen om technologie toe te passen en te sturen. ■ Diversiteit van de beroepsbevolking. Een gebrek aan diversiteit in het personeelsbestand kan betekenen dat AI en datagestuurde technologie worden ontwikkeld en geïmplementeerd zonder rekening te houden met de behoeften van de diverse bevolkingsgroepen.
<p>Marktdrempel</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Financieringskloof. Er zijn vaak aanzienlijke investeringen nodig om de meest hardnekkige risico's te beperken en de opportuniteiten waar te maken (bv. het opkuisen en beschikbaar stellen van publieke datasets voor onderzoek en ontwikkeling, of het ontwikkelen van detectiesystemen om deepfake-inhoud van technische platforms te verwijderen). Het is moeilijk om steun voor deze financiering te vinden wanneer het jaren duurt voordat innovatieprojecten hun vruchten afwerpen. ■ Winstrisico's. Private ondernemingen ontberen soms de nodige prikkels om de risico's van AI en datagestuurde technologie aan te pakken (bijv. sociale media platforms kunnen terughoudend zijn bij het aanpakken van AI-gedreven desinformatie omdat dit hun inkomsten kan aantasten).
<p>Governancedrempel</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regelgeving en beleidsontwikkeling en -coördinatie. De aanpak, begeleiding en opleiding die worden gebruikt bij de ontwikkeling en inzet van AI en datagestuurde systemen zijn vaak sterk gelokaliseerd (bijvoorbeeld verschillende politiediensten die hun eigen beleid voor gezichtsherkenning bepalen). De regulerende aanpak kan variëren tussen sectoren en tussen toezichthouders die binnen één sector opereren. Dit kan tot verwarring leiden zowel bij degenen die de technologie toepassen als bij de toezichthouders. ■ Gebrek aan transparantie. Private bedrijven en organisaties in de publieke sector zijn niet altijd transparant over hoe ze AI en datagestuurde technologie gebruiken of hun governancemechanismen toepassen. Dit belemmert controle en verantwoording, twee factoren die anders ethische innovatie zouden kunnen stimuleren.
<p>Vertrouwensdrempel</p>	<p>Gebrek aan vertrouwen. Gebruikers van AI en datagestuurde technologie hebben vaak geen vertrouwen dat het veilig is om te gebruiken of dat het in hun belang wordt ontworpen. Hierdoor worden de voordelen van technologie niet ten volle benut (bv. gebruikers kunnen ontmoedigd raken om AI-gestuurde gezondheidsapps te gebruiken). Een gebrek aan vertrouwen kan ook de motivatie van de industrie om te innoveren aantasten, uit schrik voor verlies van klanten (bv. energiebedrijven die ervoor zouden terugschrikken om klanten te vragen meer huishoudelijke gegevens te delen, hetgeen anders zou kunnen leiden tot de verbetering van energie-efficiëntie diensten).</p>

9.2 De Europese weg: mensgerichte AI

In de Europese AI-strategie van april 2018⁸⁰ wordt benadrukt dat de mens centraal moet staan bij de ontwikkeling van AI (mensgerichte AI). Op die manier kan Europa zich positioneren tussen het Amerikaanse model van "zaken gaan voor alles" en het autoritaire model van China. Er wordt een driedelige aanpak voorgesteld, die erin bestaat de technologische en industriële capaciteit van de EU te vergroten en het gebruik van AI op te voeren in de hele economie, voorbereidingen te treffen voor sociaaleconomische veranderingen en te zorgen voor een passend ethisch en juridisch kader. Ter verwezenlijking van de AI-strategie heeft de Commissie in december 2018 een gecoördineerd plan inzake AI voorgesteld⁸¹, dat samen met de lidstaten is opgesteld om synergiën te ontwikkelen, data te bundelen en gezamenlijke investeringen aan te moedigen. Belangrijk is de klemtoon die de Commissie is blijven leggen op de ethische benadering van AI om het vertrouwen van de burger in de digitale ontwikkeling te versterken en de Europese bedrijven een AI-voordeel te bezorgen. *"AI is geen doel op zich maar een instrument dat ten dienste staat van mensen met als uiteindelijke doel het menselijke welzijn te vergroten. Om dit te bereiken moet de betrouwbaarheid volle worden geïntegreerd in de manier waarop AI zich ontwikkelt. De waarden waarop de EU berust, zijn eerbied voor de menselijke waardigheid, vrijheid, democratie, gelijkheid, de rechtsstaat en eerbiediging van de mensenrechten, waaronder de rechten van personen die tot minderheden behoren."*, aldus de Commissie.⁸² Er is dan ook behoefte aan ethische richtsnoeren die voortbouwen op het bestaande regelgevingskader en die op de interne markt moeten worden toegepast door ontwikkelaars, leveranciers en gebruikers van AI, zodat in alle lidstaten een gelijk speelveld tot stand komt. Daartoe heeft de Commissie een deskundigengroep op hoog niveau inzake AI de opdracht gegeven ethische richtsnoeren voor AI op te stellen en een reeks aanbevelingen te formuleren voor een breder AI-beleid. Deze werden voorgesteld op 8 april 2019.⁸³ Volgens de richtsnoeren van de deskundigengroep vereist "betrouwbare AI" dat wordt voldaan aan de volgende drie voorwaarden: 1) zij moet in overeenstemming zijn met de wet; 2) zij moet ethische beginselen eerbiedigen en 3) zij moet robuust zijn. Uitgaande van deze drie voorwaarden en van de vernoemde Europese waarden worden in de richtsnoeren zeven essentiële vereisten genoemd waaraan AI-toepassingen moeten voldoen om als betrouwbaar te worden beschouwd. De richtsnoeren bevatten tevens een beoordelingslijst aan de hand waarvan kan worden nagegaan of aan deze eisen is voldaan. De zeven essentiële vereisten zijn:

- Invloed en toezicht door mensen
- Technische robuustheid en veiligheid
- Privacy en datagovernance
- Transparantie

⁸⁰ Europese Commissie, *Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Europese Raad, de Raad, Het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's - Kunstmatige intelligentie voor Europa*, COM(2018) 237 final, 25 april 2018.

⁸¹ Europese Commissie, *Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Europese Raad, de Raad, Het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's - Gecoördineerd plan inzake kunstmatige intelligentie*, COM(2018) 795 final, 7 december 2018.

⁸² Europese Commissie, *Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Europese Raad, de Raad, Het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's – Vertrouwen kweken in mensgerichte kunstmatige intelligentie*, COM(2019) 168 final, 8 april 2019.

⁸³ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

- Diversiteit, non-discriminatie en billijkheid
- Maatschappelijk en ecologisch welzijn
- Verantwoordingsplicht.

De richtsnoeren zijn niet bindend en creëren dus geen nieuwe wettelijke verplichtingen. Dat neemt niet weg dat veel bestaande bepalingen van het EU-recht betrekking hebben op een of meer essentiële vereisten, bijvoorbeeld veiligheid, gegevensbescherming, privacy of milieubescherming.

In haar State of the Union⁸⁴ beklemtoonde Commissievoorzitter von der Leyen dat dit decennium het digitale decennium van Europa moet worden met data, AI en infrastructuur als kernpunten. Inzake AI onderstreepte zij de beloftevolle mogelijkheden maar ook de nood aan regels: *“Wij willen regels die de mens centraal stellen. Algoritmen mogen geen zwart gat zijn, en er moeten duidelijke regels zijn voor als er iets fout gaat. De Commissie zal volgend jaar wetgeving van deze strekking voorstellen. Daarbij zal het ook gaan om zeggenschap over onze persoonsgegevens, die wij nu nog veel te zelden hebben. Telkens als een app of website ons vraagt een nieuwe digitale identiteit te creëren of gemakkelijk in te loggen via een groot platform, hebben wij geen idee wat er in werkelijkheid met onze gegevens gebeurt. Daarom zal de Commissie binnenkort een beveiligde Europese e-identiteit voorstellen. Een e-identiteit die wij kunnen vertrouwen en die elke burger overal in Europa kan gebruiken om van alles te doen – van belasting betalen tot een fiets huren. Een technologie waarbij we zelf kunnen controleren welke gegevens worden gebruikt en hoe ze worden gebruikt.”* In totaal zal 20 % van NextGenerationEU – het Europese herstelplan - in de digitale sector geïnvesteerd worden. Daar bovenop wordt een investering van €8 miljard in de volgende generatie supercomputers aangekondigd.

Ook het Europees Parlement is zeer actief op het vlak van Artificiële Intelligentie (zie verder). Het Europees Parlement heeft op 19 juni 2020 een Bijzondere Commissie ‘Artificiële Intelligentie in het digitale tijdperk’ opgericht, bestaande uit 33 leden. Op 10 juli 2020 werden de namen van de Europarlementsleden die in de Commissie zitting hebben, bekendgemaakt. De Belg Geert Bourgeois zetelt er namens de Europese ECR-fractie van het Europees Parlement. Volgens het reglement van het Parlement mag de ambtstermijn van een speciale commissie (artikel 207) niet langer zijn dan twaalf maanden, tenzij het Parlement die termijn verlengt wanneer deze verstrijkt. Tevens is in de schoot van het Parlement een Wetenschappelijke Foresight Unit (STOA) actief, dat interdisciplinair onderzoek uitvoert en strategisch advies geeft op het gebied van de beoordeling van wetenschappelijke en technologische opties en wetenschappelijke toekomstverkenning. Het voert diepgaande studies uit en organiseert workshops over ontwikkelingen op deze gebieden, en het biedt onderdak aan de European Science-Media Hub (ESMH), een platform om netwerken, opleiding en kennisuitwisseling tussen het EP, de wetenschappelijke gemeenschap en de media te bevorderen. Het STOA-panel bestaat uit 27 leden die zijn voorgedragen door 11 EP-commissies en vormt een integraal onderdeel van de structuur van het EP. Een besluit van het STOA-panel van 19 december 2019 richtte in haar schoot een centrum voor artificiële intelligentie op (C4AI) en de high-level STOA-workshop 'The Future of Artificial Intelligence for Europe' lanceerde het centrum op 29 januari 2020 in het Europees Parlement in Brussel. Er werd tevens een internationale adviesraad (International Advisory Board) opgericht voor de resterende zittingstermijn van het Parlement (tot 2024). De

⁸⁴ von der Leyen, U., Staat van de Unie 2020. Toespraak over de staat van de unie 2020. Bouwen aan de wereld waarin we willen leven: een Unie van vitaliteit in een kwetsbare wereld, 16 september 2020.

adviesraad geeft STOA strategisch advies over haar toekomstige wetenschappelijke en technologische werkzaamheden, met de nadruk op AI en de activiteiten van de C4AI, waardoor de bereikbaarheid van STOA wordt vergroot en de pool van hoogwaardige expertise wordt uitgebreid. STOA en het ERPS zijn op 11 september 2020 een partnerschap aangegaan met het wereldwijde parlementaire netwerk (Global Parliamentary Network) van de OESO, waardoor het nauwe banden kan smeden met het AI Policy Observatory en Global Partnership on AI van de OESO.

De Europese sociale partners hebben in hun kaderakkoord⁸⁵ over digitalisering de voordelen erkend van de digitale transformatie in termen van werkgelegenheid, productiviteit en werkomstandigheden en de uitdagingen die anticipatie op verandering en (om)scholing behoeven. Er is gekozen voor een gezamenlijke procesmatige aanpak waarbij verschillende aspecten aan bod moeten komen. Men denke daarbij aan de impact op de arbeidsinhoud, arbeidsvoorwaarden, arbeidsomstandigheden, arbeidsrelaties en de arbeidsorganisatie. In relatie tot die elementen moet gekeken worden naar skills (digitale en andere, alsook een leercultuur), AI en het aspect van menselijke controle, connectiviteit en digitale supervisie of controle met respect voor de menselijke waardigheid. In het kader van AI wordt het principe van de menselijke controle op de werkvloer vooropgesteld, hetgeen het gebruik van robotica- en AI-toepassingen moet ondersteunen met inachtneming en naleving van veiligheids- en beveiligingscontroles. Betrouwbare AI omvat drie componenten, die in de volledige levenscyclus van een AI-systeem moeten worden nageleefd en gerespecteerd bij hun toepassing in de wereld van werk.

- AI moet wettig, eerlijk, transparant, veilig en beveiligd zijn, in overeenstemming met alle toepasselijke wet- en regelgeving (zoals bv. de GDPR richtlijn), evenals grondrechten en non-discriminatieregels.
- AI moet overeengekomen ethische normen volgen en de naleving van de fundamentele waarden van de EU en mensenrechten, gelijkheid en andere ethische beginselen waarborgen.
- AI moet robuust en duurzaam zijn vanuit technologische en sociale invalshoek, aangezien AI-systemen, zelfs met goedbedoelde voornemens, onbedoelde schade kunnen veroorzaken.

De uitrol van AI-systemen moet dan ook:

- Gebeuren tegen de achtergrond van het principe van de menselijke controle.
- Veilig zijn, d.w.z. dat schade moet voorkomen worden. Er moet een risicobeoordeling worden uitgevoerd, inclusief mogelijkheden om de veiligheid te verbeteren en schade te voorkomen, bijvoorbeeld op het vlak van de fysieke integriteit van de mens, van de psychologische veiligheid, van de bevestiging van vooroordelen of van cognitieve vermoeidheid.
- Eerlijk zijn, d.w.z. dat werknemers en groepen gevrijwaard blijven van oneerlijke vooroordelen en discriminatie.
- Transparant en verklaarbaar zijn aan de hand van een effectief overzicht. De mate waarin verklaarbaarheid nodig is, is afhankelijk van de context, de ernst en de gevolgen. Er zullen checks moeten worden uitgevoerd om foutieve AI-uitvoer te voorkomen. In situaties waar AI-systemen voor HR-procedures worden ingezet, zoals recrutering, evaluatie, promotie, ontslag, en performantiebeoordeling, moet transparantie worden verzekerd door informatievoorschriften. Bovendien moet de betrokken werknemer een verzoek om

⁸⁵ European social partners, *Framework agreement on Digitalisation*, 23 June 2020.

menselijke tussenkomst kunnen indienen en/of de beslissing kunnen aanvechten samen met het testen van de AI-resultaten.

Ook het Europees Economisch en Sociaal Comité⁸⁶ schaaft zich achter een mensgerichte benadering van AI. Wil men AI mensgericht benaderen, dan moeten naast de technische ook de maatschappelijke en ethische aspecten onder de loep worden genomen. Vertrouwen in mensgerichte AI zal ontstaan als de waarden en beginselen worden benadrukt, een welomschreven regelgevingskader wordt vastgesteld en ethische richtsnoeren worden geformuleerd die essentiële vereisten bevatten. Het EESC staat een benadering voor van toezicht door mensen op de machine. Dit houdt in dat de burger goed geïnformeerd moet worden over het gebruik van AI-systemen, dat de systemen verklaarbaar moeten zijn of, wanneer dat niet kan (bijvoorbeeld bij “deep learning”), dat de gebruiker informatie krijgt over de beperkingen en risico's van het systeem. Burgers moeten hoe dan ook de vrijheid kunnen behouden om een andere beslissing te nemen dan het AI-systeem.

Verder kan nog gewezen worden op de oprichting van een ad hoc Comité Artificiële Intelligentie (CAHAI) door de Raad van Europa op 11 september 2019. Het Comité zal op basis van brede raadplegingen van meerdere belanghebbenden, de haalbaarheid en mogelijke elementen onderzoeken van een wettelijk kader voor de ontwikkeling, het ontwerp en de toepassing van kunstmatige intelligentie, gebaseerd op de normen van de Raad van Europa inzake mensenrechten, democratie en de rechtsstaat (the feasibility study)⁸⁷.

⁸⁶ Europees Economisch en Sociaal Comité, *Advies over Mededeling van de Europese Commissie - Vertrouwen kweken in mensgerichte kunstmatige intelligentie [COM(2019) 168 final]*, Rapporteur: Franca SALIS-MADINIER, INT/887, 30 oktober 2019.

⁸⁷ Momenteel is er een ontwerp van inhoudstafel beschikbaar die de contouren van de studie aangeeft.

1. General Introduction; 2. Scope of a Council of Europe legal framework on artificial intelligence; 3. Opportunities and risks arising from the design, development and application of artificial intelligence on human rights, the rule of law, and democracy. “Green” and “red” areas” - meaning respectively positive and problematic examples of artificial intelligence applications from a human rights, the rule of law and democracy perspective, while considering the context-sensitive environment for artificial intelligence design, development and application in Europe and developments at global level. 4. The Council of Europe's work on artificial intelligence to date 5. Mapping of instruments applicable to artificial intelligence (i. International legal instruments applicable to artificial intelligence; ii. Ethical Guidelines applicable to artificial intelligence; iii. Overview of national instruments, policies and strategies related to artificial intelligence; iv. Advantages, disadvantages and limitations of existing international and national instruments and ethical guidelines on artificial intelligence; v. International legal instruments, ethical guidelines and private actors); 6. Key findings of the multi-stakeholder consultations (i. Outline of the feasibility study; ii. Main findings on the type and content of a legal framework for the development, design and application of artificial intelligence, based on Council of Europe's standards on human rights, democracy and the rule of law); 7. Main elements of a legal framework for the design, development and application of artificial intelligence (i. Key values, rights and principles deriving - in a bottom-up perspective - from sectorial approaches and ethical guidelines; in a top-down perspective - from human rights, democracy and the rule of law requirements; ii. Role and responsibilities of member States and of private actors in developing applications which are in line with such requirements; iii. Liability for damage caused by artificial intelligence); 8. Possible options for a Council of Europe legal framework on the design, development and application of artificial intelligence based on human rights, rule of law and democracy (for each option: content, addressees, added value, role of private actors, member States' expectations resulting from the

Hoewel AI een kracht is voor innovatie, brengt het ook risico's met zich mee voor kinderen en hun rechten, zoals hun privacy, veiligheid en beveiliging. De meeste AI-beleidsmaatregelen, -strategieën en -richtlijnen maken slechts summier melding van kinderen. Om deze leemte op te vullen, heeft UNICEF⁸⁸, samen met de Finse regering, een beleidsdocument opgesteld over de bescherming en handhaving van de rechten van kinderen in een zich ontwikkelende AI-wereld.

9.3 UNESCO: de uitdaging van een mondiaal aanbevelingskader⁸⁹

Een overzicht van het overlegproces

AI ontwikkelt zich razendsnel en overstijgt landsgrenzen. AI is een mondiale aangelegenheid geworden, waarbij internationale samenwerking wordt nagestreefd om de ontwikkeling van AI in goed banen te leiden. Vraagstukken over ethiek en AI gaan automatisch over internationale (culturele) waarden. Die zijn complex, omdat er veel perspectieven zijn en verschillende belangen spelen. UNESCO, de VN-organisatie voor Onderwijs, Wetenschap en Cultuur, heeft in maart 2020 een expertengroep aangesteld om wereldwijde aanbevelingen over AI en ethiek uit te werken. Experts uit 24 landen schrijven aan mondiale richtlijnen die in november 2021 worden voorgelegd aan de 193 lidstaten. De expertengroep heeft eind april 2020 een eerste aanzet gedaan voor een aanbeveling over ethiek en AI. Het is echter geen sinecure om tot een mondiaal normatief instrument te komen. Men moet er immers voor zorgen dat AI-toepassingen echt bijdragen aan gedeelde idealen, zoals die zijn vastgelegd in de grondwetten en internationale mensenrechtenverdragen. In de afgelopen jaren verschenen al veel ethische codes (zie hierna) vanuit diverse internationale gremia. Het initiatief van UNESCO is echter uniek, omdat nu bijna alle landen betrokken zijn. De aanbeveling van UNESCO biedt een bijzondere kans om tot collectieve afspraken te komen over ethische aspecten van AI. Maar alleen een code of aanbeveling is niet genoeg. Als landen afspraken niet nakomen, moeten daar consequenties aan vastzitten. Daarom is voorzien dat lidstaten die de aanbeveling in november 2021 ondertekenen, elke twee jaar moeten rapporteren over hun inspanningen.

De groep van experts besprak van 20 tot 24 april 2020 een eerste reeks waarden, basisprincipes en aanbevolen beleidsmaatregelen, verankerd in universele ethische waarden en

submitted written comments) (i. Updating of existing legally binding instruments; ii. Convention; iii. Framework Convention; iv. Soft law instrument(s); v. Other type of support to member States such as identification of best practices; vi. Possible complementarity between the horizontal and cross-cutting elements that could form part of a conventional-type instrument and the vertical and sectoral work that could give rise to specific instruments of a different nature.); 9. Possible practical mechanisms to ensure compliance and effectiveness of the legal framework (such as for instance the creation of mechanism of ex-ante verification and/or certification, oversight by independent authorities, sandboxing, etc.); 10. Final considerations

⁸⁸ UNICEF, *Policy guidance on AI for children*, Draft 1.0, September 2020.

⁸⁹ Rathenau Instituut, *Het is hoog tijd om het debat over AI mondiaal te voeren*, 20 mei 2020. <https://www.rathenau.nl/nl/digitale-samenleving/het-hoog-tijd-om-het-debat-over-ai-mondiaal-te-voeren>

Rathenau Instituut, *UNESCO van start met internationale aanbeveling over Ethiek en AI*, 20 mei 2020. <https://www.rathenau.nl/nl/digitale-samenleving/unesco-van-start-met-internationale-aanbeveling-over-ethiek-en-ai>

mensenrechten, voor het ontwerp, de ontwikkeling en de inzet van AI. De experts benadrukten ook

- de bekommernis over lage inkomenslanden,
- het welzijn van huidige en toekomstige generaties,
- de impact van AI op het milieu,
- de Agenda 2030 voor duurzame ontwikkeling,
- de genderongelijkheid en andere vooroordelen,
- ongelijkheden tussen en binnen landen, en
- de inclusie (niemand achterlaten).

Van mei tot juli 2020 organiseerde UNESCO uitgebreide online raadplegingen met meerdere belanghebbenden op nationaal, regionaal en internationaal niveau. Het doel van dit overleg was ervoor te zorgen dat alle belanghebbenden, inclusief wetenschappers, het maatschappelijk middenveld en het publiek, deelnamen aan de ontwikkeling van het eerste mondiale normeringsinstrument voor de ethische dimensies van AI. De betrachting blijft een uitgewerkt ontwerp aan de Algemene Vergadering in november 2021 voor goedkeuring voor te leggen.

Hoewel de aanbeveling op de eerste plaats is gericht aan beleidsmakers en regeringen van de UNESCO-lidstaten, is het uitdrukkelijke streven dat de aanbeveling ook een normatief kader biedt voor het bedrijfsleven, wetenschappers en ingenieurs, non-profit organisaties en het maatschappelijk middenveld. Het doel is om collectieve verantwoordelijkheid te stimuleren en een interculturele dialoog op gang te brengen.

Belangrijke aandachtspunten

Belangrijk uitgangspunt bij internationale afspraken is dat AI voor iedereen en onder dezelfde voorwaarden toegankelijk moet zijn, zodat niet alleen landen die digitaal voorop lopen profiteren van AI, maar ook ontwikkelingslanden er hun voordeel mee doen. Wereldwijd (ook binnen Europa) bestaan immers grote verschillen wat betreft de toegang tot internet, de digitale geletterdheid van de bevolking en de ontwikkelde wettelijke kaders. Een belangrijke vraag voor de aanbevelingen van UNESCO is dan ook: hoe kan wereldwijd een eerlijk speelveld worden gecreëerd, met oog voor concurrentie, en ruimte voor samenwerking tussen (coalities van) landen? Alvast op het gebied van onderzoek kunnen zo grote stappen genomen worden.

Ook transparantie in de AI-keten is een belangrijk aandachtspunt voor UNESCO. In grote internationale industrieën, denk aan de olie- of kledingindustrie, is inmiddels in kaart gebracht hoe de productie en logistiek zijn ingericht. Consumenten krijgen steeds meer inzicht in waar producten zijn gemaakt, onder welke condities en met welke materialen. Dat is bij AI nog lang niet altijd duidelijk. TikTok bijvoorbeeld is een app die is ontwikkeld in China en vervolgens de wereld veroverd heeft. Het is echter heel ondoorzichtig hoe de AI in zo'n app functioneert en wat er gebeurt met de data. Een ander probleem dat speelt bij AI is dat men vaak geen keus heeft. In de kledingindustrie bijvoorbeeld is veel meer bekend over het reilen en zeilen van bedrijven, zodat de consument kan kiezen om bepaalde ketens te negeren en alleen kleding te kopen die volgens maatschappelijk verantwoorde standaarden is geproduceerd. Maar bij AI kan dat nog niet. Vaak weet de consument bijna niets over de totstandkoming van algoritmes en hoe bedrijven daarmee omgaan, waardoor hij weinig keuze heeft. Grote techbedrijven hebben nauwelijks concurrentie, hetgeen de alternatieven voor burgers sterk beperkt.

Digitalisering en AI hebben ook grote impact op de toekomst van werk en onderwijs, een belangrijk werkterrein van UNESCO. Wat betekent de opkomst van AI voor bij- en omscholing

van werknemers? Hoe ga je om met kwetsbare groepen en hoe verhouden AI-ontwikkelingen zich tot arbeid in lageloonlanden? Maar ook over technologisch burgerschap: hoe worden burgers meegenomen in AI-ontwikkelingen? Wat moeten mensen weten om een eigen oordeel te vellen over AI-toepassingen? Hoe kunnen zij meepraten en meebeslissen over de ontwikkeling en het gebruik van deze technologie? Tot slot vormt ook de relatie tussen onderwijs en technologische ontwikkelingen een aandachtspunt. Hoe kan onderwijs mondiaal up-to-date blijven? Hoe integreert men nieuwe vaardigheden en kennis in curricula? En ook, hoe kan AI worden ingezet in de klas? En welke kansen zijn er om op die manier wereldwijd meer van en met elkaar te leren?

9.4 Afdwingbaarheid van ethische kaders?

Naast supranationale instellingen zoals de UNESCO, EU, OESO⁹⁰ en de G20⁹¹ hebben ook tal van landen/regio's, beroepsverenigingen, sectororganisaties en zelfs bedrijven een ethisch kader hebben opgesteld voor het verantwoord toepassen van AI.

De AI Ethics guidelines Global Inventory⁹² omvat een wereldwijde verzameling van minstens 160 ethische richtlijnen voor AI, waarvan het merendeel in Europa en de VS. De vraag die zich stelt is welke waarde aan deze ethische kaders moet worden gehecht en in welke mate ze effectief worden toegepast. Immers, de inventaris maakt duidelijk dat aan nog maar enkele van deze meer dan 160 ethische richtlijnen toezichts- of handhavingsmechanismen zijn gekoppeld. Aldus wordt in de inventaris onderscheid gemaakt tussen bindende overeenkomsten (binding agreement) met sancties in geval van niet naleving, vrijwillige engagementen (voluntary commitment) zonder dat duidelijk is welke gevolgen er verbonden zijn aan niet naleving, en aanbevelingen (recommendation) die gericht zijn aan specifieke actoren of die vragen om maatregelen die de betrokken organisatie/instelling zelf niet kan uitvoeren (bv. een catalogus met eisen van een NGO of de resultaten van een expertenpanel). Uit de inventaris komen slechts 8 bindende kaders naar voor, waarvan drie afkomstig van overheidsinstellingen en vijf van de private sector (bijvoorbeeld via een ethische commissie of via ombudsman/vrouw die in geval van schending kan worden gecontacteerd).

Zeer recent heeft Denemarken als eerste land ter wereld bindende bedrijfswetgeving ingevoerd voor AI en data-ethiek.⁹³ Deze wetgeving verplicht bedrijven om, wanneer zij zich in de digitale wereld begeven, publieke informatie vrij te geven over hun data-ethiek beleid. Desgevraagd moeten zij informatie verstrekken over de algoritmen die bedrijven op hun platforms gebruiken en bewijzen dat deze algoritmen voldoen aan de transparantievereisten. Deze wetgeving zal

⁹⁰ OECD, *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*, 22 May 2019. <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>

De OESO huisvest het secretariaat van het nieuwe 'Global Partnership on AI', een coalitie die op 15 juni 2020 tot stand werd gebracht om te verzekeren dat AI op een verantwoorde manier gebruikt wordt, met respect voor de mensenrechten en democratische waarden. De coalitie brengt experts samen van de industrie, het maatschappelijk middenveld en de academische wereld om onderzoek uit te voeren en proefprojecten te lanceren rond AI. Het belangrijkste doel is het overbruggen van de kloof tussen theorie en praktijk over AI-beleid. Een voorbeeld zou zijn om te kijken hoe AI samenlevingen kan helpen reageren op en herstellen van de COVID-19-crisis. Stichtende leden zijn

⁹¹ G20, *G20 Ministerial Statement on Trade and Digital Economy*, 9 June 2019. <https://www.mofa.go.jp/files/000486596.pdf>

⁹² Algorithm Watch, *the AI Ethics Guidelines Global Inventory*, April 2020. <https://inventory.algorithmwatch.org>

⁹³ Rasmus Hauch, 2021.ai, *Denmark introduces mandatory legislation for AI en data ethics*, June 2020.

bedrijven effectief dwingen om een data-ethisch beleid uit te stippelen en te definiëren waardoor transparantie, verklaarbaarheid en objectiviteit (voorkomen van vooroordelen) aan het bedrijfsmerk worden gelieerd.

In Vlaanderen is het Kenniscentrum Data & Maatschappij de centrale hub voor de juridische, maatschappelijke en ethische aspecten van AI-technologieën. Het doel is dat dit kenniscentrum praktische kaders distilleert uit nationale en internationale onderzoeken en ervaringen, en op die manier toepasbare richtlijnen en adviezen aanreikt voor bedrijven, beleidsmakers, het middenveld en burgers. Een echt ethisch kader is er nog niet in Vlaanderen. Het voordeel van een maatschappelijk breed gedragen kader is dat het een houvast biedt om AI-systemen te bouwen. De concretisering van de plannen van de Europese Commissie voor een wettelijk kader voor de ethische aspecten van AI kan als kapstok fungeren.

Uit de door de Europese Commissie in juni 2020 afgesloten openbare raadpleging over het witboek 'Artificiële Intelligentie' is gebleken dat een grote meerderheid bezorgd is dat het gebruik van AI fundamentele rechten kan schenden en kan leiden tot discriminatie. De Europese Commissie heeft vier mogelijke opties geïdentificeerd voor een wettelijk kader voor de ethische aspecten van AI, die te lezen staan in haar aanvangseffectbeoordeling (inception impact assessment)⁹⁴:

1. Een flexibele, niet-legislatieve aanpak die actie door de industrie faciliteert en stimuleert. Deze optie moedigt de industrie aan om zelf een regelgevend kader te creëren, zonder dat er een wetgevingsinstrument van de EU aan te pas komt. De zelfreguleringsaanpak kan voortbouwen op eerdere initiatieven van de Commissie zoals bijvoorbeeld de ethische richtlijnen voor betrouwbare AI en de bijhorende evaluatielijst die de High-Level Expert Group voor AI ontwikkelde.
2. De introductie van een vrijwillig schema van labeling dat aantoont of de toepassing aan een aantal criteria voldoet en betrouwbaar is. Een AI-systeem krijgt aldus een label dat aangeeft in welke mate het voldoet aan de ethische richtlijnen. Hiermee wil de Europese Commissie eindgebruikers helpen om AI-toepassingen te identificeren die zich houden aan bepaalde verplichtingen voor betrouwbare AI. Dit moet het vertrouwen van de eindgebruiker doen toenemen en de naleving van bepaalde regels controleren.
3. De introductie van verplichte Europese criteria met betrekking tot trainingsdata, het bijhouden van registers en data, te verstrekken informatie, robuustheid en nauwkeurigheid en menselijke controle. Er zijn diverse scenario's op het vlak van de draagwijdte van het toepassingsgebied mogelijk, afhankelijk van het risicogehalte van de AI-systemen (enkel van toepassing op enkele specifieke AI-applicaties zoals gezichtsherkenning, beperkt tot 'hoogrisico AI', of van toepassing op alle AI-systemen). In het Witboek van de Europese Commissie⁹⁵ wordt hierop dieper ingegaan.
4. Een combinatie van de bovenstaande opties, rekening houdend met de verschillende risiconiveaus die een bepaalde AI-toepassing kan genereren. Deze laatste optie is een contextspecifieke en risico-gebaseerde aanpak.

⁹⁴ Na te lezen via <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12527-Requirements-for-Artificial-Intelligence>

⁹⁵ Europese Commissie, *Witboek over kunstmatige intelligentie - een Europese benadering op basis van excellentie en vertrouwen*, COM(2020) 65 final, blz. 20, 19 februari 2020.

Over de aanvangseffectbeoordeling werd een nieuwe openbare raadpleging georganiseerd die liep tot 10 september 2020. De Europese Commissie zal vervolgens in 2021 een wetgevend voorstel presenteren.

De Europese Raad van de EU heeft op haar zitting van 21 oktober 2020 een Handvest vastgesteld 'voor de grondrechten in het kader van artificiële intelligentie (AI) en digitale verandering'.⁹⁶ Daarbij staat een op de grondrechten gebaseerde aanpak van artificiële intelligentie centraal en worden er richtsnoeren gegeven in verband met waardigheid, vrijheden, gelijkheid, solidariteit, rechten van de burgers en justitie.

Ook in het Europees Parlement is het ethisch aspect van AI een hot item. De Commissie Juridische Zaken heeft op 1 oktober 2020 een resolutie betreffende een kader voor ethische aspecten van AI, robotica en aanverwante technologieën goedgekeurd. Dit initiatief leidde tot een resolutie die in het Europees Parlement werd ingediend en werd goedgekeurd op haar zitting van 20 oktober 2020.⁹⁷ Het Europees Parlement benadrukt het belang van een mensgerichte en door de mens gemaakte artificiële intelligentie. Het Parlement volgt daarbij een risicogebaseerde aanpak met nadruk op hoog risicotecnologieën. Onverminderd sectorspecifieke wetgeving is er volgens het Parlement nood aan een geharmoniseerd regelgevingskader, gebaseerd op het recht van de Unie, het Handvest en het internationaal recht inzake de mensenrechten, dat van toepassing is op technologieën met een hoog risico. Daartoe moet een volledige en cumulatieve lijst van risicosectoren en -toepassingen of -doeleinden worden opgesteld die regelmatig opnieuw moet worden geëvalueerd, gelet op de evoluerende aard van deze technologieën. Het Europees Parlement heeft in diezelfde plenaire zitting nog twee andere resoluties goedgekeurd.⁹⁸ Daarnaast werkt het Parlement ook aan een resolutie aangaande kwesties met betrekking tot de interpretatie en toepassing van het internationaal recht voor zover de EU betrokken is op het gebied van civiel en militair gebruik alsook van de openbare macht buiten het toepassingsgebied van het strafrecht. Verder wordt er ook gewerkt aan een resolutie over AI in het strafrecht en het gebruik ervan door politie en justitie in strafzaken en aan een resolutie over AI in het onderwijs, cultuur en audiovisuele sector.⁹⁹

Nog meldenswaardig is dat veertien EU-landen samen hun standpunt over de toekomstige regulering van Artificiële Intelligentie (AI) hebben uiteengezet. Ze sporen de Europese Commissie aan om een 'soft law'-aanpak te volgen. Ook België heeft het document ondertekend. De veertien

⁹⁶ Council of the European Union, *Presidency conclusions - The Charter of Fundamental Rights in the context of Artificial Intelligence and Digital Change*, 11481/20, Brussels, 21 October 2020. <https://www.consilium.europa.eu/media/46496/st11481-en20.pdf>

⁹⁷ Europees Parlement, Resolutie van het Europees Parlement van 20 oktober 2020 met aanbevelingen aan de Commissie betreffende een kader voor ethische aspecten van artificiële intelligentie, robotica en aanverwante technologieën, (2020/2012(INL)), P9_TA-PROV(2020)0275.

⁹⁸ Resolutie van het Europees Parlement van 20 oktober met aanbevelingen aan de Commissie betreffende het civielrechtelijk aansprakelijkheidsbeginsel voor kunstmatige intelligentie (2020/20145(INL)), P9_TA-PROV(2020)0276; Resolutie van het Europees Parlement van 20 oktober 2020 over de intellectuele eigendomsrechten voor de ontwikkeling van technologieën op het gebied van artificiële intelligentie (2020/2015(INI)), P9_TA-PROV(2020)0277.

⁹⁹ <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20201015STO89417/ai-rules-what-the-european-parliament-wants>

landen vinden dat de nieuwe regelgeving vooral de ontwikkeling van AI-technologieën van de volgende generatie moet stimuleren in plaats van te belemmeren.¹⁰⁰

9.5 Het economisch belang van een Europese ethische omkadering van AI

Een regime van burgerlijke aansprakelijkheid kan de snelheid, richting en verspreiding van AI-systemen beïnvloeden. Een kwantitatieve beoordeling van de Europese meerwaarde van een EU-actie inzake aansprakelijkheid en verzekering voor AI, suggereert dat dergelijke communautaire actie €54,8 miljard aan toegevoegde waarde voor de EU-economie zou genereren tegen 2030 door het niveau van onderzoek en ontwikkeling (O&O) op het gebied van AI te versnellen. Indien ook bredere effecten van zulke regulering, zoals vermindering van het aantal ongevallen en gezondheids- en milieueffecten, in rekening worden gebracht lopen de potentiële baten op tot € 498,3 miljard.¹⁰¹

De belangrijkste economische functies van duidelijke ex-ante aansprakelijkheidsregels en een AI-aansprakelijkheidskader omvatten:

- het weerhouden van actoren om risicovolle activiteiten te ontplooiën, en op die manier ook ongevallen te voorkomen en te verminderen
- het bevorderen van veiligheidsnormen
- het faciliteren van de juiste prijszetting van een product of dienst
- het bevorderen van innovatie-investeringen door de onzekerheid over een geschillenproces te verminderen
- het stimuleren van de verspreiding en acceptatie van technologie door consumenten.

Naast een directe impact op het verminderen van risico's en het vergroten van de veiligheid, heeft een aansprakelijkheidsbeleid ook dynamische effecten op innovatie, investeringen in onderzoek en ontwikkeling en uiteindelijk het concurrentievermogen van bedrijven.

Aansprakelijkheidsregimes hebben ook een aanzienlijke sociale impact, aangezien regels inzake risicoverdeling en mechanismen voor schadevergoeding de acceptatie van technologieën door consumenten beïnvloeden en geassocieerd worden met eerlijkheid en rechtvaardigheid.

Een ander rapport¹⁰² van het EPRS is van oordeel dat de EU een wereldwijde normgever kan worden op het gebied van AI-ethiek. Een communautaire legislatieve actie van de EU inzake ethische aspecten van AI zou de interne markt kunnen stimuleren en een belangrijke strategisch voordeel kunnen vormen, aangezien er, ondanks de talloze publieke en private initiatieven om ethische richtlijnen op te stellen, er momenteel geen alomvattend wettelijk kader voorhanden is. De EU kan het ontbreken van een concurrerend mondiaal governance-model omzetten in een

¹⁰⁰ Innovative and trustworthy AI: two sides of the same coin Position paper on behalf of Denmark, Belgium, the Czech Republic, Finland, France Estonia, Ireland, Latvia, Luxembourg, the Netherlands, Poland, Portugal, Spain and Sweden. <https://em.dk/media/13914/non-paper-innovative-and-trustworthy-ai-two-side-of-the-same-coin.pdf>

¹⁰¹ European Parliament, *Civil liability regime for artificial intelligence. European added value assessment*, European Parliamentary Research Service, September 2020.

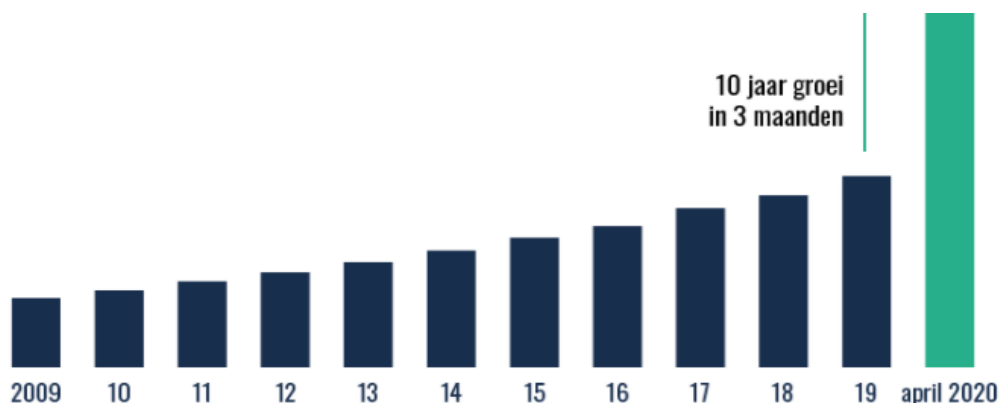
¹⁰² European Parliament, *European framework on ethical aspects of artificial intelligence, robotics and related technologies. European added value assessment*, European Parliamentary Research Service, September 2020.

'first mover'-voordeel. Gebruik makend van haar economische en regelgevende bevoegdheden kan een gemeenschappelijk initiatief van de EU de Europese industrie een concurrentievoordeel verschaffen. Bovendien kan het EU-optreden de wereldwijde adoptie van Europese standaarden vergemakkelijken en ervoor zorgen dat de ontwikkeling, adoptie en verspreiding van AI wordt gebaseerd op de waarden, principes en rechten die in de EU worden beschermd. Die voordelen kunnen niet worden behaald door initiatieven van individuele lidstaten. Het succes en de voordelen van een EU-actie zijn afhankelijk van het vermogen van de EU om tijdig legislatieve initiatieven te ontplooiën en deze te omkaderen met een sterk democratisch toezicht, een verantwoordingsplicht en de nodige handhaving. De analyses van het rapport suggereren dat een gemeenschappelijke EU-kader voor AI-ethiek tegen 2030 €249,9 miljard aan extra bbp en 4,6 miljoen extra banen kan opleveren.

10 De rol van COVID-19

Door COVID-19 kwam sinds begin 2020 alles in een digitale stroomversnelling terecht. In een vingerknip veranderde de dagelijkse realiteit en evolueerde de samenleving in recordtijd naar een meer virtuele wereld. Volgens schattingen vond in minder dan drie maanden tijd tien jaar vooruitgang in de digitale vooruitgang van consumenten en bedrijven plaats.

Figuur 6: Tien jaar digitale evolutie in slechts 3 maanden tijd



Bron: Bank of America, U.S. Department of Commerce, ShawSpring Research, Forrester Analytics, McKinsey Retail Practice

COVID-19 gaf ook artificiële intelligentie een boost. AI wordt nog meer dan vroeger het brandpunt van een toenemende wereldwijde concurrentiestrijd. Europa heeft deze uitdaging onderkend en is in haar AI-beleid een versnelling hoger geschakeld met belangrijke initiatieven en ambitieuze investeringsprogramma's.

Een JRC-rapport¹⁰³ onderzoekt hoe COVID-19 een andere wending geeft aan zowel technologische als beleidsontwikkelingen, en verkent welke lessen er kunnen getrokken worden met het oog op de toekomstige ontwikkeling van AI en, meer in het algemeen, de digitale transformatie. Het rapport stelt dat COVID-19 enerzijds een aanjager en versterker van de

¹⁰³ Craglia M. (Ed.), de Nigris S., Gómez-González E., Gómez E., Martens B., Iglesias, M., Vespe M., Schade, S., Micheli M., Kotsev A., Mitton I., Vesnic-Alujevic L., Pignatelli F., Hradec J., Nativi S., Sanchez I., Hamon R., Junklewitz H., *Artificial Intelligence and Digital Transformation: early lessons from the COVID-19 crisis.*, EUR 30306 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-20802-0, doi:10.2760/166278, JRC121305.

potentiële opportuniteiten van AI is, maar anderzijds ook een bron van grote bekommernissen. Vastgesteld wordt dat COVID-19 een booster is van:

- AI-adoptie en -gebruik in wetenschappelijk en medisch onderzoek en toepassingen zoals telegeneeskunde en medische diagnose;
- de intrede van robots op de werkvloer;
- gegevensuitwisseling (data sharing) tussen commerciële bedrijven en tussen ondernemingen en overheden;
- de omschakeling naar online onderwijs, openbaar bestuur, handel en bedrijfsvoering;
- innovatie in de strijd tegen de crisis, bijvoorbeeld door AI-systemen die bestaande gegevens gebruiken om het risico op infectie in te schatten per economische sector.

Verder is COVID-19 een versterker gebleken van potentiële opportuniteiten voor:

- bestaande digitale bedrijven die zich beter en sneller aanpasten aan de lockdown (bv. collaboratieve platforms, e-commerce, datamakelaars, cyberbeveiliging)
- de acceptatie van telewerken als onderdeel van de normale mix van werkafspraken, met potentieel sociale en ecologische voordelen.

COVID-19 is echter ook een bron van toenemende zorg geworden:

- over het mogelijke misbruik van persoonlijke gegevens die zijn verzameld om in te spelen op noodsituaties met crowd surveillance en verminderde democratie als gevolg;
- over georganiseerde campagnes van fake news met als doel de sociale cohesie en het vertrouwen in de Europese instellingen te ondermijnen;
- over cybersecurity en de Europese dataruimtes en toepassingen;
- over de afhankelijkheid van niet-Europese platforms. Deze platforms vormen een kritieke laag van de digitale infrastructuur, die gebruikers, processen, organisatiestructuren, applicaties en content verbindt. Door deze platforms te gebruiken, wordt waardevolle informatie over Europese sociaaleconomische relaties, processen, structuren en organisaties aan de platformoperatoren aangeleverd, die het kunnen gebruiken voor profilering, targetting en manipulatie. Zich enkel zorgen maken over het buitenlandse eigenaarschap van de fysieke digitale infrastructuur zonder oog te hebben voor de platformlaag, zou een ernstige veiligheidsmisrekening kunnen blijken.

De belangrijkste observatie evenwel is dat de COVID-19-pandemie, en de reactie daarop met onder meer lock-downs en een versnelde digitale transitie, de kloof tussen de rijkere en armere segmenten in de samenleving heeft vergroot, en in het bijzonder de meer kwetsbare groepen heeft geraakt, zoals ouderen, jongeren en sociaaleconomisch achtergestelde groepen.

De tweede belangrijkste observatie is dat in een digitaal getransformeerde samenleving data het kernterrein vormt waarop politieke, economische en sociale strijd wordt geleverd op alle niveaus, van mondiaal tot lokaal. Het betreft niet alleen de processen van dataverzameling, integratie, management en gebruik (of misbruik), maar ook de onderliggende IT- en applicatie-infrastructuur en cyberbeveiliging. Technologische en datasoevereiniteit krijgen meer politieke aandacht in Europa. De toegenomen cyberaanvallen en desinformatiecampagnes tijdens de uitbraak van COVID-19 en onze afhankelijkheid van niet-Europese platforms tonen het belang van deze aandacht aan.

De onderlinge samenhang tussen de uitdagingen vereisen volgens het rapport een gecoördineerd antwoord. Europa kan daarbij gebruik maken van belangrijke instrumenten zoals de Europese datastrategie, het aanstaande Digital Europe programma, het Horizon Europe

onderzoeksprogramma en het Europese Herstelplan. Deze instrumenten moeten vanuit het specifieke oogmerk van technologische en datasoevereiniteit en de reductie van de sociale ongelijkheid met elkaar verbonden worden. Op die manier kunnen de kansen beter benut en de uitdagingen effectiever worden aangepakt en kan het Europese pad naar de digitale transformatie meer inclusief en met respect voor de fundamentele waarden van de EU verlopen.

In dit SERV-rapport wordt, waar relevant, de versterkende rol van COVID-19 ten aanzien van de impact van AI geïllustreerd.

11 Impact AI op de economie

AI heeft een enorm economisch toekomstpotentieel dat zich in steeds meer sectoren doorzet. AI is een “general-purpose” technologie, hetgeen betekent dat het potentieel heeft om de productiviteit in een brede waaier van sectoren substantieel te verhogen. Het behoeft daarvoor wel de aanwezigheid van een aantal bepalende actoren die de AI-ontwikkeling en uitrol kunnen voortstuwen. Onderzoek toont aan dat digitaal mature landen, regio's, bedrijven en werknemers gemakkelijker AI-ontwikkelingen absorberen zodat een toenemende kloof dreigt tussen voorlopers en achterblijvers. Bovendien zijn niet alle ondernemingen klaar om ten volle de vruchten van AI te plukken. Om de AI-adoptie in een onderneming te bevorderen is er immers nood aan een strategische plan dat de hele bedrijfshouding herdenkt en uitgaat van een interdisciplinaire aanpak. Naast een reorganisatie van de bedrijfsprocessen vraagt de toepassing van AI ook complementaire investeringen in infrastructuur, technische expertise en gespecialiseerd personeel, data en cultuur om de productiviteit te versterken en waarde te creëren in een nieuwe context. Momenteel vertaalt de vooruitgang in AI zich dan ook nog niet in evenredige productiviteitswinsten. Pas wanneer golven van complementaire innovaties zijn ontwikkeld en geïmplementeerd, zullen de volledige effecten van AI pas goed aan de oppervlakte komen. Het gaat daarbij zowel om materiële (data- en IT-infrastructuur) als immateriële (zoals datasets, menselijke kennis, bedrijfsprocessen) innovaties en investeringen.

Tenslotte wordt een inzicht geboden in de positie die Europa inneemt in het internationale speelveld van AI. Europa heeft zeker haar troeven, maar vertoont ook tal van zwakkere punten die maken dat het achterstand heeft opgelopen tegenover haar belangrijkste concurrenten. Voeg daarbij nog de uittrede van het VK toe, de belangrijkste Europese AI-speler, en het moge duidelijk zijn dat Europa zich voor een heuse inhaalrace geplaatst ziet.

11.1 De omvang en toekomstpotentieel van de AI-markt

Een studie van McKinsey & Company¹⁰⁴ in opdracht van de Europese Commissie zoomt dieper in op digitale technologieën met een belangrijke impact voor de Europese economie en samenleving, de zogenaamde high-impact technologies. Daartoe behoren onder meer AI, big data analytics, kwantum en high-performance computing, nieuwe generatie infrastructuur en internet (onder meer 5G), cloud computing, digitale platforms, gedistribueerde ledger technologie (zoals blockchain) en IoT alsook daarop gebaseerde technologie-toepassingen zoals geavanceerde robotica, autonome voertuigen, slimme steden, virtual en augmented reality,

¹⁰⁴ European Commission, *Shaping the digital transformation in europe*, European Commission DG Communications Networks, Content & Technology, study carried out for the European Commission by McKinsey & Company, September 2020.

additive manufacturing (onder meer 3D-printing),... In vergelijking met normale groeivoorzichten zouden dergelijke technologieën een jaarlijkse additionele groei kunnen meebrengen van 1,1% gedurende de komende 10 jaar. Tegen 2030 zou de cumulatieve extra bbp-bijdrage van nieuwe digitale technologieën oplopen tot €2,2 biljoen in de EU28 (EU27 en het Verenigd Koninkrijk), of 14,1% groei in vergelijking met 2017, het basisjaar van het gehanteerde model.

De markt voor robotica en AI groeit snel. Aldus zouden de uitgaven voor robots oplopen tot \$188 miljard in 2020, komende van een investeringsniveau van minder dan de helft van dat bedrag in 2016, terwijl de AI-markt zou groeien van \$1,8 miljard in 2016 naar \$59 miljard in 2025.¹⁰⁵

Deloitte ziet de wereldwijde AI-markt in omvang groeien tot \$6,4 biljoen in 2025, een gemiddelde jaarlijkse groeivoet van 30% tussen 2017 en 2025. Industrie (16%), telecommunicatie&media (16%) alsook natuurlijke hulpbronnen&materialen (14%) zullen in 2030 het grootste AI-marktaandeel inpalmten.¹⁰⁶

Een briefing nota van het Europees Parlement¹⁰⁷ geeft gedetailleerde informatie over het economisch langere termijn toekomstpotentieel van AI. AI zou op basis van voorspellingen van PwC¹⁰⁸ het wereldwijde BNP doen toenemen met 14% tegen 2030, het equivalent van \$15,7 biljoen. De regionale verdeling van deze economische koek wordt in onderstaande figuur geïllustreerd: de grootste winsten door AI worden verwacht in China met een aangroei van het bnp met 26,1% (\$ 7 biljoen) en Noord-Amerika (+14,5%, \$3,7 biljoen). Zuid- en Noord-Europa zien hun bnp aangroeien met 11,5% (\$0,7 biljoen) respectievelijk 9,9% (\$1,8 biljoen) van het bnp.

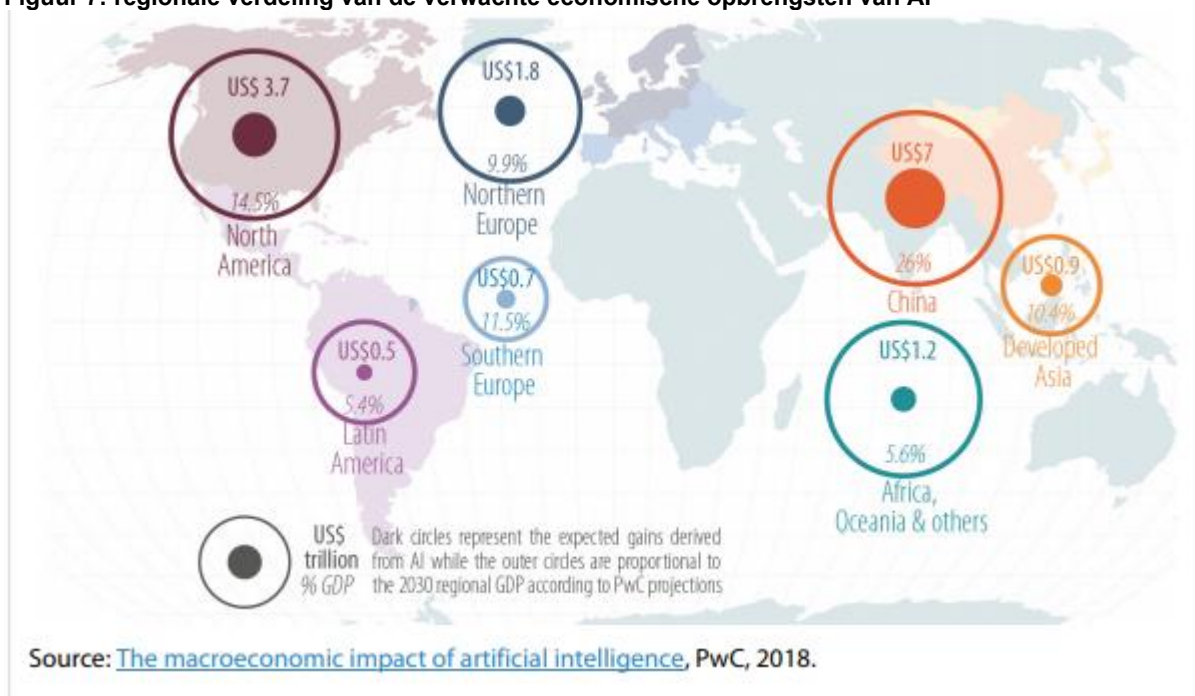
¹⁰⁵ Servoz, M. *THE FUTURE OF WORK? WORK OF THE FUTURE! On how artificial intelligence, robotics and automation are transforming jobs and the economy in Europe*, European Commission, 24 april 2019.

¹⁰⁶ Deloitte, *Global Artificial Intelligence Industry White Paper*, 2019.

¹⁰⁷ European Parliament, *Economic impact of artificial intelligence*, Briefing, July 2019. Zie ook Microsoft. *The future computed – AI & Manufacturing*, May 2019.

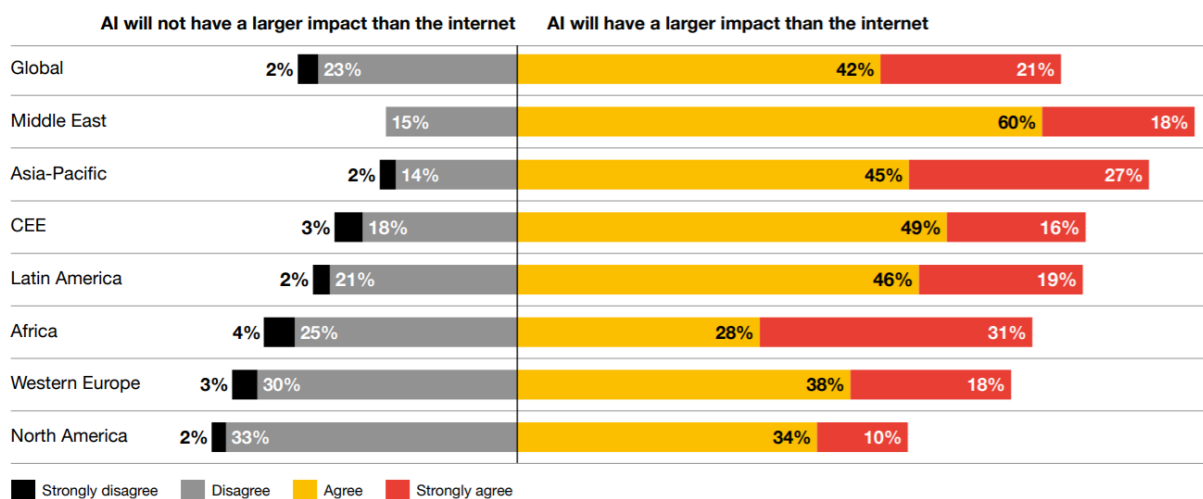
¹⁰⁸ PricewaterhouseCoopers, *The macroeconomic impacts of artificial intelligence*, February 2018.

Figuur 7: regionale verdeling van de verwachte economische opbrengsten van AI



Uit de jaarlijkse wereldwijde CEO-bevraging van PwC in 2019, blijkt dat een meerderheid van de CEO's gelooft dat AI een grotere impact zal hebben dan de internetrevolutie.¹⁰⁹

Figuur 8: De impact van AI overtreft die van internet (in % van CEO's)



Source: PwC, 22nd Annual Global CEO Survey
Base: All respondents (2019=1,378)

McKinsey Global Institute verwacht dat ongeveer 70% van de ondernemingen tegen 2030 minstens één AI-technologie zal implementeren en dat iets minder dan de helft van de grote ondernemingen AI doorheen de hele organisatie zal toepassen. AI zal volgens McKinsey tegen 2030 wereldwijd een additionele economische output genereren van \$13 biljoen, wat neerkomt op een jaarlijkse toename van het wereld-BNP met 1,2%. In Europa zou de additionele economische output €2,7 biljoen (oftewel 20% meer) bedragen, te danken aan een jaarlijkse

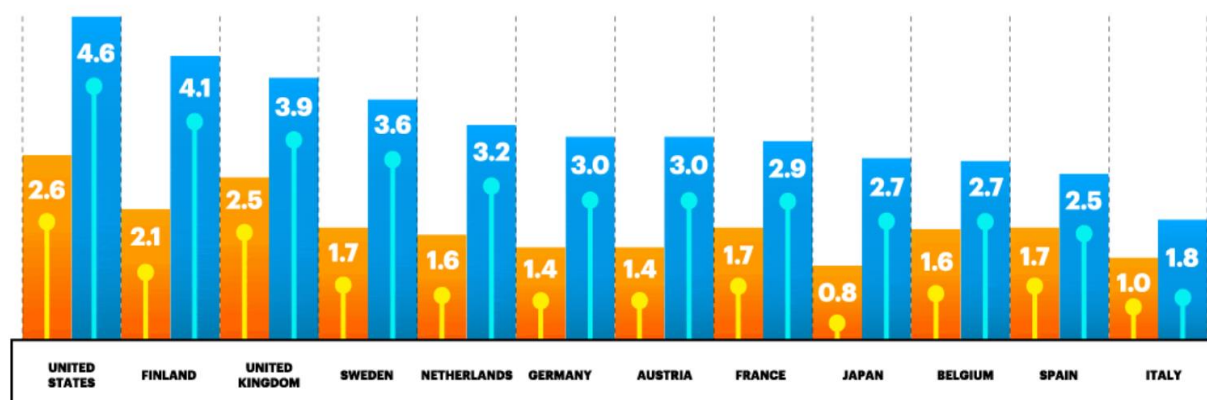
¹⁰⁹ PwC, *CEO's confidence spells caution*, 22nd Annual Global CEO Survey, 2019.

groeivoet van 1,4%. Indien de kloof met de VS zou gedicht worden, is de additionele output nog groter: €3,6 biljoen of een jaarlijkse groeivoet van 1,9%.¹¹⁰

Raconteur¹¹¹ ziet de marktinkomsten van AI wereldwijd toenemen van \$10,1 biljoen in 2018 tot \$126 biljoen in 2025. De sterkste groei doet zich voor in het Midden-Oosten&Afrika en Latijns-Amerika, alhoewel de aandelen in het wereldtotaal bescheiden blijven: 3,2% voor het Midden-Oosten&Afrika en 4,2% voor Latijns-Amerika. Van de drie grote economische regio's zal Azië-Pacific zijn aandeel in het wereldtotaal het sterkst zien toenemen 26,7% tot 28%. Europa dat van de drie machtsblokken al het kleinste aandeel (22,8%) had, gaat minder sterk vooruit dan Azië (en de ontwikkelingslanden) waardoor haar aandeel in het wereldtotaal in 2025 licht terugloopt tot afgerond 22%. Noord-Amerika laat de minst sterke toename noteren waardoor ook haar aandeel in het wereldtotaal daalt van 44,6% naar 42,6%. Het blijft echter met voorsprong de grootste aandeelhouder.

Onderzoek van Accenture¹¹² naar de impact van AI in 12 ontwikkelde economieën onthult dat AI de jaarlijkse economische groeivoet (uitgedrukt in BTW) in 2035 zou kunnen verdubbelen. De impact van AI-technologieën op het bedrijfsleven zou de arbeidsproductiviteit met 40% verhogen en mensen in staat stellen hun tijd efficiënter te gebruiken. In onderstaande grafiek worden de verwachte economische groeivoet en arbeidsproductiviteit in 2035 in de 12 onderzochte landen vergeleken in een scenario met en zonder de integratie van AI.

Figuur 9: economische groeivoet in scenario met en zonder AI, 2035



Annual growth rates in 2035 of gross value added (a close approximation of GDP), comparing baseline growth in 2035 to an artificial intelligence scenario where AI has been absorbed into the economy

Source: Accenture and Frontier Economics

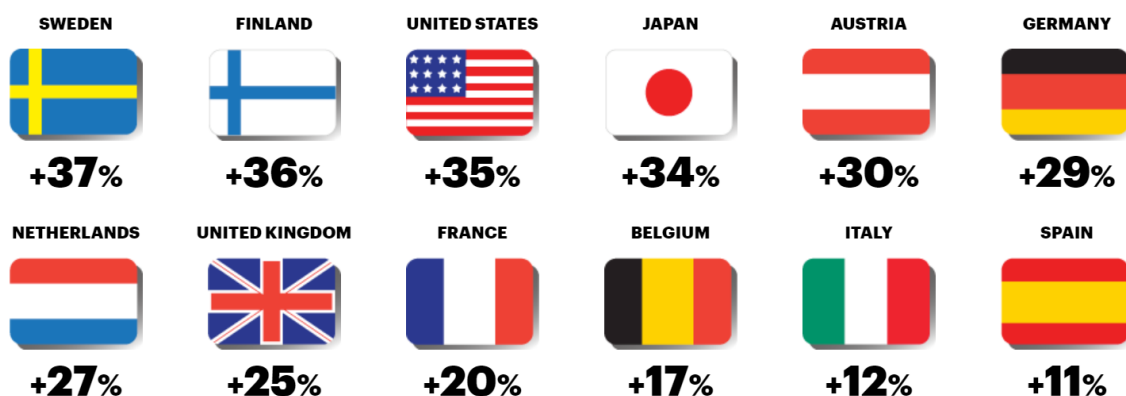
Orange square: Baseline
Blue square: AI steady rate

¹¹⁰ McKinsey Global Institute, *Notes from the AI frontier. Tackling Europe's gap in digital and AI*, February 2019.

¹¹¹ Raconteur, *AI Deployment*, AI-business 2020, <https://res.cloudinary.com/yumyoshojin/image/upload/v1/pdf/ai-business-2020.pdf>

¹¹² Accenture, *Artificial Intelligence is the motor of growth*, 2016.

Figuur 10: stijging arbeidsproductiviteit in scenario met en zonder AI, 2035



Percentage increase in labor productivity with AI, compared to expected baseline productivity levels in 2035

Source: Accenture and Frontier Economics

Een onderzoek van Capgemini¹¹³ wijst erop dat het enorme potentieel van Industrie 4.0 maar kan gerealiseerd worden als de industriële bedrijven hun inspanningen toespitsen op die processen waarvoor AI de grootste toegevoegde waarde kan meebrengen, en vervolgens die oplossingen opschalen. Om een beeld te krijgen werden 300 globale industriële spelers in vier segmenten - automotive, industriële productie, consumentenproducten en ruimtevaart en defensie – in het onderzoek betrokken. Er werden tevens interviews afgenomen van 30 senior managers die betrokken zijn bij AI-initiatieven van hun onderneming alsook 22 AI-toepassingen in fabricageprocessen geanalyseerd, gespreid over zeven brede functionele domeinen gaande van voorraadbeheer over productie tot kwaliteitscontrole. Uit de studie komt naar voor dat Europa voorop loopt, met meer dan de helft van zijn grote ondernemingen (51%) die tenminste één AI-toepassing implementeren in fabricageprocessen. Binnen Europa leidt Duitsland met 69% van de grote spelers die AI implementeren. Europa wordt gevolgd door Japan (30%), de VS (28%), Korea (25%) en China (11%).

11.2 De aanwezigheid van AI in sectoren

IDC¹¹⁴ ziet tussen 2020 en 2024 een doorbraak van AI in een toenemend aantal sectoren. Ook onderzoek van Boston Consulting Group en MIT Sloan Management komt tot die conclusie en stelt dat AI binnen 5 jaar een belangrijke impact in alle sectoren zal hebben.¹¹⁵ Niettemin domineren enkele sectoren¹¹⁶ de AI-markt: tweederde (77%) van de AI-talenten (individueel met vaardigheden op het gebied van AI) is actief in de ICT-sector ('software&IT services', meer dan 40%), de academische (onderzoeks)wereld ('education', rond de 25%) en de productiesectoren

¹¹³ Capgemini Research Institute, *Scaling AI in Manufacturing Operations: A Practitioners' Perspective*, December 2019.

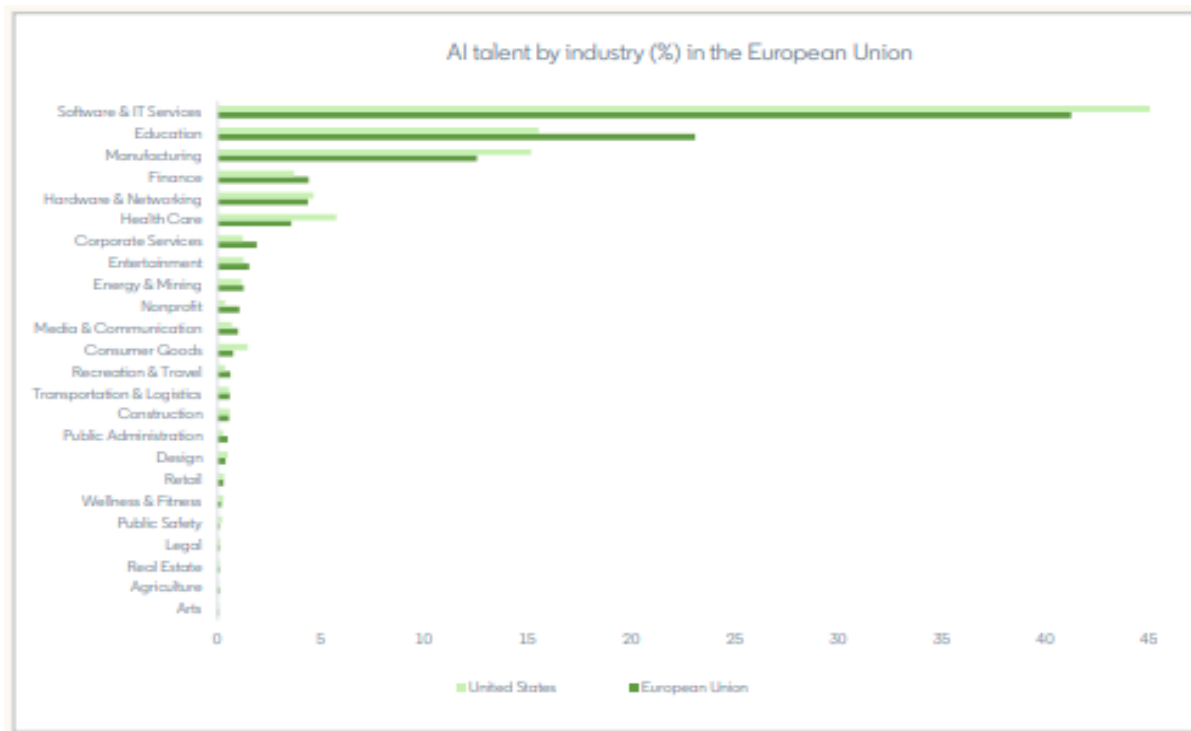
¹¹⁴ IDC, *Worldwide Spending on AI systems will grow to nearly \$35,8 miljard in 2019*, 11 March 2019.

¹¹⁵ Gerbert, P., Hecker, S., Steinhäuser, S., and Ruwolt, P. *Putting artificial intelligence to work*, BCG and MIT Sloan Management Review, 28 September 2017.

¹¹⁶ LinkedIn Economic Graph, *AI talent in the European labour market*, November 2019. Noot uit het onderzoek: hoewel het lidmaatschap van LinkedIn (meer dan 660 miljoen leden) ongeveer 50% van de actieve Europese beroepsbevolking dekt, zijn de leden niet gelijkmatig over de EU verdeeld. De resultaten zijn daarom niet statistisch representatief. Niettemin is de digitale en technische beroepsbevolking doorgaans goed vertegenwoordigd binnen het LinkedIn-lidmaatschap, zelfs in landen waar het totale marktaandeel van LinkedIn kleiner is.

(‘manufacturing’, waaronder de automobiel 3%, mechanische en industriële engineering 2%, industriële automatisering 1,8%, lucht- en ruimtevaart 2%, defensie 0,819%, hernieuwbare energie&milieusectoren 0,45%). Daarnaast is een significant aandeel van AI-talent terug te vinden in de financiële, hardware&networking en gezondheidssector.

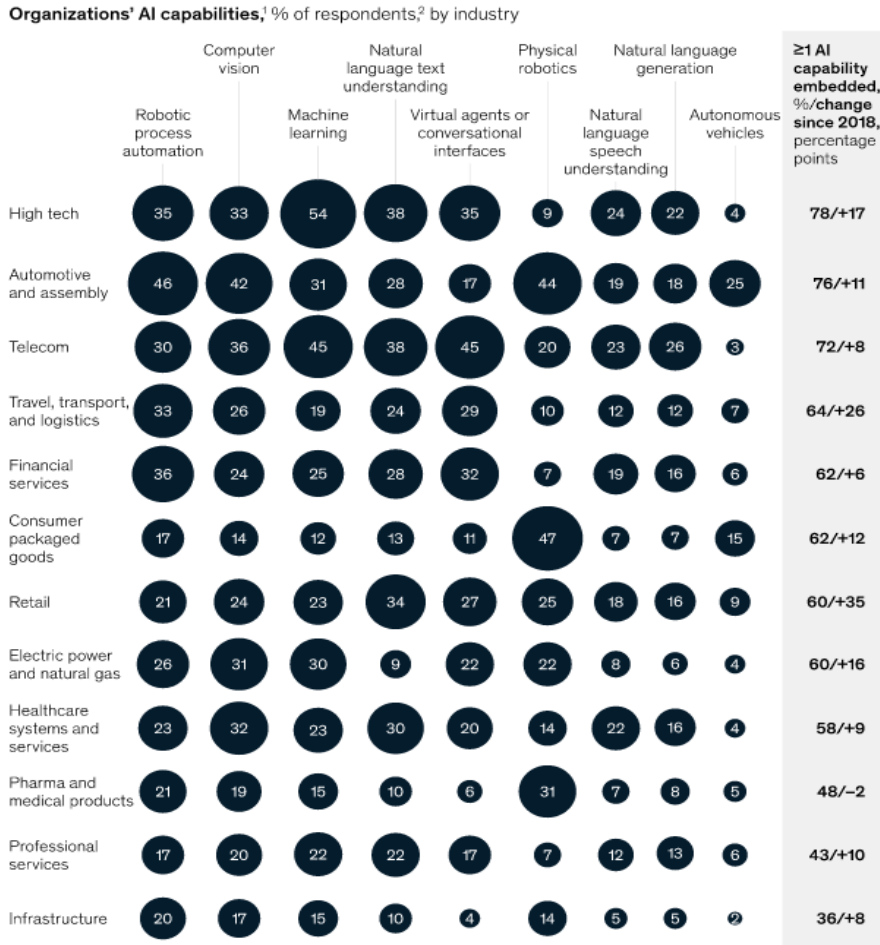
Figuur 11: De spreiding van AI-talenten over de sectoren (VS en EU)



Ook McKinsey&Company¹¹⁷ ziet het gebruik van AI door de sectoren toenemen. 58% van de respondenten gaf aan dat hun onderneming minstens één AI-toepassing heeft geïntroduceerd in één of ander proces of product in minstens één functie of bedrijfsafdeling, tegenover 47% in 2018. Deze toename weerspiegelt zich dan ook in een sectorale verspreiding van het gebruik van AI. Kleinhandel (60% past minstens één systeem toe) zag de grootste toename met 35 procentpunten ten aanzien van 2018. Ook de reis- en transportsector kende een sterke toename. De sectoren met de sterkste AI-adoptiegraad zijn de hightech (78% van de respondenten), de automotieve en assemblagesector (76%) en de telecomsector (72%). Belangrijke vaststelling is ook dat bedrijven gebruik maken van die AI-systemen die de performantie van functies opdrijven met de meeste toegevoegde waarde voor hun sector. Zo geven respondenten uit de consumentenverpakkingsector aan eerder gebruik te maken van robots die van nut zijn bij assemblageactiviteiten dan van andere AI-systemen. Of melden telecombedrijven dat ze meer gebruik maken van virtuele agenten voor hun klantendiensten dan van andere systemen.

¹¹⁷ McKinsey & Company, *Global AI Survey: AI prove sits worth, but few scale impact*, November 22 2019.

Tabel 5: Verspreiding van AI, naar sector en toepassing (in % van respondenten)



McKinsey & Company

Het WEF stelt vast dat de adoptie van AI tegen 2025 het grootst zal zijn in de sectoren van digitale ICT, financiën, gezondheid en transport.¹¹⁸

¹¹⁸ WEF, *The Future of jobs Report 2020*, October 2020.

Tabel 6: de adoptie van technologieën tegen 2025 (in % van ondernemingen, per sector)

Technology/Sector	AGRI (%)	AUTO (%)	CON (%)	DIGICIT (%)	EDU (%)	ENG (%)	FS (%)	GOV (%)	HE (%)	MANF (%)	MIM (%)	OILG (%)	PS (%)	TRANS (%)
3D and 4D printing and modelling	54	67	39	39	69	69	27	45	65	69	48	79	40	60
Artificial intelligence (e.g. machine learning, neural networks, NLP)	62	76	73	95	76	81	90	65	89	71	76	71	76	88
Augmented and virtual reality	17	53	58	73	70	75	62	56	67	54	57	71	57	62
Big data analytics	86	88	91	95	95	76	91	85	89	81	90	86	86	94
Biotechnology	50	18	48	40	46	47	46	38	65	31	16	36	28	23
Cloud computing	75	80	82	95	95	88	98	95	84	92	87	86	88	94
Distributed ledger technology (e.g. blockchain)	31	40	41	72	61	50	73	40	72	41	50	46	53	38
E-commerce and digital trade	80	75	85	82	72	71	90	67	78	82	62	62	70	87
Encryption and cyber security	47	88	85	95	86	88	95	95	84	72	83	71	78	75
Internet of things and connected devices	88	82	94	92	62	94	88	79	95	84	90	93	74	76
New materials (e.g. nanotubes, graphene)	15	46	22	36	67	65	36	33	47	51	37	36	27	27
Power storage and generation	75	64	59	38	27	88	55	33	31	62	57	69	45	46
Quantum computing	18	21	17	51	25	41	44	36	38	21	29	25	19	38
Robots, humanoid	42	50	38	44	47	24	47	31	47	41	15	17	25	21
Robots, non-humanoid (industrial automation, drones, etc.)	54	60	52	61	59	65	53	50	56	79	90	79	35	69
Text, image and voice processing	50	59	82	90	89	88	88	89	88	64	76	87	79	65

Source: Future of Jobs Survey 2020, World Economic Forum.

Note: AGRI = Agriculture, Food and Beverage; AUTO = Automotive; CON = Consumer; DIGICIT = Digital Communications and Information Technology; EDU = Education; ENG = Energy Utilities & Technologies; FS = Financial Services; GOV = Government and Public Sector; HE = Health and Healthcare; MANF = Manufacturing; MIM = Mining and Metals; OILG = Oil and Gas; PS = Professional Services; TRANS = Transportation and Storage.

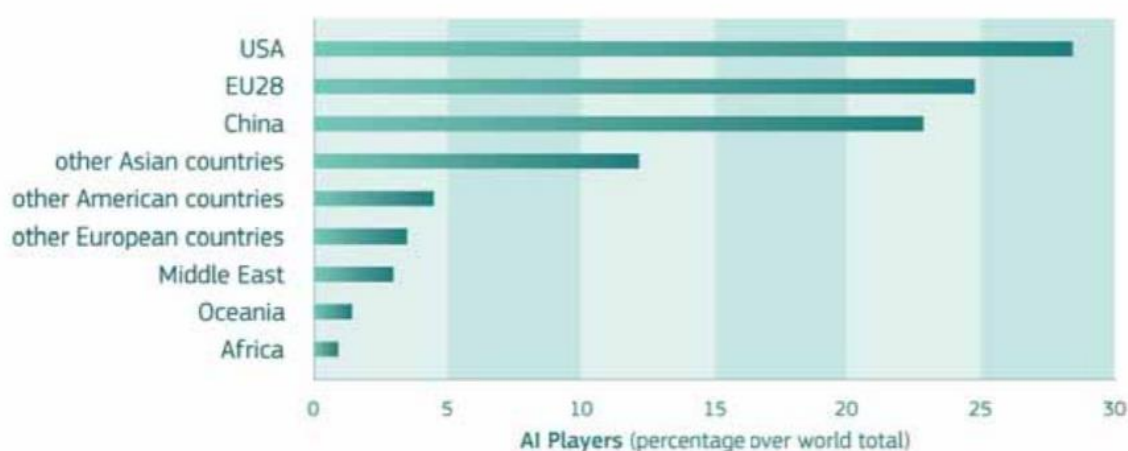
11.3 De (kennis)actoren actief in AI

Het Joint Research Centre¹¹⁹ heeft een specifiek methodologie ontwikkeld om techno-economische segmenten (TES) zoals AI te beoordelen op basis van een synthetisch overzicht van hun ecosysteem en dynamiek. Een eerste stap bestaat erin om de grenzen van een specifiek segment – in casu AI - af te bakenen, nl. door de spelers te identificeren die focussen op AI als een hoofd- of nevenactiviteit. Het betreft disciplines als Machine Learning, neurale netwerken, gezichtsherkenning, computer vision, autonome voertuigen, robotica, natuurlijke spraakverwerking, spraakherkenning, Deep Learning, reinforcement learning, chatbot, virtuele

¹¹⁹ European Commission, *Artificial Intelligence. A European perspective*, Joint Research Centre, 2018.

assistenten, knowledge representation en zwermintelligentie. Het gaat om onderzoekscentra, academische instellingen en ondernemingen die aan één of meer van de volgende economische activiteiten hebben deelgenomen: R&D-processen, industriële productie en marketing en specifieke AI-gerelateerde diensten. Op basis van de TES-analyse van het wereldwijde AI-landschap werd vastgesteld dat er ongeveer 35.000 actoren actief waren in de periode 2009-2018, waarvan er 16.000 betrokken waren in minstens één R&D-activiteit en 19.000 enkel actief waren in industriële activiteiten. De TES-analyse toont aan dat de EU op wereldniveau tot de toonaangevende regio's behoort wat het aantal AI-actoren betreft. Het bezet met een aandeel van 25% de tweede plaats na de VS (28%) maar voor China (23%). Samen staan deze drie regio's in voor meer dan driekwart van het wereldwijde aantal AI-spelers.

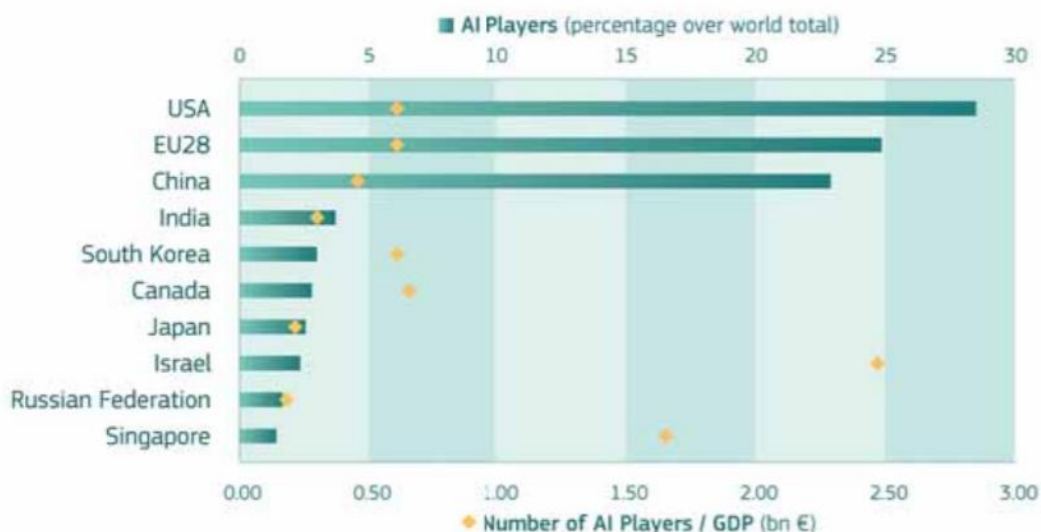
Figuur 12: AI-spelers in de wereld volgens geografische zone (% van het wereldtotaal), 2009-2018



Binnen de EU tellen de grootste economieën het meest aantal AI-spelers, met het VK met stip op nummer 1 (25% van het aantal EU-spelers en 6% van het wereldaantal), gevolgd door Duitsland (15% van het EU-aantal en 3,7% van het wereldaantal) en Frankrijk (11% van het EU-aantal en 2,7% van het wereldaantal).

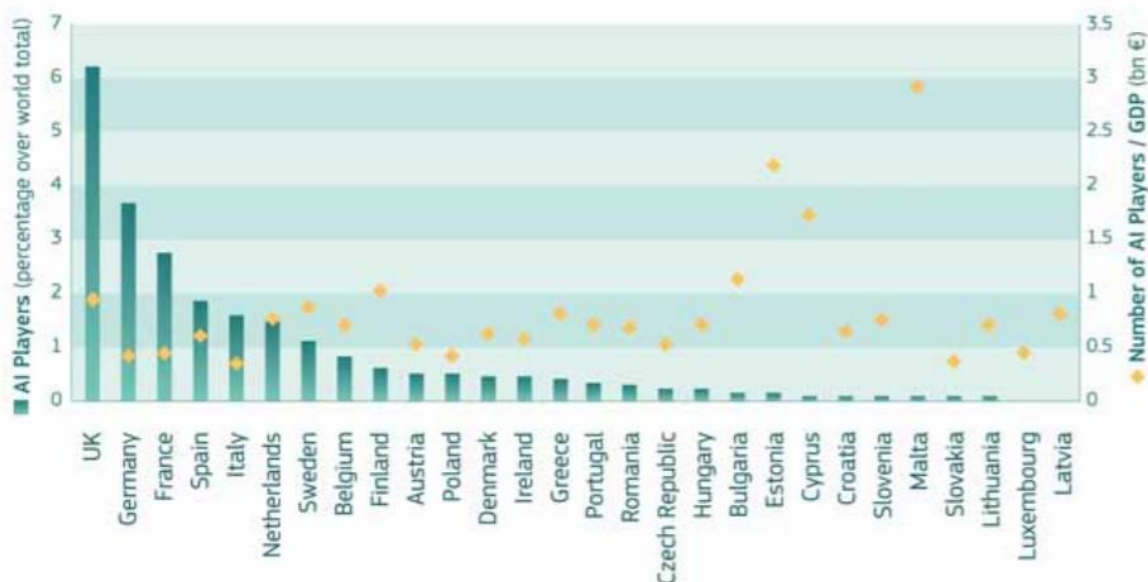
Wanneer het aantal actoren wordt beschouwd in verhouding met het bnp, blijkt dat landen met een kleinere economie ook over een florerende AI-industrie kunnen beschikken. Onderstaande figuur geeft aan dat Israël (2,1%) en Singapore (1,3%) een niet onaardig aandeel hebben in het wereldwijde aantal AI-spelers. Echter, op basis van de indicator aantal spelers/bnp komen zij sterker uit de verf met 2,45 respectievelijk 1,63 spelers per € miljard. De EU telt 0,59 AI-spelers per € miljard, hetgeen licht hoger is dan de VS (0,57) en China (0,43).

Figuur 13: Top 10 AI-spelers in de wereld en verhouding met bnp per geografische zone, 2009-2018



Ook in de EU krijgen we meer genuanceerd beeld. Het VK, Duitsland, Frankrijk, Spanje, Italië en Nederland tellen het grootste aantal AI-spelers, maar gewogen tegen het bnp treden Malta, Estland, Cyprus, Bulgarije en Finland op de voorgrond¹²⁰. Het VK volgt als enige grote Europese economie. België telt het achtste grootste aantal AI-spelers in de EU. Wanneer men dit aantal relateert aan het bnp, bevindt België zich in een middengroep: het doet beter dan een aantal grote economieën maar moet anderzijds kleinere economieën voorlaten.

Figuur 14: AI-spelers in de EU en verhouding met bnp per lidstaat, 2009-2018



Wanneer het aantal spelers wordt opgesplitst in R&D-actoren en non-R&D-spelers blijkt in de EU een evenwichtige balans aanwezig te zijn met aan elke zijde ongeveer 25% van het wereldwijde aantal per groep. De VS tellen 3 keer zoveel industriële spelers (41% van het wereldtotaal) dan

¹²⁰ Het rapport geeft aan dat wanneer de aantallen actoren klein zijn, de ratio's met de nodige omzichtigheid moeten behandeld worden.

R&D-spelers (13% van het wereldtotaal). China telt dan weer 6 keer zo veel R&D-spelers (42% van het R&D-wereldtotaal) dan industriële spelers (7% van het wereldtotaal).

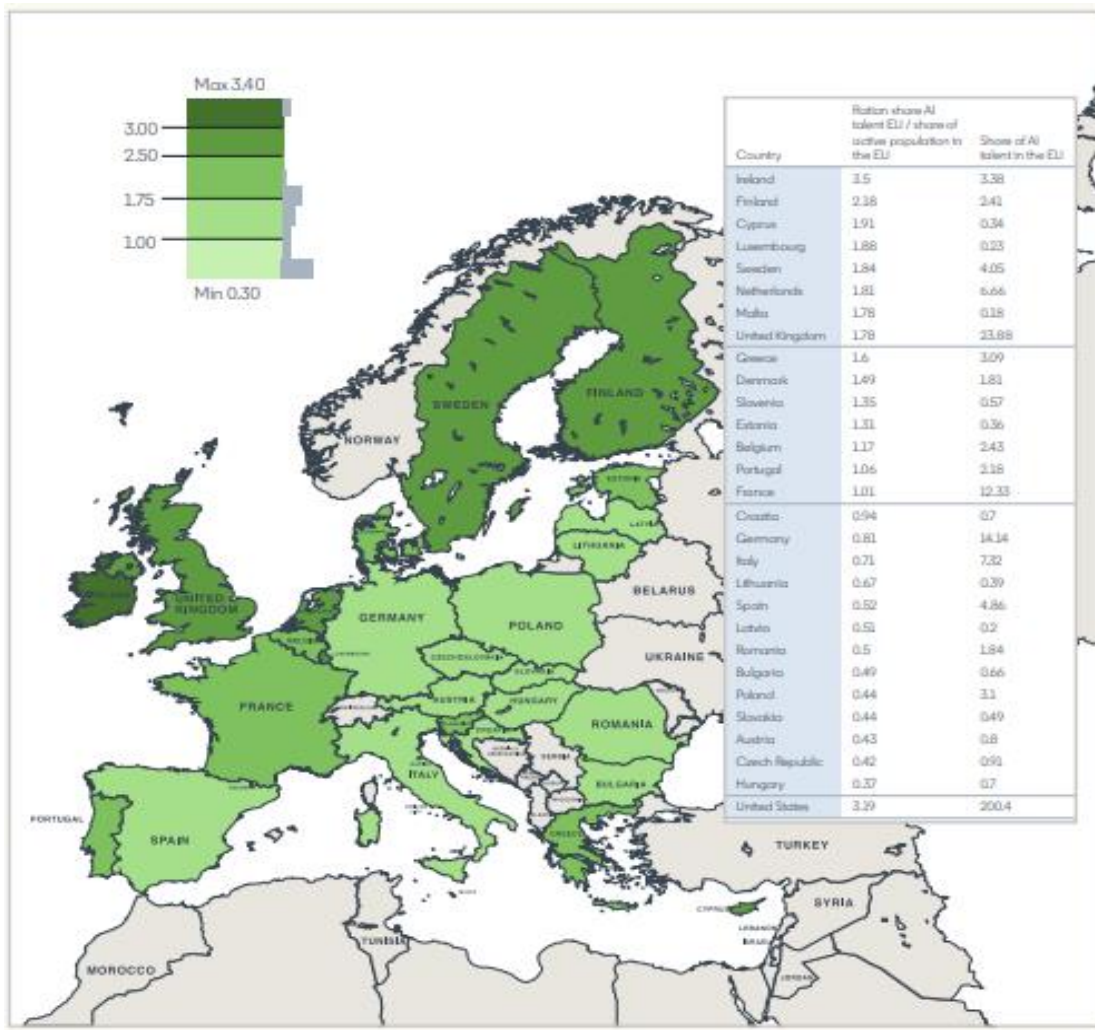
Figuur 15: R&D versus non-R&D-spelers in de top-10 landen van AI-spelers, 2009-2018



Een onderzoek van het zakelijk sociaal netwerk LinkedIn naar AI-talenten (personen met vaardigheden zowel inzake statistische modellering als op het gebied van big data) in de EU, komt tot gelijkaardige vaststellingen. In België blijkt 2,43% van alle AI-talent van de EU actief te zijn. Met een 10^{de} positie vertoont België een grote achterstand met de koplopers, het VK (23,88%), Frankrijk (12,33%) en Duitsland (14,14%) die samen goed zijn voor de helft van het Europese AI-reservoir. Ook ten aanzien van Nederland (6,66%), dat de vierde rang bekleedt, is de achterstand groot. Indien rekening wordt gehouden met het gewicht van de lidstaten in de totale Europese beroepsbevolking wordt een andere rangschikking bekomen. Een score van 1 betekent dat het aandeel van AI-talent in de EU overeenstemt met het aandeel in de Europese beroepsbevolking. Een score van meer dan 1 impliceert dus dat een lidstaat meer AI-talenten telt dan wat haar aandeel in de Europese beroepsbevolking vereist. Vastgesteld kan worden dat België met een score van 1,17 de 13^{de} positie bekleedt. Het doet beter dan de grote lidstaten Frankrijk en Duitsland maar moet het VK (score van 1,78) voor zich moet dulden. Ook Nederland (6^{de} positie) gaat ons met een score van 1,81 vooraf. Koploper in deze rangschikking is Ierland (score van 3,5) dat de Europese hoofdzetels herbergt van grote Amerikaanse technologiebedrijven zoals Facebook, Google en Apple. Finland (score 2,2) volgt op de tweede plaats. Opvallend is dat Nederland zowel naar aandeel AI-talent in de EU als naar verhouding AI-talent in de EU/aandeel beroepsbevolking in de EU bij de koplopers hoort. Europa zelf hinkt ver achterop tegenover de VS, dat tweemaal zoveel AI-talenten telt, ook al bedraagt de beroepsbevolking maar de helft van de Europese.¹²¹

¹²¹ LinkedIn Economic Graph. *AI Talent in the European Labour Market*, November 2019.

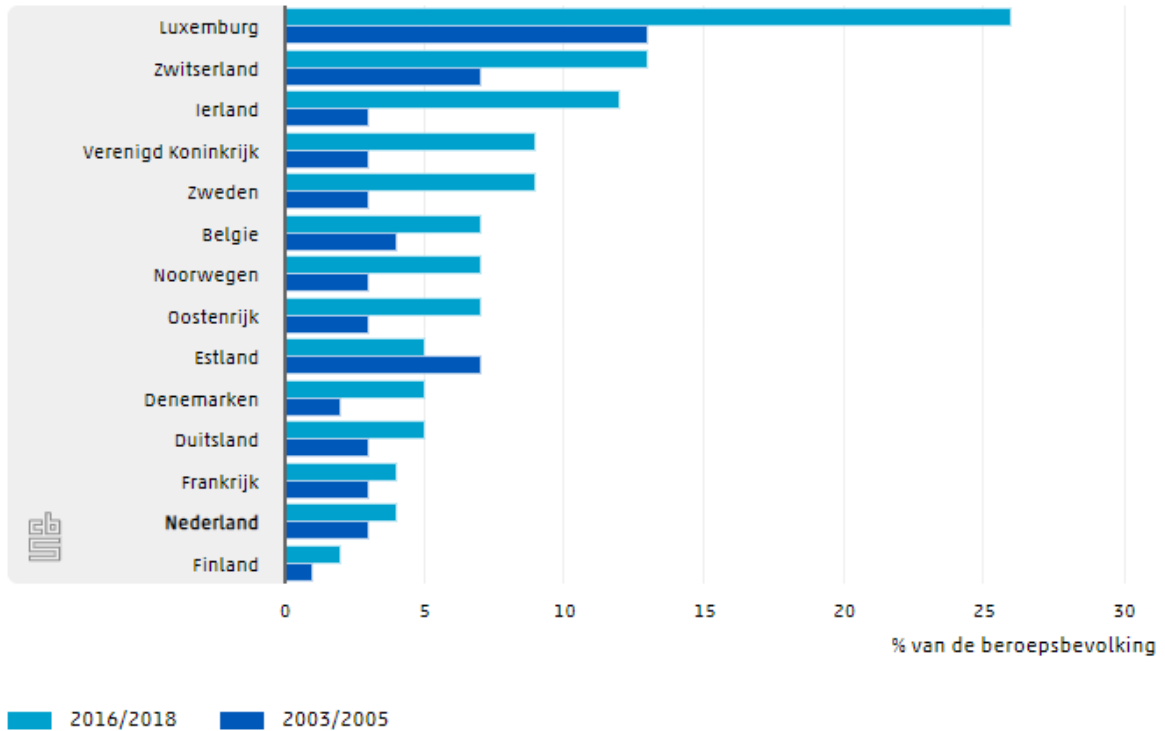
Figuur 16: AI-intensiteit in de Europese Unie



In het kader van AI is het ook nuttig te wijzen op de positionering van landen op het vlak van het aantal internationale kenniswerkers¹²². Internationale kenniswerkers worden gedefinieerd als alle hoogopgeleide personen die - soms al jarenlang – wonen in een bepaald land, maar in een ander land geboren zijn. Onderstaande grafiek geeft een overzicht op basis van onderzoek van het Nederlandse Centraal Bureau voor de Statistiek.

¹²² van Zeijl, J., Doove, S., Souren, M., Sterk-van Beelen, M. *Internationale kenniswerkers Nederland in vergelijking met 13 andere Europese landen*, Rapportage CBS, februari 2020

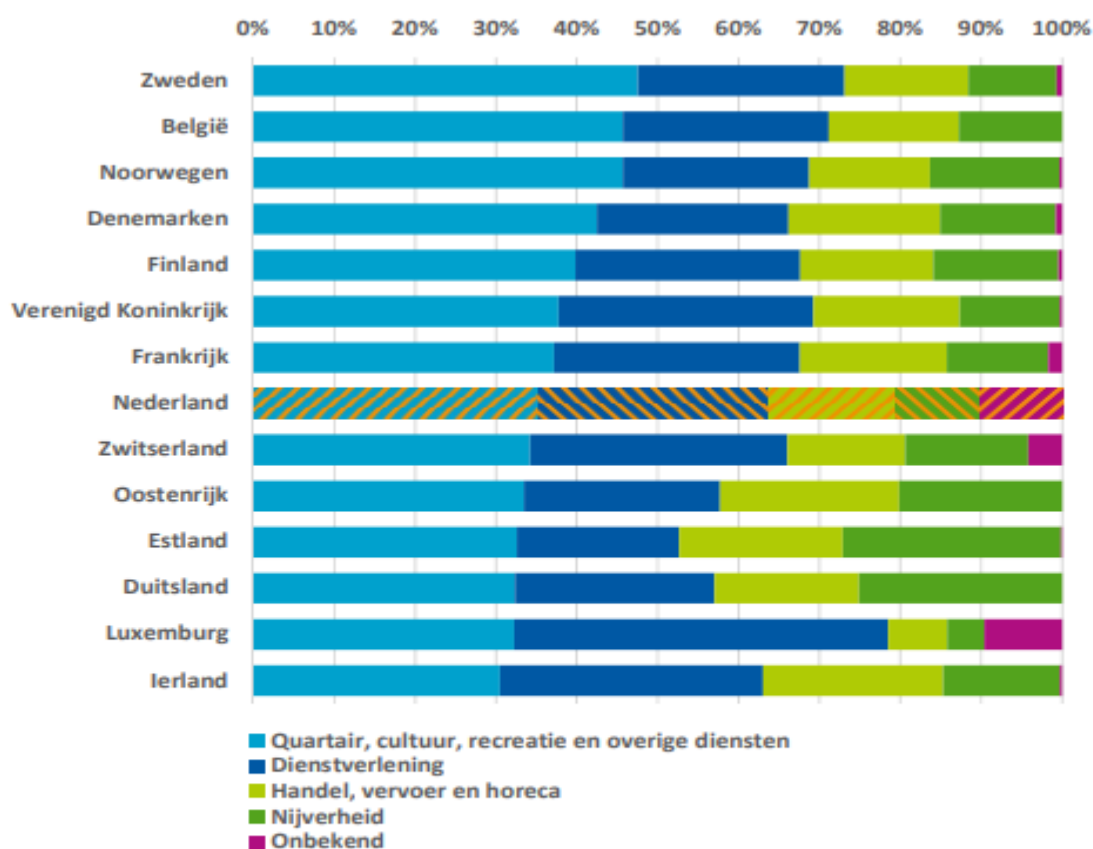
Figuur 17: Internationale kenniswerkers in % van de beroepsbevolking



Bron: CBS, Eurostat

Luxemburg kent met 26% het grootste aantal kenniswerkers in de beroepsbevolking in de periode 2016-2018; We merken dat België zich in diezelfde periode heeft opgewerkt tot de zesde positie op 14 landen met een aandeel van 7,2% van de beroepsbevolking, een verdubbeling ten aanzien het aandeel van 3,8% in de periode 2003-2005. Sommige landen zoals Luxemburg, Ierland, VK, Zweden, Noorwegen en Oostenrijk hebben eenzelfde en zelfs nog sterkere inhaalbeweging gemaakt. De sectoren waarin internationale kenniswerkers werkzaam zijn, verschilt sterk tussen de geselecteerde landen. In België zijn van de vier onderscheiden sectoren, net als bij de meeste andere landen, de meeste internationale kenniswerkers te vinden in de quartaire sector (incl. cultuur, recreatie en 'overig'), en vervolgens de dienstensector. Vooral in Oostenrijk, Duitsland en Estland wordt er relatief veel in de industrie gewerkt.

Figuur 18: Werkende internationale kenniswerkers naar sector waarin zij werkzaam zijn voor 14 Europese landen, 2016/2018



Bron: CBS o.b.v. EU Labour Force Survey (Eurostat) en Enquête Beroepsbevolking voor Nederland.

11.4 De impact van AI op de concurrentie tussen ondernemingen, landen/regio's en werknemers

McKinsey¹²³ wijst erop dat de diepte van het gebruik van digitale technologieën tussen bedrijven, ook binnen dezelfde sector, in Europa en de Verenigde Staten aanzienlijk verschillen. In de meeste landen zijn enkele sectoren relatief sterker gedigitaliseerd, bijvoorbeeld financiële dienstverlening, media en de techsector zelf. Vele andere zijn veel minder gedigitaliseerd, waaronder sectoren met veel activa zoals productie en mijnbouw, quasi-openbare sectoren zoals gezondheidszorg en onderwijs, en gefragmenteerde industrieën (sectoren met veel kleine ondernemingen) zoals de horeca en de bouw. Deze vaststelling wordt bevestigd in een onderzoeksrapport van de Europese parlementaire commissie ITRE¹²⁴. Daarin wordt vastgesteld dat AI-toepassingen in een brede waaier van Europese industrieën ingang heeft gevonden, vooral

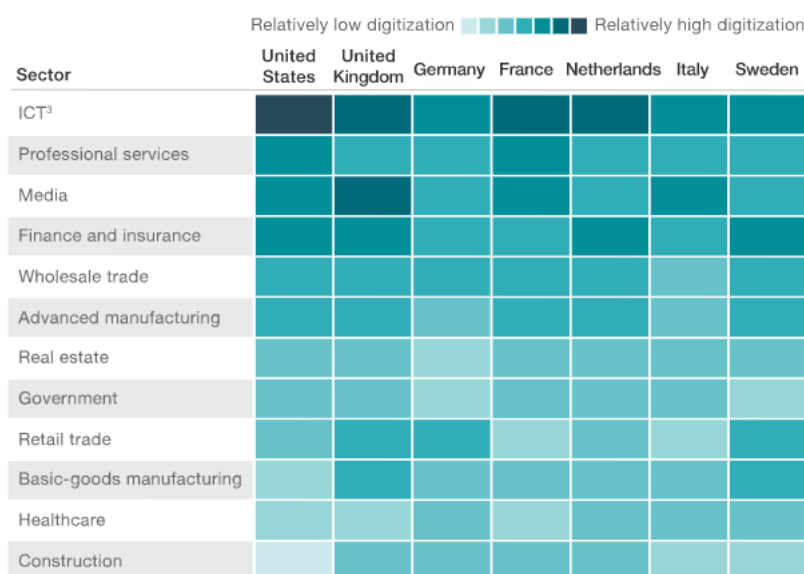
¹²³ McKinsey Global Institute, *10 imperatives for Europe in the age of AI and automation*, 2 October 2017.

¹²⁴ Eager, J. *Opportunities of Artificial Intelligence*, Study for the Committee on Industry, Research and Energy, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament, Luxembourg, June 2020.

in sectoren waarin Europa een competitieve positie heeft verworven zoals de automotive, gezondheidszorg, energie, financiële diensten, media en de tech sector. Niettemin variëren de ingevoerde AI-toepassingen aanzienlijk tussen de sectoren en sommige sectoren. In het bijzonder de traditionele sectoren zijn minder matuur bij het inzetten van AI-toepassingen.¹²⁵

Figuur 19: index digitalisering industrieën, Europa versus VS

MGI Industry Digitization Index, United States vs European nations¹, Select sectors²



¹Index is based only on asset and labor components and thus may not align with heat maps displayed elsewhere.

²Due to accounting differences between the United States and Europe, not all sectors can be fairly compared.

³Information communications technology.

McKinsey&Company | Source: McKinsey Global Institute analysis

Deze verschillen zijn van belang: bedrijven die digitale leiders zijn in hun sector, hebben een snellere omzetgroei en hogere productiviteit dan hun minder gedigitaliseerde collega's. Ze verbeteren de winstmarges drie keer sneller dan gemiddeld en zijn vaker wel dan niet de snelste innovators en transformatoren van hun sector - en in sommige gevallen zelfs daarbuiten. Hoewel de meest gedigitaliseerde sectoren doorgaans een hogere productiviteitsgroei en loonstijging hebben, zijn dit niet de grootste sectoren van de economie van vandaag wat betreft het aandeel in het bbp of de werkgelegenheid. Ter vergelijking: de sectoren die achterblijven bij de digitalisering zijn doorgaans het grootst wat productie en werkgelegenheid betreft, en vaak sectoren met een relatief lage productiviteitsgroei.

McKinsey¹²⁶ verwacht dat AI en automatisering enerzijds de opkomst van ondernemingen zullen faciliteren die op grote schaal opereren en anderzijds kleine spelers en zelfs individuen in staat zullen stellen om projecten uit te voeren die nu grotendeels nog worden gerealiseerd door grotere

¹²⁵ Eager, J. *Opportunities of Artificial Intelligence*, Study for the Committee on Industry, Research and Energy, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament, Luxembourg, June 2020.

¹²⁶ McKinsey Global Institute, *Future that works: automation, employment, and productivity*, January 2017.

bedrijven. Dit zou tot een barbell-vormige¹²⁷ economie leiden waarin de middelgrote ondernemingen als verliezer uitkomen. Andere waarschijnlijke effecten zijn verhoogde concurrentie, bedrijven die zich manifesteren in domeinen die buiten hun traditionele kernactiviteiten liggen en een diepere kloof in elke sector tussen technologische leiders en achterblijvers. 'Early adopters', bedrijven die ten volle AI-tools integreren in de komende vijf tot zeven jaar, zullen disproportioneel hiervan de vruchten plukken. Aan de andere kant van het spectrum bevinden zich de trage en de non-adopters die zullen stagneren en zelfs achteruitgaan. Er zal zich dus naar alle waarschijnlijkheid een (grote) verschuiving voordoen in het marktaandeel ten gunste van de koplopers. Dit zou kunnen leiden tot een 'winnertakes all'-fenomeen, vergelijkbaar met wat momenteel wordt waargenomen op technologiemarkten. Door AI en andere technologieën kunnen koplopers immers beslissende doorbraken maken en een status van 'superster' genieten, gereflecteerd in de hoogste productiviteitsniveaus. Ook een studie van BCG en MIT Sloan Management wijst op het ontstaan van een tweedeling en een groeiende kloof tussen organisaties die voorloper zijn in AI en ondernemingen die feitelijk nog moeten beginnen.¹²⁸ Een CEPR (Centre for Economic Policy Research) paper¹²⁹ spreekt van Europese superster maakbedrijven die erin slagen additionele marktaandelen in te palmen, hogere prijzen te vragen, hogere winstmarges te genereren en productiviteitsstijgingen te realiseren door gebruik te maken van nieuwe opkomende technologieën zoals industriële robotica. Het ITRE-rapport waarschuwt ervoor dat kmo's voor bijzondere uitdagingen staan bij de adoptie van AI en stelt dat grote ondernemingen beter geplaatst zijn om te profiteren van de opportuniteiten van AI. Dit zou kunnen leiden tot een overconcentratie van grote ondernemingen in de AI-markt. Deze kloof zou zich overigens niet enkel manifesteren op bedrijfsniveau maar ook op nationaal/regionaal niveau. McKinsey¹³⁰ verwacht dat landen die voorop lopen in AI-ontwikkeling en -toepassingen, veelal de ontwikkelde economieën, 20 tot 25% extra economische voordelen kunnen capteren in vergelijking met vandaag, terwijl dit voor de opkomende en ontwikkelingseconomieën slechts de helft (5 tot 15%) zou bedragen. Een factor die hierin meespeelt, is de hogere verloning in ontwikkelde landen die maakt dat er meer dan in ontwikkelingslanden een incentive is om arbeid te vervangen door machines en robots. Dit sluit aan bij een IMF-blog die meer algemeen in het kader van digitalisering laat verstaan dat een lage digitale maturiteit in de vorm van een lage internettoegankelijkheid de ongelijkheid binnen en tussen landen in de hand werkt. In een periode dat COVID-19 een ongekennde transitie van analog naar digitaal heeft getriggerd, is duidelijk geworden dat internettoegang met afgeleide AI-toepassingen zoals telewerken en telehealth cruciaal is voor de sociaaleconomische inclusie.¹³¹ Tenslotte laat AI ook de financiële positie van de werknemer op de arbeidsmarkt niet ongemoeid. Immers, de vraag naar – en dus ook de verloning van – werknemers met cognitieve

¹²⁷ Er is sprake van een barbell-fenomeen wanneer verschijnselen zwaar doorwegen aan beide zijden van een verdeling met niets er tussenin. Bij een inkomensverdeling bijvoorbeeld zou men in een barbell-economie een hele groep mensen aan de lage inkomenskant van de grafiek zien en een hele groep mensen aan de hoge inkomenskant, met nauwelijks een groep ertussen in. De haltervorm van de grafiek suggereert in dit voorbeeld het verdwijnen van de middenklasse.

¹²⁸ Gerbert, P., Hecker, S., Steinhäuser, S., and Ruwolt, P. *Putting artificial intelligence to work*, BCG and MIT Sloan Management Review, 28 September 2017.

¹²⁹ Suedekum, J., Stiebaele, J., Woessner, N., *Robots and the rise of European superstar manufacturers*, CEPR Discussion Paper 15080, July 2020.

¹³⁰ McKinsey&Company, *Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy*, September 2018.

¹³¹ García-Escribano, M., *Chart of the week: low internet access driving inequality*, IMFBlog, 2020.

en digitale vaardigheden en expertise in taken die niet of moeilijk kunnen geautomatiseerd worden zal toenemen, maar krimpen voor werknemers die repetitieve taken uitvoeren. McKinsey verwacht dat functieprofielen die worden gekenmerkt door repetitieve taken en activiteiten die lage digitale vaardigheden vereisen, de scherpste daling (van 40 naar 30%) als percentage van de totale werkgelegenheid zullen ondervinden tegen 2030. De tegenovergestelde beweging zal zich voordoen voor functieprofielen met niet-repetitieve taken of activiteiten die hoge digitale vaardigheden vereisen (toename van aandeel van 40 naar meer dan 50%).

11.5 Bedrijfsstrategische implicaties van en verwachtingen over AI-introductie

Uit onderzoek van de StIA¹³² blijkt dat iets minder dan de helft (46%) van de bevroagden zegt dat ze hun businessplan hebben aangepast aan een digitale toekomst. Bij de ondernemingen die groei hebben gekend in de voorbije jaren blijkt het aandeel dat hun businessplan heeft aangepast aan een digitale toekomst hoger (49% tot 54%) dan bij diegene die een krimp hebben gekend (35% tot 33%). Om maar te zeggen dat de opmaak van een strategisch businessplan haar waarde heeft.

Ook AI noopt een onderneming tot het opmaken van een strategische plan dat de impact van AI op de diverse bedrijfsprocessen in kaart brengt. De implementatie van AI in de bedrijfsvoering vraagt een stapsgewijze aanpak. Bedrijven kunnen bottom-up starten met concrete cases om aan te voelen wat AI voor hen kan betekenen en waar nog extra inspanningen nodig zijn. Ze moeten daarbij wel waakzaam blijven om het grotere plaatje niet uit het oog te verliezen. Soms zorgt AI immers voor een heuse identiteitscrisis, waardoor een bedrijf haar strategie radicaal omgooit. Een ander nieuw gegeven is dat AI inherent interdisciplinair is, en dus samenwerking vereist tussen verschillende disciplines en experts. Men zal de klassieke silo's moeten verlaten en leren werken in transversale teams. In die context worden ook gedragsvaardigheden of soft skills heel belangrijk. Men moet goed kunnen luisteren, kritisch denken, empathie hebben, in een team kunnen werken, enz.

Naast een reorganisatie van de bedrijfsprocessen vraagt de toepassing van AI ook complementaire investeringen in infrastructuur, technische expertise en gespecialiseerd personeel, data en cultuur om de productiviteit te versterken en waarde te creëren in een nieuwe context.¹³³ Zo zal de IT-afdeling binnen een onderneming sterk aan belang winnen en zullen data-analysten en -wetenschappers er in de toekomst meer en meer deel van gaan uitmaken. De output van data-specialisten is cruciaal voor de andere afdelingen van de onderneming zodat moet voorzien worden in interfaces die een efficiënte informatiestroom tussen de diverse geledingen van de onderneming mogelijk maken. Niet alleen de interne connectiviteit moet worden aangepast, ook de externe connectiviteit met leveranciers is van levensbelang voor een onderneming om snel en flexibel te kunnen inspelen op de preferenties van de consument.¹³⁴ Opmerkelijk in dit kader is dat volgens onderzoek van Ernst&Young AI een "hot topic" is – maar meer op CO-level dan bij de operationele werking. Bij 71% van de bedrijven is AI een belangrijk

¹³² Hendrik Delagrange, Stefanie Notebaert, *Digitalisering in de Vlaamse ondernemingen en organisaties. Ondernemingsenquête 2018*, Stichting Innovatie&Arbeid, Brussel, maart 2019.

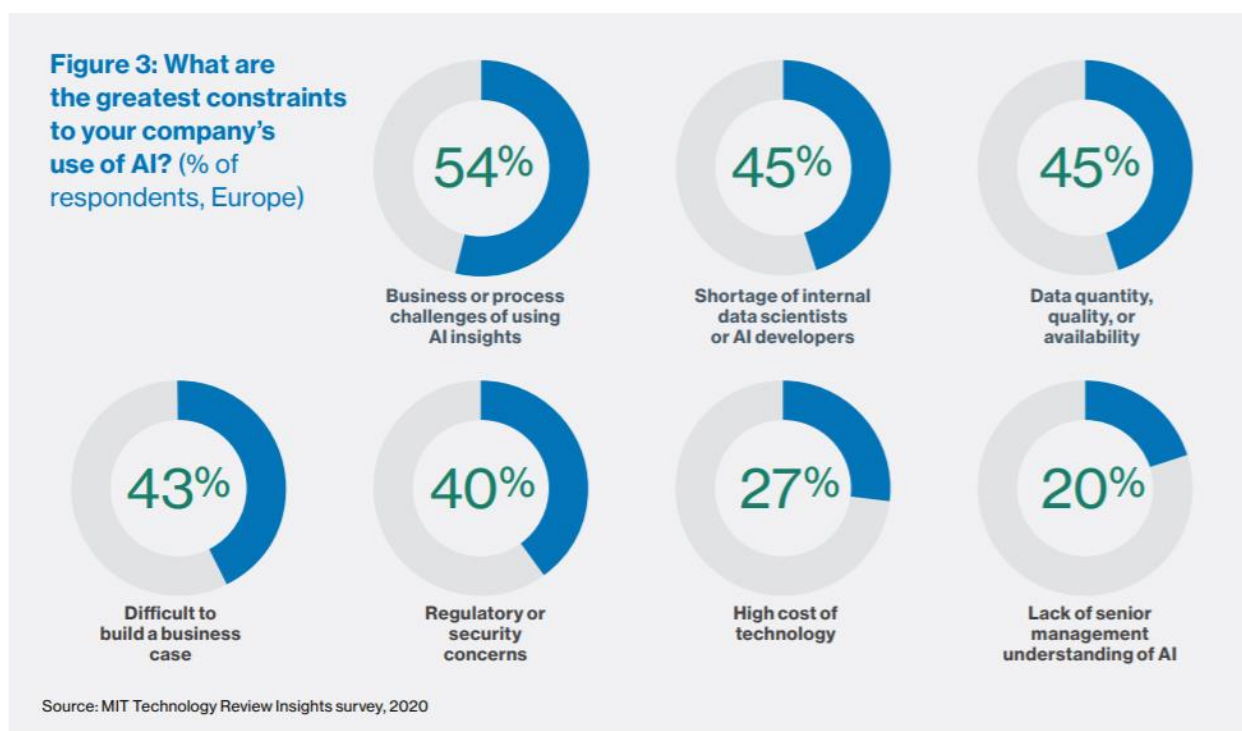
¹³³ Rock, D., *The AI & Machine Learning Imperative. How managers can enable AI Talent in organizations*, MITSloan Management Review, August 5 2020.

¹³⁴ IBA Global Employment Institute (2017). Artificial Intelligence and robotics and their impact on the workplace.

onderwerp op managementniveau, terwijl het operationeel niveau (niet-leidinggevenden en werknemers) AI slechts in 28% van de bedrijven als een belangrijk onderwerp beschouwt. Interessant is dat ook de Raad van Bestuur lager uitkwam met 'slechts' 38% van de respondenten die meldden dat AI belangrijk is.¹³⁵

Een survey van MIT¹³⁶, als onderdeel van een wereldwijd onderzoek, onder ongeveer 200 Europese CO's van grote ondernemingen (omzet van > \$1 miljard) reveleert dat precies de omschakeling van bedrijfsprocessen om de integratie van AI-toepassingen mogelijk te maken, de grootste uitdaging vormt voor een succesvolle AI-adoptie (54% van de respondenten). Daarnaast is 45% bekommerd om het mogelijke tekort van datawetenschappers of AI-ontwerpers, ondanks het hoogstaand niveau van een aantal academische instellingen zoals bijvoorbeeld de universiteiten van Oxford en Cambridge, die mee aan de wieg stonden van DeepMind (gekocht door Google), VocallQ (gekocht door Apple) en Swiftkey (gekocht door Microsoft), of nog het Duitse onderzoekcentrum voor Artificiële Intelligentie, één van de grootste AI-onderzoeksinstituten ter wereld. Opmerkelijk is dat 40% van de respondenten ook regelgevings- en veiligheidsbepaalingen aanstippen als een belangrijke drempel. De introductie van de GDPR en de Europese regelgeving rond een "trustworthy AI" spelen hierbij zeker een rol en illustreren het spanningsveld tussen innovatie en regulering.

Figuur 20: De grootste drempels voor het gebruik van AI in ondernemingen (% van het aantal respondenten)



Datzelfde onderzoek brengt aan het licht dat de Europese CO's de voordelen van AI-toepassingen vooral zien in de verbetering van de operationele efficiëntie (51% van de respondenten) en van de klantbeleving (51% van de respondenten), vooral in Europese sectoren,

¹³⁵ Ernst & Young, *Artificial Intelligence in Europe. Outlook for 2019 and beyond*, Report commissioned by Microsoft and conducted by EY, 2018.

¹³⁶ MIT Technology Review Insights, *The global AI agenda: Europe. Trends in AI adaption, leading use cases, challenges and the future of data sharing in Europe*, 2020.

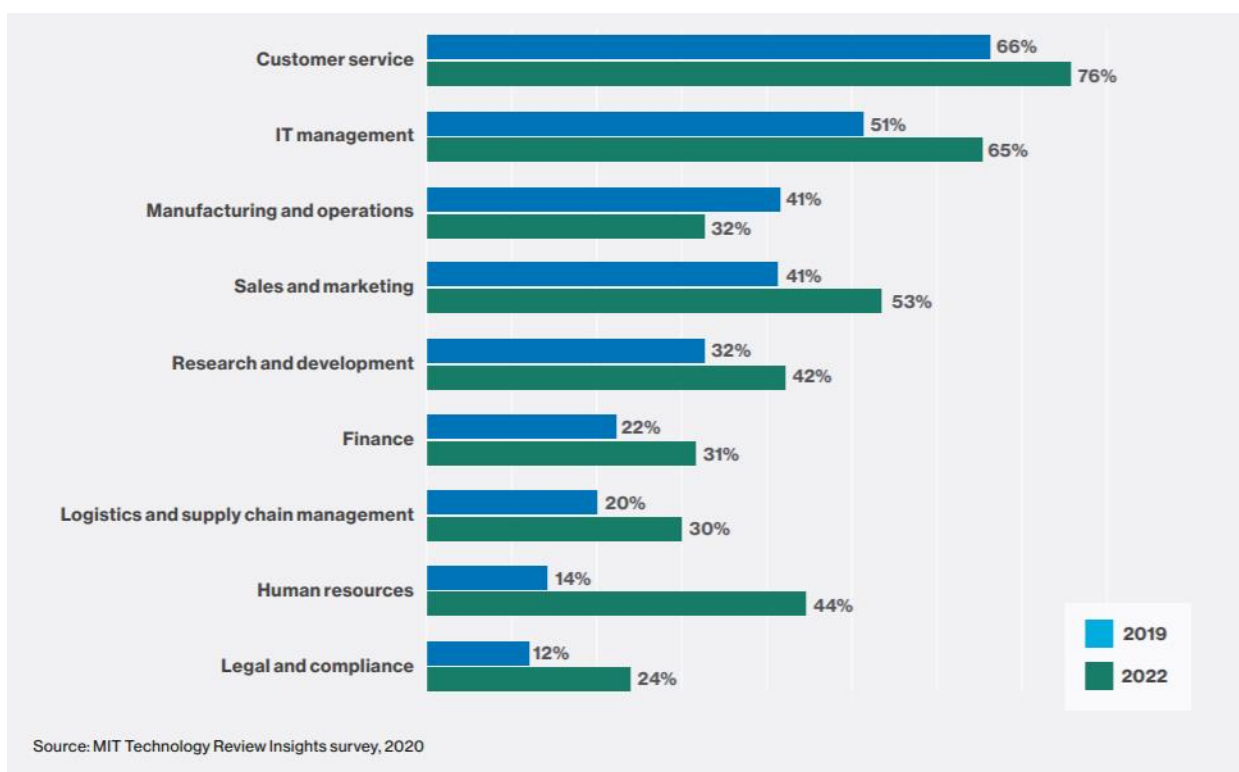
in het bijzonder de industrie (Industrie 4.0), waar digitalisering een belangrijke rol speelt. Verwacht wordt dat de verfijning en verbetering in de productieprocessen ten gevolge van AI-toepassingen zal leiden tot een productiviteitsstijging en een heropleving van de Europese industrie.

Figuur 21: 'Wat zijn de tastbare voordelen van uw AI-investeringen?' (in % van de respondenten)



Wanneer (in datzelfde onderzoek) gevraagd wordt in welke bedrijfsafdelingen AI-technologieën nu en binnen drie jaar het meest (zullen) toegepast worden, springen steevast vier afdelingen er boven uit: de klantendienst, IT-beheer, productie en operationele processen, en verkoop en marketing.

Figuur 22: Afdelingen waar AI het meest zal toegepast worden, nu en binnen drie jaar (in % van respondenten)



Een onderzoek van de Economist Intelligence Unit¹³⁷ onder meer dan 400 executive officers in de private en publieke sector brengt aan het licht dat 94% van hen AI beschouwt als een probleemoplossende technologie voor de strategische uitdagingen van hun organisatie. Wat deze strategische uitdagingen dan zijn, wordt in onderstaande figuur verduidelijkt.

Figuur 23: Belangrijkste strategische uitdagingen voor bedrijven (in % van respondenten)



Verder verwacht het merendeel van CO's dat AI binnen de 5 jaar in hun land of sector een positieve impact zal hebben op groei (90%), productiviteit (86%), innovatie (84%) en jobcreatie (69%). Niettemin verwachten de bedrijfsleiders dat de invoering van AI geen sinecure is of zal zijn. Zij vrezen vooral de financiële implicaties voor het introduceren of uitbreiden van AI (42%). Ook de implementatie binnen de organisatie bezorgt menigeen kopzorgen (36%) omwille van een gebrek aan gekwalificeerd personeel of geschikte tools. Nauw hieraan verwant is de bezorgdheid om de attitude van het personeel dat mogelijk niet mee wil instappen op de AI-boot (35%). Tenslotte is ook het veiligheidsrisico (32%) een bron van bezorgdheid.

¹³⁷ The Economist Intelligence Unit, *Intelligent economies: AI's transformation of industries and society*, 2018.

11.6 De vooruitgang van AI vertaalt zich nog niet in evenredige productiviteitswinsten

Enkel exclusieve groep van bedrijven slaagt in effectieve waardecreatie

Volgens een onderzoek van het National Bureau of Economic Research (Cambridge)¹³⁸ zijn de effecten van AI nog niet in de economie doorgedrongen omdat algemene technologieën gebruik maken van de vooruitgang in andere technologieën. Pas wanneer golven van complementaire innovaties zijn ontwikkeld en geïmplementeerd, zullen de volledige effecten van AI pas goed aan de oppervlakte komen. Het gaat daarbij zowel om materiële (data- en IT-infrastructuur) als immateriële (zoals datasets, menselijke kennis, bedrijfsprocessen) innovaties en investeringen. Precies de noodzaak om deze immateriële activa in de hele economie te accumuleren zou mede verklaren waarom de vooruitgang in AI zich niet meteen vertaalt in productiviteitsgroei of in drastische veranderingen in de arbeidsvraag.¹³⁹ Dezelfde bedenkingen vinden we terug in een blogpost van Bruegel denktank.¹⁴⁰ Een ander rapport van het National Bureau¹⁴¹ gaat ervan uit dat investeringen in robots de productiviteit opdrijven maar ook negatieve repercussies kunnen hebben op het loonaandeel in het bnp. Naarmate robots menselijke arbeid vervangen en de vraag naar arbeid doen verminderen, zal het inkomen uit arbeid dalen met alle gevolgen van dien voor het spaarwezen en de private bestedingen. Niettemin oppert de Denktank van het Europees Parlement dat de geschatte stijging van de arbeidsproductiviteit door de inzet van AI tegen 2035 11 tot 37% zal bedragen¹⁴².

Een technische studie van het Joint Research Centre (JRC)¹⁴³ laat zien dat de groei van het gebruik van robots tussen 1995 en 2015 heeft geleid tot een verhoging van de arbeidsproductiviteit met gemiddeld 6,9%. Wel stelt het rapport dat, rekening houdend met het huidige niveau van robottechnologie, de substantiële effecten beperkt zijn tot enkele industrieën met een reeds grote inzet van robots (vervaardiging en assemblage van motorvoertuigen, aanhangwagens en opleggers alsook van andere transportmiddelen, vervaardiging van producten van rubber of kunststof, vervaardiging van metalen en metaalproducten, vervaardiging van machines, apparaten en uitrusting).

Een rapport van MITSloan in samenwerking met Boston Consulting Group¹⁴⁴ bevestigt dat het aandeel bedrijven dat daadwerkelijke waarde genereert uit AI zich beperkt tot een exclusieve groep en er voorlopig dus nog geen sprake is van een algemene economische doorbraak. Volgens het onderzoek onder meer dan 2.500 leidinggevenden rapporteren zeven van de tien

¹³⁸ Brynjolfsson, E., Rock, D., Syverson, C. Artificial Intelligence and the modern productivity paradox: a clash of expectations and statistics, Working Paper 24001, National Bureau of Economic Research, Cambridge, November 2017.

¹³⁹ The Gradient, *The economics of AI today*, 18 January 2020.

¹⁴⁰ Petropoulos, G. *AI and the productivity paradox*, Bruegel blogpost, 24 december 2019.

¹⁴¹ Benzell, S., Kotlikoff, L., LaGarda, G., Sachs, J. (2018). Robots are us: Some economics of human replacement, NBER Working Paper No. 20941, February 2015, Revised October 2018.

¹⁴² European Parliament, *Artificial intelligence: threats and opportunities*, News, 23 september 2020.

¹⁴³ Jungmittag, A., Pesole, A. The impact of robots on labour productivity: A panel data approach covering 9 industries and 12 countries, Seville: European Commission, 2019, JRC118044.

¹⁴⁴ Ransbotham, S., Khodabandeh, S., Fehling, R., LaFountain, B. and Kiron, D. *Winning with AI. Pioneers combine strategy, organizational behavior and technology. Findings from the 2019 artificial intelligence global executive study and research project*. MITSloan Management Review in collaboration with BCG, October 2019.

bedrijven in 2019 dat zij met hun AI-initiatieven tot dusver slechts een minimale of geen winst hebben geboekt. Drie op de tien bedrijven rapporteert 'enige' impact. In een vervolgonderzoek¹⁴⁵ komt er een scherpere aflijning: slechts één op de 10 ondernemingen (the Leaders) weet in 2020 'significante'¹⁴⁶ financiële voordelen te puren uit het gebruik van AI. Niettemin zijn negen van de tien respondenten het erover eens dat AI zakelijke opportuniteiten biedt voor hun bedrijf en vreest 45% dat, indien de concurrentie als eerste AI in de onderneming toepast en uitrolt, dit een competitief nadeel kan inhouden. Op de vraag waarom tot nog toe slechts een selectieve groep van bedrijven voordeel heeft kunnen halen uit AI-toepassingen, werd onderzoek gedaan naar de aldaar gehanteerde strategieën en benaderingen. Het onderzoek stelt vast dat de succesvolle ondernemingen AI als een kernpijler van hun bedrijfsstrategie zien en daarom hun AI-strategie in de algemene bedrijfsstrategie integreren. AI wordt dus niet als een louter technologisch fenomeen beschouwd, gericht op IT. De koppeling van AI met bedrijfsstrategie zorgt ervoor dat AI-initiatieven de juiste focus in de hele organisatie krijgen, nl. wat zijn de bedrijfsdoelstellingen en hoe kan AI helpen om deze te bereiken. AI wordt daarbij gezien als een belangrijke aanzet voor bedrijfstransformatie waarbij verschillende afdelingen van het bedrijf moeten samenwerken en als één geheel moeten functioneren. AI wordt daarom in de structuur én in de afzonderlijke processen die de kern van het bedrijf aansturen, geïntegreerd. Daarnaast wordt vastgesteld dat de succesvolle ondernemingen zich met hun AI-toepassingen concentreren op omzetgroei eerder dan op kostenreducties en productiviteitsvoordelen. Hoewel deze laatste op korte termijn perspectieven kunnen bieden, kan een strategie van omzetgroei een bijzonder krachtige katalysator zijn om AI dieper en breder in de onderneming te integreren. Tenslotte besteden succesvolle ondernemingen zeer veel aandacht aan human resources, waarbij een gecombineerde strategie van het aanwerven van nieuw talent, het cultiveren van AI-vaardigheden bij het bestaande personeelsbestand en het zoeken naar externe experts, wordt gehanteerd. Bijna twee derde - 65% - van de organisaties die in deze drie sporen investeren, merken dat investeringen in AI-talent en -opleiding een positieve impact heeft op de onderneming. Kortom, succesvolle ondernemingen benaderen AI niet alleen als een technologische opportuniteit, maar als een belangrijke aanzet voor bedrijfstransformatie.

Twee derde van de topmanagers in alle sectoren en bijna 90% van de leiders van 's werelds grootste ondernemingen is van mening dat AI van vitaal belang is voor de toekomst van hun bedrijf. Ze denken ook dat hun AI-investeringen in het post-pandemische tijdperk zullen toenemen. Het rendement op de investeringen is echter laag, gemiddeld 1,3%, en 40% van de AI-projecten is nog niet winstgevend, blijkt uit onderzoek van ESI Thoughtlab¹⁴⁷ in samenwerking met een aantal AI-ondernemingen (Appen, Cognizant, Cortex, Dataiku, DataRobot, Deloitte en Publicis Sapien). De reden voor deze paradox is volgens het onderzoek dat AI-initiatieven tijd, expertise en schaal vereisen om hun potentieel waar te maken. Nu de pandemie de behoefte aan snelle datagestuurde besluitvorming versnelt, moeten bedrijven werk maken van de ontwikkeling van vaardigheden, platforms en processen om ten volle de strategische, operationele en

¹⁴⁵ Ransbotham, S., Khodabandeh, S., Kiron, D., Candelon, F., Chu, M. and LaFountain, B. Expanding AI's impact with Organizational Learning. MIT Sloan Management Review in collaboration with BCG, October 2020.

¹⁴⁶ Voor ondernemingen met een omzet van meer dan \$10 miljard, moet het gebruik van AI jaarlijks leiden tot \$100 miljoen meerwinsten of kostenbesparingen. Voor ondernemingen met een omzet tussen \$500 miljoen en \$10 miljard gaat het om een jaarlijkse winst van \$20 miljoen, voor ondernemingen met een omzet tussen \$100 miljoen en \$500 miljoen betreft het een jaarlijkse winst van \$10 miljoen en voor ondernemingen met een omzet lager dan \$100 miljoen gaat het om een jaarlijkse winst van \$5 miljoen.

¹⁴⁷ ESI Thoughtlab, *Driving ROI through AI*, 2020.

financiële voordelen van AI te kunnen benutten. Pas als ondernemingen erin slagen AI breder op te schalen en tot leiders uit te groeien, stijgt de ROI tot 4,3%. Dit vraagt echter hoge initiële kosten op het vlak van datavoorbereiding, technologie-acceptatie en ontwikkeling van vaardigheden, zodat het gemiddeld 17 maanden duurt voordat een bedrijf een break-even bereikt en aanzienlijk maanden meer om een deftig rendement te genereren. Momenteel wordt AI slechts bij 15% van de in het onderzoek betrokken bedrijven op grote schaal toegepast. Dit zijn de AI-leiders. Veel AI-projecten bevinden zich nog in de pilootfase (20%) of de vroege implementatiefase (32%). Belangrijke vaststelling is dat naarmate bedrijven vooruitgang boeken in het gebruik van AI, ze hun focus vaak van verleggen van het automatiseren van interne werknemers- en klantprocessen naar het realiseren van strategische doelstellingen. Het opdrijven van de ROI van AI-investeringen hangt m.a.w. samen met een strategische switch waarbij AI wordt opgeschaald naar functies en afdelingen die een bepalende rol hebben in de uittekening van digitale bedrijfsstrategieën zoals strategische planning, supply chain management, productontwikkeling, distributie en logistiek.

Tabel 7: Aandeel ondernemingen dat AI zeer ruim of volledig heeft geïmplementeerd, volgens functie en afdeling

	Non-leader	Leader	Leader ratio
Customer service and experience	34%	93%	2.74
Connected devices	34%	94%	2.76
IT operations	26%	91%	3.50
Market and customer analysis	24%	89%	3.71
Data security and privacy	23%	94%	4.09
E-commerce	19%	89%	4.68
Legal and compliance	20%	94%	4.70
Customer onboarding and admin	20%	94%	4.70
Marketing, channel management	20%	95%	4.75
Brand management	19%	94%	4.95
Strategic planning	19%	94%	4.95
Fraud detection	18%	93%	5.17
Pricing and business models	18%	93%	5.17
R&D and innovation	17%	92%	5.41
Finance and auditing	17%	94%	5.53
Sales and business development	17%	94%	5.53
Supply chain, procurement	17%	95%	5.59
Risk management	17%	96%	5.65
Distribution and logistics	14%	89%	6.36

Een artikel van MITSloan wijst erop dat vier factoren van invloed zijn op de bedrijfsinvesteringen in analytics en datawetenschappen. Vooreerst is er de voor de ondernemingen onvermijdelijke en sterk gewaarde maatstaf van return on investment (ROI). ROI is één van de eerste maatstaven die worden toegepast wanneer ondernemingen in een recessie kostenbesparingen willen doorvoeren. Dit geldt ook voor de evaluatie van mogelijke investeringen in analyse en data-toepassingen. Individuen, afdelingen of projecten die geen duidelijk investeringsrendement opleveren, zullen vermoedelijk op de lijst van mogelijke bezuinigingen belanden. Dit kan op zijn beurt leiden tot een afname van de investeringsactiviteiten en een effectieve daling van de werkgelegenheid. ROI is niettemin een harde maatstaf voor data science, aangezien veel algoritmen nooit in productietoepassingen worden geïmplementeerd. Door het feit dat bedrijven, ondanks de investeringen, niet meteen een ROI ontwaren, staan ze huiverachtig tegenover de

stap van succesvolle toepassing in een aantal use cases naar schaalvergroting in de hele onderneming door inbedding in de organisatiecultuur en dagelijkse bedrijfsvoering. Daarnaast zijn de steun van het CO-niveau voor een datagedreven cultuur, de mate van maturiteit van ondernemingen in data-analyse en de organisatorische structuur van de analytics-afdeling van groot belang voor de continuering van investeringsactiviteiten van een bedrijf in data-analytics tijdens een recessie.¹⁴⁸

Early adopters hebben een divers niveau van AI-maturiteit

Early adopters gebruiken AI niet alleen als een methode voor procesautomatisering en bijhorende kostenbesparing maar ook als een middel om hun producten en service te innoveren. Dit impliceert dat bedrijven AI meer en meer inzetten voor hun core business hetgeen tot een competitief voordeel kan leiden. Meer vertrouwdheid met AI-technologieën zet ondernemingen aan tot meer dynamisch (vergroten marktaandeel) dan wel reactief (kostenbesparing) handelen.¹⁴⁹ Slechts ongeveer 20% van de bedrijven zijn early adopters van technologieën zoals AI.¹⁵⁰

Onderzoek van Deloitte¹⁵¹ (juli 2019) toont aan dat early adopters uit verschillende landen blijken te geven van verschillende niveaus van AI-volwassenheid. Het enthousiasme en de ervaring onder de early adopters uit diverse landen lopen dus nogal uiteen. Sommigen geven zich helemaal over aan AI, terwijl anderen kiezen voor een behoedzamere aanpak. In sommige gevallen zetten early adopters AI in om specifieke processen en producten te verbeteren; in andere gevallen dient AI om de gehele organisatie om te vormen. Sommige AI-gebruikers staan verder met hun inspanningen dan andere. Deloitte onderscheidt drie verschillende segmenten met verschillende niveaus van maturiteit. “Doorgewinterde gebruikers” (21% van de mondiale steekproef) zijn de meest ervaren AI-gebruikers. Zij hebben al een grote hoeveelheid AI in hun productie geïmplementeerd en geven aan een hoog niveau aan AI-expertise te hebben ontwikkeld: expertise in het selecteren van AI-technologieën en -leveranciers, het bepalen van gebruikstoepassingen, het bouwen en beheren van AI-oplossingen, het integreren van AI in hun IT-omgeving en bedrijfsprocessen, en het inhuren en managen van technisch AI-personeel. De middengroep wordt gevormd door “Vaardige gebruikers” (43%). Deze bedrijven hebben over het algemeen al meerdere AI-productiesystemen gelanceerd, maar hebben nog niet de volwassenheid bereikt van de doorgewinterde gebruikers. Zij lopen nog achter wat betreft het aantal AI-implementaties en het niveau van AI-expertise, of beide. Aan het andere eind van het spectrum bevindt zich de groep “startende gebruikers” (36%): bedrijven die de eerste voorzichtige schreden zetten in de wereld van AI en nog geen solide vaardigheid hebben opgebouwd in het bouwen, integreren en beheren van AI-oplossingen. De Verenigde Staten scoren het best: 24% van de AI-gebruikers kan daar worden geclassificeerd als doorgewinterd. De strategische volwassenheid – in de zin van een allesomvattende, bedrijfsbrede AI-strategie – is er echter ook nog altijd vrij laag. In dit opzicht lopen China en het Verenigd Koninkrijk voorop.

¹⁴⁸ Camm, J.D., Bowers, M.R. and Davenport, T.H., The recession's impact on analytics and data science, MIT Sloan Management Review, June 16 2020.

¹⁴⁹ VARIO (2018). Vlaamse beleidsagenda Artificiële Intelligentie, Advies nr. 5, November 2018;

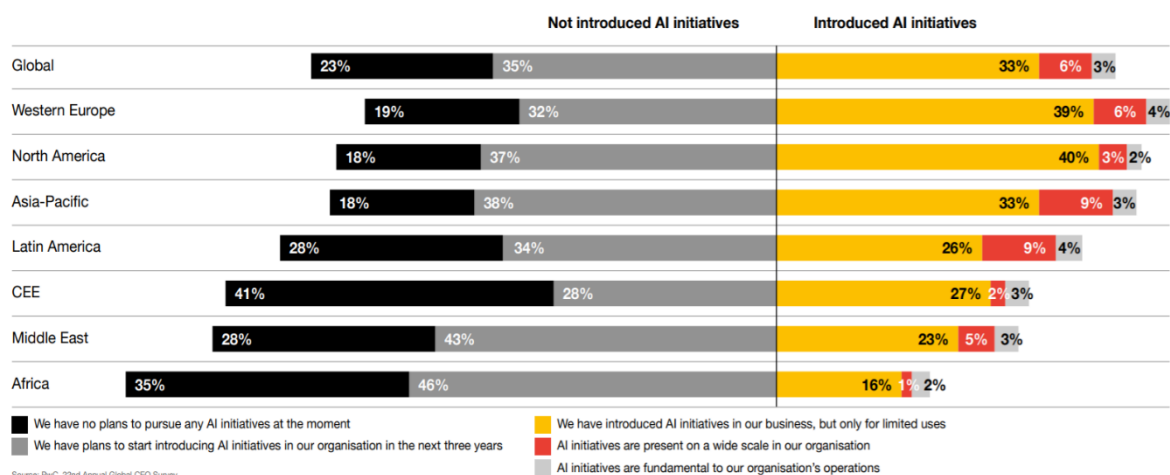
¹⁵⁰ Servoz, M. *THE FUTURE OF WORK? WORK OF THE FUTURE! On how artificial intelligence, robotics and automation are transforming jobs and the economy in Europe*, European Commission, 24 april 2019.

¹⁵¹ <https://www.deloitteforward.nl/artificial-intelligence/onderzoek-de-wereldwijde-stand-van-zaken-van-ai-in-het-bedrijfsleven/>

AI zelf is nog niet algemeen verbreid in het bedrijfsleven

De jaarlijkse bevraging van CEO's door PwC¹⁵² brengt aan het licht dat de meeste ondernemingen nog geen AI-initiatieven hebben ontplooid, ook al zijn ze van mening dat de impact van AI groter zal zijn dan de internetrevolutie (zie hoger). Wereldwijd heeft 57% van de ondernemingen AI nog niet geïntroduceerd, in West-Europa bedraagt dat aandeel 51%. Het doet daarmee minder slecht dan andere economische machtsblokken.

Figuur 24: De meeste ondernemingen hebben nog geen AI-initiatieven ontwikkeld



Een onderzoek van het Amerikaans mediabedrijf O'Reilly¹⁵³ brengt een ruimere verspreiding van AI in het bedrijfsleven aan het licht, maar veel toepassingen in de productiesfeer zijn eerder primitief van aard en betreffen automatiseerbare, repetitieve processen. Een bedrijfscultuur die het belang van AI onvoldoende onderkent (een institutioneel probleem), de moeizame identificatie van geschikte business use cases en het gebrek aan AI-specifieke vaardigheden vormen belangrijke drempels voor de verdere adoptie van AI in het bedrijfsleven. Bovendien is datagovernance slechts bij iets meer dan één vijfde van de bevroegde ondernemingen een prioriteit.

Ook McKinsey&Company¹⁵⁴ heeft onderzoek gedaan naar de wereldwijde AI-adoptie (2.360 respondenten) in het bedrijfsleven. In deze survey komt naar voor dat steeds meer bedrijven die AI toepassen - een toename van bijna 25% ten aanzien van het jaar voordien - de voordelen van AI ervaren maar dat er nog veel werk op de plank ligt in het opschalen van de impact, het managen van de risico's en het omscholen van het personeel. Slechts een klein deel van de bedrijven - uit verschillende sectoren - behaalt buitengewone bedrijfsresultaten met AI, waardoor de adoptiekloof tussen de AI high performers en de achterblijvers mogelijk groter wordt. Verder bedraagt, ondanks een stijging met 9 procentpunten ten aanzien van de survey in 2018, het aandeel bedrijven dat AI gebruikt in meerdere bedrijfseenheden en functies slechts 30%.

Een artikel van Raconteur wijst erop dat de adoptie van AI en automatiseringstools ernstig gehinderd kan worden uit vrees voor reputatieschade in geval van een schandaal. Hoewel AI een krachtig hulpmiddel kan zijn om beslissingsprocessen te ondersteunen, ligt er altijd een gevaar

¹⁵² PwC, *CEO's curbed confidence spells caution*, 2019.

¹⁵³ Magoulas, R. and Swoyer, S., *AI adoption in the Enterprise 2020*, RADAR report, 2020.

¹⁵⁴ McKinsey&Company, *Global AI Survey: AI proves its worth, but few scale impact*, November 2019.

van vooroordeel/biases verscholen ligt in de aanname van veronderstellingen op basis van historische data met mogelijke reputatieschade tot gevolg.¹⁵⁵

Verruimd naar digitalisering in het algemeen, heeft Agoria¹⁵⁶ voor het eerst de digitalisering van de industriële kmo's in beeld gebracht via een bevraging bij 400 bedrijven en 200 uur aan telefoongesprekken. Daaruit blijkt dat 83% van de Belgische industriële kmo's digitalisering ziet als een opportuniteit. Dat contrasteert echter met hoe ze de impact van de digitale ontwikkeling op hun sector inschatten. 44% is ervan overtuigd dat de impact groot zal zijn, maar nog net iets meer denkt dat de impact eerder beperkt zal blijven. Bij de helft van de bedrijven is er dus geen gevoel van dringendheid aanwezig en dat houdt een risico in onder meer voor de adaptatie van AI in het industrieel weefsel. 8 op de 10 kmo's zijn vandaag bezig met de digitalisering van hun bedrijfsprocessen. De focus ligt daarbij vooral op papierloos werken met gebruik van een eigen IT-infrastructuur. De digitalisering van de productie verloopt trager dan bij de business processen. Van de industriële kmo's verzamelt 58 procent data, beschikt 74% over een E(nterprise)R(esource)P(lanning)-systeem¹⁵⁷ en 50% over een C(ustomer)R(elationship)M(anagement)-systeem¹⁵⁸. Het bewustzijn dat de bedrijfsvoering moet beschermd worden tegen cyberaanvallen is gevoelig toegenomen. Bijna 70% heeft één of meerdere cybersecurityproject(en). Wat digitale innovatie betreft daarentegen, zijn de Belgische industriële kmo's veel minder actief. Slechts 4 op de 10 heeft al stappen gezet richting de digitalisering van het aanbod. Vooral bedrijven met diensten nemen hier het voortouw. 1 op de 2 dienstenbedrijven investeert in innovatie van hun aanbod aan klanten. De studie bevestigt hiermee de Europese trend dat maakbedrijven significant trager digitale technologie omarmen dan dienstenbedrijven. Bij slechts 1 op de 3 maakbedrijven staat digitale innovatie op de radar, met bijvoorbeeld monitoring op afstand van producten via Internet of Things-technologie. Slechts 1 op de 10 (12%) van de bedrijven experimenteert met artificiële intelligentie of nieuwe (digitale) verdienmodellen zoals digitale abonnementsformules of online marktplaatsen. Meer dan 80% van de bedrijven heeft geen plannen om er het komende jaar aan te werken. Artificiële intelligentie staat vaak helemaal niet op de agenda.

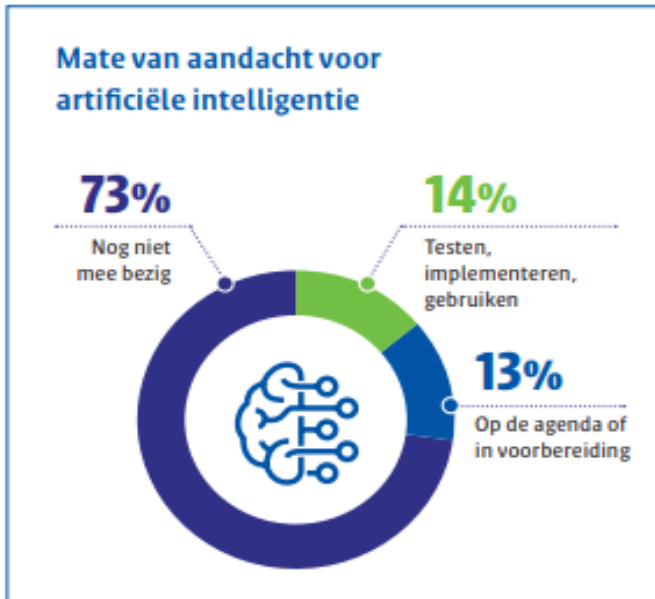
¹⁵⁵ Everett, C., *Fears of reputational damage holds back AI deployment*, Raconteur, June 22, 2020.

¹⁵⁶ Agoria (2019). Whitepaper: Digitaal is een mindset – De digitalisering van de Belgische industriële kmo's.

¹⁵⁷ Enterprise resource planning is een computerprogramma dat binnen organisaties wordt gebruikt ter ondersteuning van alle processen binnen het bedrijf.

¹⁵⁸ CRM of customer relationship management is een bedrijfsstrategie die de relatie met klanten als uitgangspunt neemt. Niet het product of het proces, maar de klant staat centraal in de bedrijfsvoering.

Figuur 25: Mate van aandacht voor artificiële intelligentie



Het onderzoek peilt eveneens naar de bedrijfsmechanismen die digitaal al dan niet tot een succes maken. Hieruit kwamen 5 factoren van de bedrijfscultuur naar voren die opvallend sterker aanwezig zijn bij de bedrijven met de hoogste digitale maturiteit. Zo vormen bij de digitaal volwassen bedrijven de digitale projecten meestal een deel van de bedrijfsstrategie, maar worden projecten zowel bottom-up als top-down opgestart. Een vroege en continue betrokkenheid is cruciaal om medewerkers mee te krijgen, maar is slechts bij 42% van de bedrijven aanwezig.

11.7 Het Europese AI-ecosysteem

Inleiding

De EU beschikt over een waaier van troeven en stevige fundamenten (sterke industriële basis, digitale tech hubs, meer en meer AI start-ups, venture-capital-backed ondernemingen die investeren in AI-gebaseerde ecosystemen, wetenschappelijke kennisinstellingen inzake AI en computerwetenschappen, nationale AI-beleidsplannen, de grootste interne markt) om een leidinggevende rol op te nemen.¹⁵⁹ Ook het Massachusetts Institute of Technology (MIT) maakt deze vaststelling en spreekt van bemoedigende ontwikkelingen, maar nog onvoldoende om de koppositie over te nemen.¹⁶⁰ De inspanningen en initiatieven verlopen daarvoor te gefragmenteerd en de investeringen verzinken in het niet vergeleken met de VS en China waardoor Europa nog steeds tegen een achterstand aankijkt.

¹⁵⁹ McKinsey Global Institute, *Notes from the AI frontier: Tackling Europe's gap in digital and AI*, Discussion paper, February 2019.

¹⁶⁰ MIT Technology Review Insights, *The global AI agenda: Europe. Trends in AI adaption, leading use cases, challenges and the future of data sharing in Europe*, 2020.

De bevordering van Europese AI-ecosystemen is dan ook hoogst noodzakelijk, aangezien de snelheid van transformatie cruciaal is in de concurrentiële wedloop.¹⁶¹ Onderzoek van McKinsey sluit hierbij aan. Europa moet dringend haar gefragmenteerd AI-ecosysteem op orde stellen en een snellere adoptie van AI-technologieën in haar ondernemingen stimuleren en faciliteren om productiviteitswinsten te genereren en te internaliseren.¹⁶²

Kortom, Europa doet zonder twijfel mee in de keiharde AI-wedloop maar moet opboksen tegen concurrenten die op een aantal vlakken in een hogere klasse spelen. De voornaamste pijnpunten van het Europese AI-ecosysteem worden hierna blootgelegd.

De fragmentatie van de Europese AI-markt

- Volgens de Boston Consulting Group¹⁶³ heeft de EU een enorm potentieel voor de ontwikkeling en implementatie van AI-technologieën, maar zijn verregaande beleidshervormingen nodig die industriële bedrijven in staat moeten stellen AI op grote schaal te gebruiken in hun activiteiten.

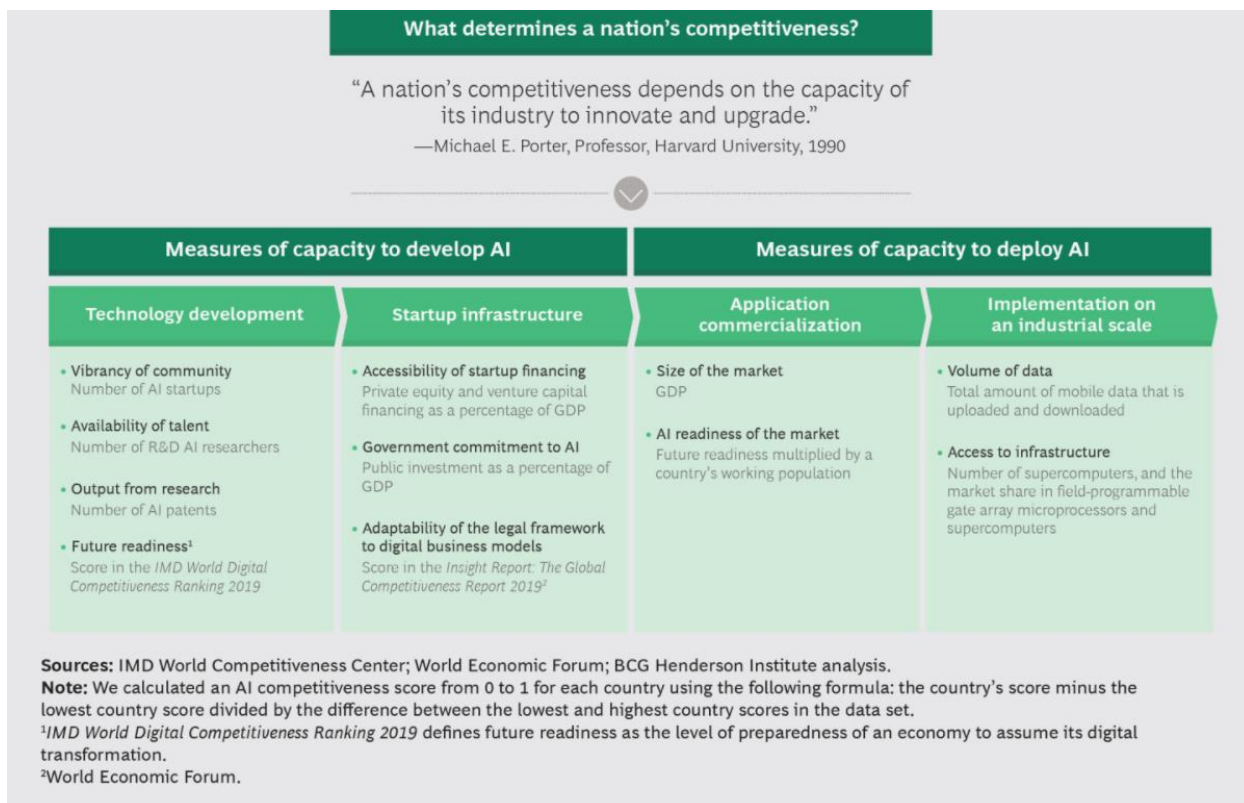
Om het concurrentievermogen van de EU op het vlak van AI in te schatten, ontwikkelde BCG Henderson Institute een model met een aantal criteria, gebaseerd op een definitie van Harvard University professor Michael E. Porter: *“het concurrentievermogen van een land hangt af van het vermogen van zijn industrie om te innoveren en te upgraden.”*

¹⁶¹ Servoz, M. *THE FUTURE OF WORK? WORK OF THE FUTURE! On how artificial intelligence, robotics and automation are transforming jobs and the economy in Europe*, European Commission, 24 april 2019.

¹⁶² McKinsey Global Institute, *Notes from the AI frontier: Tackling Europe’s gap in digital and AI*, Discussion paper, February 2019.

¹⁶³ Boston Consulting Group, *Europe Can Catch Up in AI, But Must Act—Today*, 15 June 2020.

Figuur 26: De criteria voor AI-competitiviteit



De analyse concentreerde zich op twee pijlers: de capaciteit van een land om AI te ontwikkelen en het vermogen van een land om AI in te zetten. Tot het eerste horen onder meer de lokale beschikbaarheid van AI-talent en de toegankelijkheid van startup-financiering. De inzetbaarheid van AI, de tweede pijler, betreft onder meer de commercialisering en opschaling van ontwikkelde AI-toepassingen in lokale industrieën. Daartoe moeten bedrijven toegang hebben tot een AI-rijpe markt, over voldoende gegevens kunnen beschikken om algoritmen te trainen en een afdoende infrastructuur (bv. supercomputers) ter beschikking hebben. Op basis van de analyse kunnen landen in vier groepen ingedeeld worden: kampioenen, aspirant-leiders, laboratoria en ondermaatse presteerders.

Figuur 27: Het AI-competitiviteitslandschap



China en de VS zijn de kampioenen. Zij hebben enorme innovatiecapaciteiten ontwikkeld en excelleren in het gebruik van AI ter verbetering van de productiviteit. Zij hebben een gigantische voorsprong op eender welk ander land in de wereld.

De groep van aspirant-leiders wordt gevormd door Frankrijk, Duitsland, Japan, Zuid-Korea en het VK die over een groot innovatievermogen beschikken door de aanwezigheid van grote binnenlandse industrieën en een AI-rijpe markt. Indien de EU als één land zou beschouwd worden – d.w.z. indien de gecombineerde capaciteit van de lidstaten zou beoordeeld worden – zou de EU op het vlak van AI-competitiviteit dichter aansluiten bij de kampioenen. Het probleem is net dat de EU een zeer gefragmenteerde markt is, waarin elke individuele lidstaat over haar respectieve sterktes (en zwaktes) beschikt.

Landen zoals Denemarken, Finland, Ierland, Nederland en ook België hebben allemaal de capaciteit ontwikkeld om te innoveren. Industrieën in deze landen hebben echter onvoldoende schaal om ten volle te kunnen profiteren van het opgebouwde innovatievermogen. Deze landen zijn dan ook afhankelijk van het buitenland om het ontwikkelde AI te kapitaliseren, hetgeen weinig bijdraagt tot hun competitiviteit. Deze landen kunnen alleen concurrerender worden door te onderhandelen over wederzijds voordelige partnerschappen met bedrijven en landen buiten de EU.

De ondermaatse presteerders betreffen de meeste zuidelijke en oostelijke economieën van de EU, die er nog niet in geslaagd zijn hun innovatiemogelijkheden op een wereldniveau te tillen. Ze beschikken over een beperkte capaciteit om AI in te zetten.

- ▀ Het Europese AI-ecosysteem wordt tevens gekenmerkt door grote verschillen tussen de lidstaten op het vlak van AI-readiness (zie bijlage de AI readiness index). De AI readiness index geeft aan in welke mate AI-enablers in een land aanwezig zijn om de economische groei een boost te geven. De Noord-Europese en Angelsaksische lidstaten behoren tot de top en onderscheiden zich van de Zuid- en Oost-Europese lidstaten: de AI-adoptiegraad in die laatste lidstaten is lager waardoor opportuniteiten worden misgelopen in de concurrentiestrijd, er is een vaardighedenachterstand waardoor niet ten volle kan ingespeeld

worden op de voordelen van AI en het aandeel innovatieve bedrijven als hefboom voor AI is eveneens lager. Maar ook binnen de Europese toplanden zijn de verschillen groot: Ierland is bijvoorbeeld een topper op het vlak van connectiviteit, Finland inzake menselijk kapitaal en het VK inzake innovatievermogen. België behoort enkel tot de top op het vlak van het automatiseringspotentieel, en scoort benedengemiddeld op de AI readiness index. De VS zijn koploper dankzij een sterk AI-ecosysteem, een uitstekende ICT-connectiviteit en een hoog innovatievermogen. Om de kloof te dichten is er nood aan (i) een levendig ecosysteem met deep-tech bedrijven en AI-startups die AI aanwenden voor de ontwikkeling van nieuwe businessmodellen, (ii) een digitale transformatie en omarming van AI door gevestigde ondernemingen, (iii) meer vooruitgang in de digitale interne markt die nog steeds onvoltooid is, (iv) een pooling van talenten en versterking van de vaardigheden en (v) een efficiënte begeleiding en coördinatie om de samenleving doorheen disruptieve transformaties te loodsen.

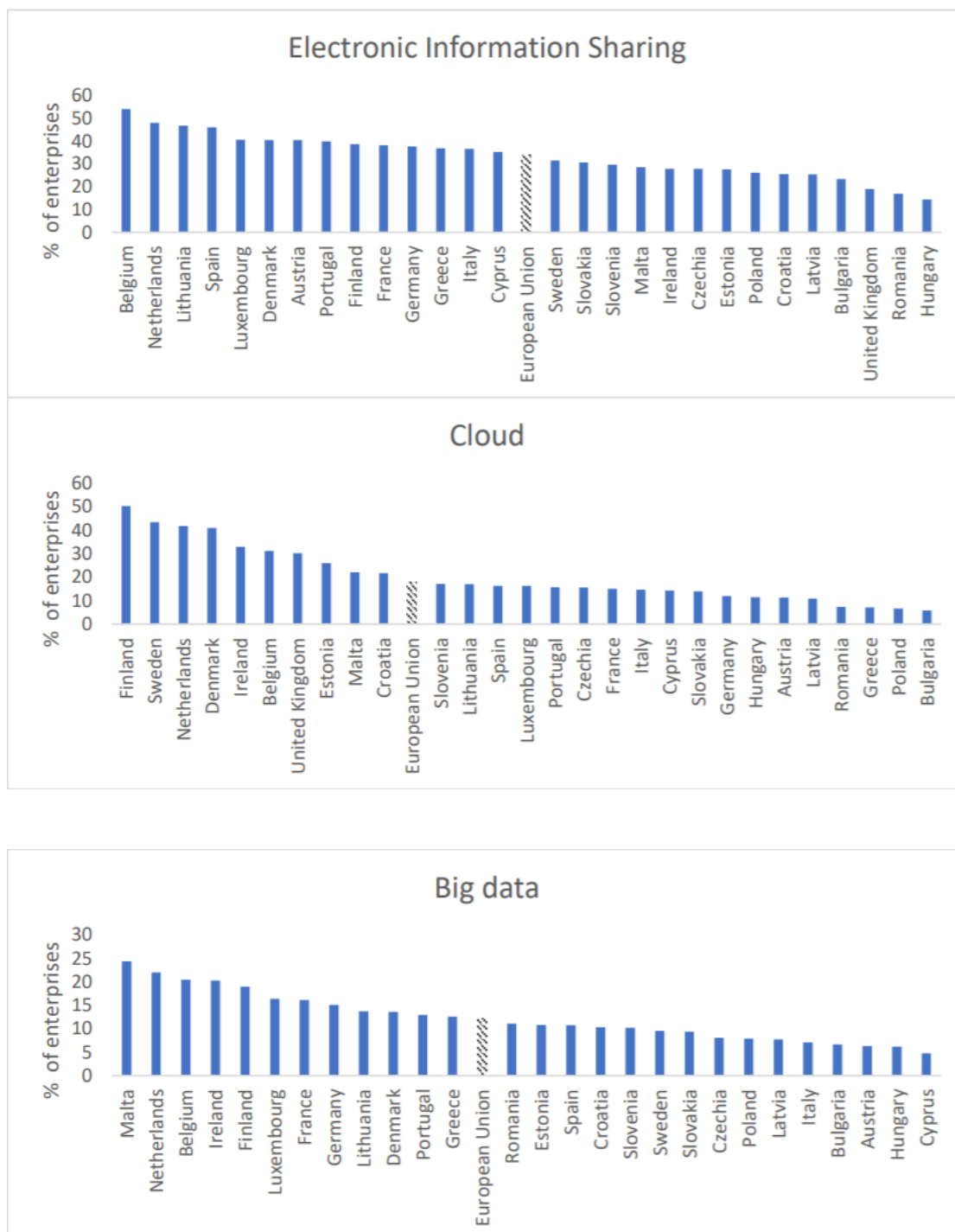
- Robotica kan de ontwikkeling en inzet van AI ondersteunen. In de industriële (één derde van de wereldmarkt) en dienstrobotica (63% van de niet- militaire robots) staat Europa sterk. Echter, Japan en Zuid-Korea tellen het meeste aantal robots per VTE-job, de VS hebben Europa ingehaald wat het aantal robots betreft en China haalt met rasse schreden zijn achterstand in. Bovendien wordt het marktaandeel van Europa bepaald door een beperkt aantal landen met een hoge gebruiksintensiteit, waaronder België, Denemarken en Zweden. Roboticasystemen zijn niet zo gangbaar in veel andere Europese landen, in het bijzonder Oost-Europa. Hoopgevend is echter dat Europa aanzienlijk potentieel heeft in de volgende generatie robotica, met een bijzonder sterke R&D-basis in bijvoorbeeld samenwerkende robots en omgevingsintelligentie, op spraak en tast gebaseerde mens-machine interfaces, veiligheid, aandrijvingsystemen (zonder versnellingen), controle van wapens en voertuigen en cybernetica. Een studie van JRC¹⁶⁴ wijst er echter op dat vanuit het perspectief van de waardenketen (ontwikkeling, productie en effectieve inzet van robots) moet gekeken worden naar de sterkte van economieën in robotica. Hoewel de 'big five' (Europa, VS, China, Japan en Korea) het wereldwijde robotiseringslandschap domineren, bezetten ze niet even sterke posities in die waardenketen. Japan en Korea zijn de early first movers en de huidige wereldleiders, aangezien ze stevig aanwezig zijn in elk onderdeel van de keten. Europa is erg sterk in robotproductie en robotinzet, maar loopt achter op wereldleiders in robotica-ontwikkeling. De VS heeft sterke concurrentievoordelen op het gebied van robotica-ontwikkeling, terwijl de laatkomer China momenteel alleen een concurrent is in de industriële inzet van robots. Binnen de EU zijn er grote verschillen tussen de lidstaten, die zich in één of ander (of verschillende) onderdeel(e)n van de waardenketen hebben gespecialiseerd. Aldus presteren Duitsland, Oostenrijk, Denemarken, Frankrijk, Nederland en Zweden goed op het gebied van robotica-ontwikkeling. België, Italië en Spanje maken intensief gebruik van industriële robots voor verschillende soorten productieactiviteiten. Deze lidstaten zijn tevens betrokken in andere onderdelen van de waardenketen, zoals bv. Duitsland dat sterk staat op het vlak van robotproductie. Europese economieën die achterblijven bij de rest - grotendeels de Midden- en Oost-Europese landen – zijn enkel actief op het vlak van robotinzet. Aangezien er wereldwijd slechts 43 landen betrokken zijn in de waardenketen, blijft de belangrijkste beleidsuitdaging hoe landen zich kunnen integreren in de robotiseringsketen.

¹⁶⁴ Cséfalvay Z., Gkotsis P., *Global race for robotisation- Looking at the entire robotisation chain.*, EUR 30311 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-20875-4, doi:10.2760/60257, JRC121184.

Voor landen die zich al een positie hebben weten te verwerven, zou de belangrijkste focus van het beleid moeten liggen in de upgrading in de hele keten, omdat de reshoring van productieactiviteiten steeds vaker voorkomt.

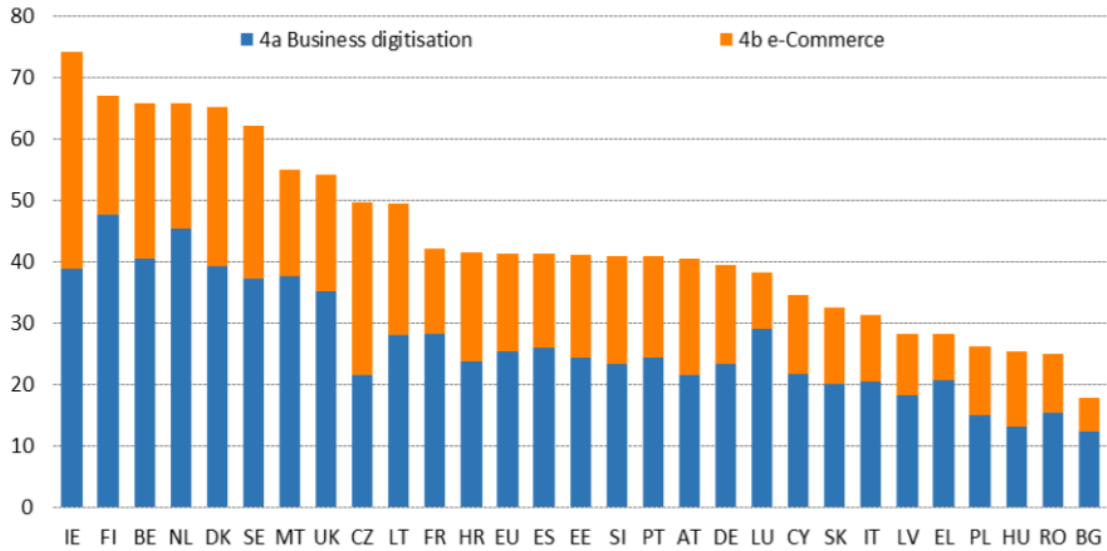
- Ook wanneer gekeken wordt naar technologieën die van belang zijn voor AI-adoptie zoals ERP (Enterprise Resource Planning), cloudcomputing en big data blijkt dat er grote verschillen zijn tussen de EU-lidstaten. In België, de koploper terzake, maken meer dan de helft van de bedrijven (53%) gebruik van een ERP-softwarepakket (Enterprise Resource Planning) om informatie te delen (Electronic Information Sharing) tussen verschillende functionele afdelingen zoals de boekhouding, de marketing, de productie en de strategische planning. De Zuidere lidstaten Spanje (46%), Portugal, Griekenland (36,8%), Italië (36,5%), Griekenland en Cyprus (35,3%) scoren voor deze parameter boven het EU-gemiddelde van 33,8%. Ze bevinden zich daarmee in de groep van Finland, Frankrijk en Duitsland en doen beter dan bijvoorbeeld Zweden, Ierland en het VK. Wordt gekeken naar de ranglijst van de EU-lidstaten voor het aantal bedrijven dat ten minste één cloud computing-service van midden- en hoogtechnologisch niveau heeft aangeschaft (hosting van de database van de onderneming, boekhoudsoftwaretoepassingen, CRM-software, rekenkracht), dan krijgt men een ander beeld voorgeschoteld. Thans blijkt dat de Zuidere lidstaten overklast worden door de Noordelijke lidstaten waar meer dan 40% van de bedrijven in Scandinavische landen en Nederland minstens één soort clouds-service gebruikt. België sluit samen met Ierland aan bij de top 4 met een aandeel van 31% van de bedrijven, beduidend hoger dan het EU-gemiddelde van 18%. Voor het gebruik van big data is het beeld zeer divers met een wisselende ranking van Noordelijke en Zuidere lidstaten. Het verzamelen, opslaan en analyseren van big data is van cruciaal belang voor realiseren en functioneren van een AI-bedrijfsmodel. Gemiddeld gebruikt 12% van de bedrijven in de EU big data om near- of real-time resultaten uit data te produceren, die in verschillende formats beschikbaar zijn teneinde de besluitvorming en andere bedrijfsprocessen te verbeteren. Malta staat op de eerste plaats van de Europese landen wat betreft het aandeel bedrijven die big data gebruiken (24,4%). Nederland, België (20%) en Ierland volgen met meer dan 19% van de bedrijven. Portugal en Griekenland liggen dicht bij het EU-gemiddelde, maar Spanje, Italië en Cyprus blijven achter. Van de Oost-Europese lidstaten slagen enkel Litouwen en in mindere mate Estland erin het EU-gemiddelde te overstijgen.

Figuur 28: Selectie van indicatoren inzake de digitalisering van bedrijven die sleutel zijn voor AI-adoptie : Elektronische informatiedeling, cloudcomputing en big data (DESI 2020)



Globaal kan gesteld worden dat de integratie-index van digitale technologieën wijst op een kloof tussen enerzijds de Scandinavische, Angelsaksische en Noord-Europese lidstaten en anderzijds de Oostelijke (Bulgarije, Roemenië, Hongarije, Polen, Letland) en Zuidelijke lidstaten (met uitzondering van Malta). België bevindt zich samen met Ierland en Finland in de top 3 binnen de EU, en wordt gevolgd door Nederland, Denemarken en Zweden. Al deze landen behalen indexscores boven de 55 (op 100).

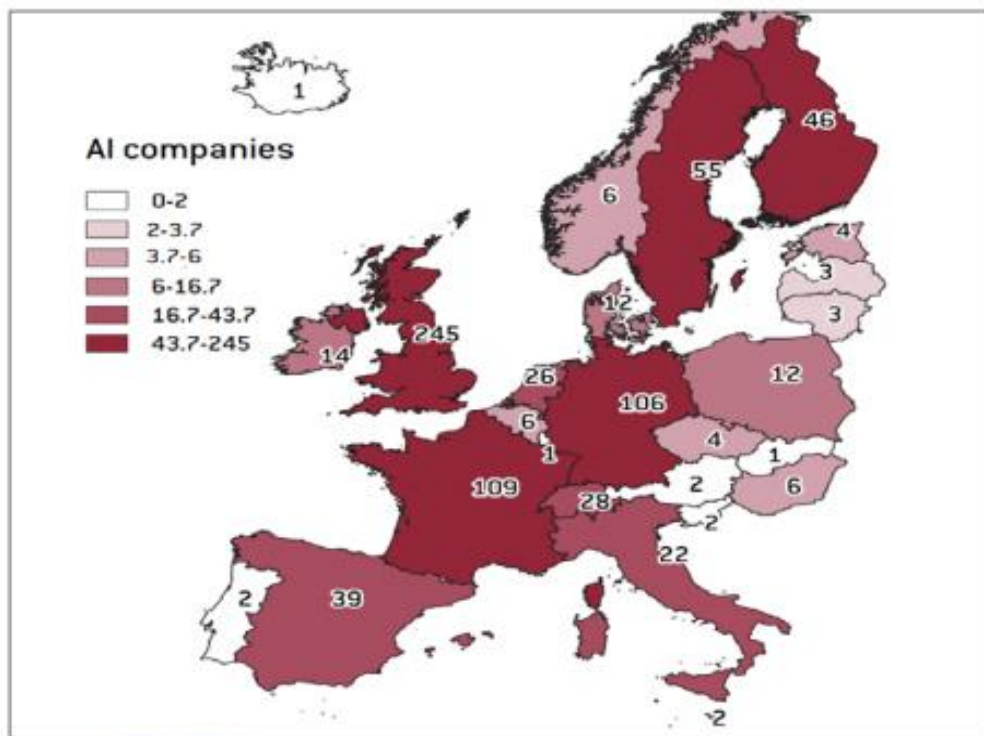
Figuur 29: Integratie-index van digitale technologieën in het bedrijfsleven (DESI 2020)



Source: DESI 2020, European Commission.

- Tenslotte is er de AI-penetratiegraad. In 2017 waren er ongeveer 490 AI-ondernemingen (ondernemingen met een hoofd- of nevenactiviteit in AI in de Crunchbase) actief die onevenredig verspreid liggen binnen de EU28 (zonder gegevens Bulgarije).¹⁶⁵

Figuur 30: Verspreiding van AI-ondernemingen in Europa (2017)



Source: Asgard (2017).

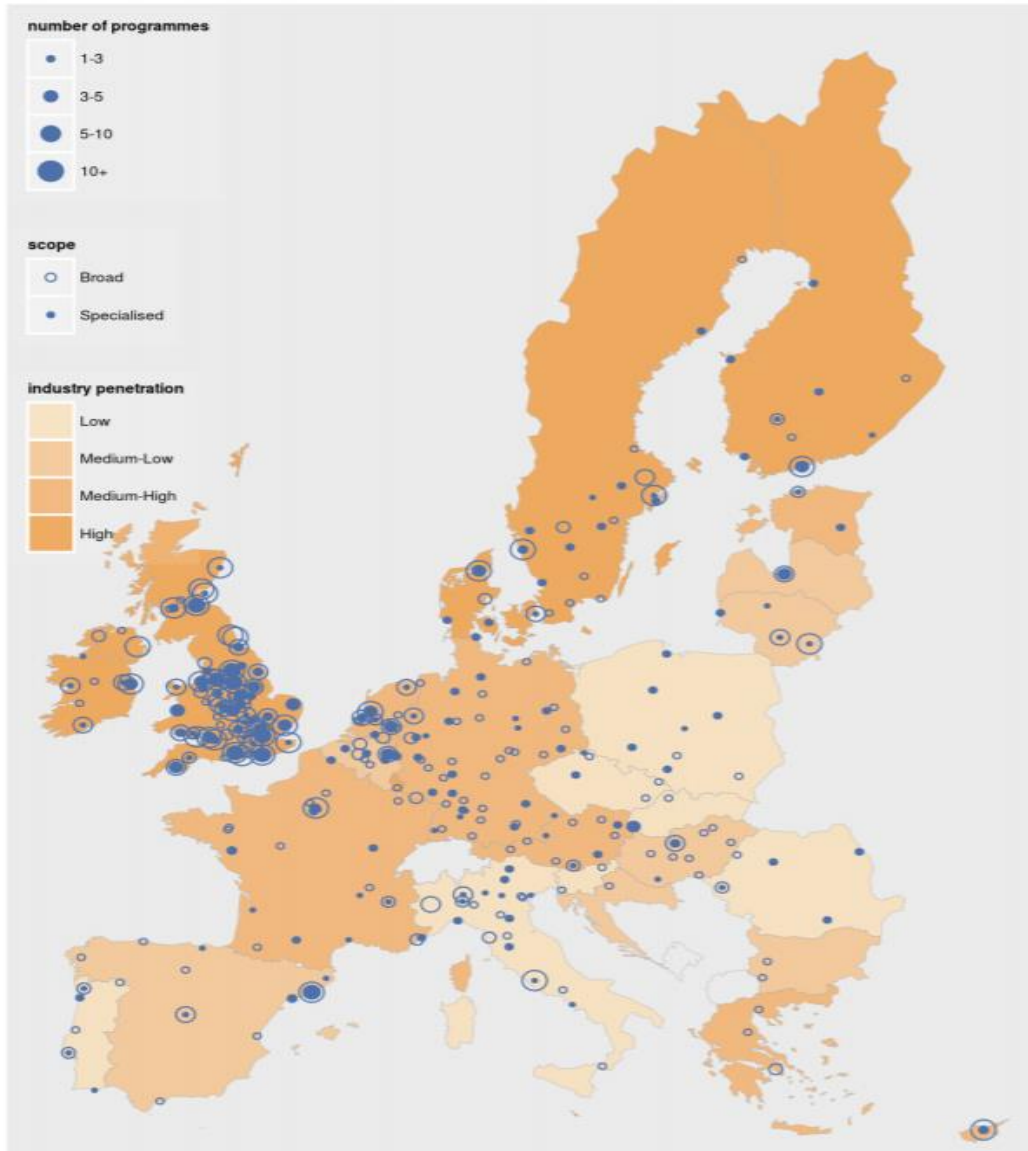
¹⁶⁵ European Parliament, *Two briefings and an in-depth analysis on Data flows, artificial intelligence and international trade: impacts and prospects for the value chains of the future*, In-Depth Analyses requested by the INTA committee, November 2020.

Uit bovenstaande figuur kan afgeleid worden dat het VK het grootste aantal AI-ondernemingen telt: 245. Het wordt gevolgd door Frankrijk (109) en Duitsland (106). Zweden en Finland vervolledigen de top 5. België telt slechts 6 AI-ondernemingen, beduidend minder dan Nederland (26). Per miljoen inwoners tellen de Scandinavische landen het meest aantal AI-ondernemingen. Finland telt 8 AI-ondernemingen per 1 miljoen inwoners. De Scandinavische landen worden gevolgd door de Baltische Staten, in de eerste plaats Estland met drie AI-ondernemingen per miljoen inwoners. Vervolgens komen de Centraal-Europese lidstaten met Frankrijk als aanvoerder. De Balkan staten en de Zuid-Europese lidstaten hebben een beperkt aantal AI-ondernemingen per miljoen inwoners.

Onderzoek van JRC¹⁶⁶ vergelijkt de AI-penetratiegraad in de industrie met die in de academische wereld. De AI-penetratiegraad wordt in 4 categorieën ingedeeld: hoog, bovenmatig (medium-high), matig (medium-low) en laag. De expliciet vermelde cijfers laten zien dat de industriële AI-penetratiegraad, gemeten in het aantal AI-ondernemingen per 10.000 ondernemingen, het hoogst is in Malta, het VK Denemarken, Ierland, Finland, Luxemburg en Zweden, met ratio's die variëren tussen 4,5 in Malta en 1,6 in Zweden. België kent een matige (medium-low) industriële AI-penetratiegraad.

¹⁶⁶ López Cobo M., De Prato G., Alaveras G., Righi R., Samoili S., Hradec J., Ziemba L.W., Pogorzelska K., Cardona M., *Academic offer and demand for advanced profiles in the EU. Artificial Intelligence, High Performance Computing and Cybersecurity*, EUR 29629 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019 Joint research Centre, European Commission.

Figuur 31: AI-penetratiegraad in de industrie en academisch aanbod AI-programma's



Lagere investeringsniveaus

McKinsey&Company wijst erop dat de private sector in Europa reeds in 2016 achterop liep en 'slechts' \$3 tot 4 miljard investeerde, terwijl Azië driemaal en Noord-Amerika vijf keer dit bedrag spendeerden (zie ook hierna over de private equity kloof).¹⁶⁷ Meer recente cijfers laten zien dat de omvang van de private investeringen in de VS die van de andere economische machtsblokken ver overstijgt. Tussen 2012 en 2018 investeerde de VS 20 keer meer in AI en big data dan Europa.¹⁶⁸

¹⁶⁷ McKinsey Global Institute, *Notes from the AI frontier: Tackling Europe's gap in digital and AI*, Discussion paper, February 2019.

¹⁶⁸ McKinsey&Company, *How nine digital frontrunners can lead on AI in Europe. Harnessing the opportunity of artificial intelligence in Europe's digital frontrunners*, October 2020.

I(nternational) D(ata) C(orporation) ziet de wereldwijde investeringen in AI in 2019 uitkomen op \$35,8 miljard en oplopen tot \$79,2 miljard in 2022. Het Europese aandeel wordt geschat op \$5 miljard in 2019, oplopend naar \$13 miljard in 2022.¹⁶⁹ In 2020 zouden de investeringen in robotica en AI volgens IDC oplopen tot \$128,7 miljard en in 2023 al \$241,4 miljard bedragen. Robotica nemen daarvan het grootste deel in beslag: \$112,4 miljard in 2020. China is in 2020 de grootste investeerder in robotica met \$46,9 miljard tegenover \$17,5 miljard voor de VS en \$14,4 miljard voor Europa.¹⁷⁰

De investeringen in robotica en drones worden in 2019 geschat op \$115,7 miljard met een Europees aandeel van \$13 miljard.¹⁷¹ De VS investeerde tussen 2012 en 2016 \$18,2 miljard, een stuk meer dan de \$2,6 miljard in China.

Volgens schattingen van de Stanford University investeerden Amerikaanse bedrijven in 2018 \$18,7 miljard in AI. In China bedroeg dat investeringsbedrag \$14,35 miljard. De 5 grootste EU-lidstaten waren niet eens in staat om samen het uit de EU gestapte niveau van de Britse investeringen te bereiken (\$1,255 miljard versus \$1,27 miljard), en investeerden daarmee nauwelijks meer dan het veel minder bevolkte Israël (\$1,044 miljard). Momenteel zijn van de wereldwijde top 30 AI-octrooiaanvragers er slechts 4 Europees (zie verder over de octrooimarkt). Verder zijn slechts 6 van de 100 meest veelbelovende startups ter wereld afkomstig uit de EU. En van de wereldwijde investeringen in AI die in 2017 zijn gedaan, kwam 38% uit de VS, 48% uit China en 13% uit de rest van de wereld samen.¹⁷²

Ook in de publieke investeringen in AI gaapt een kloof. McKinsey verwijst bij wijze van voorbeeld naar de aangekondigde investeringsplannen van de Europese Commissie in robotica en AI ter waarde van €2,6 miljard en het bedrag van \$2,1 miljard dat China spendeert aan de ontwikkeling van één enkel AI-technologiepark in het westelijk deel van Beijing. Meer algemeen, budgetteerde de Amerikaanse regering een AI-investeringsbedrag van €4,5 miljard voor 2020, nadat een gelijkaardig bedrag in de begroting van 2019 was voorzien. Omdat China geen inzage in haar begroting geeft, is er geen zicht op de voorziene overheidsbudgetten. Om een idee te krijgen van de Chinese overheidsinspanningen, moet men terugvallen op aangekondigde initiatieven. Zo meldden de steden Shangai en Tianjin dat zij van plan zijn in de komende 10 jaar zo'n €13,5 miljard te investeren in AI. Ter vergelijking, de EU investeerde van 2014 tot 2017 jaarlijks ongeveer €275 miljoen binnen het Horizon 2020-programma.¹⁷³

Een goede vergelijkingsbasis wordt geboden door de verhouding AI-investeringen/bbp. Een JRC-rapport¹⁷⁴ nam de AI-investeringen in de EU28 van 2018 onder de loep. AI-investeringen omvatten niet alleen investeringen in de technologie zelf, maar ook in complementaire activa en

¹⁶⁹ IDC, *Worldwide Spending on AI systems will grow to nearly \$35,8 miljard in 2019*, 11 March 2019.

¹⁷⁰ IDC, *Worldwide spending on robotic systems and drones forecast to reach \$128.7 billion in 2020*, 2 January 2020.

¹⁷¹ B(ig) D(ata) V(alue) Association & euRobotics. *Strategic Research, Innovation and Deployment Agenda for an AI PPP. A focal point for collaboration on Artificial Intelligence, Data and Robotics*. Consultation Release, June 2019.

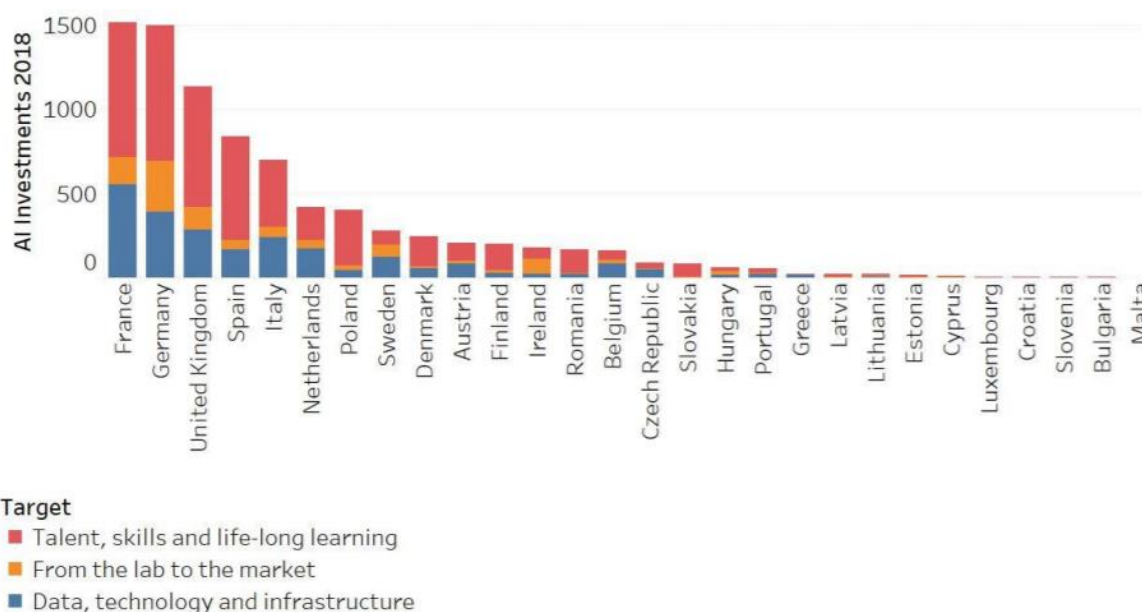
¹⁷² PromethEUs, *THE N(EU) WAY TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Challenges and Perspectives for Southern Europe*, September 2020.

¹⁷³ McKinsey&Company, *How nine digital frontrunners can lead on AI in Europe. Harnessing the opportunity of artificial intelligence in Europe's digital frontrunners*, October 2020.

¹⁷⁴ Daniel Nepelski and Maciej Sobolewski, *Estimating investments in General Purpose Technologies. The case of AI Investments in Europe*, EUR 30072 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020.

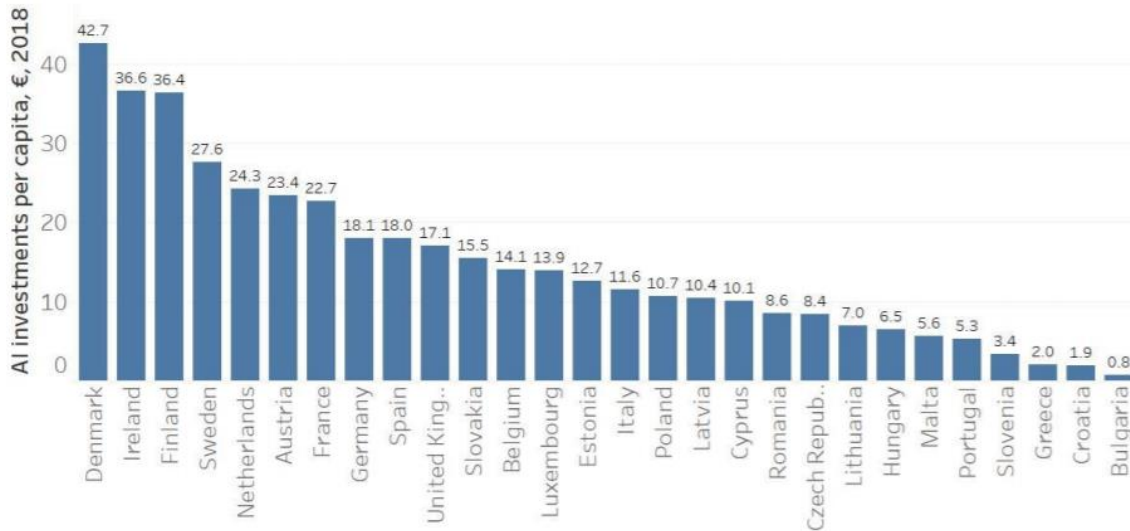
faciliteiten zoals vaardigheden, datavermogen, productdesign en organisatiekapitaal (missie- en visievorming, organisatorische structuur, de beslissingsprocedures en strategievorming, opleidingsmateriaal, kennismanagementsystemen). Onderscheid wordt dan ook gemaakt in drie doelcategorieën: “talent, vaardigheden en levenslang leren”, “van lab naar de markt” (R&D en immateriële activa zoals merk, productdesign en organisatiekapitaal) en “data, technologie en infrastructuur”. De Europese Commissie schat de AI-investeringen door de private en de publiek sector in 2018 op €7 tot 8,4 miljard. De investeringen bedragen ongeveer €16,3 per capita of 0,04% van het EU bbp. Ter vergelijking, de R&D-uitgaven bedroegen in 2018 2,11% van het EU bbp. 58% van de investeringen gaat naar “talent, vaardigheden en levenslang leren”, iets meer dan 29% naar “data, technologie en infrastructuur” en bijna 13% naar de doelcategorie “van lab naar de markt”. De overheid nam 42% van de totale AI-investeringen voor haar rekening (inclusief uitgaven voor onderwijs in het domein van AI en uitgaven voor de adoptie van AI in de publieke sector). De hoogste absolute investeringsvolumes vindt men terug in de grootste EU-lidstaten. Frankrijk, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk vormen de top drie met bijna 50% van de totale AI-investeringen in de EU. Spanje, Italië en Nederland volgen. België positioneert zich binnen de EU28 precies in het midden. Worden de AI-investeringen per capita beschouwd, dan treden de Scandinavische landen, Ierland en Nederland op de voorgrond. België bekleedt de 12^{de} positie met een investeringsbedrag van €14,1 per capita, maar presteert onder het EU-gemiddelde van €16,3 per capita.

Figuur 32: AI-investeringen in absolute bedragen



Note: Figure presents estimates for the maximum scenario (see Section 3.2).
Source: JRC based on EUROSTAT, Spintan and Intan-Invest data.

Figuur 33: AI-investeringen per capita



Note: Figure presents estimates for the maximum scenario (see Section 3.2).

Source: JRC based on EUROSTAT, Spintan and Intan-Invest data.

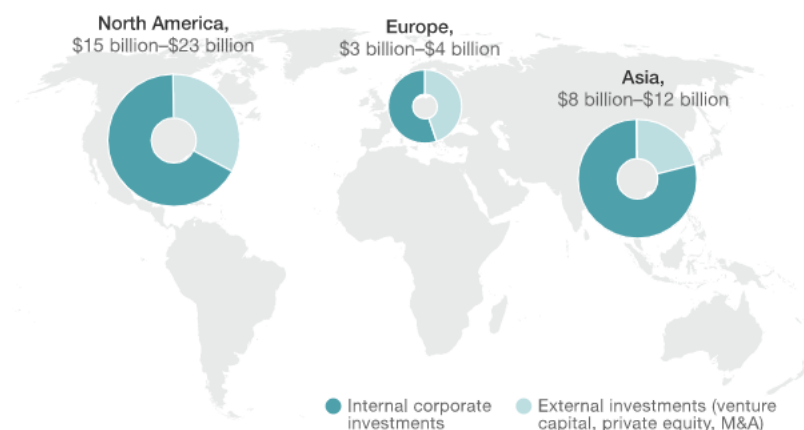
Kloof in AI private equity en de impact van COVID-19

De risicokapitaalkloof

Onderzoek van McKinsey¹⁷⁵ geeft aan dat Europa reeds in 2016 met een achterstand kampte ten aanzien van de VS en China. Investeringen in automatiseringstechnologieën zoals AI groeiden snel, gedomineerd door digitale bedrijven zoals Amazon, Baidu en Google. Europese bedrijven, waaronder ABB, Bosch, BMW en Siemens, investeren ook in AI, maar in het algemeen loopt Europa achter op het gebied van 'externe' AI-investeringen (private equity, risicokapitaal, mergers&acquisitions) die volgens ruwe schattingen in 2016 \$3 tot \$4 miljard bedroegen, vergeleken met \$8 tot \$12 miljard in Azië en \$15 tot \$23 miljard in Noord-Amerika. De Verenigde Staten en China beschikten ieder toen al over sterke AI-ecosystemen - clusters van onder meer AI-ondernemers, financiers en AI-gebruikers - en hadden tevens al strategische plannen opgesteld waarin AI voor heel wat operationele doelstellingen een centrale plaats innam, ondersteund door financieringsinitiatieven.

¹⁷⁵ McKinsey Global Institute, *10 imperatives for Europe in the age of AI and automation*, 2 October 2017.

Figuur 34: AI risicokapitaalinvesteringen, 2016



McKinsey&Company

Ook op het vlak van investeringen in 5G, Internet of Things en High-Performance Computing (quantum computing en meer nog in quantum cryptografie) waarin momenteel een wedloop gaande is, loopt de EU achter ten aanzien van de VS en China.¹⁷⁶

Tussen 2000 en 2016 noteerden de VS 3.033 AI-start-ups, goed voor 37,41% van het wereldwijde totaal. Sinds 2016 neemt het aandeel echter af en daalde sindsdien onder de 30%. Tijdens diezelfde periode ontving de VS \$20,7 miljard aan funding, goed voor 71,78% van de totale wereldwijde AI-financiering. In 2017 passeerde China volgens bepaalde bronnen voor het eerst de VS op het gebied van AI startup funding.¹⁷⁷ Chinese AI-bedrijven haalden in de eerste helft van 2018 \$31,7 miljard op, bijna 75% van het wereldwijde totaal van \$43,5 miljard.¹⁷⁸

AI en cybersecurity startups zijn een gegeerde prooi voor grote techbedrijven. De ondernemingen die sinds 2010 de meeste startups overnamen, zijn Google, Apple, Baidu, Facebook, Amazon, Intel, Microsoft, Twitter en Salesforce. Ook ondernemingen in de meer traditionele sectoren die sterk op digitalisering inzetten zoals de automobiel-, de gezondheids-, de verzekerings- en de handelssector liggen op de loer. Geschat wordt dat \$50 miljard werd geïnvesteerd in AI startups tussen 2011 en midden 2018. Grote technologiebedrijven deden driekwart van deze investeringen. Buiten de technologiesector bevindt de acceptatie van AI zich nog in een vroeg stadium en weinig bedrijven hebben AI-oplossingen al op grote schaal toegepast.

In de eerste helft van 2018 trokken AI-startups ongeveer 12% van de wereldwijde private equity investeringen aan tegenover 3% in 2011. De VS en China en in (veel) mindere mate de EU gaan met de meeste durfkapitaalinvesteringen voor AI-startups lopen. De Chinese ondernemingen trokken in 2017 36% (\$13,5 miljard) van de wereldwijde AI risicokapitaalinvesteringen aan. De EU (\$2,8 miljard) legde beslag op 8% (tegenover 1% in 2013) en de VS op 45% (\$16,9 miljard). Het aangetrokken kapitaalniveau loopt sterk uiteen binnen de EU (zie volgende figuur). De startups in het Verenigd Koninkrijk incasseerden tussen 2011 en medio 2018 55% van de AI-

¹⁷⁶ Renda, A., *Artificial Intelligence. Ethics, governance and policy challenges*, Report of a CEPS Task Force, CEPS, Brussels, February 2019.

¹⁷⁷ Buchanan, B.G., *Artificial Intelligence in finance*. The Alan Turing Institute, april 2019.

¹⁷⁸ Mou, X., *Artificial intelligence: investment trends and selected industry uses*, International Finance Corporation, World Bank Group, Note 71, Sept 2019.

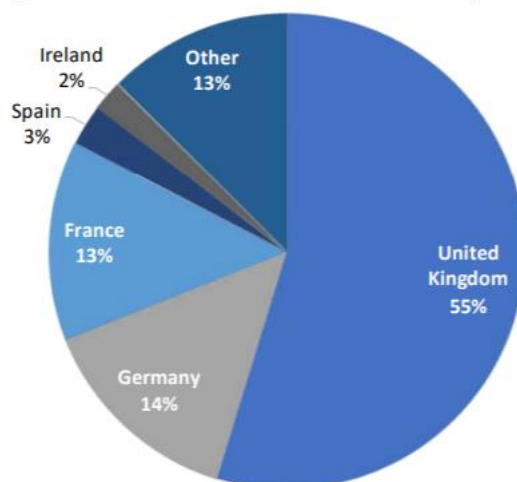
investeringen in de EU, gevolgd door Duitse (14%) en Franse ondernemingen (13%). Dit betekent dat de resterende 25 landen op minder dan 20% van alle AI-risicokapitaalinvesteringen in de EU konden rekenen met Spanje (3%) en Ierland (2%) als belangrijkste vertegenwoordigers.¹⁷⁹ De uitbreide van het VK uit de EU zou dus een serieuze aderlating betekenen voor de EU als geheel.

Een studie van EY¹⁸⁰ (zie bijlage) over AI in 15 onderzochte landen bevestigt bovenstaande vaststelling. Het VK, Frankrijk en Duitsland trokken tussen 2008 en 2018 gezamenlijk 87% van de investeringen aan. Het VK steekt met 533 van de in totaal 1.362 deals en een aangetrokken investeringsbedrag van \$7,262 miljard er met kop en schouders bovenuit. Voor Duitsland gaat het om 140 deals voor een waarde van \$520 miljoen, voor Frankrijk om 165 deals met een waarde van \$1,357 miljard. Ook de Scandinavische landen Zweden (73 deals voor \$254 miljoen) en Denemarken (21 deals voor \$330 miljoen) scoren goed. Daarnaast kan ook niet naats Spanje gekeken worden met 74 deals ter waarde van \$131 miljoen. België bevindt zich met een 7de positie stevig in de middenmoot. In de voorbije 10 jaar werd \$110 miljoen geïnvesteerd in startups in België die met AI werken. In dit onderzoek laten we Nederland (\$43 miljoen) qua investeringsvolume achter ons, zij het dat het aantal deals (45) in Nederland hoger is.

Naast de VS, China en de EU die tussen 2011 en midden 2018 meer dan 93% van het wereldwijde AI-risicokapitaal aantrokken, spelen ook startups in Israël (3%) en Canada (1,6%) een significante rol.¹⁸¹

Figuur 35: Risicokapitaalinvesteringen in AI startups in de EU, 2011 tot midden 2018

Percentage of total amount invested in EU-based start-ups over period



Note: The percentage for 2018 only covers the first half of the year.

Source: OECD estimation, based on Crunchbase (July 2018), www.crunchbase.com.

Ook het aantal AI-deals nam tussen 2011 en 2017 wereldwijd toe: van minder dan 200 deals in 2011 tot meer dan 1.400 in 2017. Startups in de VS namen het grootste deel van de deals voor hun rekening en trokken ongeveer 800 deals in 2017 aan (komende van 130 in 2011). De Europese Unie zag eveneens een sterke toename in het aantal deals, van 30 in 2011 tot 350 in

¹⁷⁹ OECD (2019). *Artificial Intelligence in society*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>.

¹⁸⁰ Ernst & Young, *Artificial Intelligence in Europe: Belgium & Luxembourg. Outlook for 2019 and beyond*, Report commissioned by Microsoft, 2018.

¹⁸¹ OECD, *Private equity investment in artificial intelligence*, december 2018.

2017. Het aantal deals in China ligt beduidend lager (0 in 2011 en 60 in 2017) maar de enorme omvang van het geïnvesteerde kapitaal impliceert dat de gemiddelde waarde van deze deals aanmerkelijk hoger ligt dan in de EU. Globaal kan een stijgende trend in het investeringsbedrag per deal vastgesteld worden. In de eerste helft van 2018 vertegenwoordigde het aandeel deals boven de \$100 miljoen 66% van het totale geïnvesteerde risicokapitaal in AI-startups. Deze gegevens reflecteren het groeiende wasdom van AI-technologieën en de strategie van de investeerders waarbij grotere investeringsbedragen worden geconcentreerd op minder ondernemingen. Drie patronen kunnen geobserveerd worden:

- Chinese startups met een beperkt aantal maar zeer omvangrijke investeringen
- EU startups met een stijgend aantal kleinere investeringsbedragen (van gemiddeld \$3,2 miljoen per investering in 2016 naar \$5,5 miljoen in 2017 en \$8,5 miljoen in de eerste helft van 2018)
- Startups in de VS met een stijgend aantal grotere investeringen (van gemiddeld \$9,5 miljoen in 2016 naar \$13,2 miljoen in 2017 en \$32 miljoen in de eerste helft van 2018).

De achterstand van Europa tegenover de VS en China blijft groot. In de VS werd eind 2017 ongeveer €223 per capita geïnvesteerd in startups tegenover €3 in Italië, €58 in Finland en €123 in Zweden (de hoogste score in Europa). Europa heeft slechts 10% van de 185 “unicorn” startups in huis met een waarde van minstens \$1 miljard, vergeleken met 54% in de VS en 23% in China. Alhoewel Europa’s bnp van vergelijkbare grootteorde is als dat van de VS en iets hoger dan dat van China, bedraagt het aandeel van de Europese ICT-sector in het bnp 1,66%, slechts de helft van het 3,33%-aandeel in de VS en beduidend minder dan het 2,16%-aandeel van China.¹⁸²

Ook een studie van de Parlementaire Commissie ITRE wijst op de achterstand van Europa ten aanzien van China en vooral de VS op het vlak van AI-venture capital en private equity. De VS ontvingen meer private investeringen dan de EU en China. Indien het geïnvesteerde risicokapitaal wordt berekend per werknemer, is het verschil tussen de VS enerzijds en China en de EU gigantisch. Europa ligt ook achter op China, zij het dat verschil per werknemer minder drastisch is. Het rapport bevestigt ook de vaststelling dat, alhoewel 25% van de AI startups zich in de EU bevinden, slechts 10% van de digitale ‘unicorns’ gevestigd zijn in Europa. Opvallender nog, van de 41 wereldwijde AI-unicorns is er slechts 1 gevestigd in de EU, tegenover 18 in de VS en 17 in China.¹⁸³ Dit is te wijten aan de afwezigheid van een efficiënt risicokapitaal ecosysteem. Bovendien zijn Europese AI-ondernemingen gegeerde overnameprooien voor niet-Europese bedrijven, zoals wordt geïllustreerd door de recente overname door Facebook van de Britse ondernemingen Bloomsbury AI, Scape Technologies en Deeptide Ltd.

Tabel 8: Aantal AI-ondernemingen, AI start-ups en omvang van AI-risicokapitaal

Criterion	China	EU	VS
AI-ondernemingen (2019)	6.400	5.120	9.000
AI startups (2017)	383	726	1.393

¹⁸² McKinsey Global Institute, *Notes from the AI frontier: Tackling Europe’s gap in digital and AI*, Discussion paper, February 2019.

¹⁸³ PromethEUs, *THE N(EU) WAY TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Challenges and Perspectives for Southern Europe*, September 2020.

AI venture capital en private equity (\$miljard, 2017-2018)	\$13,5	\$2,8	\$16,9
AI venture capital en private equity per werknemer (\$miljard, 2017-2018)	\$17,2	\$11,2	\$102,4

De impact van COVID-19

In deze rubriek wordt enkel gefocust op gegevens die de impact van de coronacrisis op de risicokapitaalinvesteringen met een link naar AI en AI-gerelateerde sectoren weerspiegelen. Voor meer algemene informatie kan worden verwezen naar andere rapporten.¹⁸⁴

De Global Innovation Index¹⁸⁵ besteedt aandacht aan de impact van COVID-19 op venture capital (VC). VC-deals lopen sterk terug in Noord-Amerika, Azië en Europa. Er zijn weinig Initial Public Offerings (IPO's) in zicht, en de start-ups die overleven, groeien minder aantrekkelijk en winstgevend voor durfkapitalisten, waardoor exitstrategieën zoals IPO's in 2020 in het gedrang komen.

¹⁸⁴ CB Insights (2020), *How Covid-19 Could Impact Startup Funding*, Research briefs.

Start Genome (2020), *The Impact of COVID-19 on Global Startup Ecosystems: Global Startup Survey. Second Installment of Series*.

Crunchbase News, *How COVID-19 Changed The VC Investment Landscape In The US*, 23 June 2020.

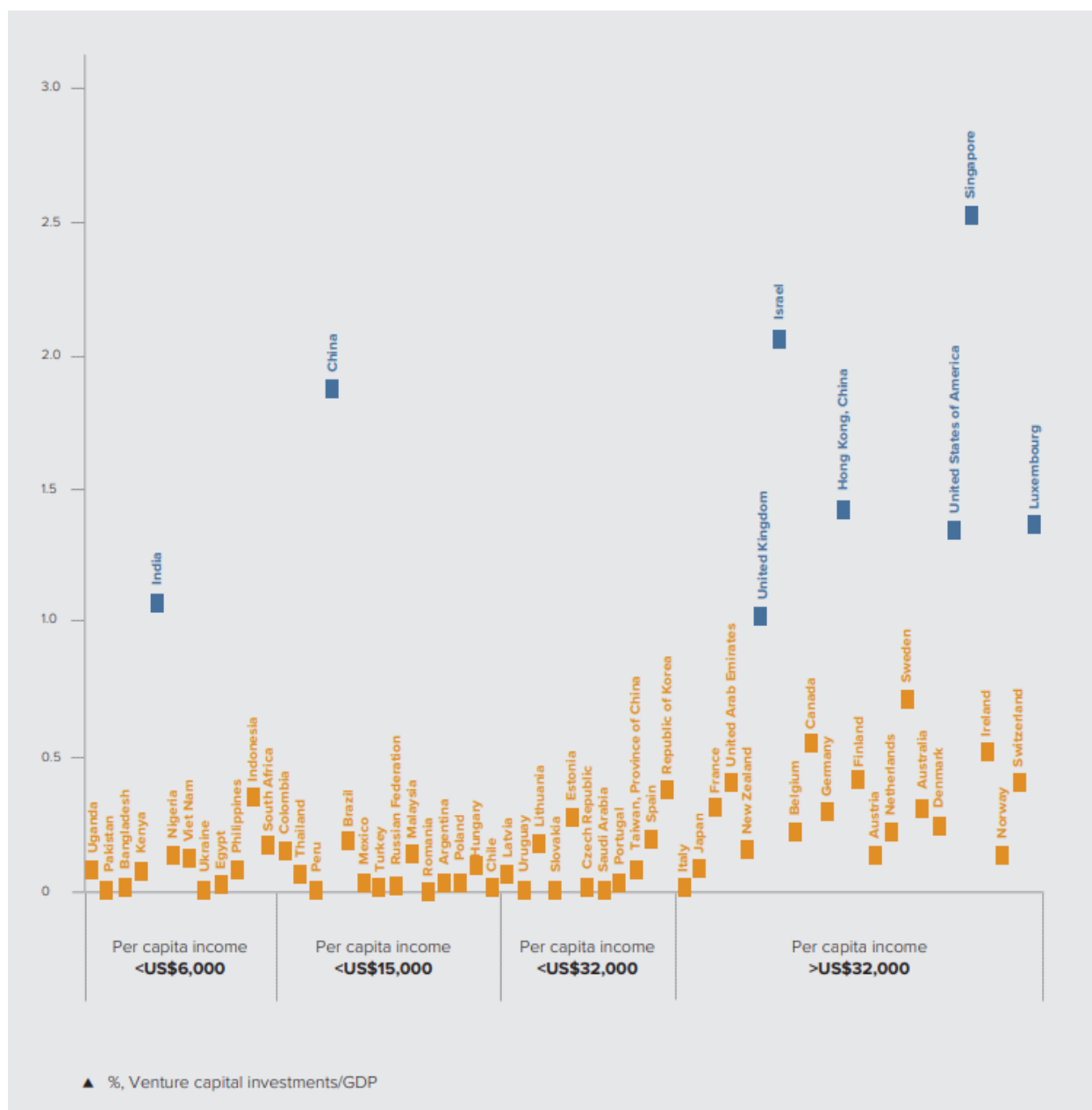
¹⁸⁵ Cornell University, INSEAD, and WIPO. *The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation?* Ithaca, Fontainebleau, and Geneva, 2020.

Figuur 36: Daling in het aantal VC-deals in Noord-Amerika, Azië en Europa, evolutie eerste kwartaal 1995 tot eerste kwartaal 2020



Opmerkelijk is dat de daling in VC-deals reeds vóór de pandemie was ingezet en dat de crisis die enkel versterkt heeft. In plaats van nieuwe, kleine en diverse en dus een bredere basis van startups te financieren, concentreerden durfkapitalisten zich eerder op zogenaamde "megadeals" met als doel een select aantal grote bedrijven een boost te geven. Deze investeringen waren dus gericht op het creëren van zogenaamde 'unicorns' maar gaven niet het verhoopte resultaat. Verwacht wordt dat risicofinanciering, in het bijzonder VC, meer tijd nodig heeft om te herstellen. De negatieve effecten zullen sterker gevoeld worden in de zaaifase en door R&D-intensieve startups met onderzoeksplannen op langere termijn in domeinen zoals live sciences. Ook ondernemingen die buiten de top VC-hotspots gelegen zijn, zullen een nadelige impact ondervinden.

Figuur 37: VC-penetratie in een aantal geselecteerde economieën, 2016-2018

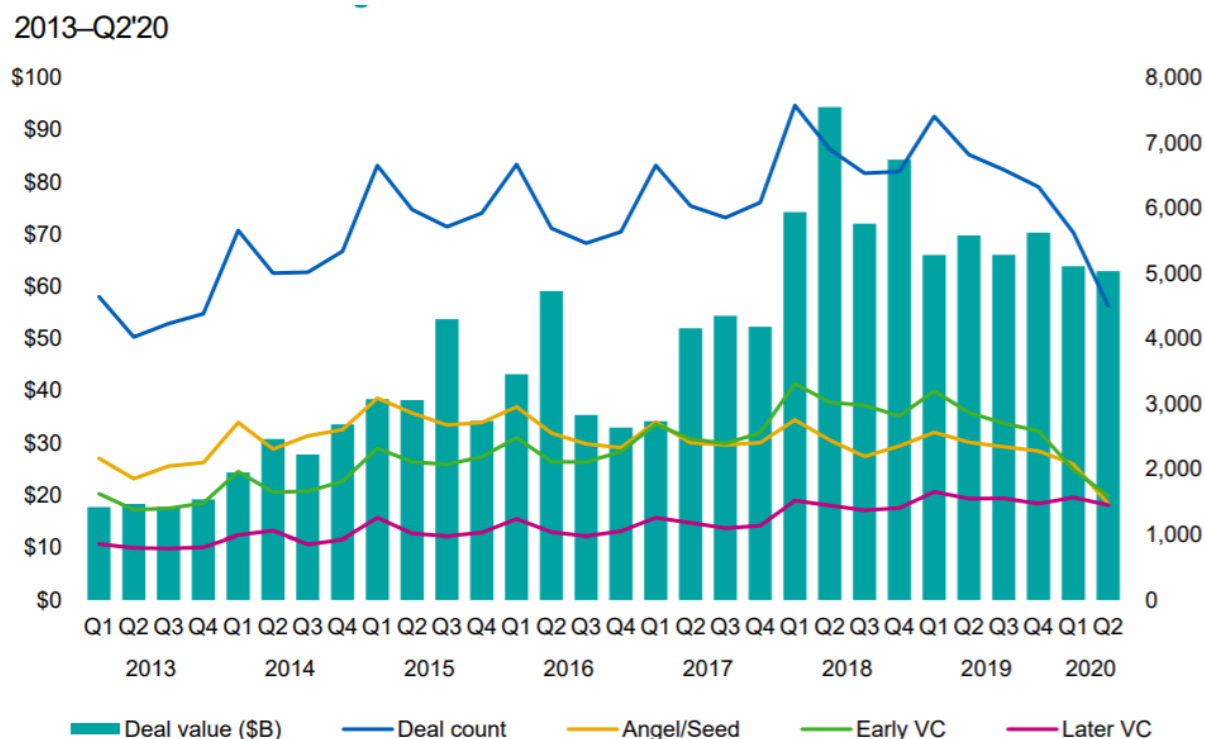


De belangrijkste VC-hotspots Singapore, Israël, China, Hong Kong (China), Luxemburg, de VS, India en het VK zullen magneten blijven voor VC. Ze zullen waarschijnlijk snel opveren mede door de wereldwijde zoektocht naar rendement op kapitaal. Dit is bijvoorbeeld al het geval in China. Belangrijke vaststelling is dat de inzet van VC en innovatie gericht lijkt te zijn op online onderwijs, big data, e-commerce en robotica.

Een studie van KPMG¹⁸⁶ toont aan dat wereldwijd in het eerste halfjaar van 2020 voor een bedrag van bijna \$127 miljard in startende ondernemingen werd geïnvesteerd. Dat is iets minder (-6,6%) dan de totale investering van \$136 miljard in de laatste zes maanden van 2019. Het aantal transacties daalde in deze periode aanzienlijk, van 13.404 naar 10.126, een terugval met 24,5%.

¹⁸⁶ KPMG, *Venture pulse Q2 2020. Global analysis of venture funding*, 22 July 2020.

Figuur 38: Wereldwijde venturefinanciering, 2013-Q2'20



Source: Venture Pulse, Q2'20. Global Analysis of Venture Funding, KPMG Private Enterprise. Data provided by PitchBook, 7/22/20. Note: Refer to the Methodology section on page 98 to understand any possible data discrepancies between this edition and previous editions of Venture Pulse.

Het aantal transacties liep ook in Europa in de eerste zes maanden van 2020 (1.062 deals) sterk (-23,2%) terug ten aanzien van de laatste 6 maanden van 2019 (1.383 deals). Het investeringsbedrag per deal nam echter fors toe. Resultaat is dat in de eerste 6 maanden van 2020 voor een bedrag van \$19,9 miljard in startups werd geïnvesteerd, dit is \$1,1 miljard (+5,9%) meer dan in de laatste zes maanden van 2019. De aandacht van investeerders ging met name uit naar de meer volwassen startups, die minder risico met zich meebrengen. Startups die actief zijn op het vlak van healttech, biotech en fintech en bedrijven die B2B-oplossingen bieden, zullen op het vizier van investeerders blijven. En ook startups op het gebied van cybersecurity, data en analytics kunnen meer investeringen verwachten, vooral door de snelle toename van het werken op afstand die de coronacrisis met zich heeft meegebracht. KPMG verwacht dat investeerders meer tijd zullen nemen voor mogelijke transacties, vooral bij het uitvoeren van due diligence onderzoeken. Dat heeft gevolgen voor het aantal deals en het investeringsniveau. Gezien de huidige economische uitdagingen zal er bovendien druk ontstaan op de waardering van bedrijven. Dat biedt opportunistische investeerders de mogelijkheid op zoek te gaan naar goede deals. Er moet nog blijken hoe groot de uiteindelijke gevolgen van Covid-19 voor de markt en voor de economie zijn. Vooruitlopend hierop ziet KPMG verschillende overheden met stimuleringsmaatregelen uitpakken om te helpen bij het economisch herstel. Niettemin zullen er flinke uitdagingen blijven bestaan bij het realiseren van transacties. Zo zal de beperking in het internationale reizen ervoor zorgen dat veel durfkapitaalinvesteerders zich meer zullen richten op kansen in hun lokale markten. Voor startups in opkomende landen die zich in de groeifase bevinden heeft dit grote gevolgen. Zij zijn immers vaak sterk afhankelijk van internationale investeringen.

Minder toptechnologieclusters

Technologieclusters, vaak gecentreerd in stedelijke omgeving, zijn de belangrijkste drivers van AI-innovatie, ondernemersactiviteit en economische groei, en het effect is zelfversterkend: de aanwezigheid van meer talent en kapitaal boost onderzoeksresultaten met een groot potentieel voor commercialisering, hetgeen op zijn beurt investeringen bevordert en nieuw talent aantrekt. De Bay Area-cluster in San Francisco bijvoorbeeld wist in 2018 46% van alle AI-risicokapitaal financiering in de VS aan te trekken en stond in voor 52% van de exits van VC-backed ondernemingen. De belangrijkste stakeholders zijn academische en kennisinstellingen, bedrijven, startups en overheden.

Onderzoek van McKinsey naar de performantie van 294 steden als AI-cluster toont aan dat de VS 18 van de top 25 technologieclusters huisvesten, tegenover drie in Europa en vier in Azië. De belangrijkste topcluster in Europa, nl. London (vijfde positie wereldwijd), maakt na de Brexit niet langer deel uit van de EU.¹⁸⁷

Een grote pool van AI-onderzoekers, maar algemeen tekort aan AI-vaardigheden

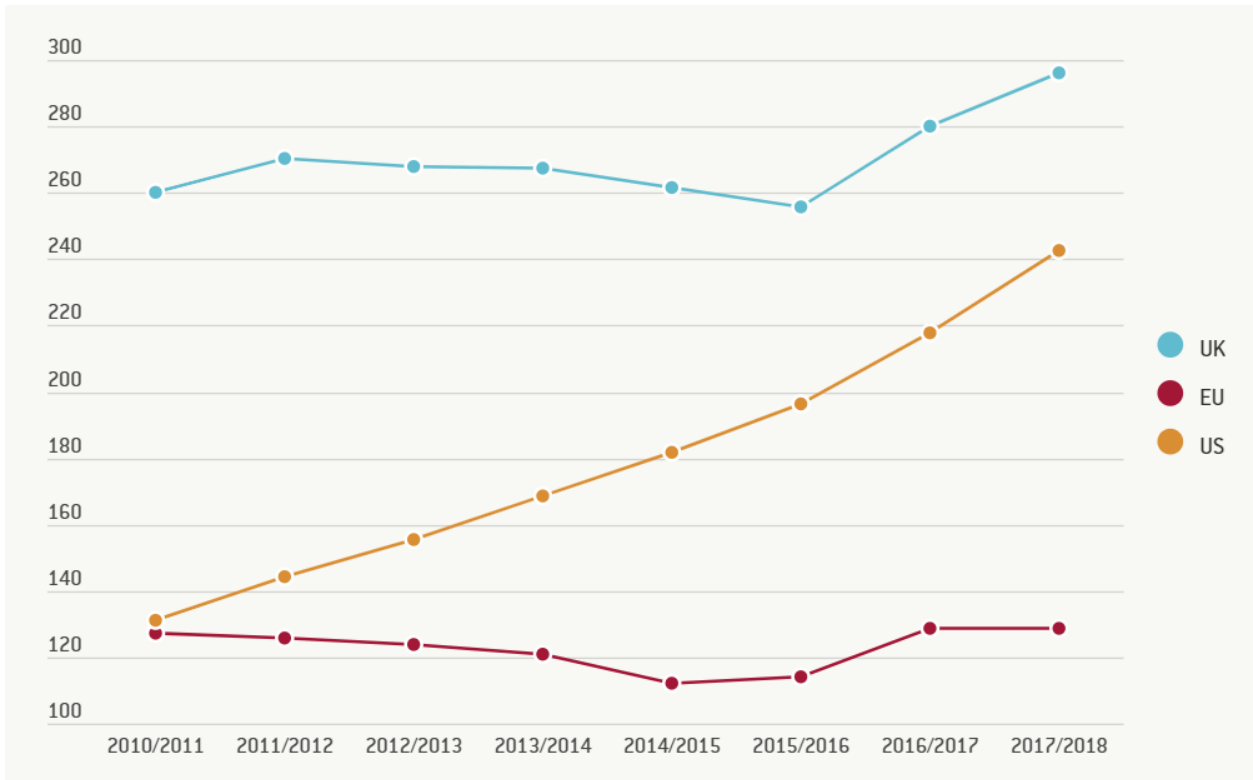
De Europese denktank Bruegel stelt in een blogpost¹⁸⁸ dat Europa een tekort heeft aan vaardigheden op gebied van AI. Hoe intelligent AI ook is, het is nog steeds afhankelijk van gekwalificeerde mensen. En juist daaraan schort het in de Europese Unie, aldus de denktank. AI-technologie is minder afhankelijk van topwetenschappers dan van bekwame datawetenschappers, programmeurs en mensen die bestaande deep-learning-algoritmen kunnen toepassen voor praktisch commercieel gebruik (AI-resultaten kunnen vertalen in business-kansen). Duitse bedrijven bijvoorbeeld hadden in 2019 gemiddeld zes maanden nodig om elke technische functie ingevuld te krijgen.

Gegevens over de toekenning van diploma's in computerwetenschappen geven een indicatie van het opleidingsniveau in AI-relevante graden. Computerwetenschappen is een breed domein dat datawetenschappen, informatietechnologie, software engineering, robotica en andere AI-specialisaties omvat. Onderstaande figuren geven achtereenvolgens een beeld van de toegekende bachelordiploma's (EU, VS en VK maar niet China wegens een gebrek aan gegevens) en master- en doctoraatsgraden in computerwetenschappen (voor de EU, VS, VK en China), per 1 miljoen inwoners en in absolute aantallen. De prestaties van de EU worden wel wat onderschat omdat gegevens ontbreken voor België, Kroatië, Cyprus, Frankrijk, Hongarije, Litouwen, Luxemburg, Malta, Nederland Polen, Slovaakse, Slovenië en Zweden. Tevens worden de prestaties van het VK niet langer aan de EU toegerekend. De EU doet het slecht voor de drie maatstaven: het aantal toegekende bachelordiploma's is zelfs gedaald in de periode van 2010-2018. Hoewel er enige vooruitgang is geboekt op het doctorale front, verbleekt het jaarlijkse groeipercentage van de EU van 6% in vergelijking met dat van de VS (13%). Met andere woorden, de kloof is groter geworden.

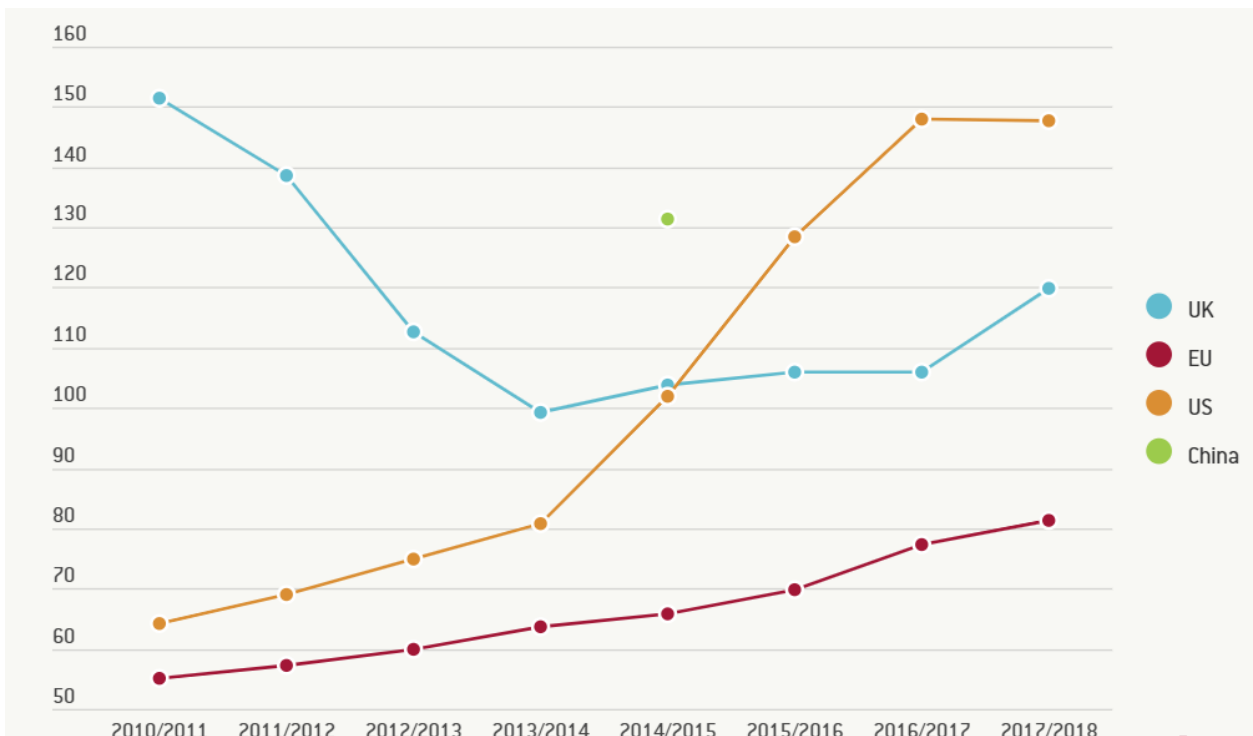
¹⁸⁷ McKinsey&Company, *How nine digital front-runners can lead on AI in Europe. Harnessing the opportunity of artificial intelligence in Europe's digital frontrunners*, October 2020.

¹⁸⁸ Bruegel Blogpost, *Europe has an artificial-intelligence skills shortage. How severe is Europe's dearth of AI talent and how does it compare to the United States, China and the United Kingdom – the world's AI champions?*, August 27 2020.

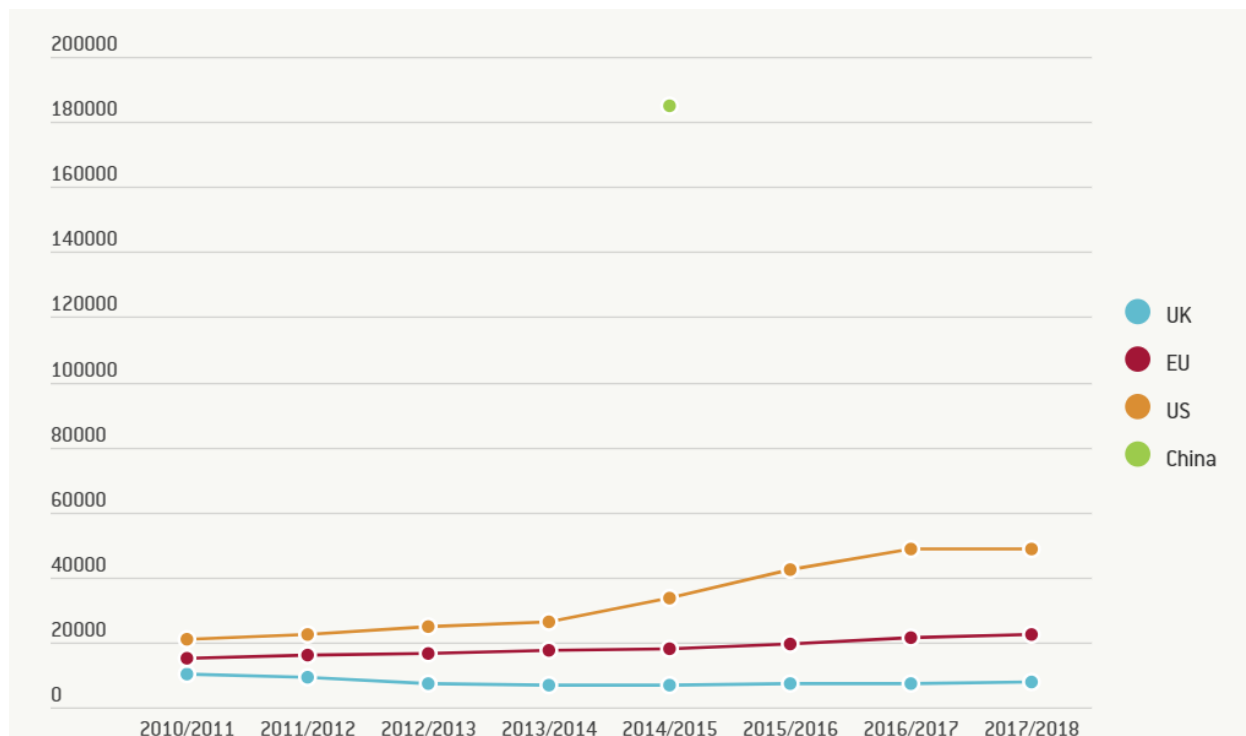
Figuur 39: Toegekende bachelordiploma's computerwetenschappen per miljoen inwoners



Figuur 40: Toegekende master en doctoraatsdiploma's in computerwetenschappen per miljoen inwoners

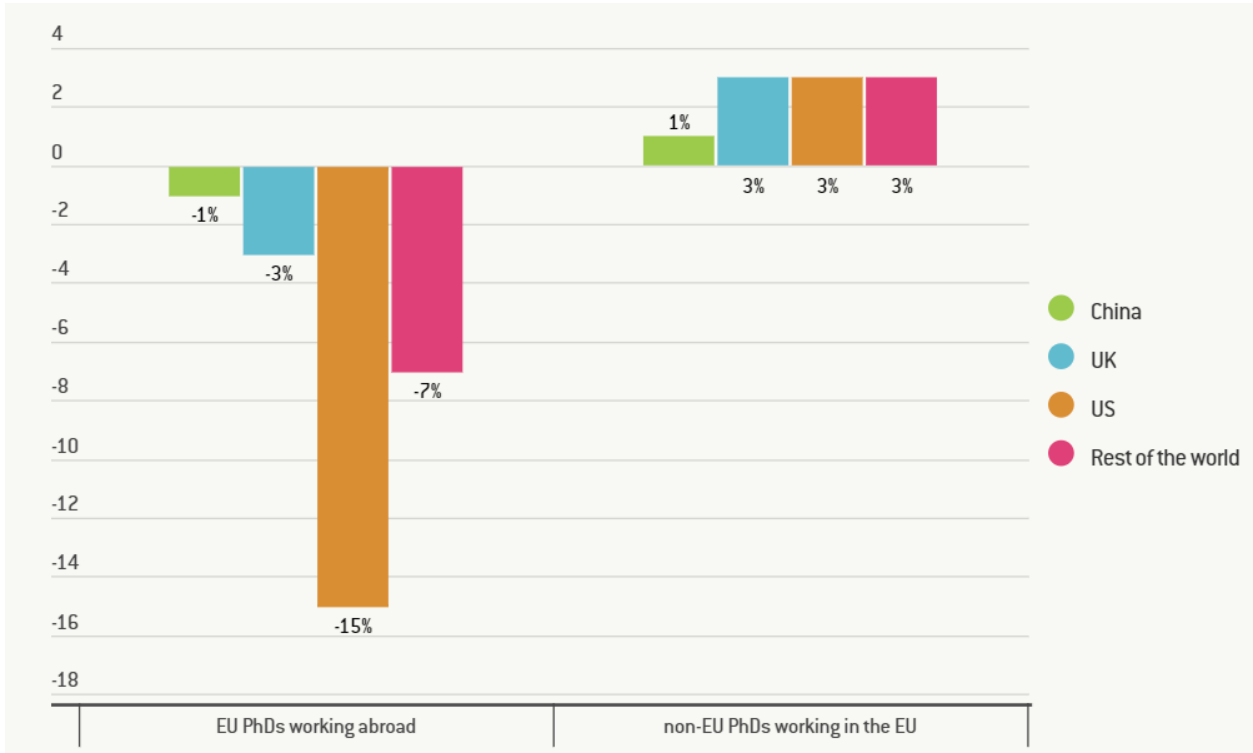


Figuur 41: aantal toegekende master- en doctoraatsdiploma's in computerwetenschappen, in absolute aantallen



Daarbij komt nog dat de EU (voor deze grafiek bestaande uit Frankrijk, Duitsland, Italië, Nederland, Spanje en Zweden) er maar moeilijk in slaagt om AI-internationaal talent aan te trekken. Integendeel, Europa verliest veel van haar eigen AI-talent aan het buitenland (VS, UK, China en Rest of the World (Australië, Canada, India, Israël, Japan, Singapore, Zuid-Korea, Zwitserland en Taiwan), in het bijzonder de VS.

Figuur 42: Attractiviteit van de EU en andere regio's voor doctorandi in computerwetenschappen



Evenwel blijkt de EU over een uitgebreide pool aan AI-onderzoekers te beschikken.¹⁸⁹ China loopt duidelijk achter op zowel de Verenigde Staten als de EU, dat koploper is. Spitst men zich toe op de toponderzoekers dan blijft de EU koploper in absolute aantallen. Wordt de maatstaf 'per miljoen werknemers' gehanteerd, dan neemt de VS de leiding over.

¹⁸⁹ D. Castro, M. McLaughlin and E. Chivot, *Who Is Winning the AI Race: China, the EU or the United States?*, August 19, 2019.

Figuur 43: Onderzoekstalent in absolute aantallen in de EU, China en de VS

Year	Metric	Weight	CN	EU	US
2017	Number of AI Researchers	5	18,232	43,064	28,536
2017	Number of Top AI Researchers (H-Index)	5	977	5,787	5,158
2018	Number of Top AI Researchers (Academic Conferences)	3	2,525	4,840	10,295
2018	Educating Top AI Researchers	2	11%	21%	44%

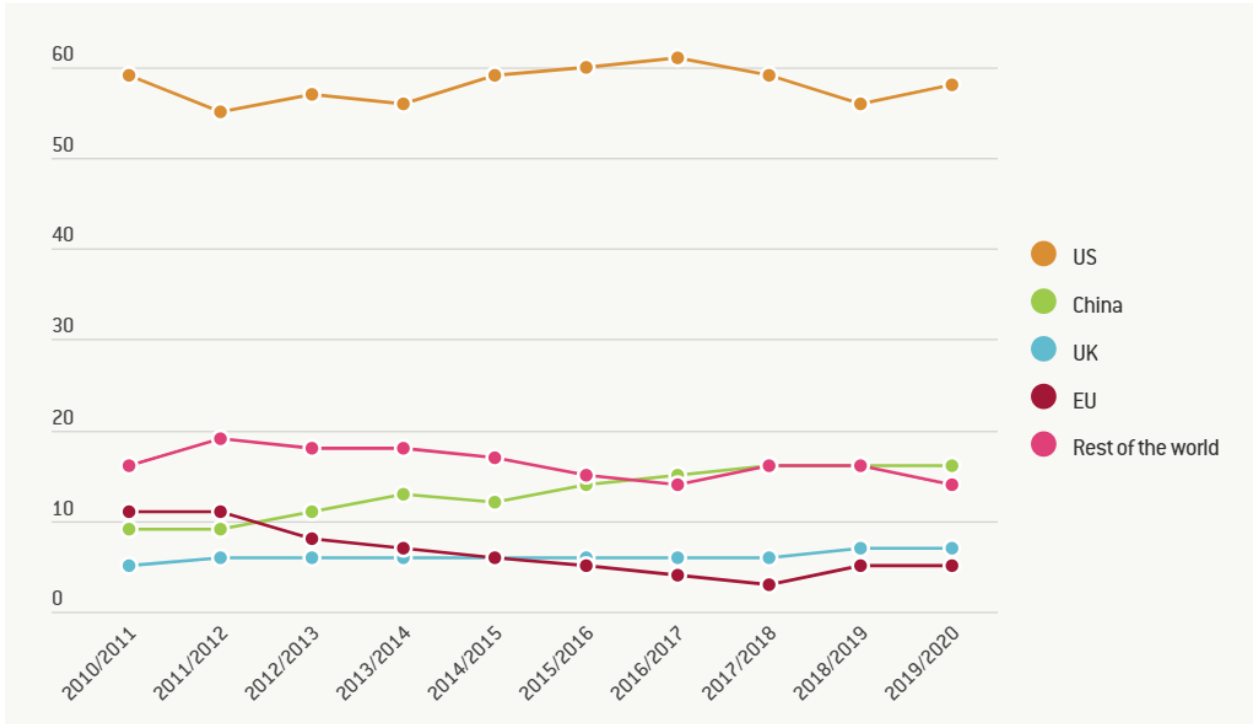
De H-index meet de productiviteit en invloed van de onderzoeker. Deze indicator meet het aantal AI-onderzoekers dat volgens hun h-index internationaal in de top 10 procent staat. Academic conferences verwijst naar toponderzoekers die publiceren op toonaangevende academische AI-conferenties over de hele wereld.

Figuur 44: Onderzoekstalent per miljoen werknemers in de EU, China en de VS

Year	Metric	Weight	CN	EU	US
2017	Number of AI Researchers per 1 Million Workers	5	23.2	172.9	173.1
2017	Number of Top AI Researchers (H-Index) per 1 Million Workers	5	1.2	23.2	31.3
2018	Number of Top AI Researchers (Academic Conferences) per 1 Million Workers	3	3.2	19.4	62.4
2018	Educating Top AI Researchers (Rank)	2	3	2	1

Ook als gekeken wordt naar het aantal topuniversiteiten op het gebied van AI in elke regio, gerangschikt op basis van publicatie-output, blijkt dat Europa achterop hinkt.

Figuur 45: Top 100 AI-universiteiten (op basis van wetenschappelijke publicaties)



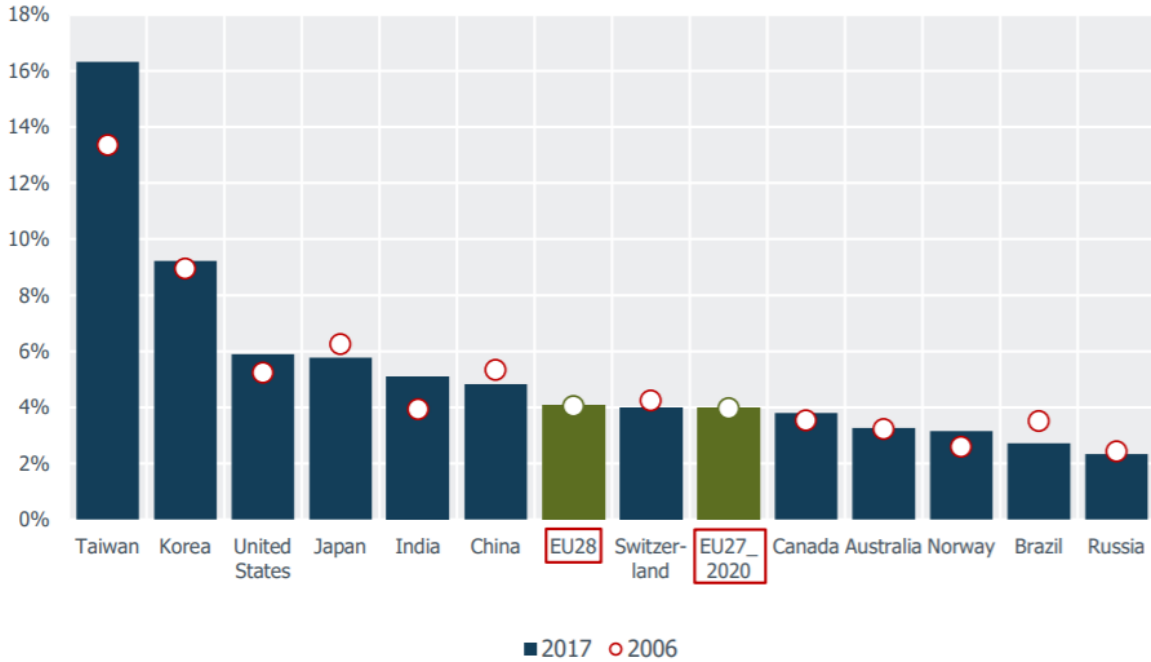
De ICT-sector in de EU loopt achter ten aanzien van de grote economische concurrenten

Internationaal bekleedt de EU28 een tussenpositie op het gebied van toegevoegde waarde, werkgelegenheid en R&D-bedrijfsuitgaven (BERD) in de ICT-sector.¹⁹⁰

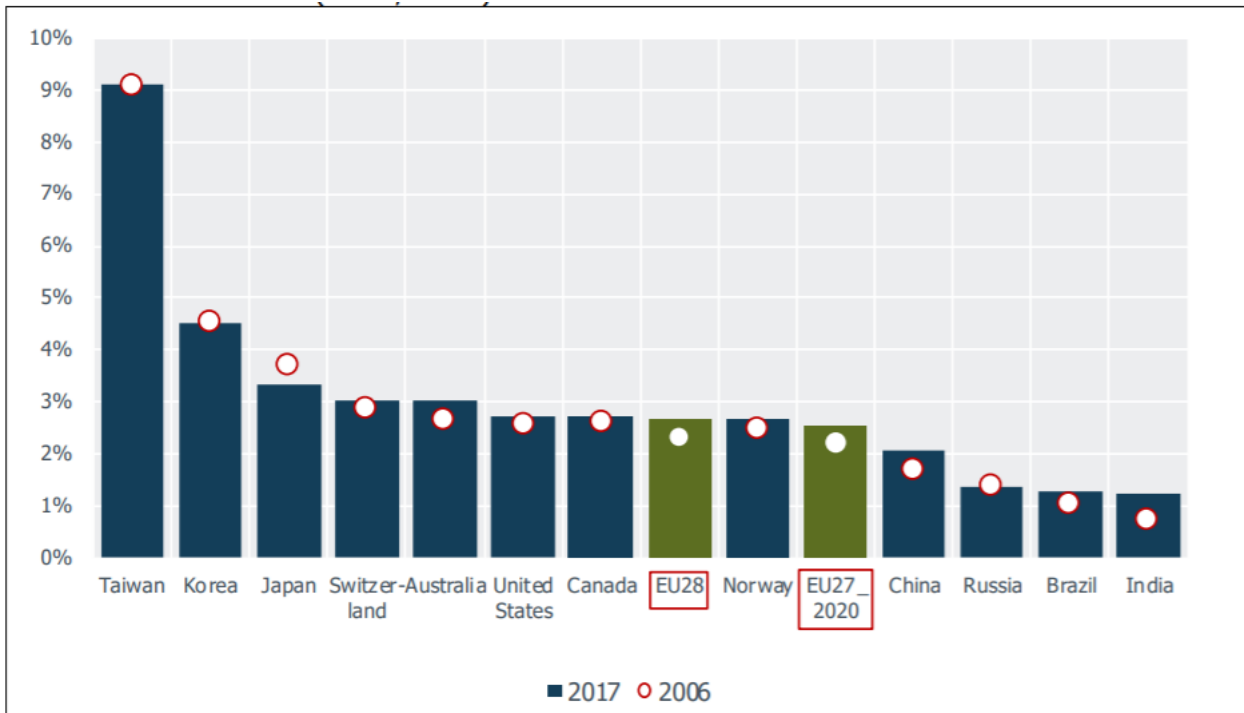
Terwijl de ICT-sector van de EU-28 goed was voor 4,1% van de totale toegevoegde waarde (VA) in de economie (VA/bbp) en 2,7% van de totale werkgelegenheid in 2017, waren de ratio's in Taiwan (16,3% in VA, 9,1% in werkgelegenheid), Zuid-Korea (9,2%, 4,5%), Japan (5,8%, 3,3%) en in de VS (5,9%, 2,7%) opmerkelijk hoger. De jaarlijkse groei van de EU-28 ICT-sector in termen van toegevoegde waarde was in 2017 eerder bescheiden (zesde van de 13 geanalyseerde landen met 6,5%) in vergelijking met China (13,0%), Australië (8,8%) en Taiwan (7,2%).

¹⁹⁰ European Commission, JRC Technical report: The 2020 PREDICT report. Key facts report: an analysis of ICT R&D in the EU and beyond 2020, 2020.

Figuur 46: Verhouding toegevoegde waarde ICT-sector/bbp, EU-28 en andere economieën (2017)



Figuur 47: Aandeel werkgelegenheid ICT-sector in totale werkgelegenheid, EU-28 en andere economieën (2017)

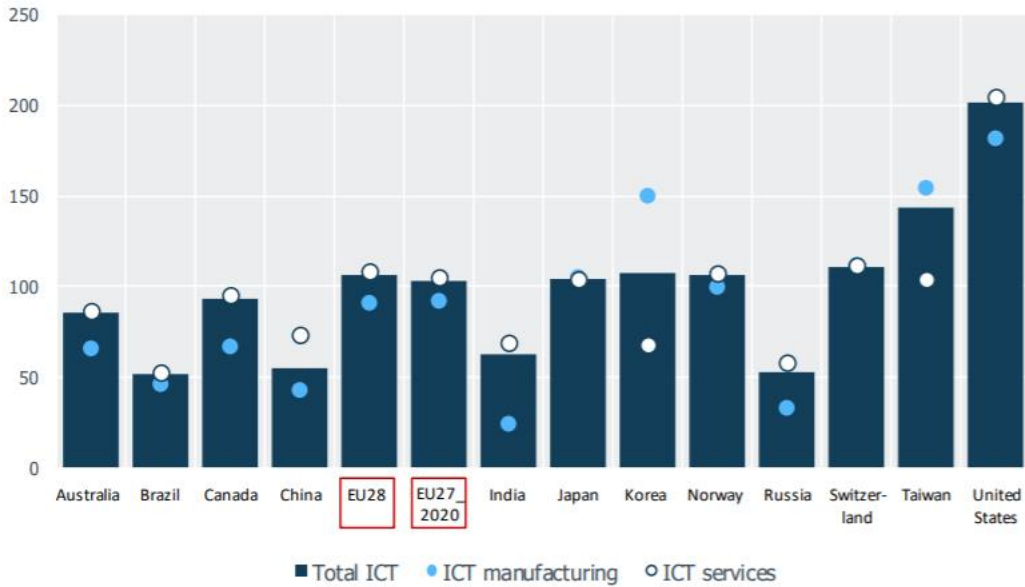


Source: 2020 PREDICT Dataset.

De VS is het land met de hoogste arbeidsproductiviteit in de ICT-sector, zowel per werknemer als per gewerkt uur. Het leiderschap is vooral merkbaar in de ICT-productiesector, gevolgd door Taiwan, Zuid-Korea (per persoon) en Noorwegen (per gewerkt uur). De EU-28 bezet de zesde positie wanneer de arbeidsproductiviteit wordt berekend per werknemer en de vijfde positie per gewerkt uur. In de EU28 is de arbeidsproductiviteit hoger in de ICT-dienstensector dan in de ICT-

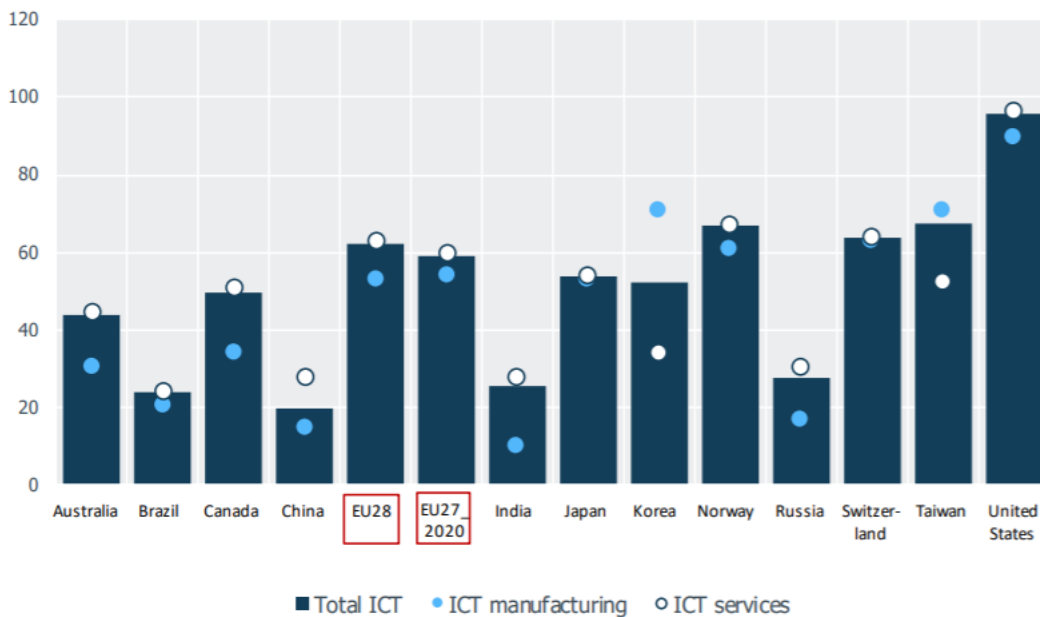
industrie. In alle beschouwde landen is de arbeidsproductiviteit in de ICT-sector vergelijkbaar of hoger dan die van de totale economie, zowel per werknemer als per gewerkt uur. In India is de ICT-productiviteit ongeveer 4 keer zo hoog (als die van de totale economie), en in China en Brazilië meer dan het dubbele. In de EU-28 en de VS is de productiviteit per gewerkt uur in de ICT-sector ongeveer 1,5 hoger dan dat van de hele economie. Bovendien is de productiviteitsratio in beide economieën groter in ICT-diensten dan in ICT-productie.

Figuur 48: De arbeidsproductiviteit per werknemer in de ICT-sector (in duizenden euro's koopkrachtpariteit van 2015 per persoon)



Note: 2016 for Canada.

Figuur 49: De arbeidsproductiviteit per gewerkt uur in de ICT-sector (in euro's koopkrachtpariteit van 2015 per gewerkt uur)



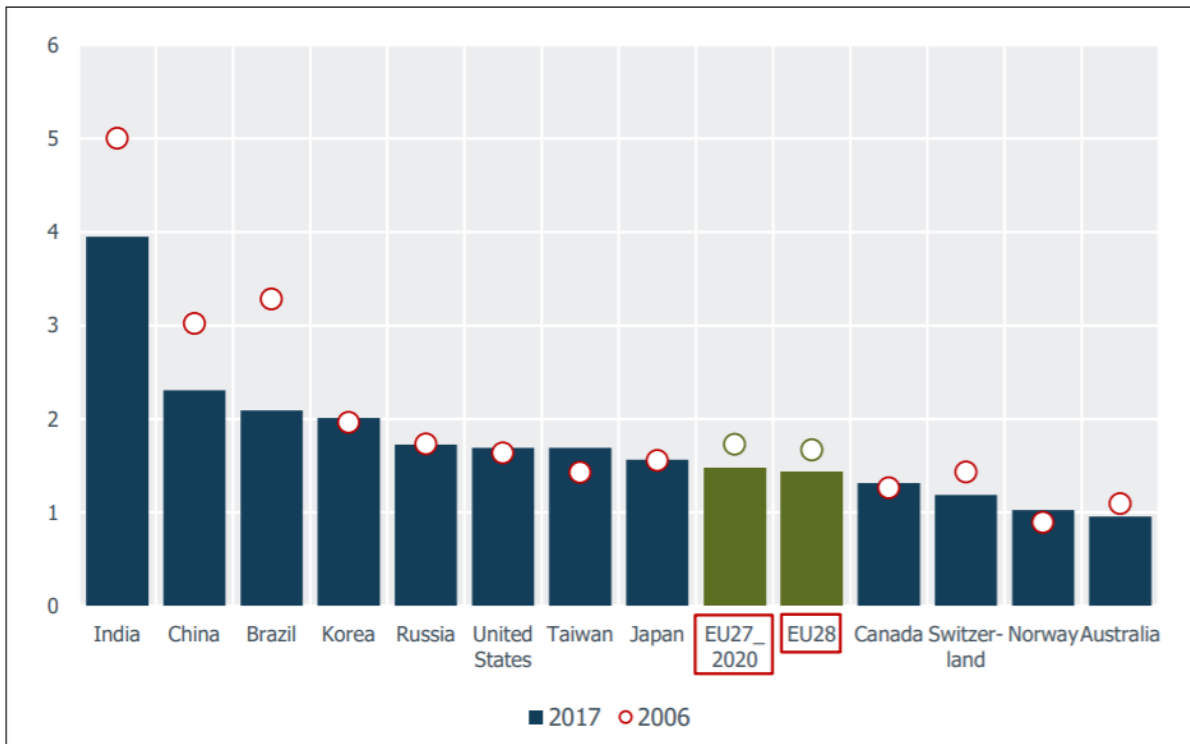
Note: 2016 for Canada.

Figuur 50: Verhouding arbeidsproductiviteit per werknemer in de ICT-sector en in de hele economie (2006 en 2017)



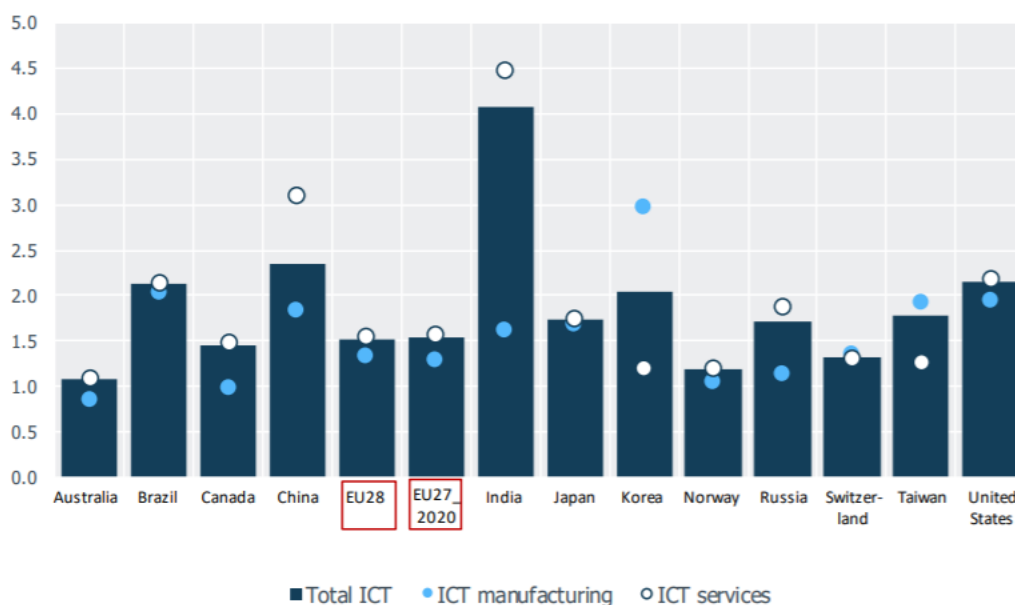
Note: 2016 for Canada.

Figuur 51: Verhouding arbeidsproductiviteit per gewerkt uur in de ICT-sector en in de hele economie (2006 en 2017)



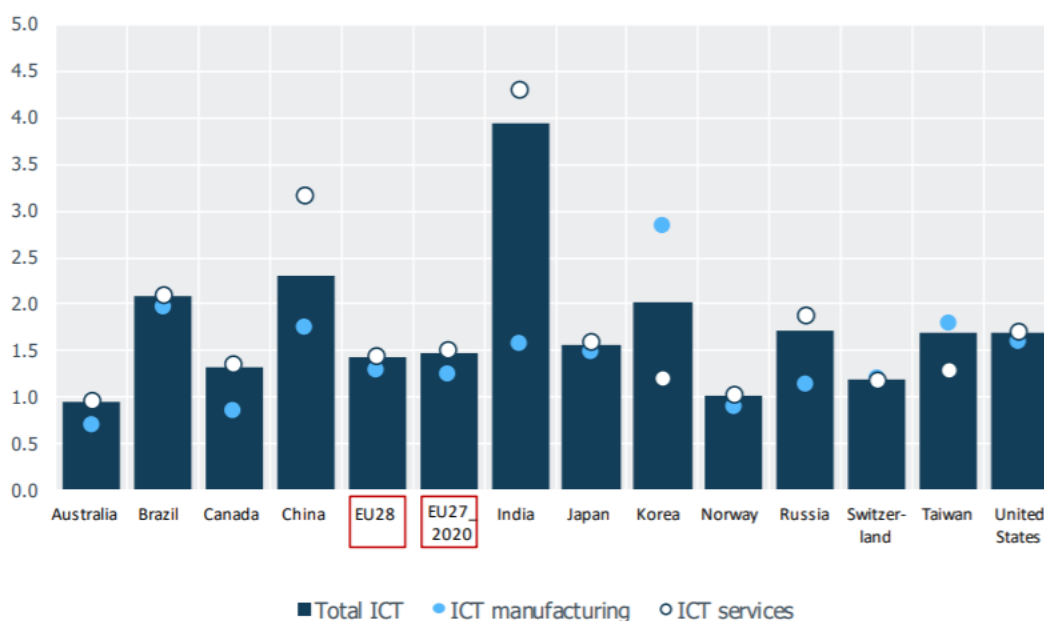
Note: 2016 for Canada.

Figuur 52: Verhouding arbeidsproductiviteit per werknemer in de ICT-sector en in de hele economie (industrie versus diensten)



Note: 2016 for Canada.

Figuur 53: Verhouding arbeidsproductiviteit per gewerkt uur in de ICT-sector en in de hele economie (industrie versus diensten)

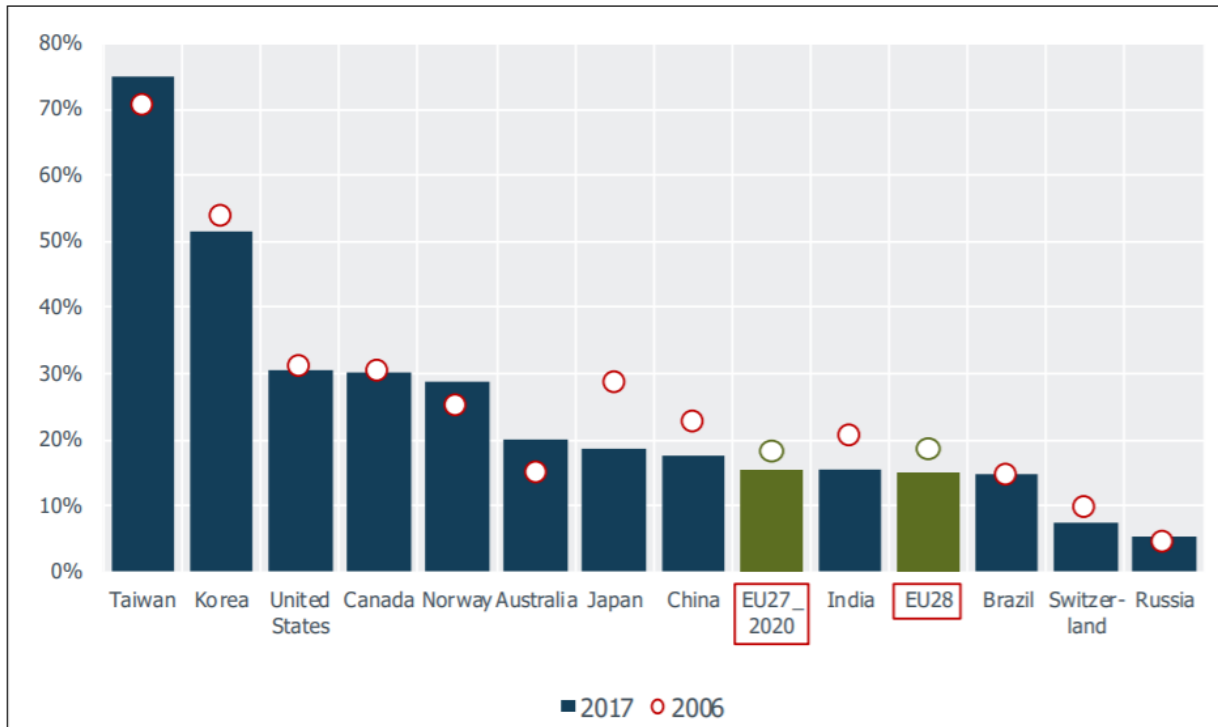


Note: 2016 for Canada.

Het aandeel van R&D-bedrijfsuitgaven door de ICT-sector in de totale R&D-bedrijfsuitgaven is in de EU-28 lager dan de meeste van haar concurrenten. De groei van R&D-bedrijfsuitgaven (BERD) in de ICT-sector behoorde in EU-28 in 2017 (4,4%) tot de laagste van alle beschikbare landen, en het verschil met de meer dynamische landen is opmerkelijk: Australië (15,7%), China (13,2%) en Taiwan (12,1%). Europa loopt ook achter inzake de BERD-intensiteit

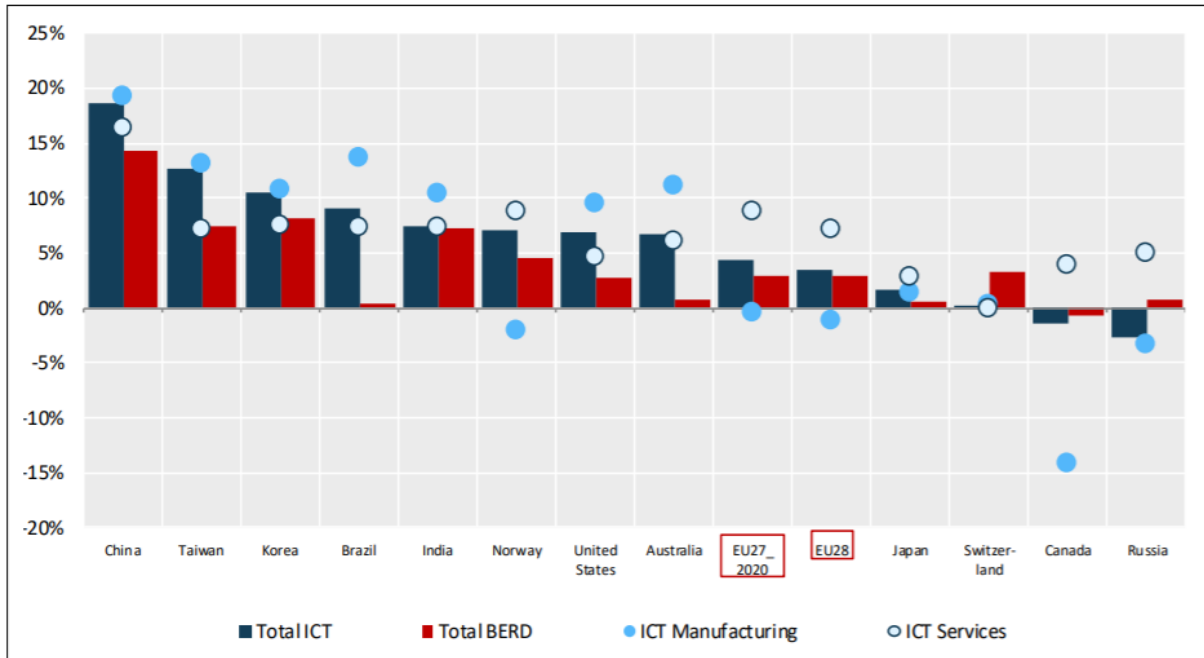
(BERD/toegevoegde waarde) in de ICT-sector. In 2017 was de BERD-intensiteit van de ICT-sector in de EU28 (negende positie met 5,1%) veel lager dan in Zuid-Korea (20,2%), Taiwan (11,9%) en de VS (10,6%). China (6,0%) en Australië (5,7%) tonen BERD-intensiteitsniveaus die vergelijkbaar zijn met de EU-28.

Figuur 54: Aandeel R&D-bedrijfsuitgaven (BERD) ICT-sector in totale R&D-bedrijfsuitgaven, EU-28 en andere economieën



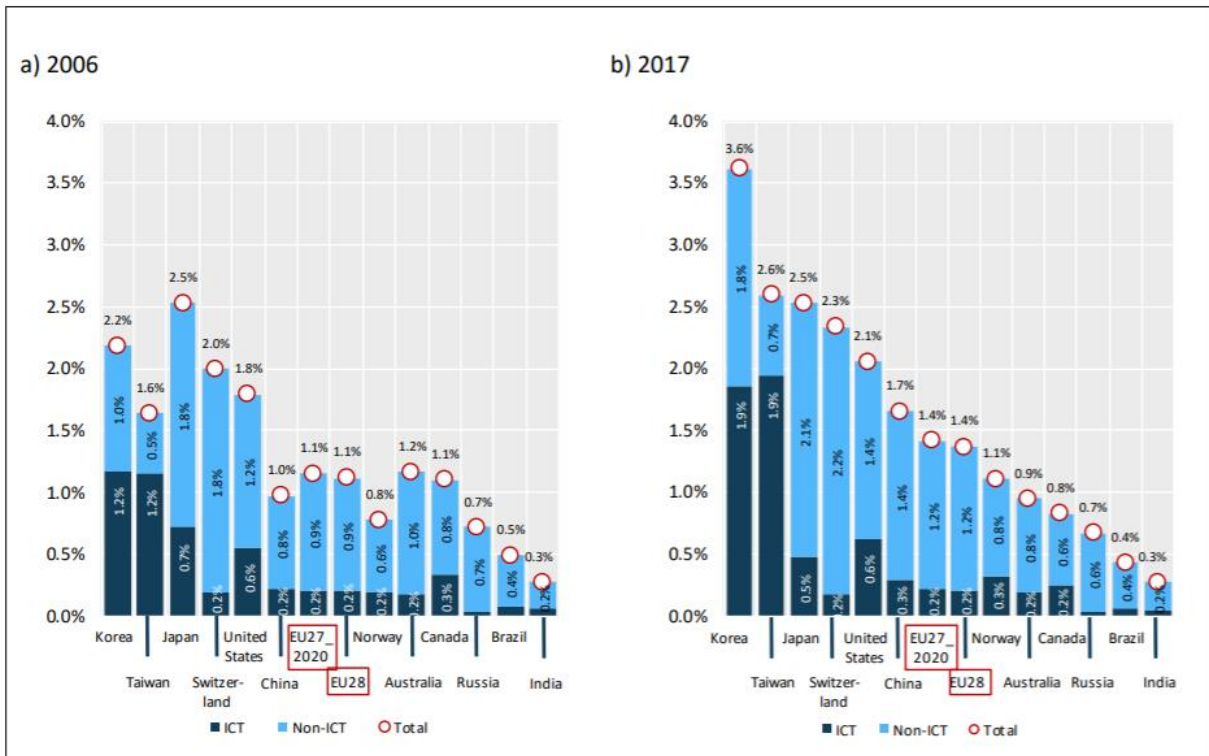
Note: 2008 is the first year available for Brazil and Switzerland. 2013 is the last year available for India and 2014 for Brazil. ICT sector for Switzerland includes only ICT manufacturing.

Figuur 55: Gemiddelde jaarlijkse groeivoet R&D-bedrijfsuitgaven ICT-sector (2006-2017)



Note: 2008-2014 for Brazil, 2006-2013 for India, 2006-2016 for Canada and 2008-2017 for Switzerland. ICT sector for Switzerland includes only ICT manufacturing.

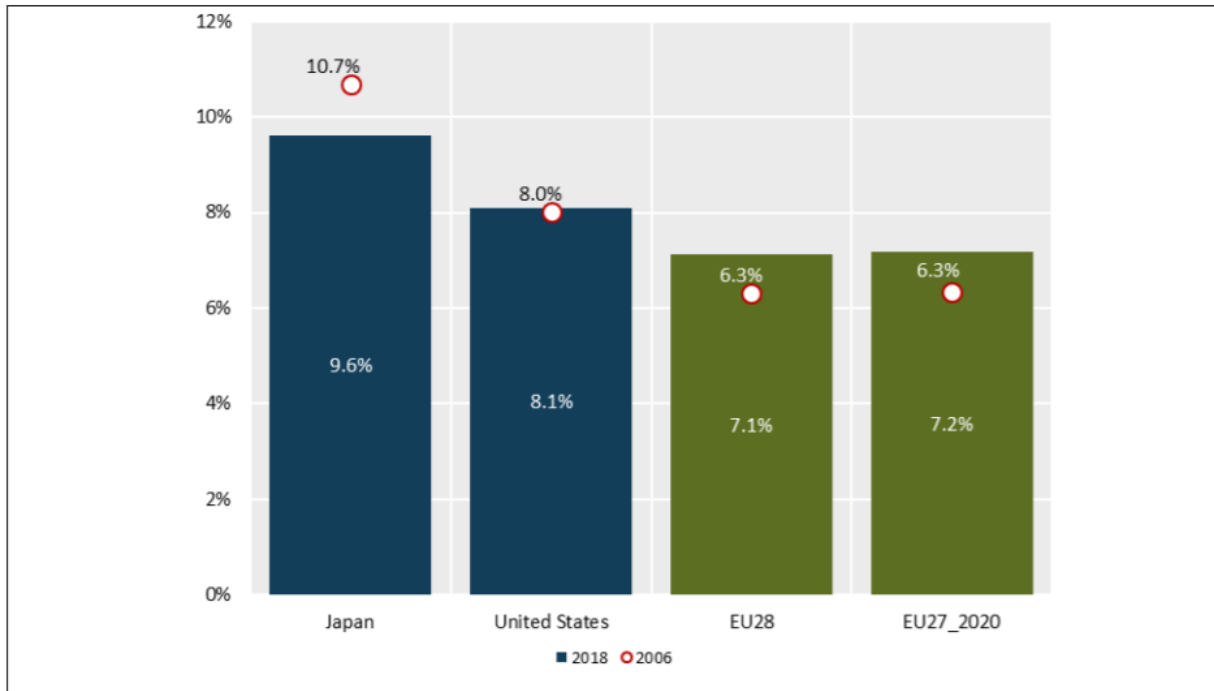
Figuur 56: Bijdrage ICT en niet-ICT tot totale BERD-intensiteit (BERD/VA)



Note: 2008 is the first year available for Brazil and Switzerland. 2013 is the last year available for India and 2014 for Brazil. ICT sector for Switzerland includes only ICT manufacturing.

In 2017 was het aandeel van de publieke ICT-onderzoeksuitgaven in de hele economie (ICT GBARD¹⁹¹) in de totale GBARD in de EU28 (7,1%) lager dan in de VS (8,1%) en Japan (9,6%). Spijst men toe op de publieke onderzoeksuitgaven voor de ICT-sector (ICT-sector GBARD, enkel gegevens voor EU28 en VS) dan overstijgt de EU (4%) duidelijk de VS (2%).

Figuur 57: Aandeel publieke ICT R&D-uitgaven in totale publieke R&D-uitgaven (EU-28, Japan en VS)



Note: Figures for Japan not fully homogeneous with EU28 and the United States (see methodology).

Het aandeel R&D-personeel¹⁹² in de ICT-sector (19%) in het totale R&D-personeelsbestand is in de EU-28 (8^{ste} positie) duidelijk lager dan in enkele andere economieën (de VS niet meegerekend) zoals Taiwan, Zuid-Korea, Canada en Noorwegen. Dit geldt eveneens voor het R&D-onderzoekersbestand.

¹⁹¹ Het gaat om publieke R&D-uitgaven voor ICT-gerelateerde onderzoeksactiviteiten in de economie, dus niet enkel in de ICT-sector.

¹⁹² Alle personen die rechtstreeks in R&D worden tewerkgesteld door de bedrijfssector evenals de personen die directe diensten verlenen, zoals R&D-managers, directeurs en administratief personeel. Personen die indirecte diensten verlenen, zoals kantine- en beveiligingspersoneel, zijn niet inbegrepen (Frascati-handboek).

Figuur 58: Het aandeel R&D-personeel in de ICT-sector in het totale R&D-personeelsbestand, EU-28 en andere economieën (2017)



Note: 2008 is the first year available for Brazil and Switzerland. 2013 is the last year available for India and 2014 for Brazil. ICT sector for United States not included because of lack of homogeneous data. ICT sector for Switzerland includes only ICT manufacturing.

Figuur 59: Aandeel R&D-onderzoekers in de ICT-sector in het totale R&D-onderzoekersbestand, EU28 en andere economieën (2006 en 2017)



Note: 2008 is the first year available for Switzerland and 2011 for Brazil. 2013 is the last year available for India and 2014 for Brazil. ICT sector for Switzerland includes only ICT manufacturing.

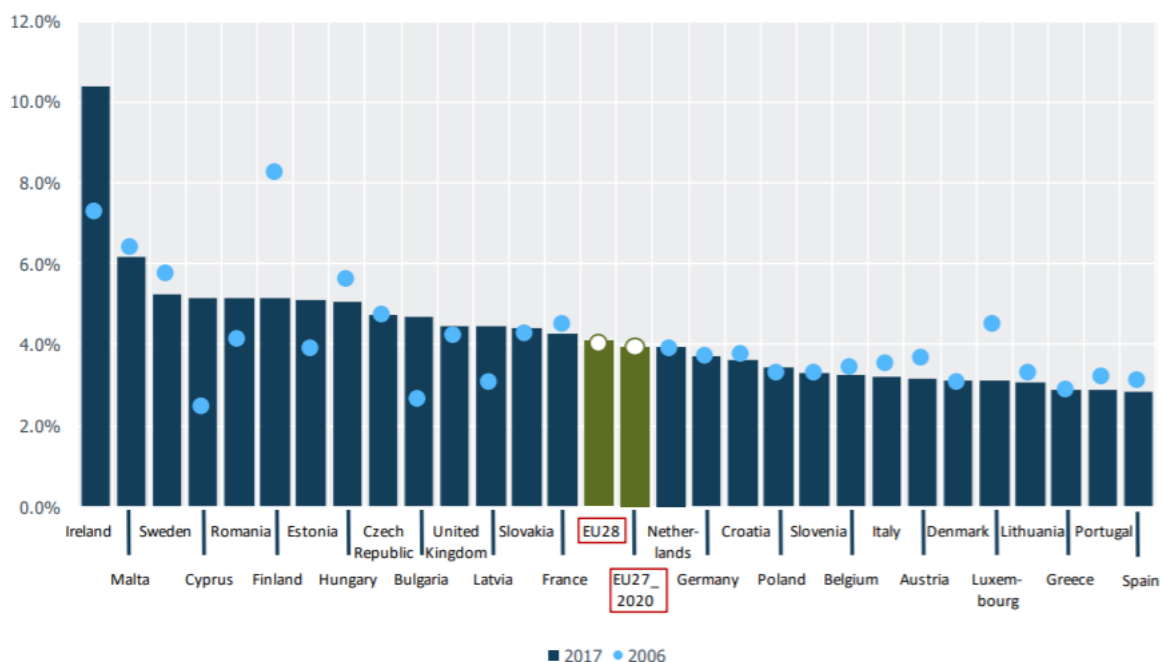
De positionering van België binnen de EU-28

De ICT-sector is een van de meest dynamische sectoren in de EU-economie en valt op door zijn hoge R&D-intensiteit en door een arbeidsproductiviteit die hoger is dan die van de hele economie. De ICT-sector in de EU28 was in 2017 goed voor €630 miljard in termen van toegevoegde waarde (4,1% van de EU28-economie), had 6,3 miljoen mensen (2,7% van de totale werkgelegenheid) in dienst en spendeerde €32 miljard aan bedrijfsuitgaven voor R&D (15,2% van de totale BERD). De ICT-sector vertegenwoordigde tevens 18,1% en 20,4% van het totale R&D-personeelsbestand respectievelijk onderzoekersbestand in de EU28.

Hoe positioneert België zich in het Europese ICT-landschap?

In 2017 waren Ierland, Malta, Zweden, Cyprus, Roemenië, Finland, Estland en Hongarije de landen met het grootste ICT-aandeel (ICT-sector toegevoegde waarde/bbp) in de EU, met aandelen boven de 5%. België scoort onder het EU28-gemiddelde van 4,1%.

Figuur 60: Verhouding toegevoegde waarde ICT-sector/bbp, lidstaten EU28 (2006 en 2017)



Note: 2014 for Ireland.

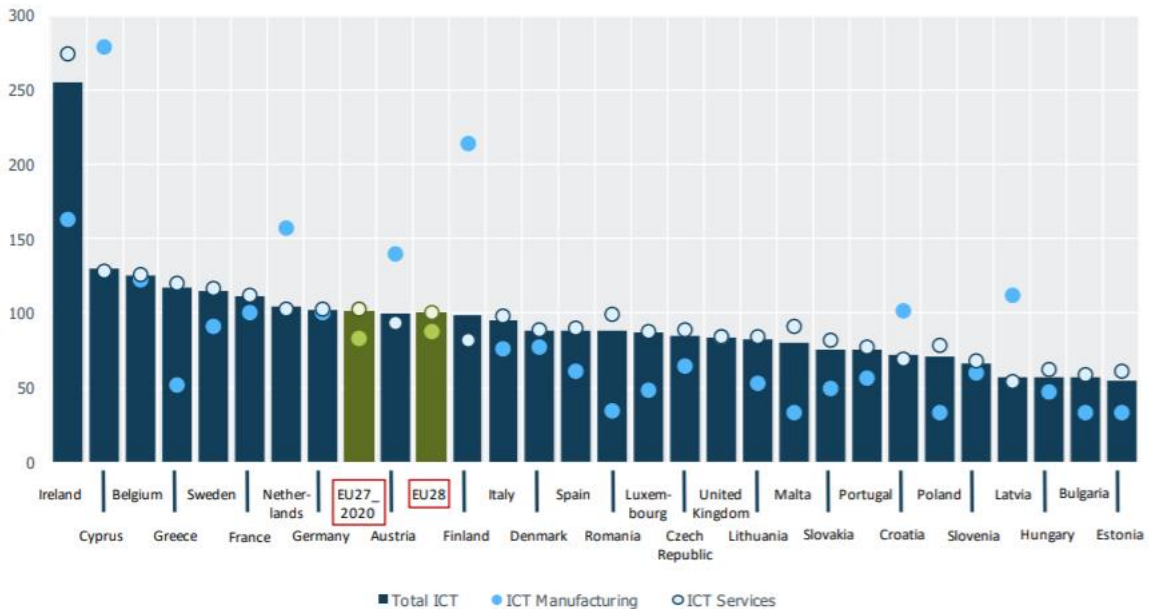
In termen van werkgelegenheid, beschikten Malta, Estland, Hongarije, Ierland, Luxemburg en Finland in relatieve termen over de grootste ICT-sectoren in de EU28, met aandelen in de totale werkgelegenheid met meer dan 3,5%. Het werkgelegenheidsaandeel overschrijdt in België de 2% waarmee het wel onder het EU-gemiddelde van 2,7% scoort.

Figuur 61: Aandeel werkgelegenheid ICT-sector in de totale werkgelegenheid, lidstaten EU28 (2006 en 2017)



Ierland etaleerde tevens de hoogste arbeidsproductiviteit per werknemer in de ICT-sector vergeleken met de totale economie. België scoort hier sterk met een derde positie, waarmee het Griekenland, Zweden, Frankrijk, Nederland en Duitsland voorafgaat.

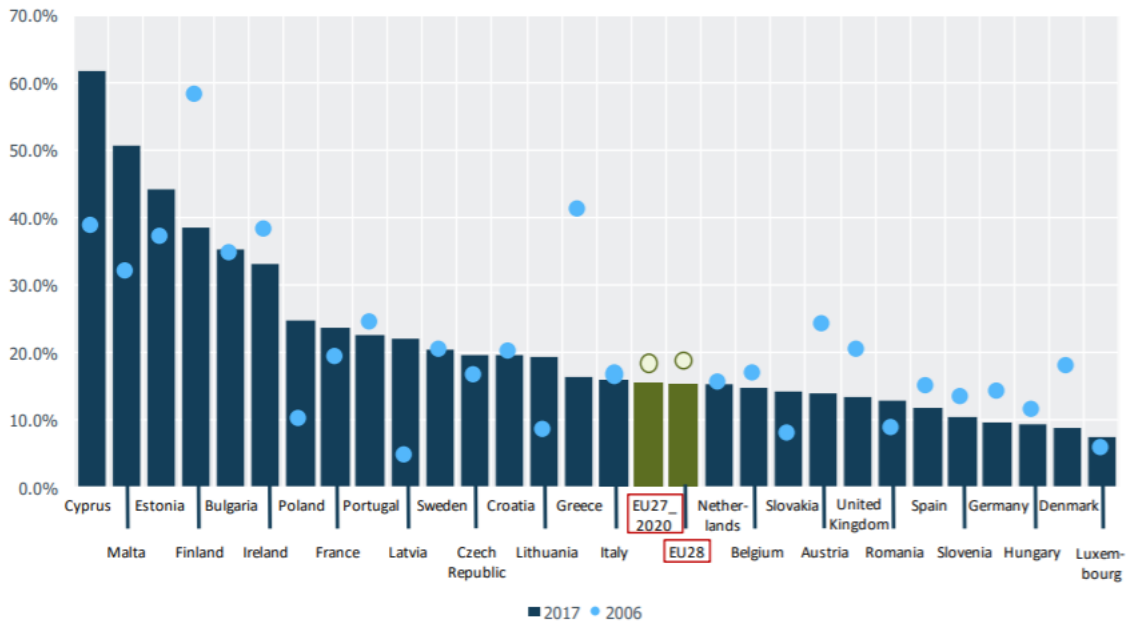
Figuur 62: Arbeidsproductiviteit per werknemer in de ICT-sector, lidstaten EU28 (in duizenden euro's koopkrachtpariteit per persoon, 2017)



Note: 2014 for Ireland.

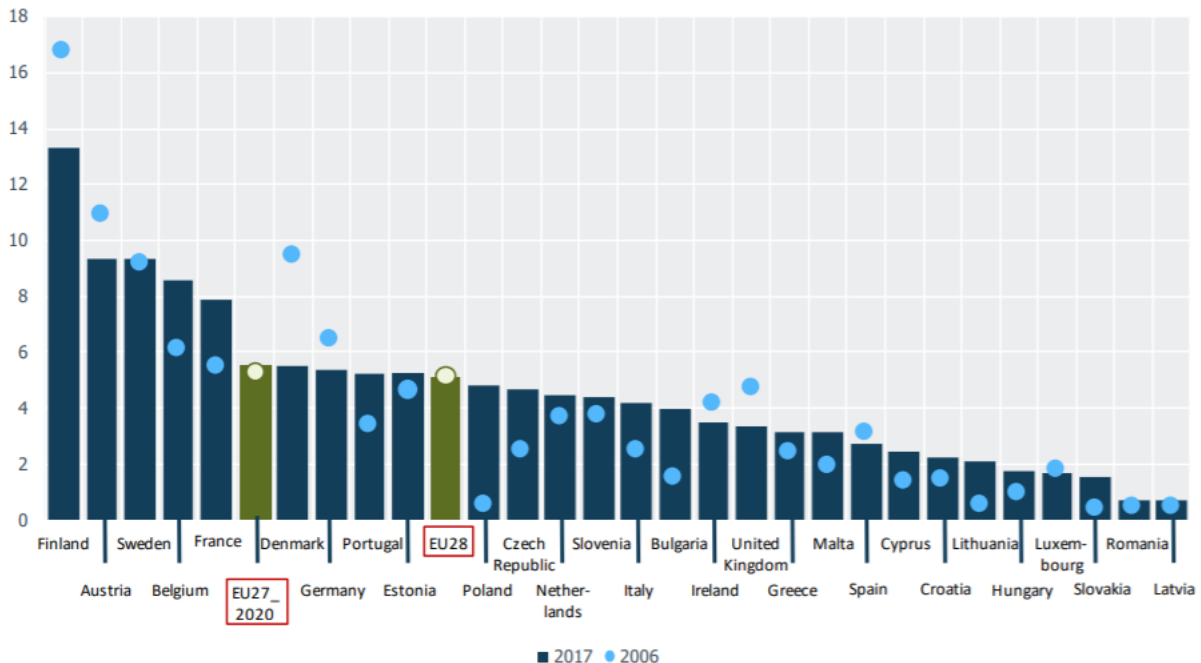
Wanneer wordt gekeken naar het aandeel van de R&D-bedrijfsuitgaven(BERD) in de ICT-sector in de totale R&D-bedrijfsuitgaven, springen Malta en Cyprus er bovenuit met aandelen die de 50% overschrijden. Estland, Finland, Bulgarije en Ierland vervolledigen de top 6 met aandelen boven de 30%. België scoort samen met Nederland nipt onder het EU28-gemiddelde van 15,2%.

Figuur 63: Aandeel R&D-bedrijfsuitgaven ICT-sector in totale R&D-bedrijfsuitgaven, lidstaten EU28 (2006 en 2017)



Aan de andere kant was Finland het land met de hoogste BERD-intensiteit in de ICT-sector (ICT-sector BERD/ICT-sector VA) in 2017 met een ratio van 13,3%, gevolgd door Oostenrijk, Zweden en België (allemaal boven 8%).

Figuur 64: De BERD-intensiteit in de ICT-sector (ICT-sector BERD/ICT-sector VA), lidstaten EU28 (2006 en 2017)



Note: 2014 for Ireland.

België behoort tot de top 5 van Europese lidstaten op het vlak van publieke R&D-financiering (GBARD) in de ICT-sector in verhouding tot de totale ICT R&D-overheidsfinanciering. Koplopers zijn Slowakije en Malta met aandelen boven de 60%, gevolgd door Estland en Italië met aandelen

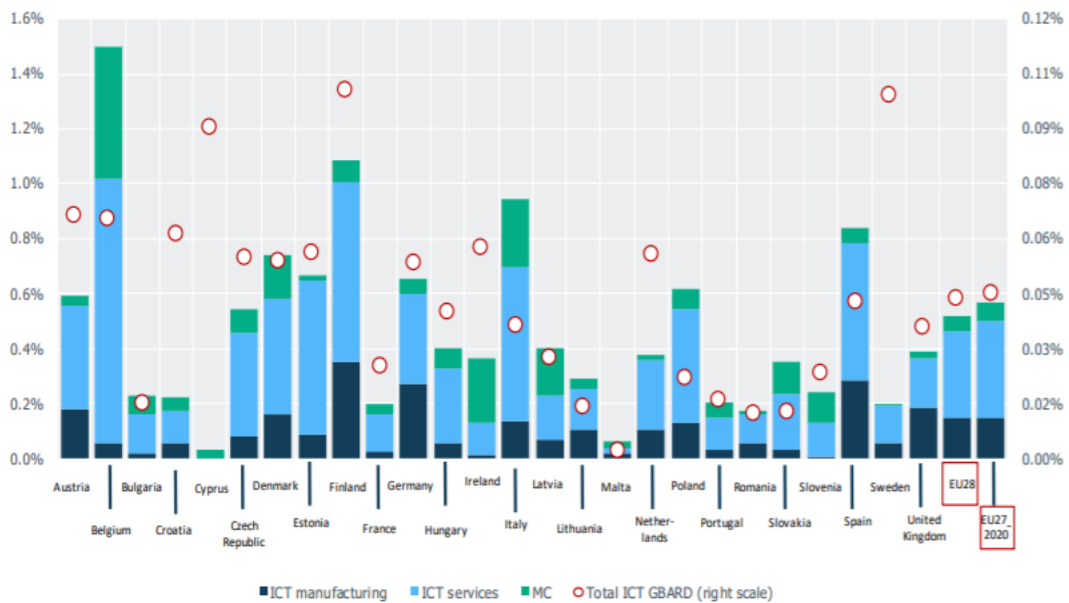
rond de 50% en tenslotte België met een aandeel van rond de 45%. Verder is België de koploper wanneer de publieke ICT R&D-financiering voor de hele economie wordt afgezet tegenover de toegevoegde waarde in de economie. België is samen met Finland het enige land met een ratio hoger dan 1%.

Figuur 65: Aandeel publieke R&D-uitgaven ICT-sector in totale ICT R&D-overheidsuitgaven, lidstaten EU28 (2006 en 2018)



Note: 2008 is the first year available for Croatia.

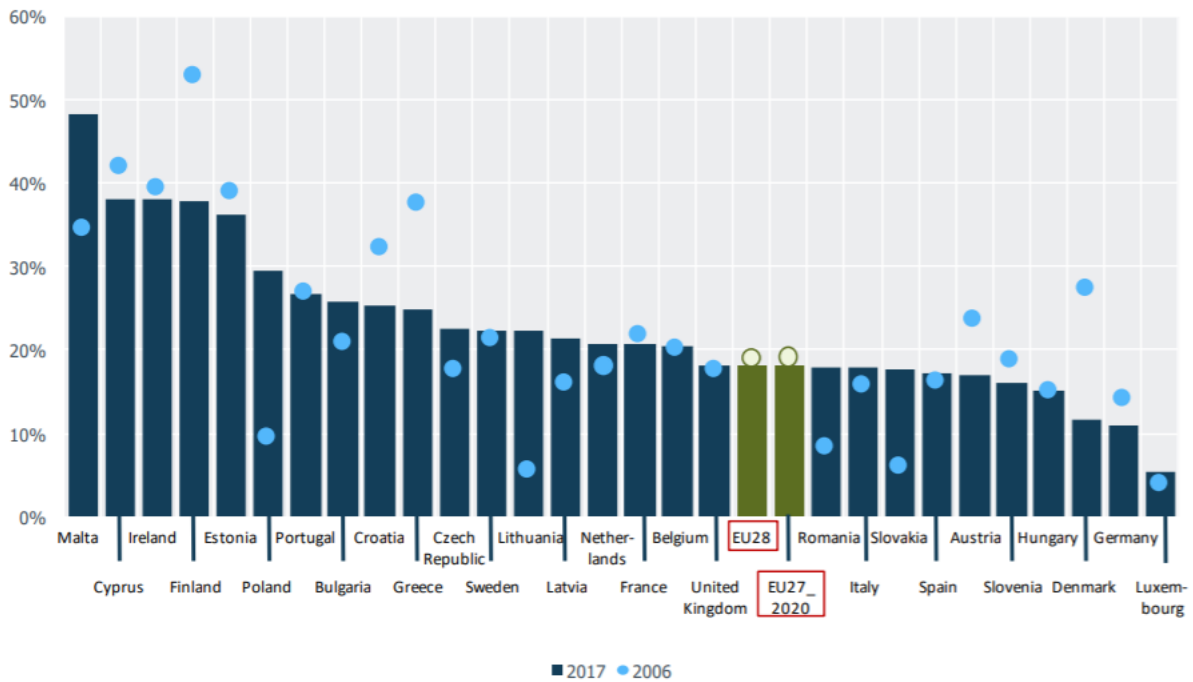
Figuur 66: Verhouding publieke ICT R&D-financiering en toegevoegde waarde, lidstaten EU28



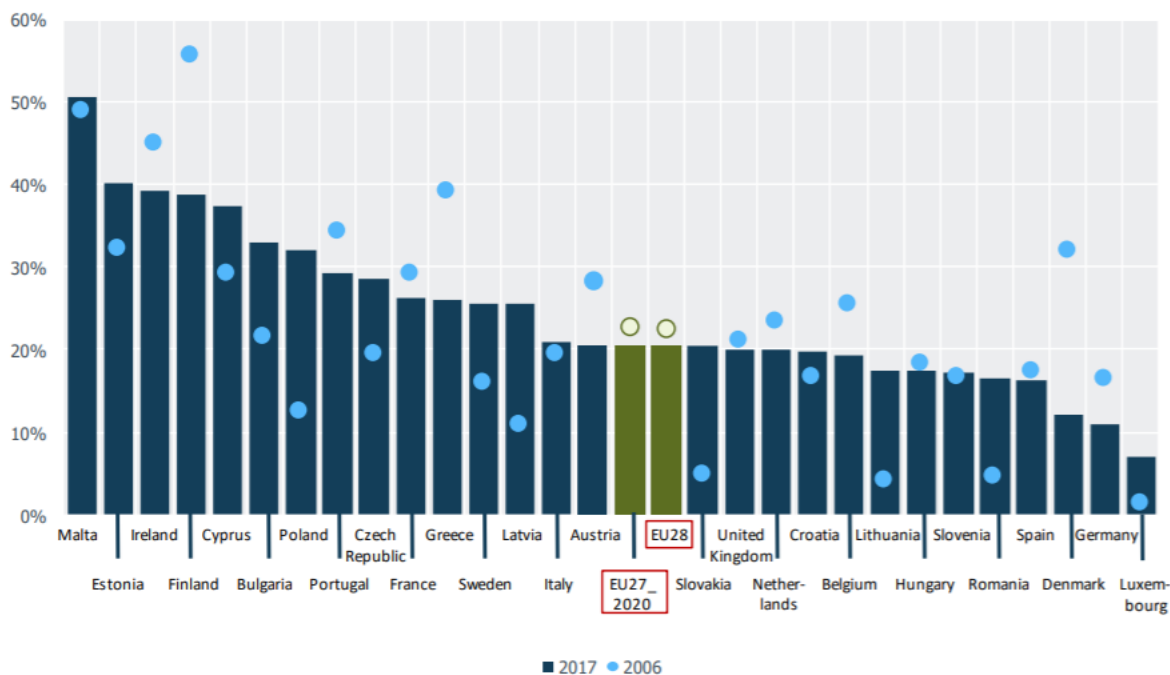
Note: 2014 for Ireland. Data for Greece and Luxembourg no reliable.

Tenslotte beschikken Malta, Cyprus, Ierland, Finland en Estland relatief gezien over het grootste contingent R&D-personeel: het R&D-personeel bedraagt in elk van deze landen meer dan 35% van het totale R&D-personeelsbestand. In België bedraagt het aandeel iets meer dan 20% en overschrijdt het EU28-gemiddelde van 18,1%. Wordt enkel gefocust op de R&D-onderzoekers dan blijkt de top 5 te worden gehandhaafd door Malta, Estland, Ierland, Finland en Cyprus met aandelen boven de 35%. België scoort met een aandeel van minder dan 20% onder het EU28-gemiddelde van 20,4%.

Figuur 67: Aandeel R&D-personeel in de ICT-sector in het totale R&D-personeelsbestand, lidstaten EU28 (2006 en 2017)



Figuur 68: Aandeel R&D-onderzoekers in de ICT-sector in het totale R&D-onderzoekersbestand, lidstaten EU28 (2006 en 2017)



AI-diffusie en -adoptie verlopen trager in vergelijking met grote economische concurrenten

Tevens kijkt Europa aan tegen een achterstand ten opzichte van de VS op het vlak van AI-diffusie.

McKinsey vreest dat de zwakheid van Europa in digitale diffusie zich zal overzetten op AI en aanleiding zal geven tot een bijkomende kloof tussen de economische grootmachten. Een bijkomende bedenking wordt gemaakt dat er momenteel negen techgiganten¹⁹³ zijn die wereldwijd AI-ontwikkeling vooruit stuw en dat geen van hen Europees is. Europa's concurrentievoordeel in AI hangt af van de kwaliteit van het onderzoek en de excellentie van de universiteiten in het verspreiden van kennis en het voorbereiden van studenten op banen die betrekking hebben op het gebruik of de ontwikkeling van AI-systemen. Hoewel er uitstekende universiteiten in Europa zijn, is er geen echt AI-onderzoekscentrum met voldoende schaalgrootte en internationale zichtbaarheid om de beste onderzoekers in de wereld aan te trekken en om de steun van grote bedrijven te mobiliseren.¹⁹⁴

Op het vlak van big data architectuur en geavanceerde machine learning technologieën, toch de grondslagen van AI, is de penetratiegraad 12% lager dan in de VS. Inzake het gebruik van AI-tools zoals smart workflows, cognitieve agenten en language processing, wordt een achterstand genoteerd van 16%. Enkel op het vlak van slimme robotica heeft Europa momenteel een voorsprong. Een kanttekening is dat de achterstand vooral speelt in hoofde van Zuid-Europa (-22%) en veel minder ten aanzien van zowel de Scandinavische landen die praktisch op gelijke voet staan als het VK dat slechts lichtjes achterop loopt.

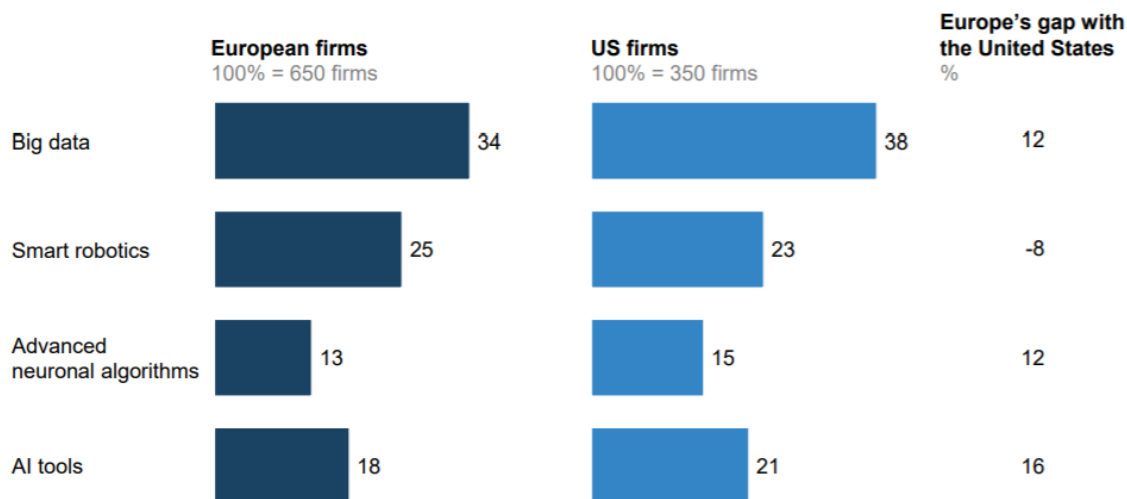
¹⁹³ Google, Amazon, Apple, Facebook, Microsoft, IBM, Baidu, Tencent and Alibaba.

¹⁹⁴ McKinsey Global Institute, *Notes from the AI frontier: Tackling Europe's gap in digital and AI*, Discussion paper, February 2019.

Figuur 69: achterstand Europa versus VS op het vlak van AI-verspreiding

Europe's AI diffusion lags behind that of the United States thus far, with the exception of smart robotics.

% of firms using AI at scale, 2017



SOURCE: McKinsey Digital Survey, 2017; McKinsey Global Institute analysis

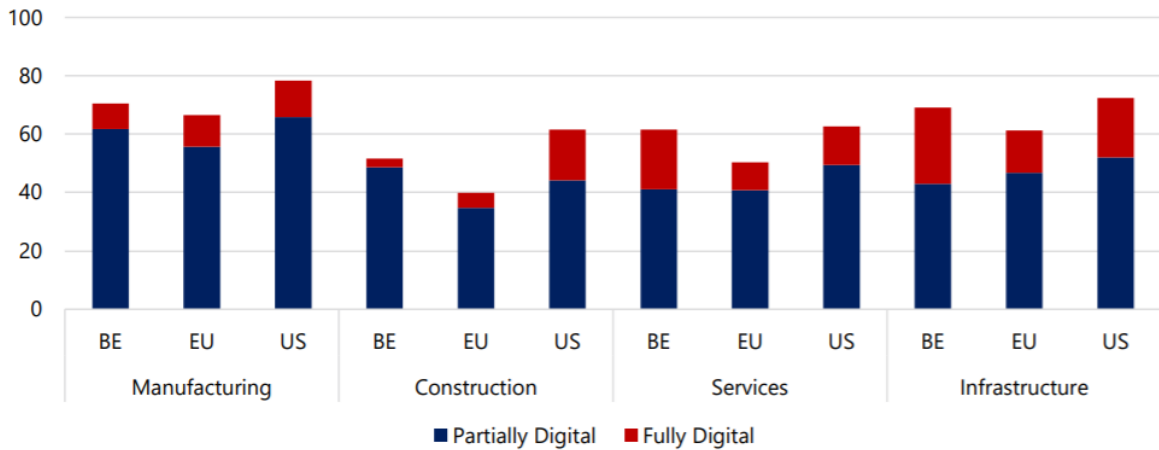
Er wordt verder vastgesteld dat AI in Europa nog niet breed wordt toegepast in ondernemingen, maar slechts voor bepaalde bedrijfsprocessen (klantbeleving en sales&marketing R&D en productie-/toeleveringsketenmanagement) en toepassingen (slimme robotica en language processing). Slechts 5% van de Europese AI-adopters gebruiken AI-tools doorheen de hele organisatie, met inbegrip van onder meer aankoop, logistiek, distributie,... Onderzoek van EY in opdracht van Microsoft¹⁹⁵ bevestigt deze vaststelling. Ondanks de aanzienlijke impact die bedrijven verwachten van AI, rapporteert slechts een zeer klein deel van de bedrijven (4% van de totale steekproef) dat AI actief bijdraagt aan tal van bedrijfsprocessen en vandaag geavanceerde taken mogelijk maakt. Nog eens 28% geeft aan AI selectief toegepast te hebben in één of enkele bedrijfsprocessen. De meeste bedrijven (51%) bevinden zich echter nog steeds in de planningsfase of op het niveau van een pilootproject. En tenslotte is er een aandeel van 7% bedrijven dat nog niet aan AI heeft gedacht.

De Europese Investeringsbank¹⁹⁶ (EIB) stelt een achterstand van Europa vast ten aanzien van de VS, in het bijzonder op het vlak van de adoptie van digitale technologieën (digitale maturiteit). Slechts 66% van de maakbedrijven in de EU geeft aan minstens één digitale technologie te hebben geïntroduceerd, in vergelijking met 78% in de VS. Het verschil is bijzonder groot in de bouwsector waar het aandeel digitale ondernemingen in de EU 40% bedraagt tegenover 61% in de VS. Het verschil in adoptiegraad tussen de EU en de VS bedraagt 13 procentpunten voor de dienstensectoren en 11 procentpunten voor de infrastructuursector. Opvallend is dat de sectorale digitalisatiegraad van België het EU-gemiddelde overschrijdt maar ook achter ligt op de VS, zij het dat het verschil in de dienstensector zeer klein is.

¹⁹⁵ Ernst & Young, *Artificial Intelligence in Europe. Outlook for 2019 and beyond*, Report commissioned by Microsoft and conducted by EY, 2018.

¹⁹⁶ European Investment Bank, *Who is prepared for the new digital age? Evidence from the EIB Investment Survey*, 2020.

Figuur 70: Digitale adoptiegraad (in % van aantal ondernemingen, naar sector)



Source: EIBIS wave 2019. Note: A firm is identified as partially digital if at least one digital technology was implemented in parts of the business; and fully digital if the entire business is organised around at least one digital technology. Firms are weighted using value added.

Digitale ondernemingen presteren beter en zijn meer dynamisch dan niet-digitale ondernemingen: ze hebben een hogere arbeidsproductiviteit, groeien sneller, zijn innovatiever, hebben betere managementpraktijken en bieden beter betaalde jobs aan. De ondernemingsdimensie speelt een rol in digitalisering. Grotere ondernemingen etaleren een hogere adoptiegraad dan kleinere ondernemingen, terwijl oude en kleine ondernemingen over het algemeen niet-digitaal zijn. De ondernemingsdimensie speelt in het nadeel van de EU dat gekenmerkt wordt door veel kleine ondernemingen die weinig of niet investeren in digitale technologieën. Deze ondernemingen beschouwen arbeidsmarktreguleringen, ondernemingswetgeving en het gebrek aan externe financiering als belangrijke obstakels om te investeren, hetgeen het uitstel in de adoptie van digitale technologieën nog kan versterken.

Het parlementaire onderzoeksrapport van ITRE biedt een algemeen overzicht van de AI-adoptiegraad in China, de EU en de VS. Europa is op achtervolgen aangewezen, zoals blijkt uit onderstaande tabel.

Tabel 9: AI-adoptie in China, de EU en de VS (2018)

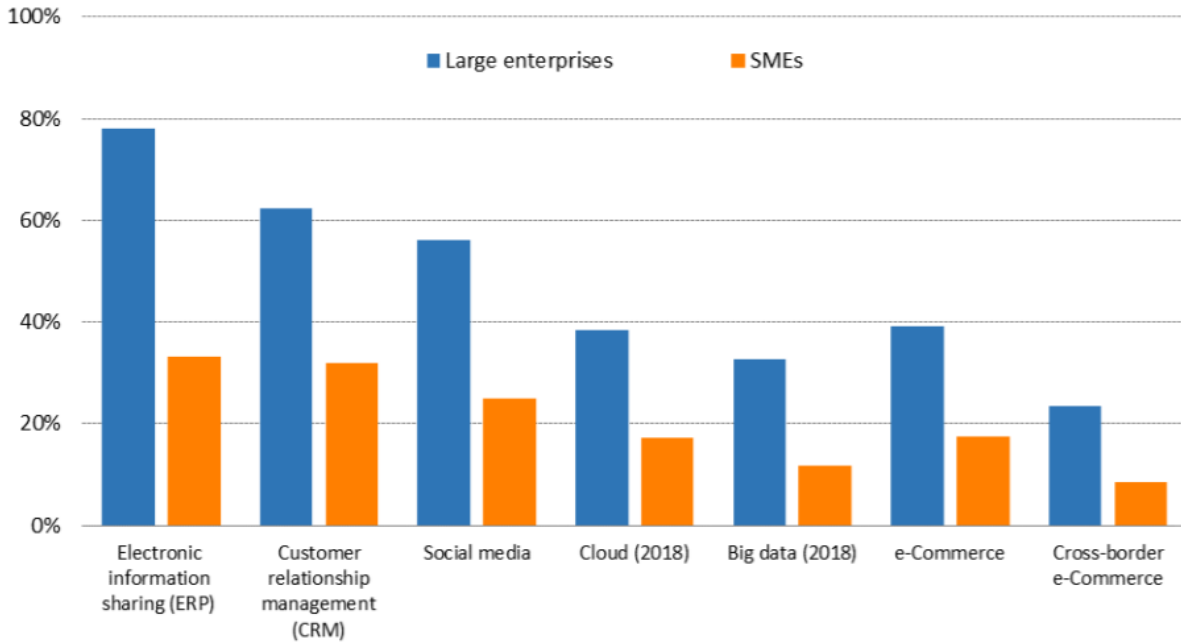
Criterion	China	EU	VS
AI-adoptie bij ondernemingen	32%	18%	22%
AI-proefprojecten bij ondernemingen	53%	26%	29%

Een lagere digitaliserings en AI-adoptiegraad bij kmo's

Uit de DESI 2020 blijkt dat kmo's binnen Europa zelf tegen een achterstand aankijken ten aanzien van grote ondernemingen op het vlak van AI-adoptie. Indien gefocust wordt op de drie technologieën die sleutel zijn voor AI-adoptie – ERP-softwarepakketten, cloudcomputing van midden- en hoogtechnologisch niveau (hosting van de database van de onderneming, boekhoudsoftwaretoepassingen, CRM software en rekenkracht) en big data, blijkt er zich effectief een kloof af te tekenen tussen grote ondernemingen en kmo's. 78% van de grote ondernemingen maakt gebruik van elektronische gegevensuitwisseling tegenover 33% van de kmo's, 39% van

de grote ondernemingen heeft een midden- of hoogtechnologische cloudtechnologie aangekocht tegenover 17% van de kmo's en 33% van de grote ondernemingen heeft big datatoepassingen geïmplementeerd tegenover 12% van de kmo's.

Figuur 71: Kloof tussen grote ondernemingen en kmo's inzake technologieën die sleutel zijn voor AI-adoptie, ERP, cloud en big data (DESI 2020)

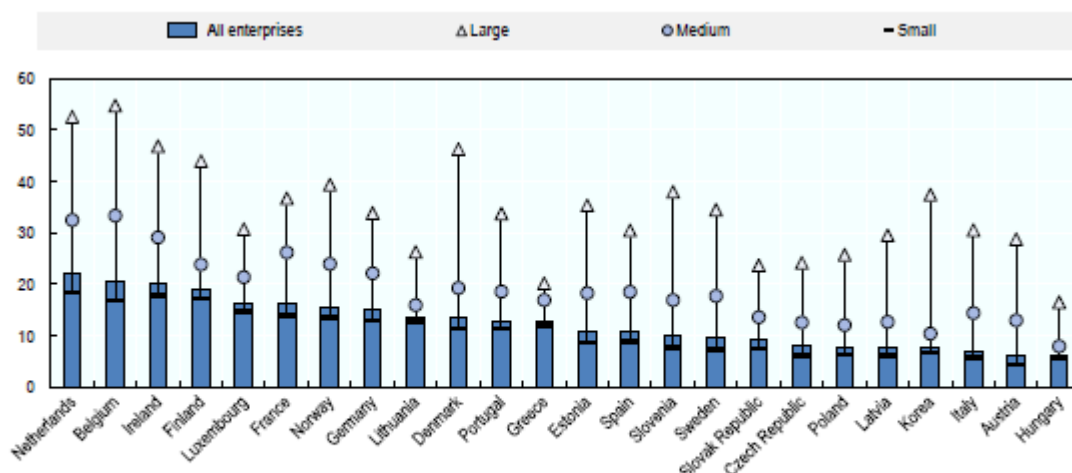


Source: Eurostat, Community survey on ICT usage and e-commerce in enterprises.

Een ontwerprapport van de OESO voor een meeting eind oktober 2020¹⁹⁷ bevestigt de kloof tussen grote, middelgrote en kleine ondernemingen op het vlak van big data analytics. Gemiddeld pasten 34,1% van de grote, 18,8% van de middelgrote en 10,6% van de kleine ondernemingen in de OESO big data analytics toe.

¹⁹⁷ OECD, *Artificial intelligence: changing landscape for SME's. Towards a better understanding of concepts, business applications and barriers to adoption*, Centre for Entrepreneurship, SLE's, Regions and Cities (CFE)

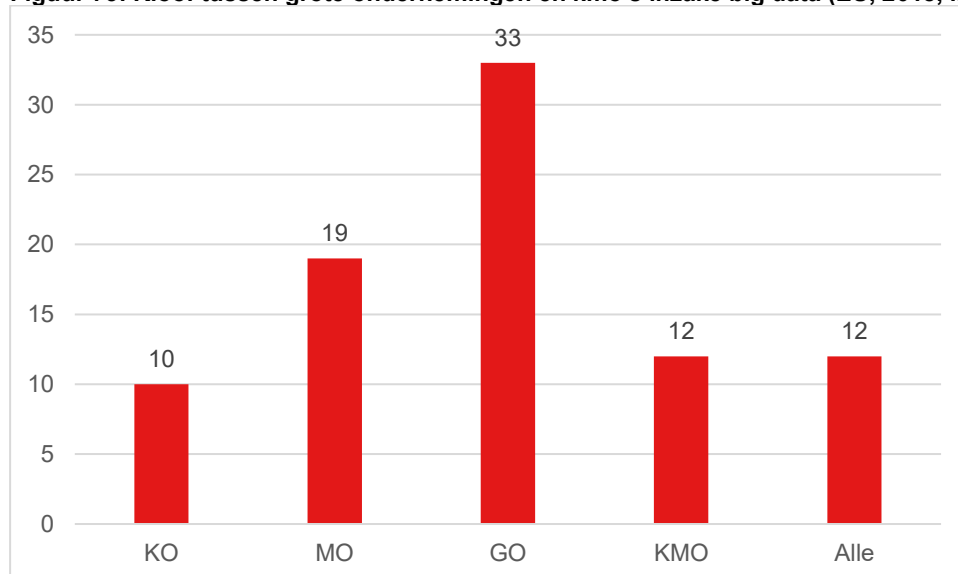
Figuur 72: Aandeel ondernemingen dat big data analyse toepast, naar ondernemingsdimensie (2018)



Note: Business size classes are defined based on employment. Small enterprises (10-49 persons employed), medium-sized enterprises (50-249) and large enterprises (250 or more).
Source: OECD ICT Access and Usage by Businesses (accessed September 2020).

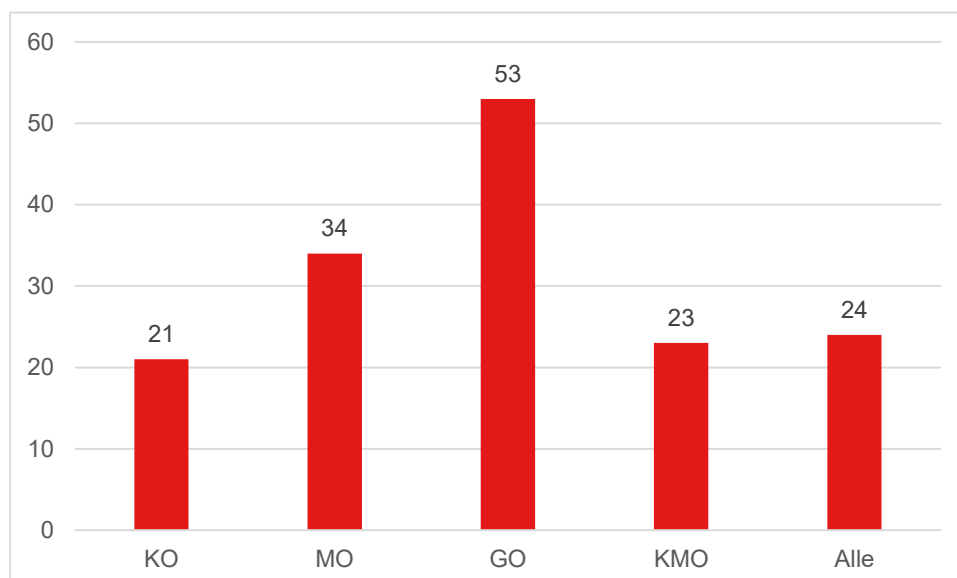
De Eurostat-databank verschaft een meer gedetailleerd overzicht. 33% van de grote ondernemingen past big data analyse toe, tegenover 19% van de middelgrote en 10% van de kleine ondernemingen. Slechts 12% van de Europese kmo's past big data analyse toe.

Figuur 73: Kloof tussen grote ondernemingen en kmo's inzake big data (EU, 2018, in %)



Ook voor een andere voor AI belangrijke technologie, nl. cloudcomputing, is de kloof in de EU tussen grote (53%) en kleine ondernemingen (21%) en kmo's in het algemeen (23%) duidelijk.

Figuur 74: Kloof tussen grote ondernemingen en kmo's inzake cloudcomputing (EU, 2018, in %)



Uit de meest recente 'Flash Eurobarometer'-enquête onder kleine en middelgrote ondernemingen (kmo's)¹⁹⁸ komt eveneens de kloof tussen grote ondernemingen en kmo's tot uiting inzake digitalisering en AI-adoptie. Aldus beschikken grote ondernemingen (43%) vaker dan kmo's (21%) over een digitaal strategisch of actieplan. Grote ondernemingen (50%) introduceren tevens meer dan kmo's (24%) geavanceerde digitale technologieën, zoals onder meer big data (31% versus 10%), robotica (22% versus 5%), hoge snelheidsinfrastructuur (57% versus 32%) en AI (16% versus 6%).

Verder blijkt uit de barometer dat 62% van de kmo's in de EU te maken heeft met belemmeringen voor digitalisering. De meest genoemde belemmering voor digitalisering bij kmo's is de onzekerheid over toekomstige digitale standaarden (24%). Een gebrek aan financiële middelen en regelgevende obstakels (beide 23%) vormen de op één na meest genoemde belemmering. Ongeveer een op de vijf kmo's (20%) noemt het gebrek aan vaardigheden als een van de obstakels om te digitaliseren en te innoveren. Het onderzoek bevestigt dat startups en scale-ups dezelfde grote behoeften hebben als kmo's, maar er zijn enkele nuances. In vergelijking met kmo's heeft bijvoorbeeld een groter aandeel startups en scale-ups problemen met de toegang tot financiering en vaardigheden. Een groter aandeel startups en scale-ups (ongeveer 30%) dan kmo's (ongeveer 20%) heeft een strategie of actieplan om te digitaliseren.

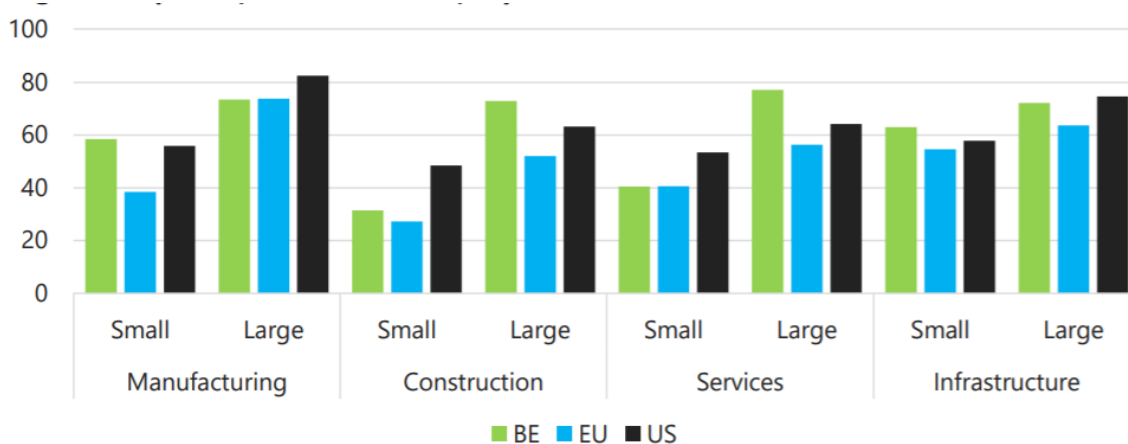
Het OESO ontwerprapport¹⁹⁹ noemt de hoge kosten voor de adoptie en managings van AI-systemen, de implementatie van de vereiste complementaire technologieën (bv. hoge snelheidsinfrastructuur, data opslag), de behoefte aan AI-vaardigheden, de onzekerheid over productiviteitswinsten, het gebrek aan verklaarbare en transparante AI-systemen, het gebrek aan kennis in de onderneming over de mogelijkheden van AI en de ontstentenis van een datacultuur in de onderneming, als de belangrijkste drempels voor de introductie van AI in een kmo.

¹⁹⁸ European Commission, *SME's, start-ups, scale-ups and entrepreneurship*, Flash Eurobarometer 486, Report, September 2020.

¹⁹⁹ OECD, *Artificial intelligence: changing landscape for SME's. Towards a better understanding of concepts, business applications and barriers to adoption*, Centre for Entrepreneurship, SLE's, Regions and Cities (CFE), 2 October 2020

Uit de hoger geciteerde studie van de Europese Investeringsbank blijkt dat de sectorale digitaliseringsgraad bij grote ondernemingen beduidend hoger ligt dan bij kleine ondernemingen. Tevens kan worden afgeleid dat Europese kleine ondernemingen een lagere sectorale digitaliseringsgraad vertonen dan hun Amerikaanse tegenhangers. Worden de Belgische ondernemingen in de vergelijking betrokken dan manifesteert zich een divers patroon: kleine Belgische ondernemingen in de maakindustrie en de infrastructuursector hebben een hogere digitaliseringsgraad dan het EU-gemiddelde en de VS. In elk van de betrokken sectoren vertonen Belgische kleine ondernemingen een hogere digitaliseringsgraad dan het Europese gemiddelde.

Figuur 75: Digitale adoptie (in % van alle ondernemingen), naar dimensie en sector

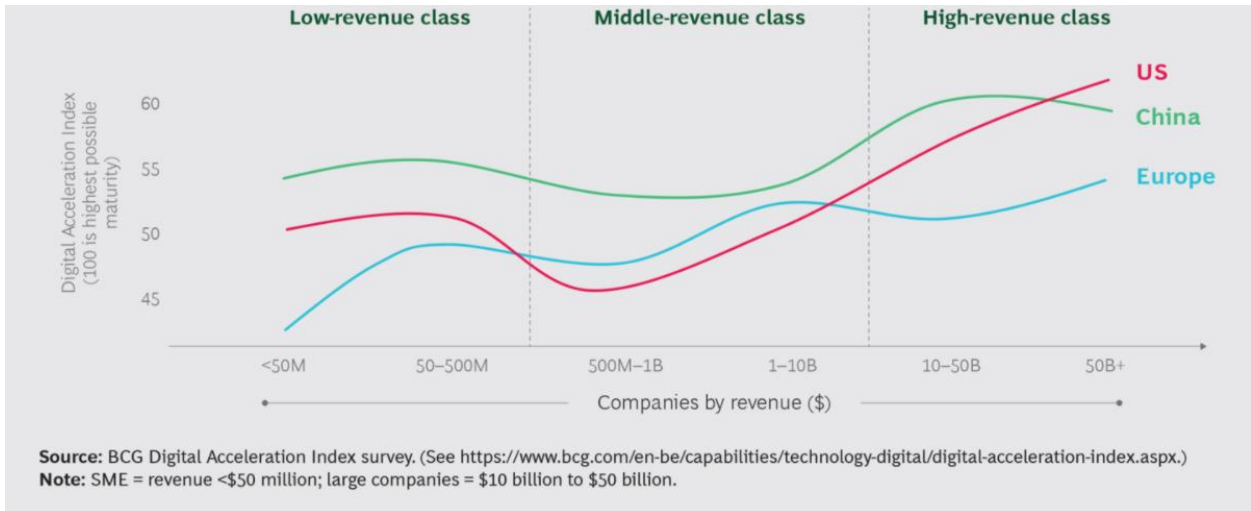


Source: EIBIS wave 2019. Note: A firm is identified as digital if it has implemented (or organised the entire business around) at least one digital technology. Small: less than 50 employees; large: 50+ employees. Firms are weighted using value added.

Boston Consulting Group²⁰⁰ (BCG) merkt op dat de beoordeling van het digitaliseringsniveau moet beginnen bij de bron, zijnde de technologie-industrie. En daar loopt Europa duidelijk achter. Alle technologiegiganten zijn gevestigd in de VS en China, die bovendien de afgelopen jaren ook de meest veelbelovende Europese startups (zoals Skype en DeepMind) hebben overgenomen, waardoor Europa vandaag de dag met zeer weinig 'unicorns' overblijft (slechts 11% van het wereldwijde totaal). Onderzoek van BCG werpt licht op de digitale maturiteit van bedrijven in de verschillende regio's. Het resultaat is niet bepaald rooskleurig voor Europa. In de lage en hoge omzetklassen is het verschil in digitale volwassenheid met de VS en China enorm. En hoewel Europa het beter doet in de middenklasse, blijft het achter op China. Deze bevindingen komen overeen met bovenstaande analyse van de Europese Investeringsbank dat de digitale acceptatie door EU-bedrijven toeneemt, maar grotendeels achterloopt op die van hun Amerikaanse tegenhangers, in alle sectoren. Gelet op de ernstige economische gevolgen van COVID-19 is de digitale transformatie van haar industriële bedrijven een belangrijke opdracht voor de EU.

²⁰⁰ Boston Consulting Group, *As the COVID-19 Crisis Reveals, Europe Urgently Needs to Digitize Its Industry*, June 15 2020.

Figuur 76: Europese industrie loopt achter inzake digitale maturiteit



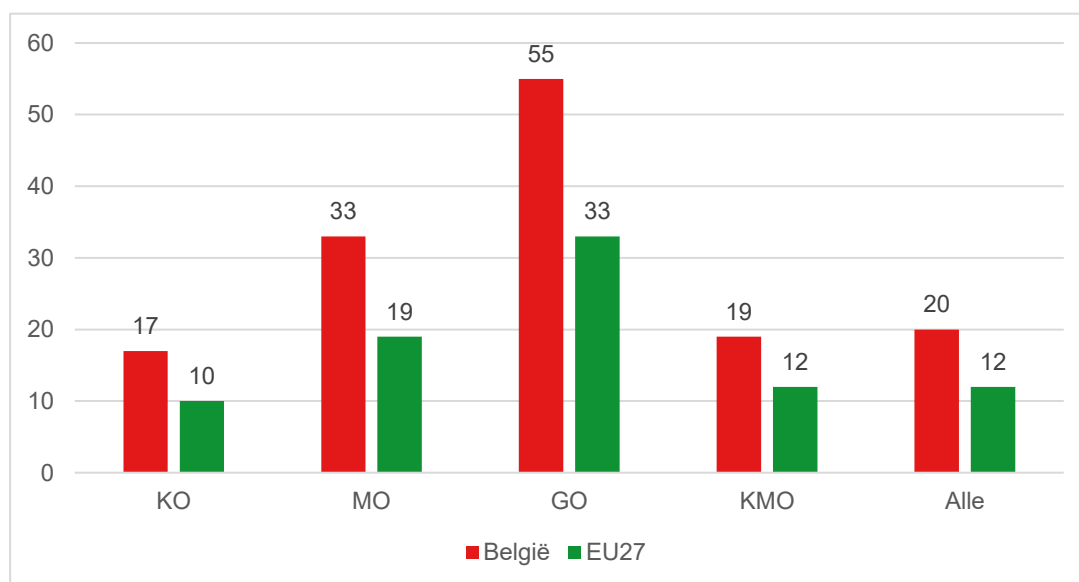
Volgens BCG verschillen de kmo's in Europa in wezen niet van die van in de VS of China. Bevraging van duizenden kmo's heeft uitgewezen dat ze in de drie regio's met dezelfde problemen kampen, die verdere digitalisering belemmeren: een gebrek aan financiële middelen, technische capaciteiten en talent. Wat maakt dan het verschil? Volgens BCG speelt in de VS een onverbiddelijk Schumpeteriaans proces van 'creatieve vernietiging' - bedrijven die hun concurrentievoordeel verliezen, worden snel vervangen door productievere. Achterblijvers hebben de keuze om hun digitale capaciteit te upgraden of uit de markt te worden verstoten. Hoewel dit Schumpeteriaanse proces ook een rol heeft gespeeld in China, is er relatief meer aandacht besteed aan het transformeren van traditionele industriële spelers. Europa heeft precies dit soort veranderingen nodig, gelet op haar huidige sterke industriële positie en gebrek aan technologische opschaling. Europa moet volgens BCG twee problemen aanpakken. Vooreerst is het optreden van de Europese overheid te versnipperd. Het gebrek aan centrale coördinatie, planning en prioritering belemmert de daadwerkelijke impact van alle ondernomen acties. Europa heeft geen 50 Silicon Valleys nodig maar een aantal gerichte variaties, die elk focussen op hun comparatieve voordeel. Op dat vlak dreigt de Digital Innovation Hub volgens BCG haar doel voorbij te schieten. De Europese Commissie heeft €500 miljoen voorzien om de oprichting van DIH's te ondersteunen, teneinde kmo's toe te laten digitale technologieën te testen en bedrijven te begeleiden in het gebruik van deze nieuwe technologieën. Nu telt de EU 450 digitale hubs, meer dan twee keer zoveel als China. Door deze overdreven regionale focus ("één hub per regio per branche") zijn de middelen te verspreid, met als gevolg suboptimale schaling en overlap in de initiatieven. Twee of drie digitale toecosystemen per industrie is het hoogste fragmentatieniveau dat Europa zich volgens BCG kan veroorloven. Ten tweede zijn er in Europa geen digitale 'verspreiders/arrangeurs' aanwezig, zoals het Chinese Alibaba, Tencent en Haier, die ervoor zorgen dat hele ecosystemen (bv. de detailhandel) worden gedigitaliseerd. Van dergelijke arrangeurs gaat namelijk de sterkste impuls uit naar Chinese industriële bedrijven om te digitaliseren.

De positionering van de Belgische kmo's

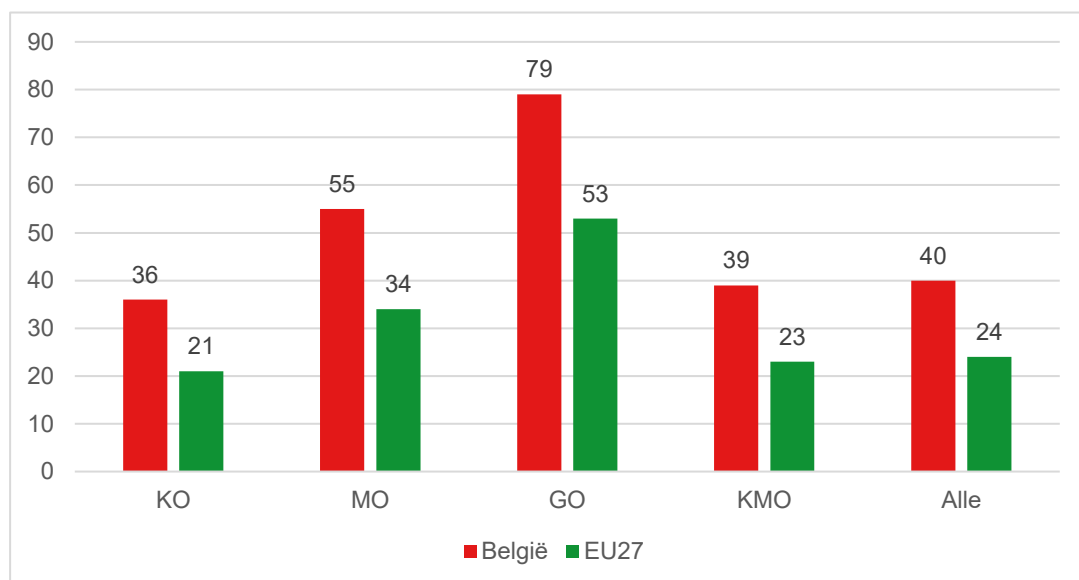
Wanneer de positionering (bron: Eurostat) van Belgische kmo's wordt vergeleken met het Europese gemiddelde blijkt dat de kloof tussen grote en kleine ondernemingen (veel) groter is. Dit geldt ook voor Denemarken, Nederland en Slovenië. 55% van de Belgische grote ondernemingen past big data technologie toe tegenover 33% van de middelgrote en 17% van de

kleine ondernemingen. Over het algemeen past 20 % van de Belgische ondernemingen (3^{de} positie binnen de EU na Malta en Nederland) en 19% van de Belgische kmo's (4^{de} positie binnen de EU) big data analyse toe. Ook inzake cloudcomputing is de afstand tussen grote ondernemingen (79%) en kleine ondernemingen (36%) in België groter dan in de EU (53% versus 21%). Over het algemeen heeft 40% van de Belgische ondernemingen (6^{de} positie binnen de EU) en 39% van de Belgische kmo's (6^{de} rang) een cloudcomputingdienst aangekocht.

Figuur 77: Kloof tussen grote ondernemingen en kmo inzake big data (België en EU, 2018, in %)



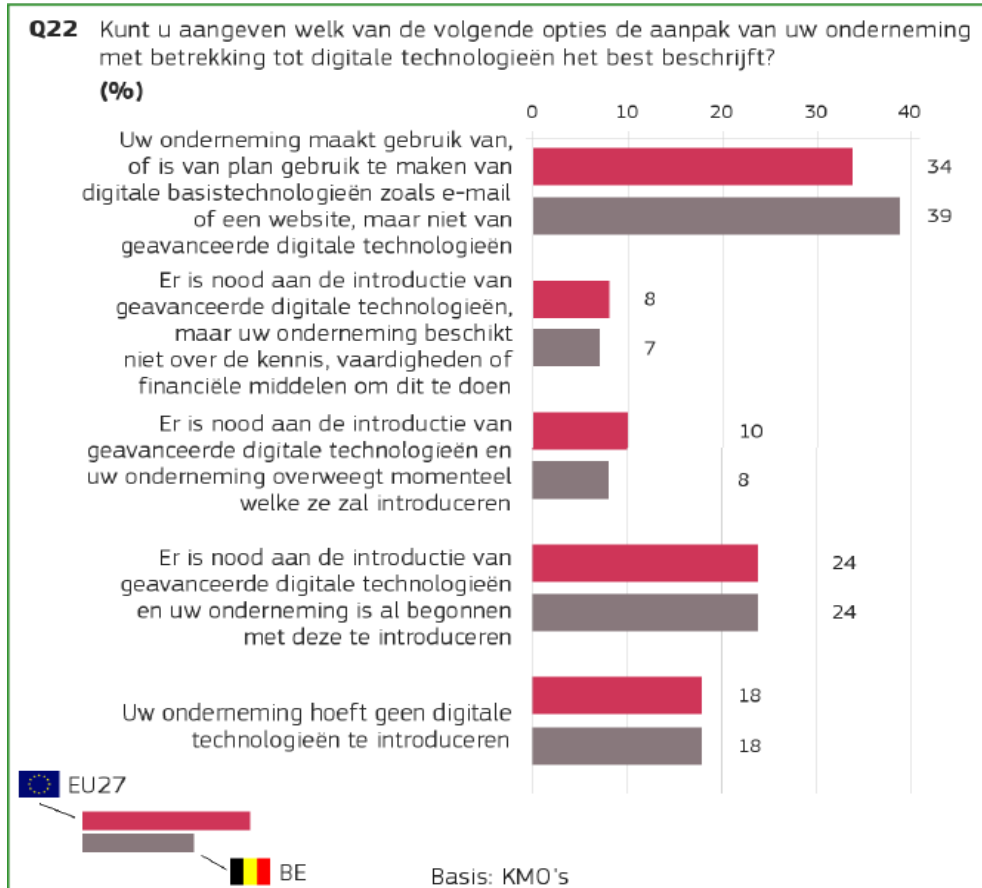
Figuur 78: Kloof tussen grote ondernemingen en kmo's inzake cloudcomputing (België en EU, 2018, in %)



Uit onderstaande figuren (Flash Eurobarometer) kan afgeleid worden dat bijna één op de vijf kmo's (18%) in België van oordeel is dat het niet nodig is geavanceerde digitale technologieën te introduceren. Hiermee situeert België zich op het Europees niveau. In Nederland ligt dit aandeel kmo's (11%) beduidend lager. Verder ligt het aandeel kmo's dat overweegt dergelijke technologieën in te passen in België (8%) lager dan op Europees niveau (10%). Het aandeel kmo's dat reeds stappen heeft gezet voor de introductie ervan ligt met 24% op het Europees

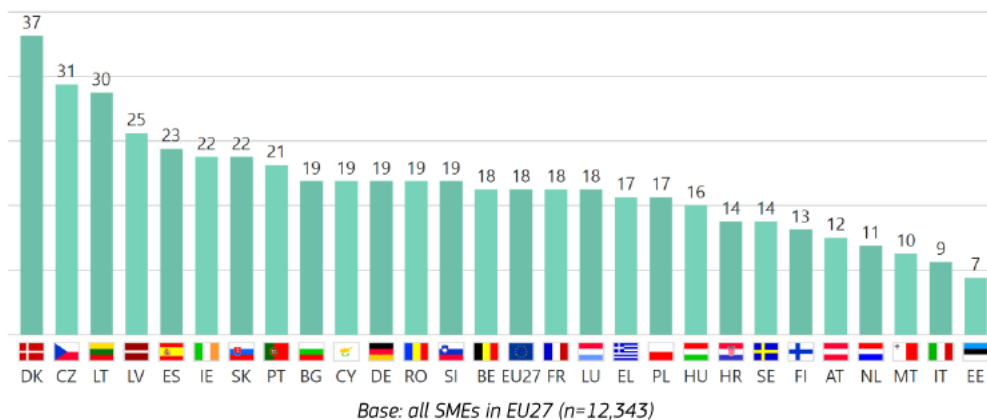
niveau, maar beduidend lager dan de koplopers Luxemburg (39%), Finland (35%), Zweden (35%) en Nederland (32%).

Figuur 79: Aanpak inzake digitalisering



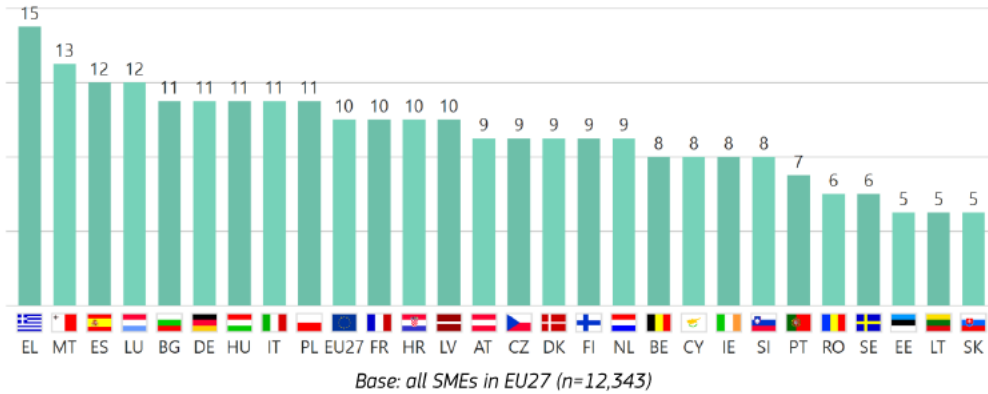
Figuur 80: Aandeel kmo's dat geen nood heeft aan geavanceerde digitale technologieën, Europese vergelijking

Q22 Please indicate which of the following options best describes your enterprise's approach to digital technologies.
 (% - Your enterprise does not need to adopt any digital technologies)



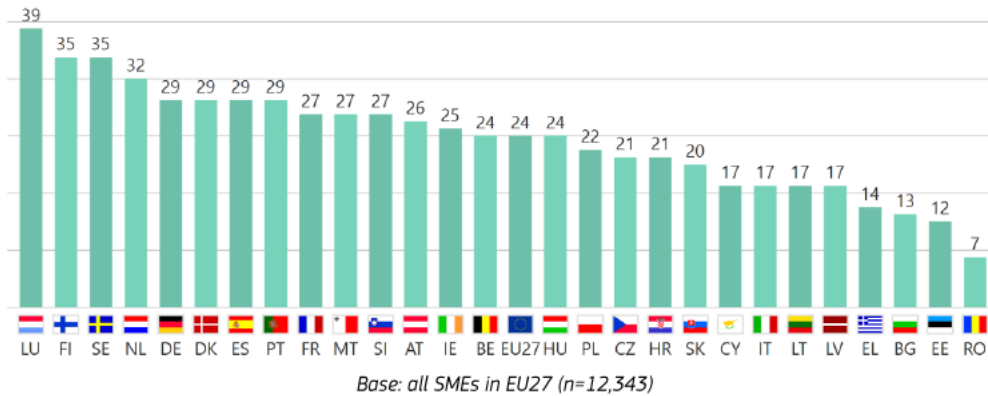
Figuur 81: Aandeel kmo's dat overweegt om geavanceerde digitale technologieën te introduceren, Europese vergelijking

Q22 Please indicate which of the following options best describes your enterprise's approach to digital technologies.
 (% - There is a need to introduce advanced digital technologies and your enterprise is currently considering which of them to adopt)



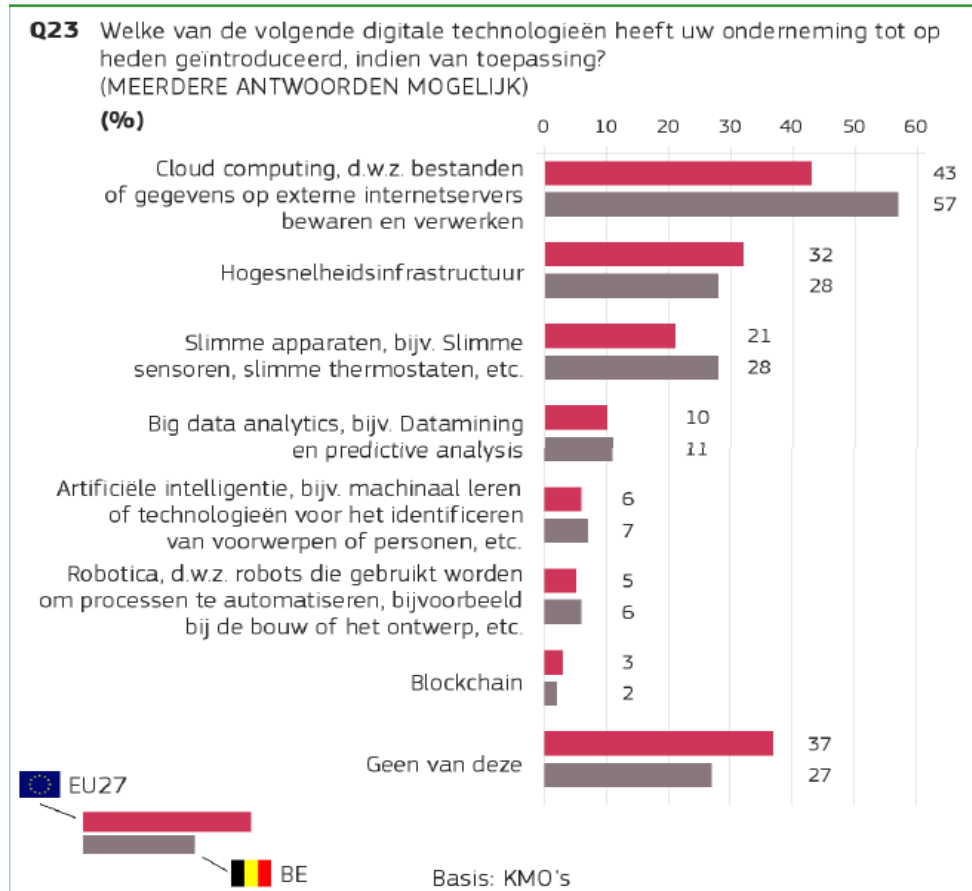
Figuur 82: Aandeel kmo's dat geavanceerde digitale technologieën adopteert, Europese vergelijking

Q22 Please indicate which of the following options best describes your enterprise's approach to digital technologies.
 (% - There is a need to introduce advanced digital technologies and your enterprise has already started to adopt them)



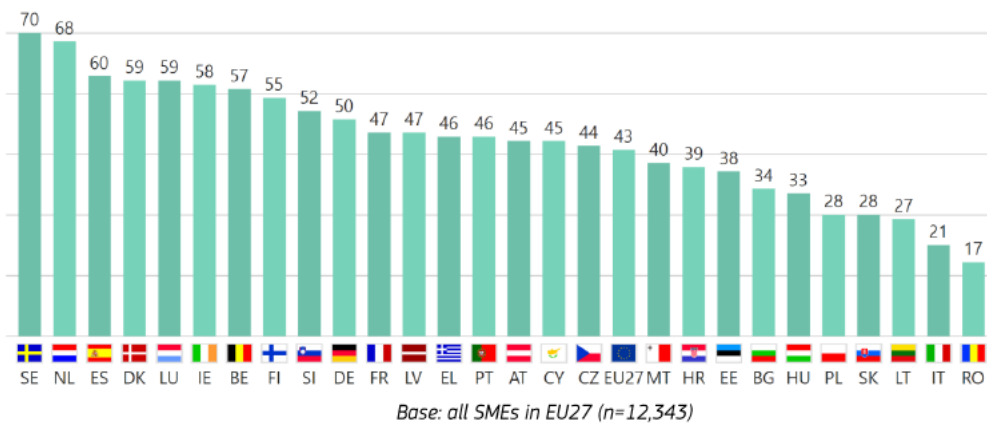
Op het vlak van AI-sleuteltechnologieën en AI zelf, scoren de Belgische kmo's over het algemeen beter dan de Europese middenmoot, maar ze behoren (nog) niet tot de Europese top. Voor cloud computing bezet België de zevende positie (57%), voor smart devices de vijfde (28%), voor big data de 13^{de} (11%) en voor de adoptie van AI de 11^{de} rang (7% van de kmo's). Inzake hogesnelheidsinfrastructuur kijken Belgische kmo's zelfs aan tegen een achterstand (15^{de} positie met een aandeel van 28% van de kmo's), zeker ten aanzien van de Europese koplopers.

Figuur 83: Digitale technologieën geïntroduceerd



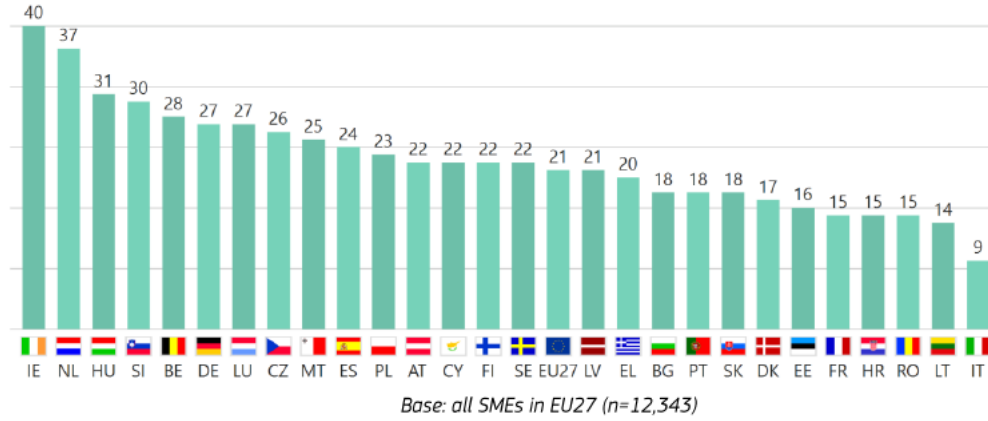
Figuur 84: Cloudcomputing

Q23 Which of the following digital technologies, if any, has your enterprise adopted to date? (MULTIPLE ANSWERS POSSIBLE)
 (% - Cloud computing, i.e. storing and processing files or data on remote servers hosted on the internet)



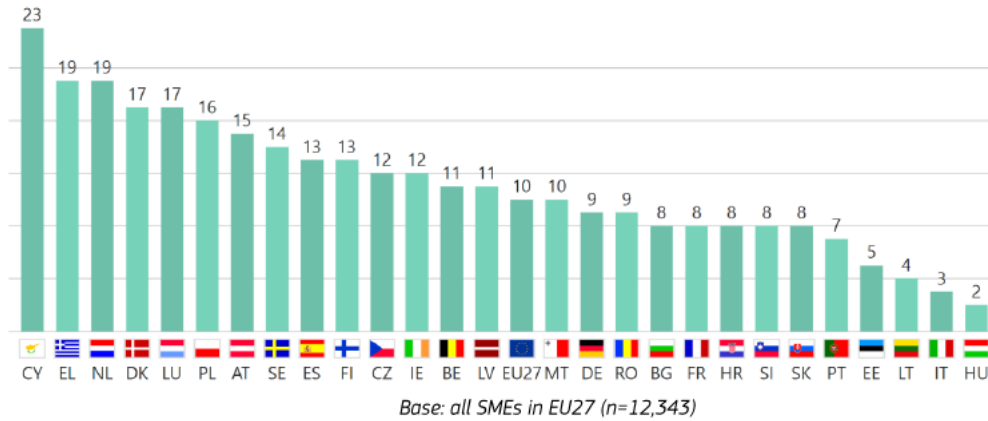
Figuur 85: Slimme apparaten

Q23 Which of the following digital technologies, if any, has your enterprise adopted to date? (MULTIPLE ANSWERS POSSIBLE)
 (% - Smart devices, e.g. smart sensors, smart thermostats, etc.)



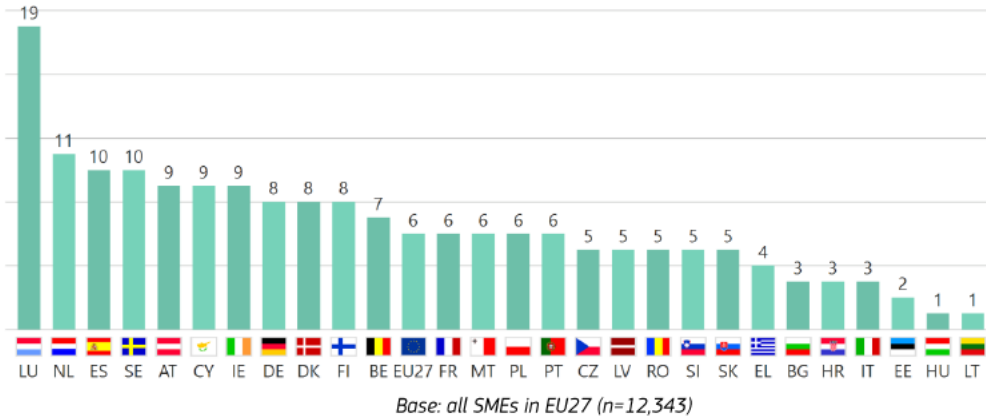
Figuur 86: Big data analyse

Q23 Which of the following digital technologies, if any, has your enterprise adopted to date? (MULTIPLE ANSWERS POSSIBLE)
 (% - Big data analytics, e.g. data mining and predictive analysis)



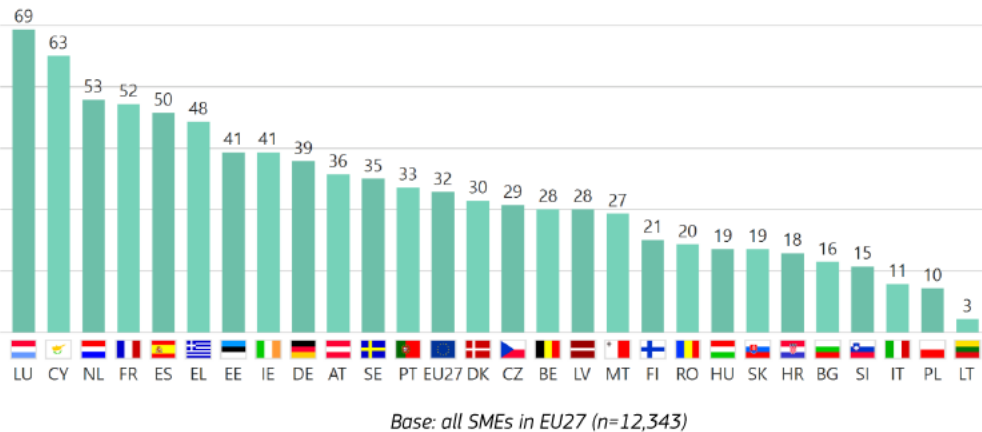
Figuur 87: Adoptie van AI

Q23 Which of the following digital technologies, if any, has your enterprise adopted to date? (MULTIPLE ANSWERS POSSIBLE)
 (% - Artificial intelligence, e.g. machine learning or technologies identifying objects or persons, etc.)



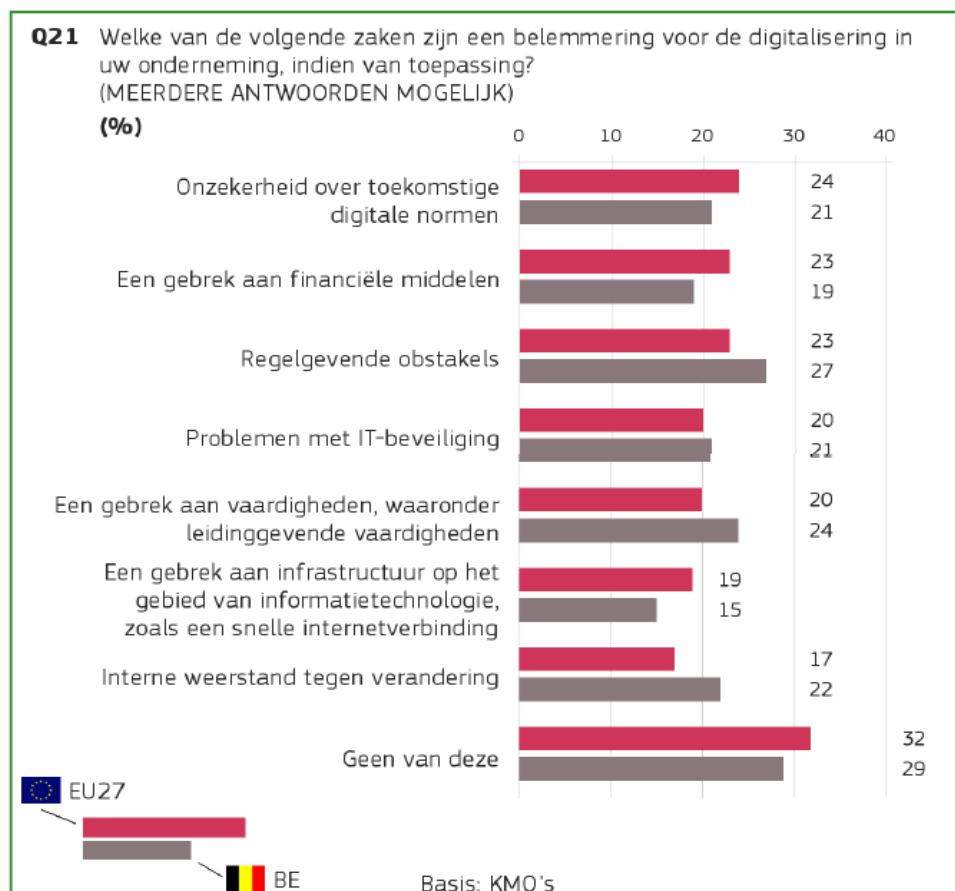
Figuur 88: Introductie van hogesnelheidsinfrastructuur

Q23 Which of the following digital technologies, if any, has your enterprise adopted to date? (MULTIPLE ANSWERS POSSIBLE)
 (% - High speed infrastructure)



Uit de Flash Eurobarometer blijkt dat de Belgische kmo de belangrijkste belemmeringen voor digitalisering enigszins anders percipieert dan de gemiddelde Europese kmo. Voor Belgische kmo's vormen regelgevende obstakels (27% tegenover EU-gemiddelde van 23%) de belangrijkste belemmering voor digitalisering. Ook het gebrek aan vaardigheden (24% tegenover EU-gemiddelde van 20%) wordt als drempel voor digitalisering hoger ingeschaald door Belgische kmo's. De Belgische kmo heeft ook te kampen met een groter mentaliteitsprobleem en ervaart meer interne weerstand tegen digitale verandering (22% tegenover EU-gemiddelde van 17%). Tenslotte worden ook problemen met IT-beveiliging (21%) als een hogere drempel beschouwd dan op Europees niveau (20%).

Figuur 89: Belemmeringen voor digitalisering



Wat specifiek de Vlaamse situatie betreft, kan worden verwezen naar de imec.aibarometer (zie bijlage). Samengevat volgen hieronder de belangrijkste vaststellingen:

- 76,6% van de bevroagde bedrijven geeft aan geen expertise rond AI te hebben. Bedrijven die wel reeds over interne competenties beschikken (23,4%), doen bovendien vaker beroep op externe AI-expertise (69%). Ook hebben deze bedrijven vaak een AI-strategie (89,7%), terwijl bij bedrijven die niet over AI-competenties beschikken, slechts zelden AI vermelden in hun strategie (17,9%). Bovendien hebben bedrijven zonder AI-competenties vaak weinig plannen (82%) om hun competentie op te bouwen, in tegenstelling met AI-bedrijven die aanwervingen plannen (31%), beroep willen doen op externe AI-expertise (28%) of in opleiding voorzien van bestaande teams (31%). Tenslotte hebben veruit de meeste ondernemingen zonder AI-competenties nog geen AI-toepassingen uitgerold en plannen die ook niet te doen op korte termijn (80%). 86,2% van de AI-bedrijven daarentegen heeft al een AI-toepassing getest of uitgerold of heeft plannen daartoe, op korte termijn. Er dreigt m.a.w. een toenemende AI-kenniskloof tussen bedrijven te ontstaan: zij die competenties in huis hebben, versterken die en breiden die verder uit (het zelfversterkend effect), zij die de competenties niet in huis hebben, blijven meestal ter plaatse trappelen en zijn niet van plan om veel te investeren in AI.
- Het zijn vooral micro-ondernemingen met minder dan 10 werknemers (93,9%) en middelgrote ondernemingen (90%) die te kennen geven geen AI-expertise te hebben. Ook van de kleine ondernemingen geeft bijna 60% aan geen AI-kennis te hebben. Bij grote ondernemingen bedraagt het aandeel ondernemingen zonder AI-expertise 'slechts' 23,8%.

Achterstand in de toegang tot data en in de productie AI-hardware en -componenten

Op het vlak van de toegang tot data en de productie van AI-hardware en -componenten loopt de EU volgens het parlementaire onderzoeksrapport van ITRE achter. Op het vlak van data positioneert de EU zich voor twee van de vier criteria achteraan. Enkel voor de criteria 'per 100 werknemers' weet het zich tussen de VS en China in te wurmen. Concluderend kan gesteld worden dat de EU een achterstand heeft op te halen op zijn naaste concurrenten op het vlak van de toegang tot big data.

Tabel 10: Big data niveaus in China, de EU en de VS in 2018

criterium	China	EU	VS
Nieuwe IoT gegenereerde data (TB, miljoenen)	152	53	69
Nieuwe IoT gegenereerde (TB) data per 100 werknemers	19,3	21,5	41,9
Nieuwe gegenereerde productiviteitsdata (TB, miljoenen)	684	583	966
Nieuwe gegenereerde productiviteitsdata (TB) per 100 werknemers	86,9	233,9	585,9

De EU heeft een sterke positie op het vlak van sensoren, in het bijzonder in nichemarkten zoals elektrische voertuigen in de automobielsector, maar loopt sterk achter in andere domeinen zoals de productie van semiconductoren die verlegd zijn naar Azië (bv. China, Taiwan, Singapore) en de VS. Semiconductoren worden in China en de VS beschouwd als een strategische sector waarin veel R&D-overheidsmiddelen worden gepompt. Er zijn ook tekenen die erop wijzen dat Europa dreigt achterop te raken in de productie van geavanceerde chips voor AI, die veelal ontwikkeld worden in China en de VS (bv. Alphabet, Baidu, Facebook). Geen enkel Europees halfgeleiderbedrijf bevindt zich in de top 10 van ondernemingen op het vlak van R&D-uitgaven. De VS is momenteel de leider zowel in de productie van traditionele halfgeleiders als van AI-computerchips.

Figuur 90: Productie van semiconductoren en AI-chips

Year	Metric	Weight	CN	EU	US
2019	Number of Firms in Top 15 for Semiconductor Sales	2	1	2	6
2017	Number of Firms in Top 10 for Semiconductor R&D Spending	2	0	0	5
2019	Number of Firms Designing AI Chips	2	26	12	55

De octrooimarkt wordt gedomineerd door enerzijds bedrijven uit Japan, de VS en China en anderzijds onderzoeksinstellingen uit China

EU-bedrijven, onderzoekers en uitvinders hebben in de afgelopen vijf jaar ongeveer 79.000 ICT-gerelateerde octrooien onder het internationale octrooi Samenwerkingsverdrag ingediend, dit is minder dan Japan (97.000) alleen en slechts de helft van het aantal ICT-patenten dat is geregistreerd voor Amerikaanse en Chinese aanvragers (respectievelijk 160.000 en 158.000).²⁰¹

Op basis van IP5-gegevens²⁰² (concludeert de OESO dat de verhouding tussen het aantal AI-gerelateerde uitvindingen en het totaal aantal uitvindingen sinds 2015 opmerkelijk is gestegen. De ratio bedroeg in 2017 gemiddeld meer dan 2,3%.²⁰³ Bedrijven vertegenwoordigen 26 van de 30 top AI-patentaanvragers, slechts vier universiteiten of publieke onderzoeksinstellingen maken deel uit van de top 30. De meeste van deze bedrijven zijn multinationals die actief zijn in de consumentenelektronica, telecommunicatie en software, maar ook in sectoren zoals elektriciteit en automobielpductie. IBM heeft het grootste portfolio aan AI-patenten met 8.290 octrooiaanvragen, gevolgd door Microsoft met 5.930 patentaanvragen. Van de top 20 bedrijven die AI-gerelateerde patenten aanvragen, zijn er 12 gevestigd in Japan, drie in de VS en twee in China.²⁰⁴ De sterke positie van deze drie landen (in 2014-2016) op het vlak van AI-patentering wordt bevestigd door het geciteerde OESO-rapport. Vooral de Japanse consumentenelektronicabedrijven zijn bijzonder sterk vertegenwoordigd.

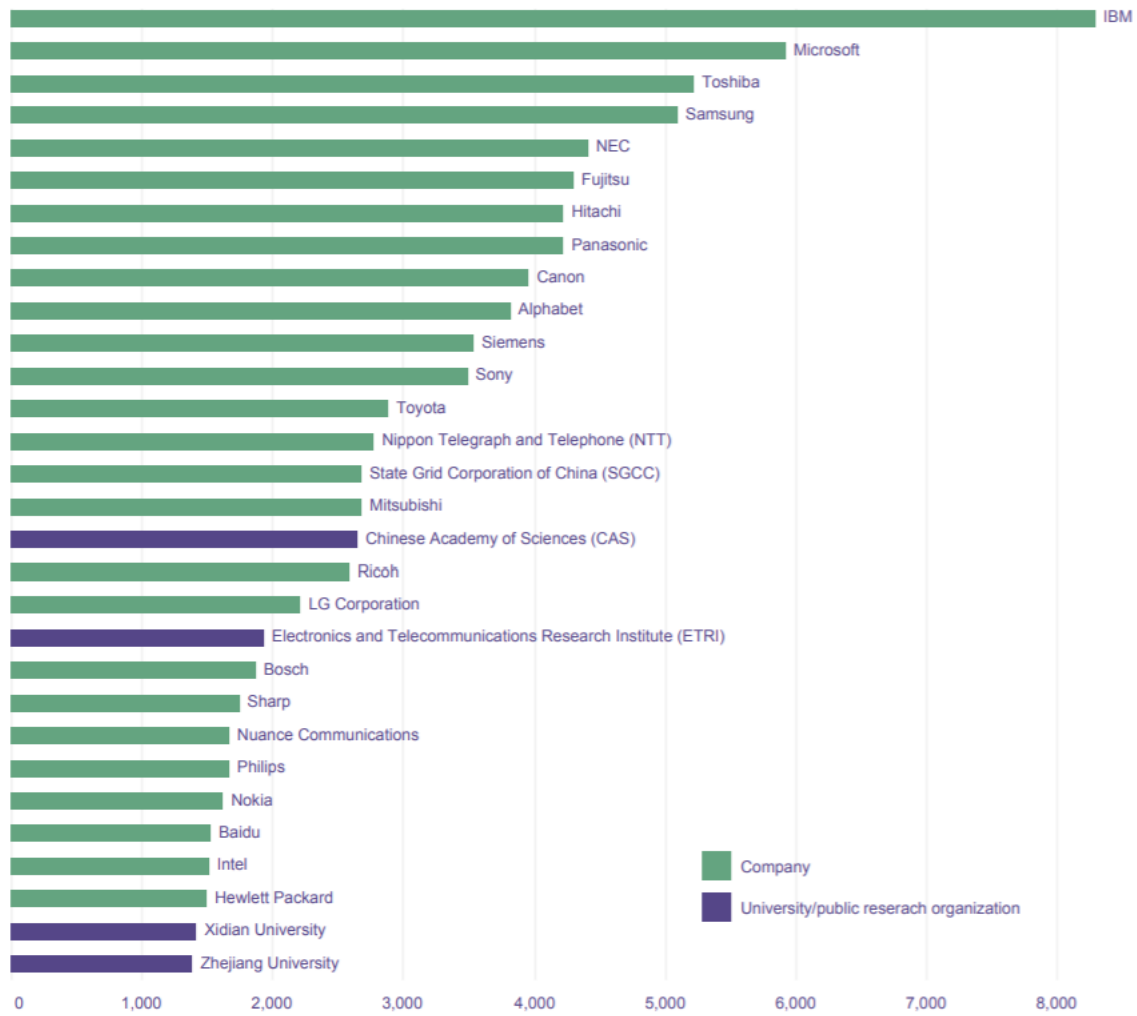
²⁰¹ European Commission, *Shaping the digital transformation in Europe*, European Commission DG Communications Networks, Content & Technology, study carried out for the European Commission by McKinsey & Company, September 2020.

²⁰² Uitvindingen beschermd in minstens twee rechtsgebieden waarvan ten minste één tot de vijf IP octrooibureaus behoort: European Patent Office, Japan Patent Office, Korean Intellectual Property Office, Us Patent and Trademark Office en het National Intellectual Property Administration of People’s Republic of China.

²⁰³ OECD, *Identifying and measuring developments in artificial intelligence: Making the impossible possible*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2020/05, 2020.

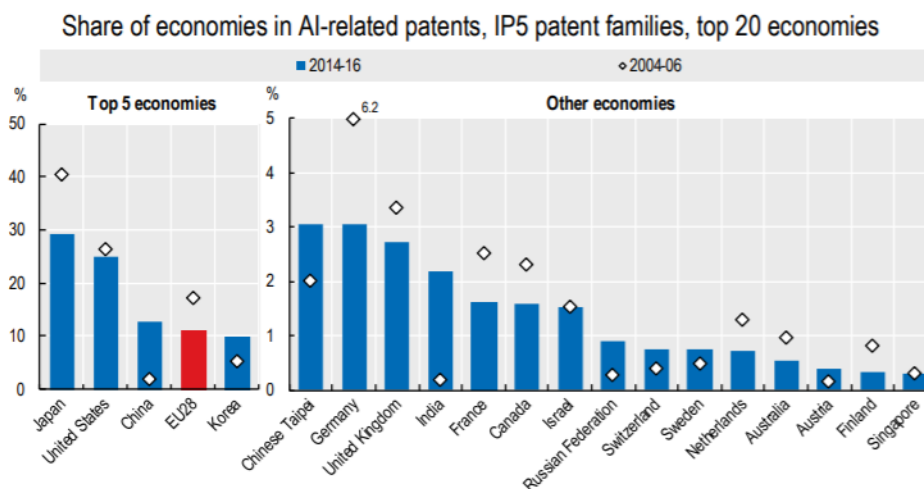
²⁰⁴ World Intellectual Property Organization (WIPO), *WIPO Technology Trends 2019 – Artificial Intelligence*, 2019.

Figuur 91: Top 30 van AI-patentaanvragen (WIPO)



Note: Fujitsu includes PFU; Panasonic includes Sanyo; Alphabet includes Google, Deepmind Technologies, Waymo and X Development; Toyota includes Denso; and Nokia includes Alcatel.

Figuur 92: De belangrijkste economieën op het vlak van AI-patenten, IP5-patentfamilies, 2004-06 en 2014-16 (OESO)



Note: Data refer to IP5 patent families in AI-related technologies, by earliest filing date and inventor's location, using fractional counts. Data for 2016 are incomplete.

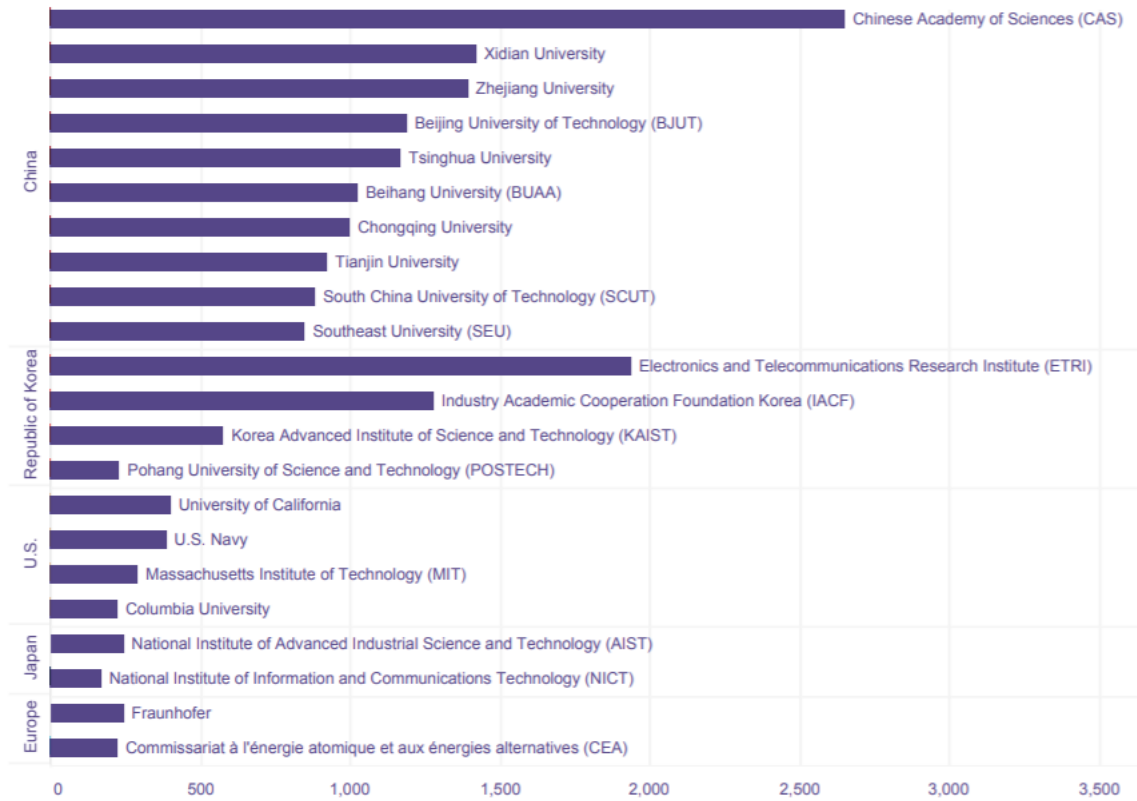
Source: OECD, STI Micro-data Lab: Intellectual Property Database, <http://oe.cd/ipstats>, July 2019.

Ondanks de dominantie van bedrijven in AI, zijn de universiteiten en publieke onderzoeksorganisaties toonaangevend voor de uitvindingen in selectieve AI-domeinen zoals gedistribueerde AI, enkele machine learning-technieken en neurowetenschappen/neurorobotica. Chinese onderzoeksinstellingen zijn goed voor 17 van de top 20 wetenschappelijke spelers op het vlak van AI-patentering en voor 10 van de top 20 instellingen op het vlak van AI-gerelateerde wetenschappelijke publicaties. Wereldwijd was 28% van alle AI-gerelateerde publicaties in de periode 2016-2018 afkomstig van Chinese auteurs. In Europa (daling van het aandeel van 23% in de periode 2006-2008 naar 17% in de periode 2016-2018), de VS (van 15% naar 12%) en Japan (van 5% naar 3%) is het aandeel AI-publicaties de afgelopen 10 jaar afgenomen.²⁰⁵ Er zijn 167 universiteiten en publieke onderzoeksorganisaties die tot de top 500 van octrooiaanvragers behoren. Hiervan zijn er 110 Chinees, 20 komen uit de V.S., 19 uit Zuid-Korea en 4 uit Japan. Vier Europese publieke onderzoeksorganisaties komen aan bod in de top 500 lijst. De hoogst geplaatste Europese instelling is het Duitse Fraunhofer Instituut, dat de 159^{ste} rang bezet, terwijl het Franse Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) op plaats 185 staat. De top onderzoeksinstelling is de Chinese Academie voor Wetenschappen (CAS), met meer dan 2.500 patentfamilies en meer dan 20.000 wetenschappelijke artikelen over AI. Deze onderzoeksinstelling positioneert zich op de 17^{de} plaats in de algemene rangschikking van AI-patentaanvragers. Bovendien heeft CAS het grootste deep learning-portfolio (235 octrooifamilies). Chinese onderzoeksinstellingen consolideren hun leidersstatus met een gemiddelde jaarlijkse groei inzake patentaanvragen van meer dan 20% tussen 2013 en 2016, waarmee ze minstens even goed en veelal beter doen dan de meeste onderzoeksinstellingen uit andere landen.

²⁰⁵ OECD, *Identifying and measuring developments in artificial intelligence: Making the impossible possible*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2020/05, 2020.

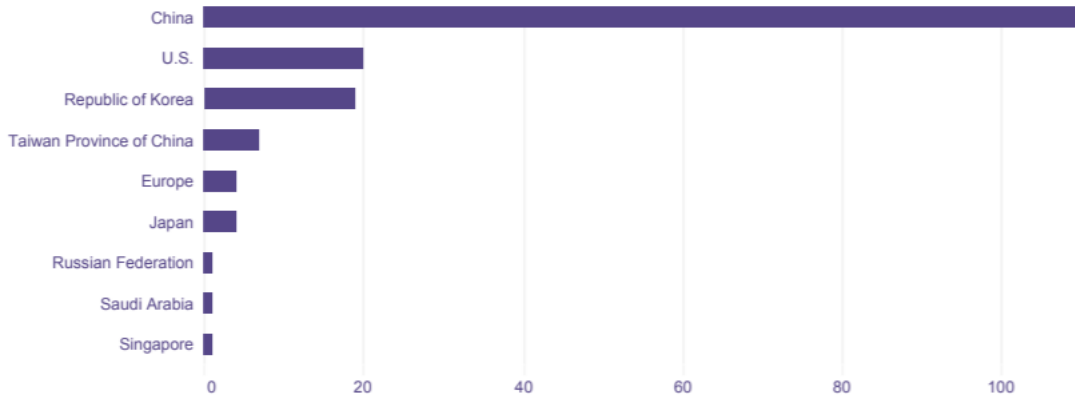
Figuur 93: De topanvragers van AI-patenten in de universitaire en publieke onderzoekswereld, volgens regio

CAS (China) and ETRI (Republic of Korea) rank first and second in patent filings among universities and public research organizations



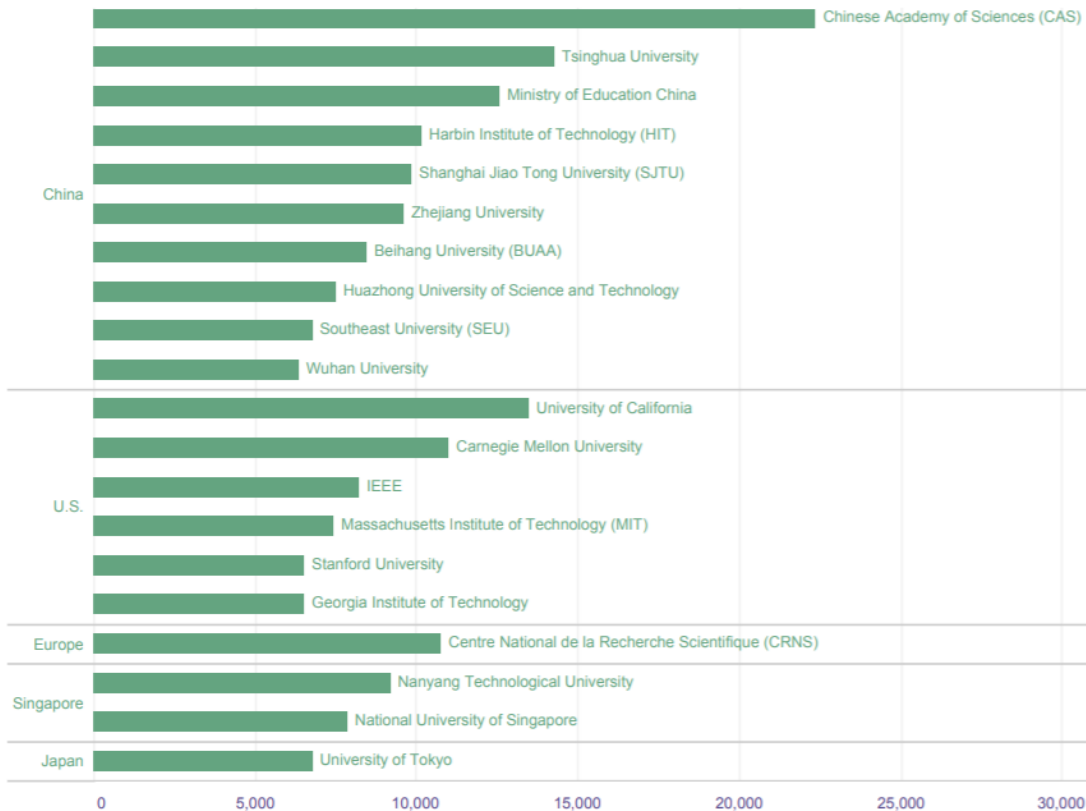
Figuur 94: Geografische spreiding van de top 500 universiteiten en onderzoeksinstituten inzake AI-patentaanvragen, volgens aantal instellingen

Chinese universities and public research organizations account for more than one-fifth of the top 500 patent applicants



Figuur 95: Top 20 universiteiten en publieke onderzoeksinstituten op het vlak van wetenschappelijke AI-publicaties, volgens aantal artikels

10 of the top 20 organizations in AI scientific publications are in China, six in the U.S., two in Singapore and one each in Japan and France



De VS, China en Japan zijn de landen waar de meeste AI-patentaanvragen (78% van alle AI-aanvragen) worden ingediend, hoewel er zich een tendens aftekent om de toepassing van het AI-octrooi uit te breiden naar andere rechtsgebieden.

Een infografiek van RS Components²⁰⁶ laat zien hoe de internationale verhoudingen liggen als het gaat om AI-octrooien en bevestigt de zwakke positie van Europa en het ontbreken van Europese bedrijven in de top. Volgende bevindingen komen in de infografiek tot uiting:

- China heeft de meeste aanvragen voor AI-patenten, met 4.636 aanvragen of 64,8% van alle aangevraagde patenten over de hele wereld.
- De VS staat op de tweede plaats met 1.416 AI-octrooiaanvragen, goed voor 19,8% van de octrooiaanvragen, gevolgd door Zuid-Korea met 532 aanvragen (7,4%). Europa ligt ver achterop met slechts 116 aanvragen (1,6%).
- LG Electronics is het bedrijf dat voorop loopt in het indienen van octrooiaanvragen met 731 aanvragen.
- Ping An Technology komt op de tweede plaats voor octrooiaanvragen, met 308 aanvragen, minder dan de helft van het aantal LG Electronics. Samsung komt op de derde plaats met 275 aanvragen.
- Als het gaat om het aantal verleende patenten, komt Intel als beste uit de bus met maar liefst 45.591 patenten.

Bijkomende vaststellingen

- Europa beschikt niet over een eigen versie van de Amerikaanse defensie-onderzoeksafdeling (DARPA).
- Verder ligt het concurrentievoordeel van Europa in de AI-toeleveringsketen eerder in de ruimtevaart en farmaceutische producten dan in sectoren die de basis vormen van AI, zoals internet, chips, productie (manufacturing) en halfgeleiders.
- Europa beschikt over een stevige ondernemingsbasis maar de AI start-ups mankeren schaalbaarheid en succes – slechts 4 Europese ondernemingen maken deel uit van de top 100 AI-startups (Onfido en Tractable in VK, Shift Technology in Frankrijk en Sherpa in Spanje) – en de grootste ondernemingen zijn industriële ondernemingen met een lagere digitaliseringsgraad dan in de VS waar de grootste ondernemingen goed vertegenwoordigd zijn in de hightech sector met een hoge digitaliseringsgraad.
- CEPS (Centre for European Policy Studies) merkt op dat de link tussen AI en de SDG's een belangrijk ontbrekend puzzelstuk is in het gecoördineerd plan voor AI van de Europese Commissie. Door de link te leggen met de economische, sociale en ecologische doelstellingen van de SDG's, zou Europa zich op het vlak van AI kunnen onderscheiden van andere concurrenten en op wereldniveau een prominente positie kunnen innemen inzake AI-beleid.²⁰⁷

De Europese beleidsambities voor een inhaalrace

Om de achterstand van Europa goed te maken publiceerde de Europese Commissie op 19 februari 2020 haar Witboek²⁰⁸ over AI. Samen met dit Witboek werd eveneens de Europese Data

²⁰⁶ <https://insidebigdata.com/2020/09/06/infographic-ai-innovators-the-countries-companies-leading-in-ai-patents/>

²⁰⁷ Renda, A., *Artificial Intelligence. Ethics, governance and policy challenges*, Report of a CEPS Task Force, CEPS, Brussels, February 2019.

²⁰⁸ Europese Commissie, *Witboek over kunstmatige intelligentie - een Europese benadering op basis van excellentie en vertrouwen*, COM(2020) 65 final, 19 februari 2020.

Strategie²⁰⁹ en het rapport²¹⁰ over productveiligheid en aansprakelijkheid voor AI, Internet of Things (IoT) en robotica voorgesteld. Het Witboek bedrukt dat de EU een goede uitgangspositie heeft om het potentieel van AI te benutten, niet alleen als gebruiker of afnemer, maar ook als producent. De Europese Commissie stelt een benadering voor gericht op investeringen en regulering, om enerzijds het gebruik van AI te bevorderen en anderzijds de risico's ervan te vermijden en te minimaliseren.

Het Witboek geeft enkele beleidsopties om die doelen te bereiken.²¹¹ Het idee daarbij is dat het Europese beleid de veilige ontwikkeling van betrouwbare AI moet mogelijk maken, met respect voor de fundamentele waarden en rechten van alle EU-burgers. De belangrijkste bouwstenen daarvoor zijn een ecosysteem van voortreffelijkheid en een ecosysteem van vertrouwen.

Ecosysteem van voortreffelijkheid

De Europese Commissie stelt een aantal concrete acties voor om de inspanningen op Europees, nationaal en regionaal niveau op elkaar af te stemmen om zo de ontwikkelingen van AI te bevorderen. EU-lidstaten zouden efficiënter en nauwer moeten samenwerken in een aantal cruciale sectoren zoals onderzoek en de ontwikkeling van AI-gerelateerde skills. De Commissie oppert daarbij de mogelijkheid om een EU-instantie voor AI op te richten ter ondersteuning en versterking van de samenwerking tussen de nationale autoriteiten. Daarnaast plant de EC te investeren in het versterken en ondersteunen van de samenwerking tussen bestaande onderzoekscentra. Zo kan de EU een voortrekkersrol nemen in domeinen zoals gezondheidszorg en mobiliteit. Daarmee samenhangend wil de Europese Commissie de beste onderzoekers en wetenschappers op het vlak van AI aantrekken. Toonaangevende programma's in het hoger onderwijs zouden zo kunnen worden opgezet en/of versterkt. Ook zou per lidstaat minstens één digital innovation hub moeten bestaan die in AI gespecialiseerd is. Verder moet de toegang tot data worden vereenvoudigd en verzekerd om accurate en betrouwbare AI-systemen te ontwikkelen. Tot slot benadrukt de Europese Commissie dat ook de publieke sector gebruik moet maken van op AI-gebaseerde diensten en producten bij haar activiteiten. Daartoe zal een sectorale dialoog worden gestart met een bijzondere aandacht voor onder andere de gezondheidszorg en mobiliteit. Op die manier wil de Commissie komen tot een actieplan rond het gebruik van AI in de publieke sector.

Ecosysteem van vertrouwen

Volgen de Commissie is er nood aan regelgevend kader om het vertrouwen van burgers, overheden en bedrijven in AI te versterken, en zo het gebruik ervan te bevorderen. Het regelgevend kader voor AI in Europa moet een uniek ecosysteem van vertrouwen creëren. Twee factoren zouden dat vertrouwen kunnen aantasten of ondermijnen. Enerzijds bestaat het risico dat AI-toepassingen fundamentele rechten (zoals privacy, non-discriminatie en gegevensbescherming) niet respecteren. Anderzijds zijn er ook veiligheidsrisico's verbonden aan AI-systemen en blijft de toewijzing van aansprakelijkheid voor schade veroorzaakt door zulke

²⁰⁹ Europese Commissie, *Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité Van De Regio's – Een Europese datastrategie*, COM(2020) 66 final, 19 februari 2020.

²¹⁰ European Commission, *Report from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee - Report on the safety and liability implications of Artificial Intelligence, the Internet of Things and robotics*, COM(2020) 64 final, 19 February 2020.

²¹¹ Gils, T., Wauters, E., Bénichou, B. en De Bruyne, J., *Artificiële Intelligentie in de EU: inzetten op vertrouwen en voortreffelijkheid*, De Juristenkrant, 26 februari 2020.

systemen onzeker. Die risico's rechtvaardigen een aangepast regelgevend kader. Hoewel er al een uitgebreid regelgevend kader bestaat dat (ook) van toepassing is op AI-applicaties (bijvoorbeeld productaansprakelijkheid/veiligheid en consumentenbescherming) zorgen bepaalde eigenschappen van AI, zoals de ondoorgrondelijkheid van besluitvorming of mogelijkheid tot self-learning voor problemen bij de toepassing van zulke regelgeving. De Commissie vindt het daarom belangrijk om na te gaan of het toepasselijk EU-regelgevend kader al dan niet moet aangepast worden om de potentiële risico's van AI op te vangen. Verschillende Europese landen hebben al de eerste stappen naar regelgeving rond AI gezet. Als de EU er dus niet in slaagt een gemeenschappelijke aanpak voor te stellen, bestaat het risico dat fragmentatie de vooropgestelde doelstellingen van vertrouwen, voortreffelijkheid en rechtszekerheid ondermijnt.

Het nieuwe regelgevende kader voor AI zou de voormelde doelstellingen moeten bereiken zonder innovatie af te remmen of een te zware last op bedrijven te leggen. Daarvoor wordt een risk-based approach voorgesteld. Die houdt in dat 'risicovolle' AI-systemen aan strenge bepalingen worden onderworpen. Twee voorwaarden worden naar voor geschoven waaraan cumulatief moet worden voldaan alvorens een AI-systeem risicovol zou zijn. Enerzijds wordt gekeken naar de specifiek sector waar een bepaalde AI-toepassing zal worden gebruikt. Voorbeelden zijn gezondheidszorg, mobiliteit en bepaalde delen van de openbare sector. Anderzijds moet een AI-applicatie in de sector zo worden gebruikt dat er een kans is dat significante risico's kunnen opduiken. Niet elk gebruik van AI in een bepaalde sector brengt immers grote risico's met zich mee (bijvoorbeeld gebruik van AI enkel voor het vastleggen van een doktersafspraken). Het risiconiveau zou kunnen beoordeeld worden aan de hand van de impact op de betrokken partijen. De toepassing van die cumulatieve criteria zou verzekeren dat het regelgevend kader doelgericht en rechtszekerheid biedt.

11.8 De intensifiëring van robotisering, mede onder invloed van COVID-19

Een rapport van het ITIF²¹² stelt dat naarmate de acceptatie en het gebruik van robotica toenemen, steeds meer productie terug naar ontwikkelde landen zal verplaatst worden. Bedrijven over de hele wereld gebruiken steeds meer robots. Volgens de International Federation of Robots groeide het wereldwijde gemiddelde voor industriële robots per 10.000 productiewerkers van 66 in 2015 tot 85 in 2017. Met de integratie van AI en andere verbeteringen (bv. betere sensoren, machine vision,...) gaat men ervan uit dat robotica in de volgende 10 jaar een hoge vlucht zal nemen en tot grotere efficiëntie en performantie van productieprocessen zal leiden. Daar waar de informatietechnologieën tot decentralisatie van het productieproces hebben geleid, mede in de zoektocht naar goedkopere arbeidskrachten, verwacht men dat robotica en AI het tegenovergestelde effect zullen hebben en tot reshoring van de productie naar het thuisland zal leiden.

²¹² Atkinson, R.D., Information Technology & Innovation Foundation, Robotics and the future of production and work, october 2019.

Er is wereldwijd, in het bijzonder in de ontwikkelde landen, nood aan een productiviteitsverhoging. Robotica zouden hiertoe kunnen bijdragen²¹³. Ondanks de hoge arbeidsproductiviteit daalde de productiviteitsgroei in België bijvoorbeeld sterk vanaf eind de jaren negentig, en meer dan in andere geavanceerde economieën. Sinds 1998 bedroeg de productiviteitsgroei gemiddeld 0,8% in België, tegen 1,4% in OESO-landen met een hoog inkomen en 1% in de buurlanden. De lage productiviteitsgroei in België is te wijten een zwakke technologiediffusie, een lage bedrijfsdynamiek, een gebrekkige concurrentie in de dienstensector en een verslechtering van de fysieke infrastructuur.²¹⁴ AI is een “general-purpose” technologie met het potentieel om de productiviteit in een brede waaier van sectoren substantieel te verhogen. Naarmate robots goedkoper, flexibeler en autonomer worden (onder meer dankzij AI), zullen ze wereldwijd de groei stimuleren en de globale toeleveringsketens veranderen. Het rapport merkt daarbij op dat ontwikkelde economieën met hogere lonen een grotere productiviteitsstijging mogen verwachten dan landen met lagere lonen. Een aantal factoren draagt hiertoe bij: enerzijds de lagere arbeidskosten in de opkomende economieën die minder stimulans bieden om automatiseringstechnieken zoals robotica te gebruiken, anderzijds de nieuwe productieprocessen die kortere productieruns, kleinere fabrieken en hogere productiviteit mogelijk maken. The Economist Intelligent Unit²¹⁵ verwacht dat de gangbare praktijk om diensten tegen lagere kost te outsourcen naar opkomende economieën onder druk zal komen te staan naarmate ontwikkelde economieën erin slagen AI-technologieën tegen een hogere snelheid te incorporeren waardoor machines hetzelfde werk sneller en goedkoper in het thuisland kunnen uitvoeren.

Naarmate de COVID-19-pandemie aanhoudt, zijn de risico's die inherent zijn aan wereldwijde toeleveringsketens duidelijker dan ooit. In plaats van te wachten op een terugkeer naar de normale gang van zaken, met productieactiviteiten geconcentreerd in landen waar de arbeid goedkoop en overvloedig is, is de kans groot dat de coronacrisis de deur opent naar een herlocalisatie waarbij Europa opnieuw en intenser wordt geïndustrialiseerd. De evolutie naar een verdere robotisering behoort dan tot de mogelijkheden.

Er zijn nog andere tendensen die door COVID-19 worden versterkt en mogelijk tot een intensifiëring van de robotisering aanleiding kunnen geven. De wereldwijde pandemie heeft een enorme impact op de werkgelegenheid in tal van sectoren. Automatiseringsoplossingen die twintig jaar geleden nog ondenkbaar waren, zijn tot bloei gekomen tijdens de pandemie door de convergentie van technologieën zoals computer vision, machine learning & AI, open source robotbesturingssystemen en mobiele componenten en sensoren. In een turbulente markt, en vooral in een turbulente arbeidsmarkt, lijken investeerders geneigd te zijn te willen investeren in robots. Toeleveringsketens in de logistieke sector en de maakindustrie worden geconfronteerd met uitdagingen van een groeiend tekort aan arbeidskrachten, toenemende consumentenverwachtingen en flexibiliteit. AI-gebaseerde automatiseringsoplossingen kunnen bijdragen in het beantwoorden van deze uitdagingen en de efficiëntie en productiviteit opdrijven. Automatiseringsoplossingen zijn in de eerste plaats bedoeld om handenarbeid in repetitieve en

²¹³ Graetz, G. and Michaels, G. (2015). Robots at work, IZA, Discussion Paper No. 8938. Graetz en Michaels toonden aan dat robotverdichting leidde tot een jaarlijkse groei van het BBP en de arbeidsproductiviteit van 0,37 respectievelijk 0,36 procentpunt tussen 1993 en 2007 in 17 bestudeerde landen, hetgeen overeenkomt met een totale BBP-aangroei van 10%. Aanvullend onderzoek door dezelfde onderzoekers bevestigt dat investeringen in robots tussen 1993 en 2016 hebben bijgedragen tot 10% van de BBP-groei per capita in de OESO-landen.

²¹⁴ OECD, *OECD Economic Surveys. Belgium*, February 2020, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1327040c-en>.

²¹⁵ The Economist Intelligence Unit. (2018). Intelligent Economies: AI's transformation of industries and society.

eenvoudige processen te vervangen, maar in de toekomst wordt verwacht dat collaboratieve robots steeds meer zullen geïntegreerd worden in complexe productieprocessen.²¹⁶

Een andere door het coronatijdperk versterkte trend is dat robots taken kunnen verrichten die mensen thans niet meer veilig kunnen uitvoeren. Het betreft dan vooral taken in de gezondheidszorg (bv. delivery robots (quadcopter-drones) die besmettelijke monsters naar laboratoria vervoeren, gespecialiseerde robots voor de desinfectering van ziekenhuizen met ultraviolet licht, mobiele robots voor voedselbedeling in quarantaine-afdelingen, robots voor de afname van bloedmonsters,...) en de openbare veiligheid (robots voor de desinfectie van openbare ruimtes, drones om geïnfekteerde burgers te identificeren en sociale afstandsregels te handhaven, tele-operende robots die optreden als makelaar om klanten uit veiligheidsoverwegingen eigendommen te laten zien vanachter een computer, verlichting door drones tijdens nachtelijke bouwwerkzaamheden,...). Belangrijke vaststelling is dat robots hierbij geen mensen vervangen, maar enkel taken uitvoeren die een persoon niet veilig kan uitvoeren of de werkdruk van de hulpverleners verleners.²¹⁷

12 Impact op de arbeidsmarkt

Veel literatuur over de impact op de arbeidsmarkt heeft betrekking op de digitalisering in het algemeen, waarbij wordt gerefereerd naar technologieën als automatisering, robotisering, AI... Hierdoor is het moeilijk de afzonderlijke impact van AI in kaart te brengen. Niettemin werden in de mate van het mogelijke studies en onderzoeken uitgezuiverd zodat meer focus kan worden gelegd op de impact van AI.

12.1 Inleiding

Zoals vele technologische ontwikkelingen die AI vooraf zijn gegaan, hebben ze gemeen dat ze een belangrijke impact hebben op de werkgelegenheid: welke jobs zullen verdwijnen, welke nieuwe jobs zullen worden gecreëerd, zullen er meer jobs worden gecreëerd dan teniet gedaan, hoe zullen de taken en de inhoud van een job evolueren?

Hoewel we niet over een kristallen bol beschikken, geven onderzoeken indicaties over welke richting het momenteel uitgaat. Schattingen (afhankelijk van de regionale scope van het onderzoek) variëren van 14% tot 47% van de jobs die automatiseerbaar zouden zijn. De algemene impact zal afhangen van het potentieel van de technologieën op het vlak van jobcreatie en -destructie.²¹⁸ Juist omwille van de onzekerheid over de toekomstige ontwikkelingen, dienen deze onderzoeken met de nodige omzichtigheid te worden benaderd.

Onderzoek naar de impact van COVID-19 op de werkgelegenheid brengt aan het licht dat overlap vastgesteld tussen de werknemers die kwetsbaar zijn door de huidige recessie en degenen die een betrekking hebben die gevoelig zijn voor automatisering.

²¹⁶ Nichols, G., *Robots are taking over during COVID-19 (and there's no going back)*, April 29 2020. <https://www.zdnet.com/article/robotics-firms-seeing-strong-backing-during-covid-19-pandemic/>

²¹⁷ Murphy, R.R., Adams, J, Gandudi, V., *The unsung heroes of the COVID-19 crisis? Robots.*, April 23 2020. <https://www.fastcompany.com/90494765/the-unsung-heroes-of-the-covid-19-crisis-robots>

²¹⁸ Servoz, M. *THE FUTURE OF WORK? WORK OF THE FUTURE! On how artificial intelligence, robotics and automation are transforming jobs and the economy in Europe*, European Commission, 24 april 2019.

Over één ding zijn de onderzoeken het alleszins eens: zowel nieuwe als bestaande jobs zullen nieuwe skills vereisen. Nu reeds is er een stijgende vraag naar digitale en andere technische vaardigheden waaraan moeilijk kan worden voldaan. Het antwoord ligt niet alleen in het motiveren van mensen om nieuwe skills aan te leren, maar ook in het aanreiken van nieuwe wegen om deze skills te verwerven (zie hoofdstuk impact op onderwijs). De transitie naar een AI-geassisteerde samenleving behoeft niet alleen een upgrade van wetenschappelijke en technologische vaardigheden. Naarmate AI-systemen zich menselijker gaan gedragen, zullen ook sociale en humane wetenschappen meer en meer op de voorgrond treden. Richtingen als Talen, Kunst, Geschiedenis, Economie, Ethiek en Filosofie, Psychologie en aanverwante wetenschappen dragen bij aan de ontwikkeling en upgrade van kritische, filosofische en ethische vaardigheden die een belangrijke rol spelen bij de verdere ontwikkeling en kadering van AI.²¹⁹

AI en andere digitale technologieën hebben ook een impact op de arbeidsverhoudingen aangezien zij mede aan de wieg staan van de platformeconomie. Thans is de arbeidswetgeving nog steeds gebaseerd op de klassieke statuten van een werknemer met een individuele arbeidsovereenkomst van onbepaalde duur enerzijds en van een zelfstandige anderzijds. De opkomst van de platformeconomie versterkt de behoefte aan nieuwe flexibele arbeidsvormen, waarbij klassieke locatie, tijd en organisatorische omkaderingen worden verlaten.

12.2 Impact op de werkgelegenheid

Effecten op de werkgelegenheidsdynamiek

Wereldwijd

Het netto-effect van digitalisering en AI op de werkgelegenheid blijft voer voor debat.

Volgens een McKinsey-rapport²²⁰ zullen tegen 2030 75 tot 375 miljoen werknemers – zo'n 3 tot 14% van de wereldwijde beroepsbevolking – naar andere beroepen moeten overstappen omwille van de disruptieve impact van de digitalisering, automatisering en de vooruitgang van AI. Hetzelfde rapport wijst erop dat vandaag al meer dan 50% van de bestaande beroepsactiviteiten technologisch gezien in aanmerking komen voor digitalisering of automatisering.

In een rapport van het World Economic Forum worden de gevolgen op korte termijn voor de wereldwijde werkgelegenheid uit de doeken gedaan. Op basis van inzichten van de leidende bedrijven van de wereld, voorspelt het WEF dat tegen 2022 zo'n 75 miljoen banen zullen verdwijnen, maar daar staat tegenover dat er 133 miljoen banen bijkomen.²²¹ Deze positieve vaststelling wordt in een tweede rapport²²² aanzienlijk gemilderd. Volgens het WEF zullen er tegen 2025 enerzijds ongeveer 85 miljoen jobs verloren gaan en anderzijds 97 miljoen jobs gecreëerd worden door een arbeidsherverdeling tussen mensen, machines en AI. Een nettowinst van 12 miljoen. De aangroei aan jobs zal volgens het WEF uiteindelijk dus veel lager liggen dan de oorspronkelijk ingeschatte netto toename van 58 miljoen jobs. Het WEF spreekt van een dubbele on going disruptie: enerzijds de economische gevolgen van de coronapandemie die het groeipad van 'jobs of tomorrow' vertraagt en anderzijds de technologische evolutie die taken, jobs

²¹⁹ Microsoft, (2018). The Future computed. Artificial Intelligence and its role in society.

²²⁰ McKinsey Global Institute. *Job lost, jobs gained: Workforce transitions in time of automation*, december 2017.

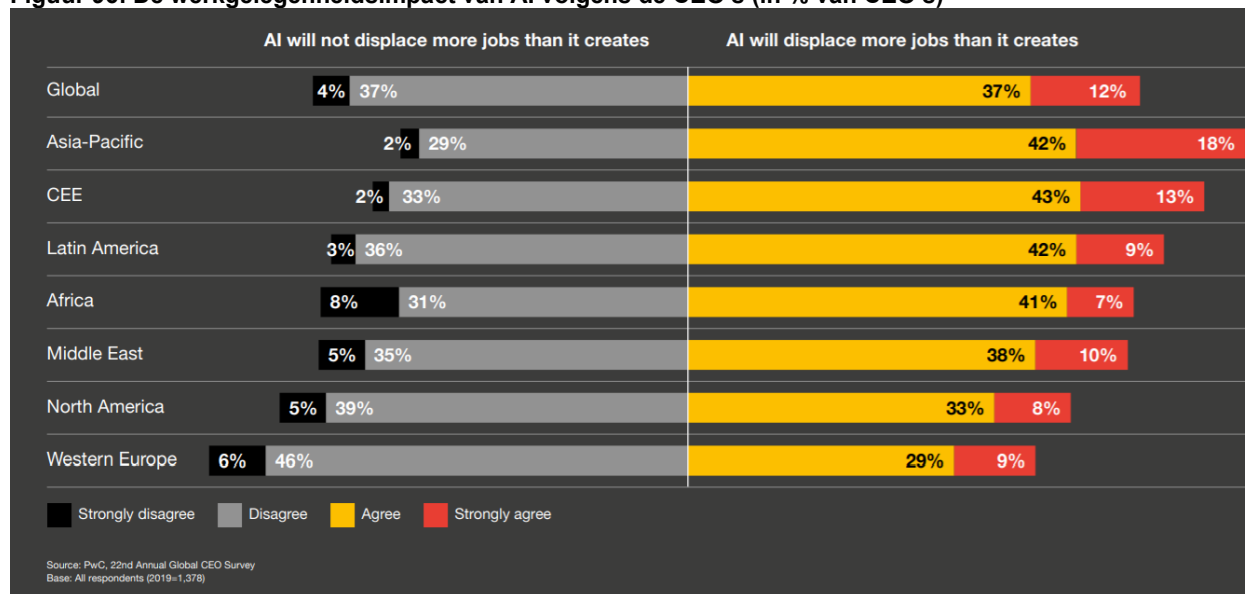
²²¹ World Economic Forum (2019). *The future of jobs report 2018*.

²²² World Economic Forum (2020). *The future of jobs report 2020*, October 2020.

en skills verandert tegen 2025. Zo zou de helft van de werknemers zich tegen 2025 moeten omscholen om de technologische vooruitgang bij te benen.

Uit de jaarlijkse wereldwijde bevraging van CEO's door PwC blijkt dat de meningen van de CEO's uiteenlopen over de werkgelegenheidseffecten van AI. Wereldwijd luidt de mening dat AI meer jobs zal vernietigen (49% van de CEO's) dan creëren (41%). Noord-Amerika en West-Europa zijn een andere mening toegedaan : 52% van de West-Europese CEO's gelooft eerder in jobcreatie dan in jobdestructie (38%), in Noord-Amerika bedraagt dat aandeel 44% versus 41%.

Figuur 96: De werkgelegenheidsimpact van AI volgens de CEO's (in % van CEO's)



België/Vlaanderen

De impact van digitalisering op de Belgische arbeidsmarkt is ook voorwerp van onderzoek in België/Vlaanderen. Een studie van de Hoge Raad voor de Werkgelegenheid²²³ stelt dat digitalisering in ruime zin, d.w.z. met inbegrip van fenomenen zoals big data, robotisering, the Internet of Things en artificiële intelligentie leiden tot zowel het ontstaan en verdwijnen van beroepen, maar ook tot aanpassing van het takenpakket van vele beroepen.

De HRW onderzocht vooreerst de impact van de digitalisering op de werkgelegenheidsstructuur in België en kwam onder meer tot de bevinding dat digitalisering, samen met de andere grote globale ontwikkelingen zoals de mondialisering van de productie, het fenomeen van jobpolarisatie heeft teweeggebracht in de ontwikkelde landen. Tijdens de periode 2000-2013 verkleinde het aandeel van de middengekwalificeerde functies in België met 3,3 procentpunt (in de EU zelfs met 6 procentpunt), terwijl het aandeel van de hooggekwalificeerde banen toenam met 3,9 procentpunt (in de EU met 5,4 procentpunt) en dat van de laaggekwalificeerde banen ongeveer stabiel bleef. Deze verschuiving betreft een structurele verschuiving die reeds voor het uitbreken van de crisis aan de gang was en ruim verspreid is over de verschillende grote bedrijfstakken. Digitalisering heeft dus vooral de routinematige beroepen beïnvloed, die bestaan uit taken die een aantal welomschreven procedures volgen en gemakkelijk kunnen worden uitgevoerd door gesofisticeerde algoritmen waardoor ze vatbaar zijn voor digitalisering. Als gevolg van deze toenemende automatisering van de routinematige taken vindt een structurele verschuiving van

²²³ Hoge Raad voor de Werkgelegenheid (2016). Digitale economie en arbeidsmarkt.

de werkgelegenheid plaats, met een daling van het aantal gemiddeld betaalde, middengekwalificeerde banen (die vaker routinematig werk omvatten) en een stijging van de minder betaalde, laaggekwalificeerde banen (die minder ontvankelijk zijn voor digitalisering omdat zij een grotere flexibiliteit en fysiek aanpassingsvermogen vergen van de uitvoerder en vaker plaats- en persoonsgebonden diensten bieden) en de hooggekwalificeerde, beter betaalde banen (waarin probleemoplossende vaardigheden en cognitieve taken een belangrijke rol spelen en een comparatief voordeel krijgen).

Vaststelling

Ongeacht de uiteindelijke uitkomst van het effect van digitalisering en AI op de arbeidsmarkt, zal zich een transitieperiode voordoen waarin het arbeidsaanbod zich geleidelijk zal moeten aanpassen aan de door nieuwe technologie veranderde vraag. Ook nu is het quasi onmogelijk om met zekerheid iets over deze periode te zeggen: hoe lang de periode zal duren, of er sprake is van een tijdelijk of continue proces, voor wie deze periode het zwaarst zal zijn en wie er juist de meeste vruchten van zal plukken. Naar verwachting zal met name de jongste groep hoger opgeleiden het beste om kunnen gaan met de veranderingen en zijn er drie groepen die het meeste moeite zullen hebben met het vinden van nieuw werk: de mensen die hun baan recentelijk al kwijtgeraakt zijn, oudere werkzoekenden (en werknemers) en kortgeschoolden. Vermoedelijk zal er frictiewerkloosheid optreden omdat niet iedereen in staat is de overgang naar nieuwe jobs of taken vlot te maken of in staat is zich op korte termijn de nieuwe vereiste vaardigheden eigen te maken. Aandacht moet daarom uitgaan naar het voorkomen van structurele werkloosheid door in te zetten op de juiste en tijdige om-, her- en bijscholing (zie verder). Innovatie en technologie zorgen ook voor nieuwe kansen. In het zog van de digitalisering en AI zullen ook nieuwe soorten banen ontstaan (waarmee zowel nieuwe functies worden bedoeld als banen die nu reeds bestaan maar waarin veel meer mensen actief zullen worden zoals bijvoorbeeld data-analisten gespecialiseerd in big data). Wel zullen de effecten sterk verschillen naargelang de sector en het opleidingsniveau van de werknemer.

Effecten op de beroepen en taken

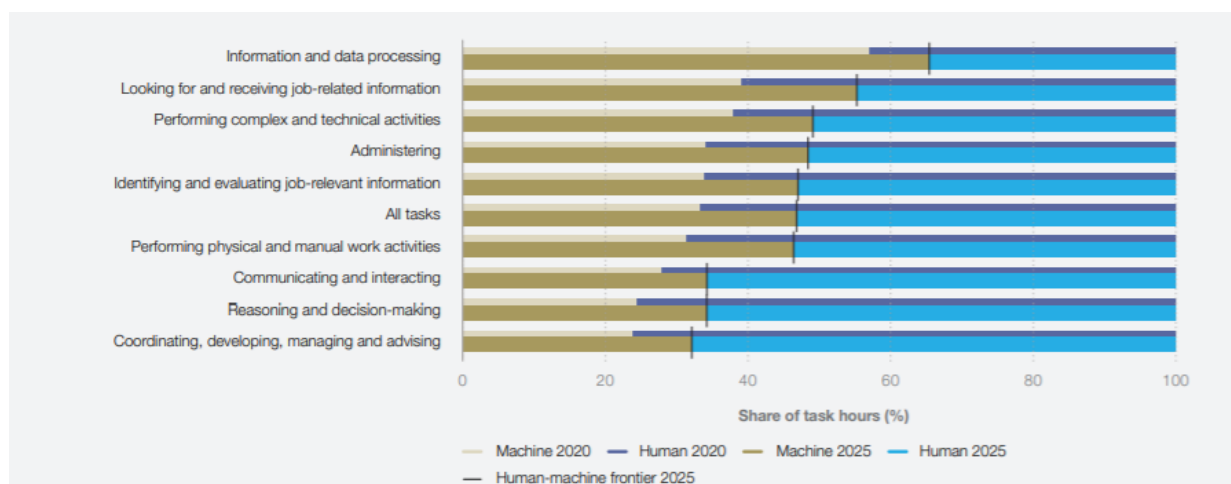
Wordt gekeken naar het effect van de digitalisering en AI op de specifieke beroepen zelf, dan komt naar voor dat bepaalde banen hoogstwaarschijnlijk zullen verdwijnen, nieuwe beroepen zullen ontstaan en het takenpakket van nog andere banen zal wijzigen, waardoor er ook mismatches zullen zijn op de arbeidsmarkt. De vraag of computers het werk van de werknemer zal overnemen dan wel complementeren is evenwel niet eenduidig te beantwoorden. Bovendien is de kans op digitalisering van bepaalde jobs of beroepen sterk afhankelijk van de inhoud van het takenpakket. Mogelijke taken die daarbij vaak onderscheiden worden, zijn:

- Non-routine cognitieve taken die reflectie, expertise en probleemoplossend vermogen vereisen, kunnen niet in gestructureerde procedures gecodeerd worden. Computers kunnen vandaag de menselijke arbeid in deze domeinen nog niet vervangen, maar wel ondersteunen en verrijken.
- Routine cognitieve taken kunnen in procedures, regels en algoritmen gecodeerd worden en er is een groeiende, zij het relatief recente, trend om menselijke arbeid te vervangen door computers/robots in deze domeinen. Het gaat om beroepen en taken in sectoren zoals handel, logistiek, financiën, boekhoudkundige en juridische diensten, en technische inspectiediensten.

- ▀ Routine manuele taken kunnen gecodeerd en gestandaardiseerd worden omwille van hun repetitieve aard en substitutie tussen menselijke arbeid en computers/robots in deze domeinen is reeds langere tijd gaande.
- ▀ Non-routine manuele taken kunnen niet gecodeerd worden in algoritmen omdat zij hoog gesofisticeerde zintuiglijk-motorische vaardigheden, praktische of esthetische intuïtie, vakmanschap of andere vormen van tacit knowledge²²⁴ vereisen.

Het WEF wijst erop dat de herverdeling van huidige taken tussen mensen en machines al gaande is en dat de gemiddelde geschatte tijd besteed door mensen en machines aan de huidige taken op het werk tegen 2025 ongeveer gelijk zal zijn: 47% van de taken zullen door machines worden uitgevoerd. AI en machines zullen zich voornamelijk richten op taken zoals informatie- en gegevensverwerking en opvraging, administratieve taken en enkele aspecten van handenarbeid. De verwachting is dat dergelijke beroepsgroepen dalen van 15,4% naar 9% van het uitvoerend personeel. Volgens het rapport worden op die manier 85 miljoen banen vervangen door technologie.

Figuur 97: Taken uitgevoerd door mensen versus AI en machines, 2020 en 2025 (in % van aantal ondernemingen)



De ontwrichting en destructie van bestaande beroepen ten gevolge van nieuwe technologieën (bijvoorbeeld AI) wordt volgens het WEF gecounterd door de creatie van 'jobs van de toekomst'. Een niet te verwaarlozen aandeel van nieuw gecreëerde banen zal ofwel in nieuwe beroepen terechtkomen ofwel in bestaande inhoudelijk en skillsgewijs grondig hervormde beroepen. De taken waarin mensen hun comparatieve voordeel behouden, slaan op leidinggeven, adviseren, besluiten nemen, redeneren, communiceren en interactie.²²⁵ Deze beroepsgroepen zouden in toenemende mate het personeelsbestand vertegenwoordigen: van 7,8% naar 13,5% van het totale personeelsbestand. Hiermee zijn wereldwijd 97 miljoen banen gemoeid.

Algemeen zullen de beroepen van de toekomst worden gekenmerkt door de adoptie van nieuwe technologieën en de toenemende vraag naar nieuwe producten en diensten. Het gaat dan meer concreet over jobs in de groene economie en de data en AI economie, over beroepen waar menselijke interactie een grote rol speelt zoals de zorg economie, marketing, verkoop en

²²⁴ Onbewuste of ontastbare kennis die 'in het hoofd zit' en moeilijk overdraagbaar is. Deze vorm van kennis bevat vaak (cultuurgebonden) waarden, ervaringen en attitudes. Overdracht vindt meestal plaats door interactie, waarbij leerprocessen van belang zijn

²²⁵ WEF, *The Future of the jobs Report 2020*, October 2020.

contentcreatie, over nieuwe functies in engineering, cloudcomputing en productontwikkeling of over functies die gericht zijn op omgaan en werken met mensen met diverse sociaaleconomische en culturele achtergronden.

Tabel 11: De top 20 beroepen met een stijgende en dalende vraag

↗ Increasing demand		↘ Decreasing demand	
1	Data Analysts and Scientists	1	Data Entry Clerks
2	AI and Machine Learning Specialists	2	Administrative and Executive Secretaries
3	Big Data Specialists	3	Accounting, Bookkeeping and Payroll Clerks
4	Digital Marketing and Strategy Specialists	4	Accountants and Auditors
5	Process Automation Specialists	5	Assembly and Factory Workers
6	Business Development Professionals	6	Business Services and Administration Managers
7	Digital Transformation Specialists	7	Client Information and Customer Service Workers
8	Information Security Analysts	8	General and Operations Managers
9	Software and Applications Developers	9	Mechanics and Machinery Repairers
10	Internet of Things Specialists	10	Material-Recording and Stock-Keeping Clerks
11	Project Managers	11	Financial Analysts
12	Business Services and Administration Managers	12	Postal Service Clerks
13	Database and Network Professionals	13	Sales Rep., Wholesale and Manuf., Tech. and Sci.Products
14	Robotics Engineers	14	Relationship Managers
15	Strategic Advisors	15	Bank Tellers and Related Clerks
16	Management and Organization Analysts	16	Door-To-Door Sales, News and Street Vendors
17	FinTech Engineers	17	Electronics and Telecoms Installers and Repairers
18	Mechanics and Machinery Repairers	18	Human Resources Specialists
19	Organizational Development Specialists	19	Training and Development Specialists
20	Risk Management Specialists	20	Construction Laborers

In België zou volgens schattingen van de HRW 39% van de werkgelegenheid lijden onder een hoge kans op volledige digitalisering. Vooral het administratief personeel zou sterk lijden onder de toenemende automatisering. De resultaten per gewest vertonen beduidende verschillen, vooral voor het gewest Brussel. In Brussel had in 2015 namelijk ongeveer de helft van de werkgelegenheid een lage kans op volledige digitalisering (47,2%). In Vlaanderen en Wallonië lag dit met 42,2% in beide gewesten toch iets lager. De grootste divergentie vinden we tussen de aandelen van de werkgelegenheid met een grote kans op digitalisering: 31,2% in Brussel, tegen 40% in Vlaanderen en 39,7% in Wallonië. Dit kan volgens de HRW te maken hebben met het fenomeen van jobpolarisatie: in Brussel gaat namelijk een groter aandeel van de werkgelegenheid naar hooggekwalificeerde beroepen, die minder te lijden zouden hebben onder de automatisering. Tevens blijkt uit de analyse van de Hoge Raad dat de jobpolarisatie zoals vastgesteld over de jaren 2000-2013 (zie hoger), nog verder zal toenemen in de toekomst. Het aandeel van de werkgelegenheid in de middengekwalificeerde functies dat op termijn volledig geautomatiseerd zou kunnen worden, ligt immers opmerkelijk hoger dan bij de laaggekwalificeerde of hooggekwalificeerde functies. Bij de laaggekwalificeerde functies zou het percentage 'automatiseerbare' jobs toch nog meer dan dubbel zo hoog liggen dan bij de hooggekwalificeerde functies. Dit heeft vooral te maken met de sterke vooruitgang van het takenpakket dat kan worden uitgevoerd door robots. Een deel van de laaggekwalificeerde beroepen zou daardoor in de toekomst moeiteloos kunnen worden overgenomen door robots, waardoor ook zij sterker zouden lijden onder de automatisering dan hooggekwalificeerde banen. Ook de High Level Expert Group van de Europese Commissie²²⁶ wijst op het fenomeen van

²²⁶ European Commission, Report of the High Level Expert Group on The impact of the digital transformation on EU Labour Markets, April 2019.

jobpolarisatie, waarbij middengekwalificeerde jobs worden geautomatiseerd, digitalisering de productiviteit van hooggekwalificeerde jobs vergroot en laaggekwalificeerde jobs overeind blijven omdat ze niet voor automatisering in aanmerking komen ofwel grotendeels van de baten van nieuwe technologieën verstoken blijven.

Verder is het belangrijk te melden dat zelfs daar waar taken kunnen overgenomen worden door machines of software, er sprake kan zijn van upgrading van de werkgelegenheid, waardoor er vooral meer kansen (veel nieuwe toepassingen en meer en ander werk) ontstaan voor mensen met een hoger opleidingsniveau (*skill-biased technological change*). Voor veel van de nieuwe taken geldt namelijk dat ze andere en vaak hogere eisen stellen aan de medewerkers. De toekomst van het werk lijkt daarbij afhankelijk te zijn van het realiseren van een optimaal evenwicht tussen de nieuwe generatie van hoogtechnologische machines en menselijke vaardigheden, hetgeen een zeer verschillend perspectief biedt ten aanzien van de meer klassieke visie op de machine als substituut voor menselijke arbeid. Tijdige bij-, her- en omscholing is dan nodig, maar kan er niet altijd voor zorgen dat iedereen bij de organisatie kan blijven werken, omdat de bedrijfsomvang verandert en het gevraagde niveau niet voor alle huidige medewerkers bereikbaar is. Daarom is het van groot belang generieke (beroeps)vaardigheden op peil te houden en een flexibele en open leerhouding te hebben.

De Europese denktank Bruegel geeft aan dat de wetenschappelijke literatuur tot nog toe aantoont dat de technologische vooruitgang de afgelopen decennia heeft geleid tot banenpolarisatie in de EU. Hoewel computertechnologieën en robotica tot op zekere hoogte routinematige middengeschoolde banen zoals machinebesturing, bouwactiviteiten of administratief werk hebben vervangen, hebben ze ook geleid tot een toename van complementaire niet-routinematige hooggeschoolde banen (bv. managers, vakspecialisten) en van laaggeschoolde banen (bv. in de landbouw, schoonmaak en persoonlijke verzorging). Een studie²²⁷ van de denktank laat echter zien dat de opkomst van AI en Machine Learning in de komende decennia een additioneel effect op het banenlandschap zullen hebben. AI-technologieën zullen waarschijnlijk een diepere impact hebben op een breder scala van banen en taken en grote gevolgen hebben voor in het bijzonder laaggekwalificeerde banen die nog niet negatief werden beïnvloed door de technologische veranderingen in het verleden. De denktank heeft het risico voor automatisering van verschillende banen, met behulp van gegevens uit 24 Europese landen, in kaart gebracht. Dit risico werd in eerste instantie berekend op jobtaakniveau en vervolgens geaggregeerd op beroepenniveau (zie onderstaande tabel). Aangezien elke job een aantal taken omvat, met verschillend risico voor automatisering, betekent het risico voor automatisering op jobniveau niet noodzakelijkerwijs de vernietiging van jobs, maar eerder of automatisering de aard van die jobs ingrijpend kan veranderen.

Tabel 12: Europese banen met het hoogste en laagste automatiseringsrisico

Beroepen/jobs met laagste risico		Beroepen/jobs met hoogste risico
Vakleerkrachten		Assistenten voedselbereidingen
Productiegebonden servicemanagers	gespecialiseerde	Schoonmakers en helpers

²²⁷ Brekermans, S. en G. Petropoulos. (2020) *Occupational change, artificial intelligence and the geography of EU labour markets*, Working Paper 03/2020, Bruegel.

Chief executives, hoge ambtenaren, raadsleden (legislators)	Arbeiders in de mijnbouw-, bouw-, industrie- en transportsector
Administratieve en commerciële managers	Monteurs
Horeca, retail en andere service managers	Chauffeurs en operatoren van mobiele eenheden (motorvoertuigen, treinen, landbouw of industriële machines,...)

Deze maatstaf voor automatisering wordt vervolgens gebruikt in een geaggregeerd kader waarin jobs zijn gegroepeerd in drie verschillende categorieën van vaardigheden: laag-, midden- en hooggeschoolde banen. De resultaten suggereren dat AI en Machine Learning andere effecten zullen hebben dan computer- en robottechnologieën, die een jobpolarisatie tot gevolg hebben met een vermindering van routinematige middengeschoolde jobs en een stijging van laaggeschoolde jobs. AI daarentegen zal naar grote waarschijnlijkheid niet alleen middengeschoolde jobs diepgaand beïnvloeden maar ook de laaggeschoolde werkgelegenheid. Bovendien zal, zij het minder blootgesteld aan het transformatieve karakter van AI en ML, ook het hooggeschoolde segment van de werkgelegenheid een niet verwaarloosbare impact ondervinden. De resultaten suggereren ook een toekomstige transformatie van werk. In midden- en laaggeschoolde jobs zullen AI-systemen de makkelijk automatiseerbare taken uitvoeren, terwijl de werknemers taken blijven uitvoeren die niet of moeilijk kunnen worden geautomatiseerd. Een hoog risico voor automatisering schept bovendien mogelijkheden voor nieuwe taken en jobs, zij het dat deze veelal hooggeschoold van aard zullen zijn.

De denktank wijst er nog op dat het transformatieve karakter van AI en ML proactieve maatregelen vereist om de arbeidsmarkten te herstructureren. De beroepsbevolking moet worden voorbereid op de komende veranderingen en de efficiëntiewinsten van deze technologieën moeten worden benut. Landen met een hoge mate van arbeidsflexibiliteit, wetenschappelijk onderwijs van hoge kwaliteit en minder stringente productmarktregelingen hebben doorgaans hogere vaardigheids (higher skills) gerichte arbeidsstructuren en zijn daarom minder onderhevig aan arbeidsmarkteffecten ten gevolge van automatisering.

Tot slot nog enkele zeer recente studies die erop wijzen dat (i) het gebruik van robots gepaard gaat met een toename van de totale werkgelegenheid en er geen bewijs is dat robots het aandeel van laaggeschoolde werknemers in Europa verminderen. Integendeel, het zijn de beter betaalde en hoger opgeleide werknemers die een substitutierisico lopen²²⁸; (ii) het voor de impact op de werkgelegenheid belangrijk is een onderscheid te maken tussen automatisering enerzijds dat menselijke arbeid vervangt bij zowel fysieke als cognitieve taken - vooral taken die voorspelbaar en routineus zijn - en AI anderzijds waar de relevantie van de technologie voor de werkplek minder over taken en meer over intelligentie gaat en waarbij in plaats van 'routine' theoretisch meer interpersoonlijke taken worden vervangen zoals menselijke planning, probleemoplossing of perceptie. Beroepen die bij automatisering een risico lopen zijn bijvoorbeeld machinebedieners, voedselbereiders, kantoorbedieners of bezorgers. Activiteiten die relatief veilig lijken voor automatisering, zijn daarentegen: het management en de ontwikkeling van mensen; expertise toepassen bij besluitvorming, planning en creatieve taken; interactie met mensen; en het leveren van fysieke activiteiten en het bedienen van machines in onvoorspelbare fysieke omgevingen. In

²²⁸ Klenert, D., Fernández-Macias, E., Antón, J., *Do robots really destroy jobs? Evidence from Europe*, Seville: European Commission, 2020, JRC118393.

geval van AI lopen bijvoorbeeld beroepen als marktonderzoeksanalisten en marketingspecialisten ("planning en creatieve taken", "interactie met mensen"), verkoopmanagers ("management en ontwikkeling van mensen") en persoonlijke financiële adviseurs ("expertise toepassen bij besluitvorming") een risico. Ook white-collar beroepen die zich toelagen op voorspellende functies, staan bloot aan het disruptieve risico van AI. En daarmee liggen de parallellen tussen wat automatisering waarschijnlijk niet zal beïnvloeden en wat AI waarschijnlijk wel zal beïnvloeden, vrijwel perfect in lijn.²²⁹ Maar ook hier luidt de vaststelling dat er onzekerheid blijft over de effectieve impact op de werkgelegenheid.

Carrièreverwachtingen van jongeren en de (toekomstige) arbeidsmarktvrage

In een recent OESO-rapport²³⁰ wordt ingegaan op de problematiek van mismatch tussen vraag en aanbod op arbeidsmarkt en de carrièreverwachtingen van 15-jarige studenten. Een vraag die in het rapport wordt onderzocht is in welke mate de carrièrewensen van de jongeren tijdens de laatste 20 jaren gewijzigd zijn en in welke mate deze carrière-dromen aansluiten bij de actuele en toekomstige arbeidsmarktvrage. Het onderzoek brengt aan het licht dat, ondanks de digitalisering, de opkomst van 3D-printing en de snelle ontwikkeling van artificiële ontwikkeling, de professionele voorkeuren van 15-jarigen in de geïndustrialiseerde wereld de voorbije twintig jaar amper veranderd zijn. Integendeel, er is sprake van een grotere carrièreconcentratie, hetgeen betekent dat het aandeel 15-jarigen dat kiest voor één van de top 10 carrièrepreferenties, is toegenomen. Deze tendens wordt in de hand gewerkt door de verwachtingen van jongens (concentratietoename van 8,4 procentpunt tegenover 3,9 procentpunt bij de meisjes), van jongeren uit minder begunstigde milieus (concentratietoename van 5,4 procentpunt tegenover 0,5 procentpunt bij jongeren uit bevoorrechte milieus) en van jongeren met lagere PISA-scores in lezen (concentratietoename van 5,5 procentpunt tegenover de 1,9 procentpunt voor de beste studenten), wiskunde en wetenschappen.

²²⁹ Muro, M., Whiton, J. and Maxim, R., *What jobs are affected by ai? Better-paid, better-educated workers face the most exposure*, Brookings, November 2019.

Gaynor, M., *Automation and AI sound similar, but may have vastly different impacts on the future of work*, 29th January 2020.

²³⁰ OECD, *Dream Jobs? Teenagers' Career Aspirations and the Future of Work*, 2020.

Figuur 98: Concentratie van de carrièrevorwachtingen, 2000 – 2018

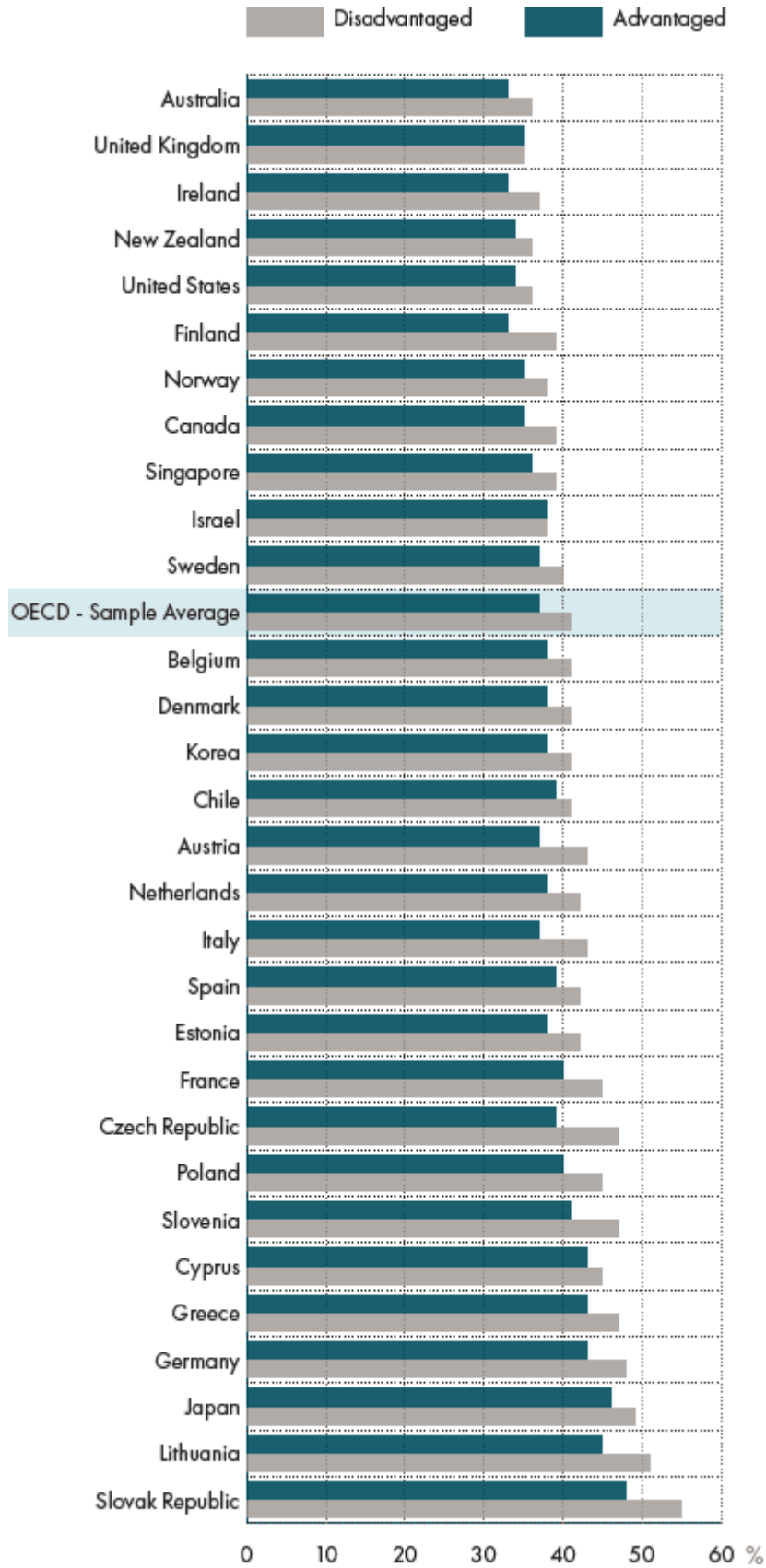


Note. International occupational classification codes were changed in 2011. Japan is excluded due to anomalies in reporting occupational data.

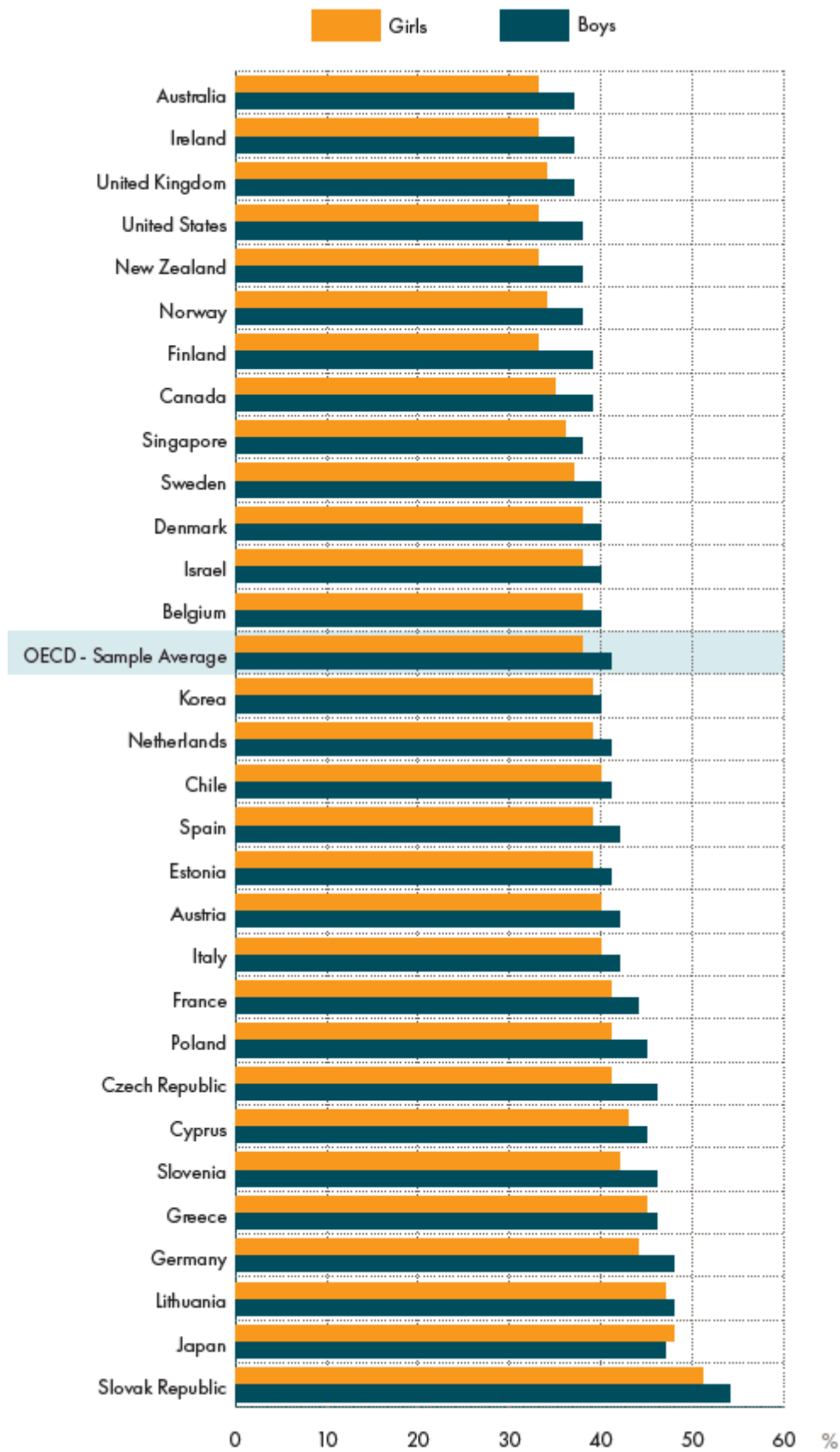
Source: PISA databases. Countries reporting career expectations in PISA 2000, 2003, 2006, 2015 and 2018.

De toegenomen concentratie in carrièrevorwachtingen van jongeren doet de vraag rijzen in welke mate zij zich bewust zijn van de huidige beschikbare en toekomstige jobs. Daartoe worden in het rapport de carrièrevorwachtingen vergeleken met jobs met een hoge (meer dan 50% kans) en lage risicograad op automatisering. Hoewel het risico varieert van land tot land, blijkt dat gemiddeld binnen de OESO 39% van de geciteerde jobs binnen de 10 tot 15 jaar het risico loopt op automatisering (idem voor België).

Tabel 13: Risico op automatisering van de geciteerde beroepen naar sociaaleconomische status, 2018



Tabel 14: Risico op automatisering van de geciteerde beroepen naar geslacht, 2018



Het onderwijs zou volgens de OESO hierop een antwoord moeten bieden door leerlingen kritisch te leren denken over de relatie tussen de arbeidsmarkt van de toekomst en de studierichting(en) die zij willen inslaan. Studenten moeten daarvoor een beeld krijgen van die arbeidsmarkt van de toekomst en actief carrièrebegeleiding krijgen. Kortweg gesteld, “*students cannot be what they cannot see.*” Het is hoe dan ook belangrijk dat jongeren goede instrumenten aangereikt krijgen om een professionele keuze te maken.

Toegenomen aandacht voor complementariteit

Er is ook aandacht voor complementariteit: niet zoveel mogelijk mensen vervangen door geavanceerde machines en robots, maar kiezen voor het model waarbij automatisering en digitalisering ten dienste staan van werkenden en daartoe mensen samen mét robotica productiever maken. Deze basisidee wordt ingegeven door studies²³¹ die erop wijzen dat de industriële robots de afgelopen jaren geen banen hebben vernietigd of het werkgelegenheidsaandeel van laaggeschoolde werknemers in Europa hebben vermindert. Integendeel, de adoptie van robots is meestal positief geassocieerd met de totale werkgelegenheid. De Europese Commissie wil deze vaststelling aangrijpen door in te zetten op cobots, robots die werken naast of in interactie met mensen. Het wil op die manier de beste kwaliteiten van machines - kracht, uithoudingsvermogen, kwaliteit, consistentie, precisie, in staat zijn om een groot aantal gegevens te verwerken – koppelen aan de behendigheid, flexibiliteit en probleemoplossend vermogen van mensen. Europa start vanuit een sterke positie in robotica. Volgens een marktstudie van collaborative robots in 2017 was Europa verantwoordelijk voor het grootste marktaandeel, maar dreigt het te worden overtroffen door de regio Azië-Pacific in 2025. Het aantal samenwerkende robots is nog steeds zeer beperkt, vooral waar het fysieke samenwerking betreft, omwille van de unieke technologie.²³²

Concrete voorbeelden van complementariteit

Om het concept van complementariteit te verbreiden, zijn er uitzendbureaus die teams van mensen én robots uitlenen. De robot wordt ingeleend zoals een flexkracht wordt ingehuurd. Een voorbeeld hiervan is HOBIIJ in Nederland dat bedrijven helpt om hun flexibiliteit op de werkvloer te verhogen, niet alleen door de inzet van flexkrachten, maar ook door de inzet van robots met operator. HOBIIJ levert de getrainde operators, service en onderhoud, een samenwerkingspartner programmeert de robots.

Het Vlaamse familiebedrijf Van Hoecke legt zich toe op functionele toepassingen van intensief gebruikte meubelonderdelen: vlot openen, sluiten, draaien en bewegen van scharnieren, laden en klapdeursystemen. Het bedrijf focust op functioneel meubelbeslag voor kasten in keukens en badkamers, en voor andere meubels met een hoge gebruiksgraad. Lades worden op maat gemaakt en gemonteerd geleverd. Hiervoor werden twee Kuka-robots aangekocht die ervoor zorgen dat elke zestig minuten een lade van de band loopt, in één van de 46.000 miljard mogelijke variaties die klanten-keukenbouwers online kunnen ingeven. Nochtans leidde dit niet tot een verlies van arbeidsplaatsen. In de filosofie van het bedrijf worden automatisering en digitalisering

²³¹ Klenert, D, Fernández-Macías, E., Antón, J-I. *Don't blame it on the machines: Robots and employment in Europe*, in VOX CEPR Policy Portal, 24 February 2020.

²³² Vanderborght, B. *Unlocking the potential of industrial human-robot collaboration. A vision on industrial collaborative robots for economy and society*, European Commission, Publications Office of the European Union, 2020.

gezien als ondersteuning voor de werknemers. Het saai en repetitief werk wordt overgenomen door de robots waardoor de werknemers zich kunnen bezighouden met boeiender werk.²³³

Er zijn anderzijds auteurs²³⁴ die meer kritische kanttekeningen plaatsen bij de toenemende mens-robotsamenwerking en er onder meer op wijzen dat intelligente machines het werk stressvoller, gevaarlijker en slopend maken. Zo is bijvoorbeeld bij Amazon het beheer volledig geautomatiseerd. Bijna elk aspect van beheer in de magazijnen van het bedrijf wordt geregisseerd door software, van wanneer mensen werken tot hoe snel ze werken (elke werknemer heeft een "tarief", een bepaald aantal items dat hij per uur moet verwerken), en in hoeverre ze achterblijven op het schema. Niet zozeer de fysieke moeilijkheid van het werk zelf maakt het werk zwaar, wel het automatisch afgedwongen tempo van het werk.

COVID-19 versterkt werkgelegenheidseffecten van AI en automatisering

COVID-19 geeft een nieuwe dimensie aan het debat. Recente schattingen van het IMF geven aan dat 97,3 miljoen personen, ruwweg 15% van de beroepsbevolking in de 35 onderzochte landen, risico lopen ontslagen te worden omwille van de coronacrisis.²³⁵

Robotisering en automatisering gebeurt in vlagen, vooral onder invloed van economische schokken in crisistijden. Mensen worden relatief duurder omdat de inkomsten van bedrijven snel afnemen. Op zulke momenten worden minder geschoolde werknemers vervangen door technologie en hoger geschoolde werknemers, wat de arbeidsproductiviteit en de kansen op een banenloos herstel verhoogt naarmate de recessie afneemt. Uit het WEF 'Future of the jobs 2020'-rapport blijkt dat 84% van de ondernemingen de automatisering van hun werkprocessen versnelt en het afstandswerken uitbreidt. Daarbij geeft een significante 50% van de ondernemingen aan dat ze klaar zijn om de automatisering van jobs te versnellen.

Uit onderzoek²³⁶ blijkt dat de beroepsgroepen die het hardst getroffen worden door de coronacrisis in sterke mate overeenkomen met de beroepsgroepen die gevoelig zijn voor automatisering, in het bijzonder de categorie van lager opgeleide werknemers. In die zin bootst COVID-19 de effecten van automatisering na door een productiviteitskloof aan het licht te brengen die gelieerd is aan het opleidingsniveau van de werknemer. Aangezien de angst voor recessies door virussen zal toenemen, zal de eruit voortvloeiende automatiseringsimpuls waarschijnlijk de meest "routinematige" beroepen beïnvloeden - banen in bijvoorbeeld sectoren als productie, foodservice en transport. Elke crisis zal waarschijnlijk een nieuwe periode van structurele verandering op de arbeidsmarkt en de vraag naar vaardigheden met zich meebrengen. Als de huidige recessie nog een tijdje aanhoudt, kan dit bedrijven in de horeca, detailhandel en administratief werk ertoe aanzetten hun activiteiten te herstructureren in de richting van meer gebruik van technologie en hoger opgeleide werknemers.

²³³ De Tijd, *We moeten mensen leren te veranderen*, 22 februari 2020.

²³⁴ Dzieza, J. *How hard will the robots make us work?*, The Verge, 27 February 2020.

²³⁵ WEF, *The Future of jobs Report*, October 2020.

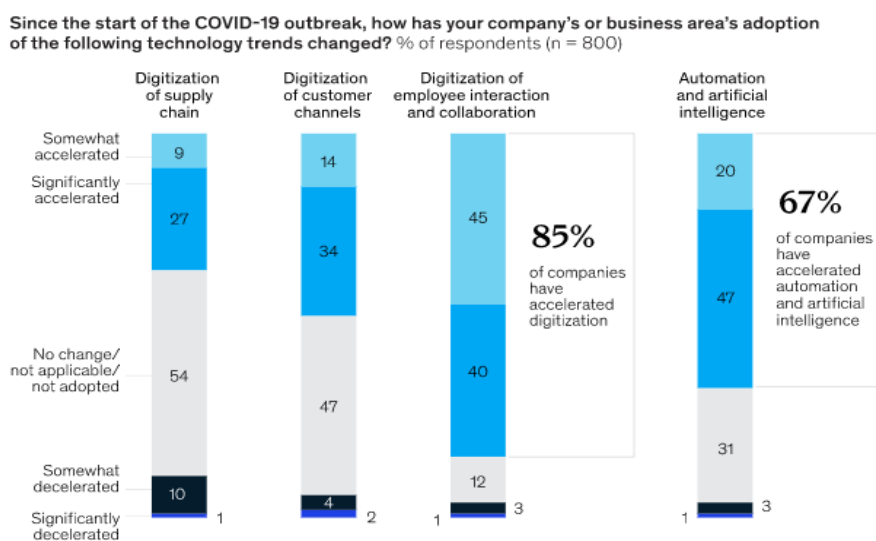
²³⁶ McKinsey & Company, *COVID-19 and jobs: Monitoring the US impact on people and places*, April 2020.

MacDonald, K. and Patrinos, H. A., *What will automation do to the labor market if education quality doesn't improve? COVID-19 offers a preview*, World Bank Blogs, June 26 2020.

World Bank Group, *Which Jobs Are Most Vulnerable to COVID-19? What an Analysis of the European Union Reveals (English)*, Research & Policy Briefs no. 34, Washington, D.C., May 11 2020.

Een wereldwijd onderzoek van McKinsey&Company²³⁷ onder 800 leidinggevendenden bevestigt dat COVID-19 de impact van automatisering en digitalisering op de arbeidsmarkt versterkt. Door de strenge lockdownmaatregelen die bij de uitbraak van de pandemie werden ingevoerd, is de acceptatie van digitaliserings- en automatiseringstechnologieën in een ongekend tempo versneld. Digitale transformaties werden in een mum van enkele weken doorgevoerd daar waar dit in normale omstandigheden maanden of zelfs jaren zou gevraagd hebben. 85% van de respondenten geeft aan dat hun onderneming de implementatie van technologieën die de interactie en samenwerking tussen werknemers digitaal mogelijk maken, zoals videoconferenties en filesharing, enigszins of sterk heeft versneld. Verder blijkt dat 67% van de ondernemingen hun automatiseringsprocessen en de toepassing van AI hebben versneld, waaronder robotica, autonome voertuigen en AI-gestuurde software die workflowverwerking kan uitvoeren. Het gebruik van dergelijke technologieën maakt contactloze klantinteractie mogelijk in een periode waarin menselijk contact wordt ontmoedigd en vergroot de veerkracht door de afhankelijkheid van virusgevoelige medewerkers te beperken. Aanbieders van clouddiensten, zoals Amazon en Alibaba, hebben plannen aangekondigd om de investeringen in clouddiensten aanzienlijk op te voeren, een indicatie dat ze een grotere vraag verwachten in verband met veranderingen op de werkplek na COVID-19. Ongeveer de helft van de ondervraagden meldt een toenemende digitalisering van klantkanalen, bijvoorbeeld via e-commerce, mobiele apps of chatbots. Zo'n 35% heeft zijn toeleveringsketens verder gedigitaliseerd.

Figuur 99: Versnelling van de implementatie van de digitalisering en automatisering gedurende COVID-19



Note: Figures may not sum to 100%, because of rounding.
Source: McKinsey Global Business Executives Survey, July 2020

McKinsey & Company

Uit het onderzoek blijkt ook dat de acceptatie van automatisering en AI het hoogst was bij ondernemingen die een grote verschuiving naar werken op afstand hebben doorgevoerd sinds het uitbreken van COVID-19. 80% van de ondernemingen waarvan het merendeel van de werknemers tijdens de pandemie op afstand werkte tegenover 51% van de ondernemingen waar dit slechts beperkt gebeurde, pasten meer automatisering toe.

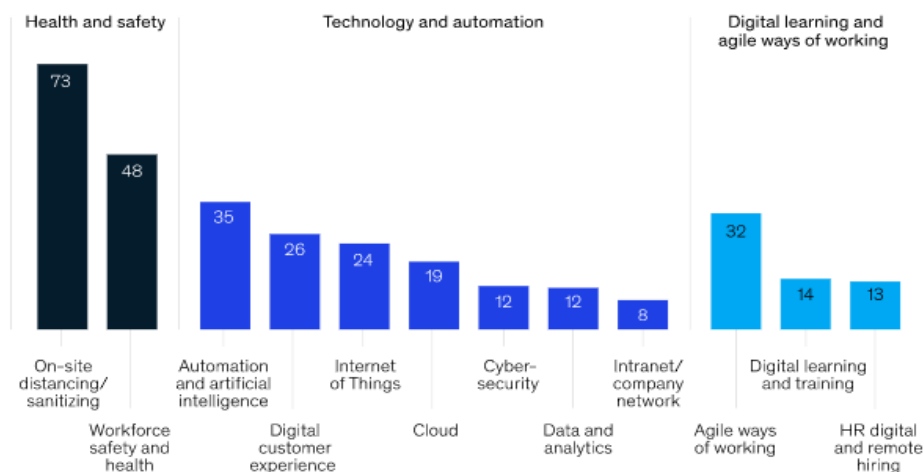
²³⁷ McKinsey & Company, *What 800 executives envision for the postpandemic workforce*, September 23 2020.

Tevens blijkt uit het onderzoek dat 35% van de ondernemingen door de toegenomen automatisering onder invloed van COVID-19 nood heeft aan meer gespecialiseerd personeel in automatisering, AI en robotica.

Figuur 100: Domeinen met toegenomen aanwervingen sinds het begin van de coronacrisis (in % van respondenten)

Roles that may see the greatest increase in hiring because of the COVID-19 crisis include jobs that involve maintaining workplace safety and hygiene.

Increases in hiring since beginning of COVID-19 crisis by area and role, % of respondents (n = 800)¹



Het WEF 'Future of the jobs 2020'-rapport meldt dat, bij afwezigheid van proactieve maatregelen, de ongelijkheid op de arbeidsmarkt zal verscherpt worden door de dubbele impact van de technologische ontwikkelingen en de pandemische recessie. Lage inkomens, vrouwen en jongere werknemers werden in de eerste golf van de pandemie harder getroffen door de economische krimp. In vergelijking met de financiële crisis van 2008 is, in het bijzonder voor de mensen met lagere opleidingsniveaus, de impact van COVID-19 veel indringender waardoor de ongelijkheid wordt verdiept. De Wereldbank schat dat 88 tot 115 miljoen mensen in 2020 weer in extreme armoede (met minder dan \$1,90 per dag rondkomen) kunnen vervallen ten gevolge van de coronarecessie. In 2021 zal dat aantal aandikken tot 150 miljoen mensen.²³⁸

12.3 Impact op competenties

In het komende decennium wordt volgens een artikel op een OESO-forum²³⁹ verwacht dat, als gevolg van de groei van automatisering, de banen van naar schatting 94 miljoen werknemers in Europa ingrijpend zullen veranderen. Ongeveer 21 miljoen van hen zullen daardoor van beroep moeten veranderen. Reeds vóór de COVID-19-pandemie maakte de omvang van deze automatiseringsuitdaging duidelijk dat er een grote impuls nodig was om werknemers nieuwe vaardigheden aan te leren of om de bestaande vaardigheden te upgraden. De coronacrisis heeft de aanpak van deze uitdaging alleen maar urgenter gemaakt.

²³⁸ World Bank, *COVID-19 to Add as Many as 150 Million Extreme Poor by 2021*, October 7, 2020.

²³⁹ Lund, S., *Addressing Europe's reskilling challenge*, Inclusive growth, OECD Forum virtual event: Shaping the future of work, 15 September 2020.

Digitale en AI-vaardigheden

Sommige jobs zullen in de toekomst omwille van digitalisering overbodig worden en andere, nieuwe taken, jobs en ontwikkelingsmogelijkheden zullen ontstaan. Door toenemende automatiseringsmogelijkheden en technologische doorbraken zal het grootste deel van de beroepen en jobcategorieën echter niet zozeer in hun geheel verdwijnen, maar zal vooral de taakinhoud ervan sterk wijzigen, aangezien de technologie een deel van de taken van bepaalde beroepen zal overnemen. Dus, wellicht belangrijker dan de vraag ‘zal digitalisering jobs kosten of opleveren?’ is de vraag hoe de jobs van de toekomst er dan juist zullen uit zien?

Digitalisering veroorzaakt grote wijzingen in de vereiste vaardigheden om beroepen uit te oefenen. Ict-vaardigheden zijn daarbij het meest voor de hand liggend. Het aanleren en onderhouden ervan is vanuit economische invalshoek cruciaal, aangezien uit economisch onderzoek blijkt dat personen met beter ontwikkelde digitale vaardigheden ook hogere lonen krijgen²⁴⁰ en er bijna een één-op-één relatie bestaat tussen e-vaardigheden en concurrentievermogen²⁴¹. Een achtergrondpaper van de OESO²⁴² geeft aan dat het toenemend gebruik van digitale (ICT) technologieën op het werk de vraag naar nieuwe vaardigheden doet toenemen volgens drie sporen: (i) ict-gespecialiseerde vaardigheden om te programmeren, applicaties te ontwikkelen en netwerken te beheren; (ii) ict-generieke vaardigheden om dergelijke technologieën te gebruiken voor professionele doeleinden; en (iii) ict-complementaire vaardigheden om nieuwe taken uit te voeren die geassocieerd zijn met het gebruik van ict op het werk, zoals informatiewaarneming en –verwerking, zelfstudie en -ontplooiing, probleem oplossend vermogen en communicatie.

De transformatie van de bestaande jobs en het ontstaan van nieuwe banen vergt aangepaste vaardigheden die, zeker op korte termijn, kunnen leiden tot een toenemende vaardigheidskloof en/of -mismatch van arbeidsvraag en -aanbod. Onderzoek van EY²⁴³ bestempelt het gebrek aan digitale vaardigheden als een risico voor de toekomstige groei van Europa. Ondernemingen in Europa worstelen met de zoektocht naar de vereiste talenten, in het bijzonder op het vlak van cybersecurity (48% van de respondenten), AI&robotica (48% van de respondenten) en big data (47% van de ondernemingen). Net deze vaardigheden zijn cruciaal zijn voor de digitale transformatie van een onderneming.

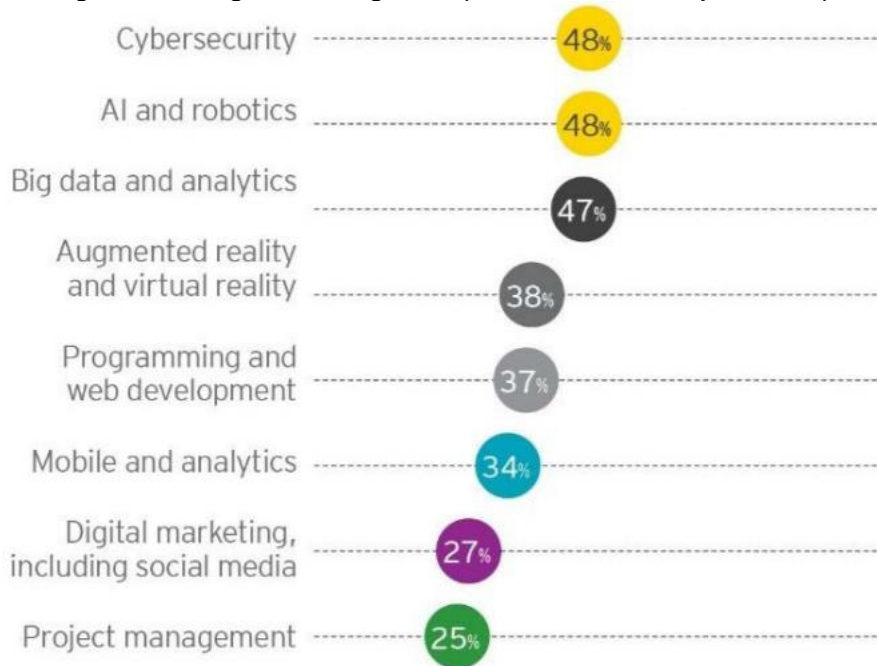
²⁴⁰ Falck, O., A. Heimisch and S. Wiederhold (2016), “Returns to ICT Skills”, OECD Education Working Papers, No. 134, OECD Publishing, Paris.

²⁴¹ Titan, E., Burciu, A., Manea, D. and Ardelean, A. (2014), ‘From traditional to digital: the labour market demands and education expectations in an EU context’, *Procedia Economics and Finance*, 10: 269 – 274.

²⁴² Working Party on Measurement and Analysis of the Digital Economy. Skills for a digital World. Background Paper for Ministerial Panel 4.2. Directorate for Science, Technology and Innovation, Committee on Digital Economy Policy, DSTI/ICCP/IIS(2015)10/FINAL, 25 May 2016

²⁴³ EY, *Building a better working Europe*, EY’s Attractiveness Survey, 18 December 2018.

Figuur 101: gebrek aan digitale vaardigheden (% van het aantal respondenten)



Reeds vóór de huidige crisis hadden opkomende technologieën en nieuwe manieren van werken een impact op de jobs en de vereiste vaardigheden. In 2017 schatte het McKinsey Global Institute²⁴⁴ dat tegen 2030 maar liefst 375 miljoen werknemers – 14% van de wereldwijde beroepsbevolking – van beroep zouden moeten veranderen of nieuwe vaardigheden aanleren onder invloed van automatisering en AI. Een wereldwijde survey wees uit dat 87% van de Executives en managers aangaf nu al in hun onderneming te kampen hebben met een vaardighedenkloof of dit alleszins binnen de 5 jaar te verwachten.²⁴⁵ Een meer recente studie van McKinsey & Company²⁴⁶ bevestigt dat de nieuwe automatiseringsrevolutie met AI de komende jaren een grote impact zal hebben op de werkgelegenheid, waardoor de overgrote meerderheid van de werknemers nieuwe vaardigheden zal moeten ontwikkelen.

Het tekort aan geschikte vaardigheden doet zich gevoelen in de beroepen van de toekomst en belemmert de verdere adoptie van nieuwe technologieën. Functies die erg gegeerd zijn maar moeilijk ingevuld raken zijn data-analisten en -wetenschappers, AI- en Machine Learning-specialisten en software- en applicatie-ontwikkelaars.²⁴⁷

Het WEF brengt ook de vaardighedenkloof in kaart van werknemers die de laatste vijf jaar de overgang gemaakt hebben naar een job/functie binnen de data en AI-cluster. De kloof is zeer groot voor data-wetenschappen, AI, natuurlijk spraakverwerking, cloud computing en signaalverwerking.

²⁴⁴ McKinsey Global Institute (McKinsey & Company), *Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages*, November 28 2017.

²⁴⁵ McKinsey & Company, *Beyond hiring: How companies are reskilling to address talent gaps*, February 12 2020.

²⁴⁶ McKinsey & Company, *Building the vital skills for the future of work in operations*, August 7 2020.

²⁴⁷ WEF, *The Future of the jobs Report 2020*, October 2020.

Figuur 102: Vaardighedenkloof bij de overgang naar een 'nieuwe' job



Ook een LinkedIn²⁴⁸ rapport belicht de kleinere omvang van Europa's AI talentenpool. Uit dit rapport blijkt dat Europa internationaal achterop loopt op het vlak van AI-talent. De VS stellen tweemaal zoveel AI-vaardige personen te werk dan de EU, alhoewel hun beroepsbevolking slechts half zo groot is. Daarbij komt dat de helft van het Europees AI-talent geconcentreerd is in drie EU-lidstaten, zijnde het VK (een aandeel van 24% van de totale Europese AI-talentenvijver) Duitsland (14%) en Frankrijk (12%). Vergelijkt men het aandeel in de AI-talentenpool met het aandeel in de beroepsbevolking dan blijken Ierland, Finland, Cyprus, Luxemburg, Zweden en Nederland het verhoudingsgewijs goed doen in het aantrekken en ontwikkelen van AI-talenten.

Generieke en vaktechnische vaardigheden

Om de inzetbaarheid van individuen te verhogen is het bovendien steeds belangrijker om - naast vaktechnische vaardigheden - de meer generieke (beroeps)vaardigheden op peil te houden ("double-deep skills"), flexibel te zijn en een open leenhouding te hebben.²⁴⁹ Generieke vaardigheden, en dan in het bijzonder de 'soft skills', zullen in de toekomst belangrijk blijven voor de uitvoering van taken waarin de menselijke inbreng nodig is. Dergelijke vaardigheden vergemakkelijken namelijk de overgang naar andere functies binnen bedrijf of een nieuwe baan

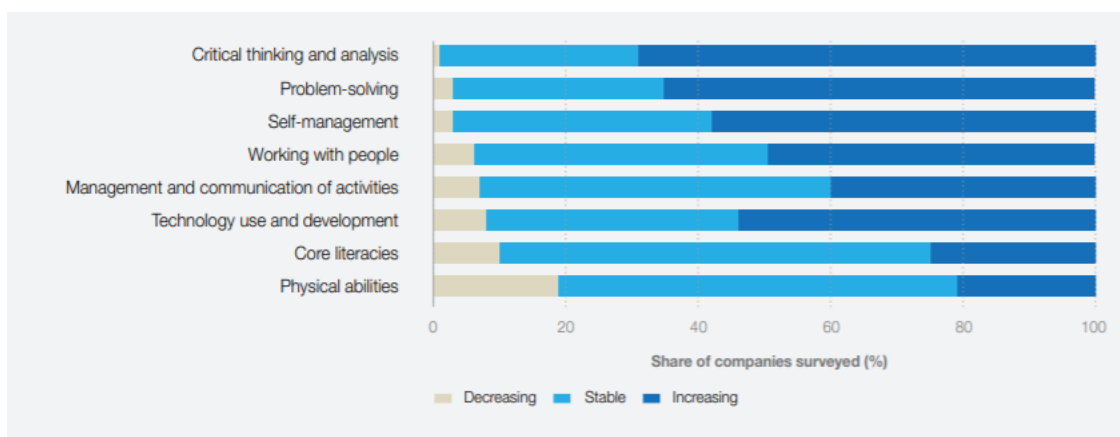
²⁴⁸ LinkedIn Economic Graph, *AI talent in the European labour market*, November 2019

²⁴⁹ Valsamis, D., De Coen, A., & Vanoeteren, V. (2016). Employment and skills aspects of the digital single market strategy. Long briefing note for the European Parliament. Brussel: IDEA Consult.

elders. Men spreekt ook wel over de zogenaamde T-shaped skills ²⁵⁰ ²⁵¹. Deze skills impliceren dat een werknemer in het digitale tijdperk niet enkel bedreven moet zijn in zijn vaktechnisch domein, maar tevens moet beschikken over bredere generieke vaardigheden zoals communicatieve, probleemoplossende en last but not least digitale vaardigheden. Vanwege de snelle veroudering van kennis en vaardigheden blijven investeringen in scholing evenzeer belangrijk voor het up-to-date blijven, omscholen en bijscholen. Van minstens net zo groot belang is het versterken van effectieve vormen van leren op de werkplek. Dat kan zijn door vormen van informele scholing, learning-by-doing, maar ook taakrotatie en bewuste aandacht voor talentontwikkeling. Basisvaardigheden, digitale geletterdheid alsook sociale en emotionele vaardigheden zijn cruciaal voor het effectief gebruik van digitale technologieën.

In het 'Future of the jobs 2018'-rapport van het World Economic Forum werd gekeken naar competenties die West-Europa tegen 2022 extra nodig zal hebben onder invloed van nieuwe technologische ontwikkelingen zoals AI. Tot deze trending competenties horen vaardighedengroepen zoals probleemoplossend vermogen, kritisch denken, technologie design en programmatie, en creativiteit. Het WEF-rapport uit 2020 bevestigt deze vaststelling grotendeels en geeft aan dat ondernemingen bijvoorbeeld ook self-management (persoonlijke ontwikkeling: actief leren, weerbaarheid, stressbestendigheid en flexibiliteit) hoog inschatten. Belangrijke specifieke vaardigheden zijn onder meer analytisch denken en innoveren, active learning en learning strategies, complexe probleemoplossing, kritisch denken en analyseren, creativiteit, originaliteit en initiatief, leiderschap en sociale invloed, technologie gebruik, design en programmering, weerbaarheid, stressbestendigheid en flexibiliteit.

Figuur 103: Het relatieve belang van vaardighedengroepen in 2025 (WEF)



²⁵⁰ Vandekerckhove, S., Meylemans, L., Lenaerts K. & Struyven, L. *Nieuwe meerwaardeketens kwantitatief onderzocht. Een onderzoek naar de veranderende competentienoden in innovatieve bedrijfsnetwerken*. HIVA-KULeuven, 2019.

²⁵¹ Het concept van T-vormige vaardigheden of T-vormige personen is een metafoor die wordt gebruikt om de vaardigheden van personen in het personeelsbestand te beschrijven bij een aanwerving. De verticale balk op de letter T staat voor de diepte van gerelateerde vaardigheden en expertise in een enkel veld, terwijl de horizontale balk het vermogen is om over disciplines heen samen te werken met experts op andere gebieden en om kennis toe te passen op andere expertisegebieden.

Tabel 15: De top 15 vaardigheden voor 2025 (WEF)

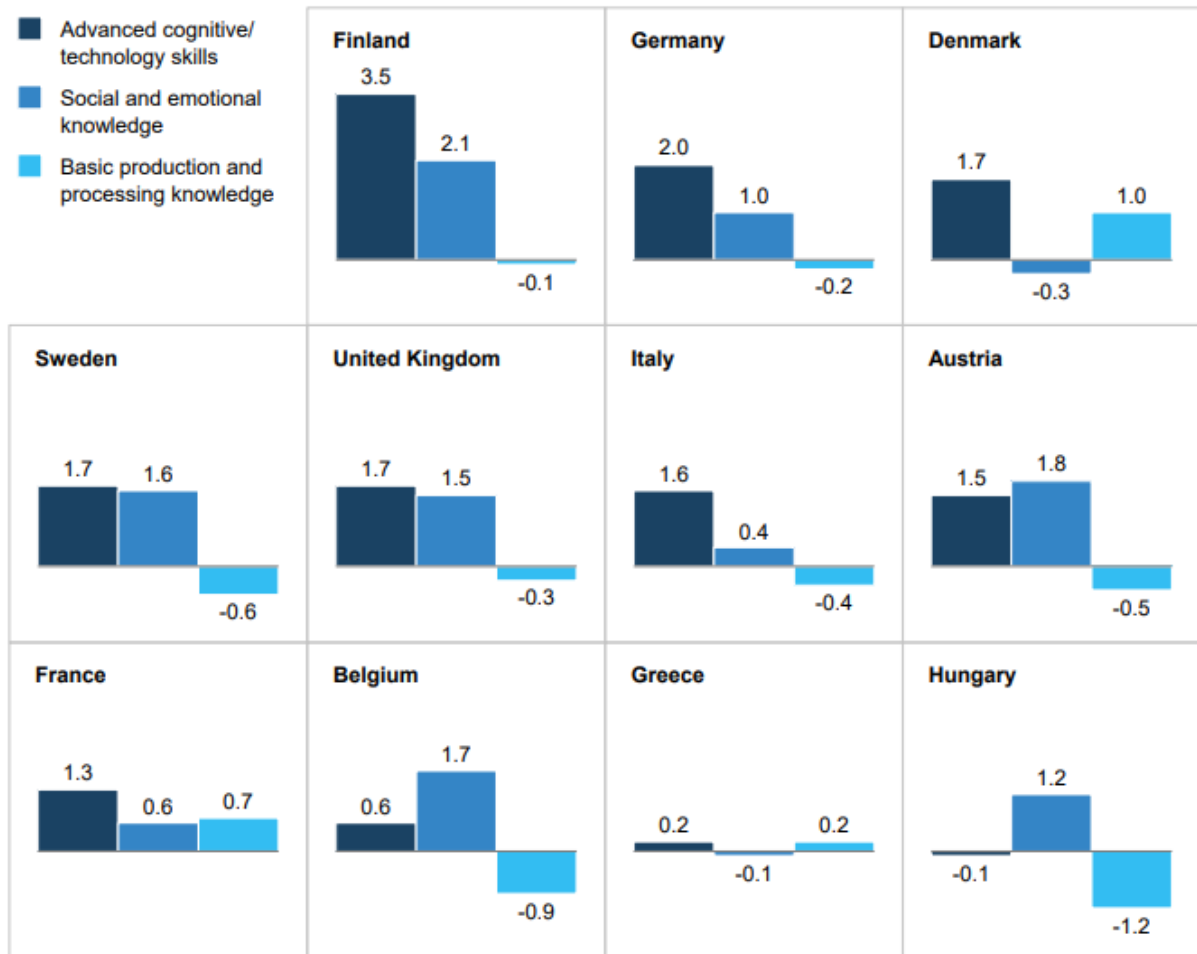
1	Analytical thinking and innovation	9	Resilience, stress tolerance and flexibility
2	Active learning and learning strategies	10	Reasoning, problem-solving and ideation
3	Complex problem-solving	11	Emotional intelligence
4	Critical thinking and analysis	12	Troubleshooting and user experience
5	Creativity, originality and initiative	13	Service orientation
6	Leadership and social influence	14	Systems analysis and evaluation
7	Technology use, monitoring and control	15	Persuasion and negotiation
8	Technology design and programming		

Een studie van McKinsey Global Institute²⁵² reveleert dat Europa – en ook België - nu reeds te kampen heeft met een aanbodtekort van nieuwe vereiste vaardigheden zoals sociale en emotionele skills en geavanceerde cognitieve/technologische vaardigheden. Het vraagoverschot zou in 2030 zelfs kunnen oplopen tot 10% van de totale beroepsbevolking.

²⁵² McKinsey Global Institute, *Notes from the AI frontier. Tackling Europe's gap in digital and AI*, february 2019.

Figuur 104: Nettovraag naar vereiste skills

Net demand, % (positive numbers imply skills shortage)



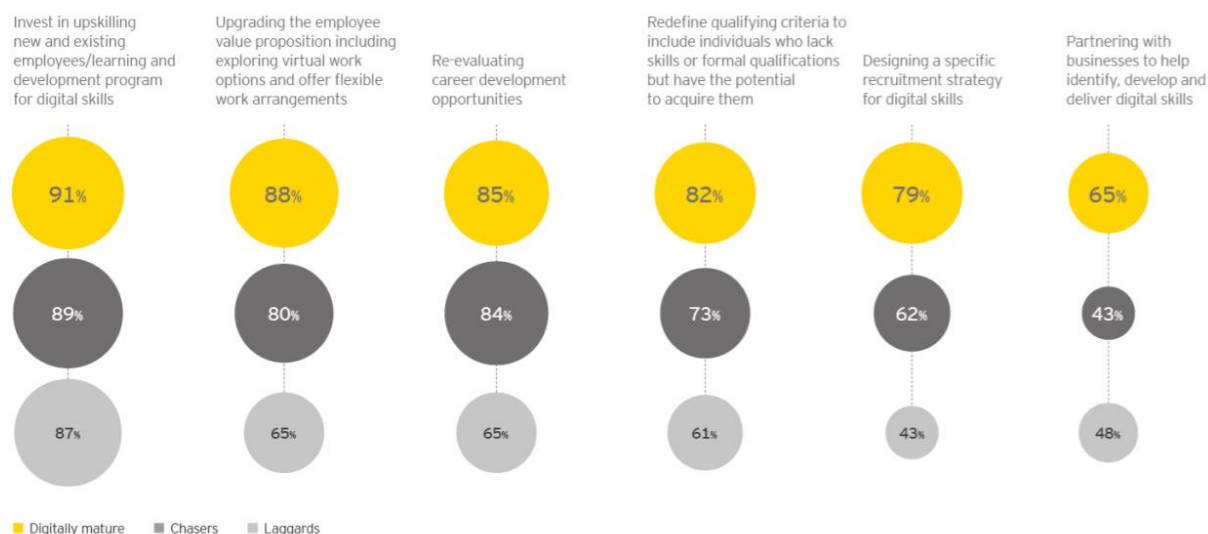
SOURCE: OECD skills database; McKinsey Global Institute analysis

Upskilling en reskilling

Het belang van digitale vaardigheden, of liever de vaststelling van de omvang van het tekort eraan op de arbeidsmarkt, doet de aandacht van ondernemingen verleggen naar de opleiding en upskilling van het personeelsbestand.²⁵³

²⁵³ EY, *Building a better working Europe*, EY's Attractiveness Survey, 18 December 2018.

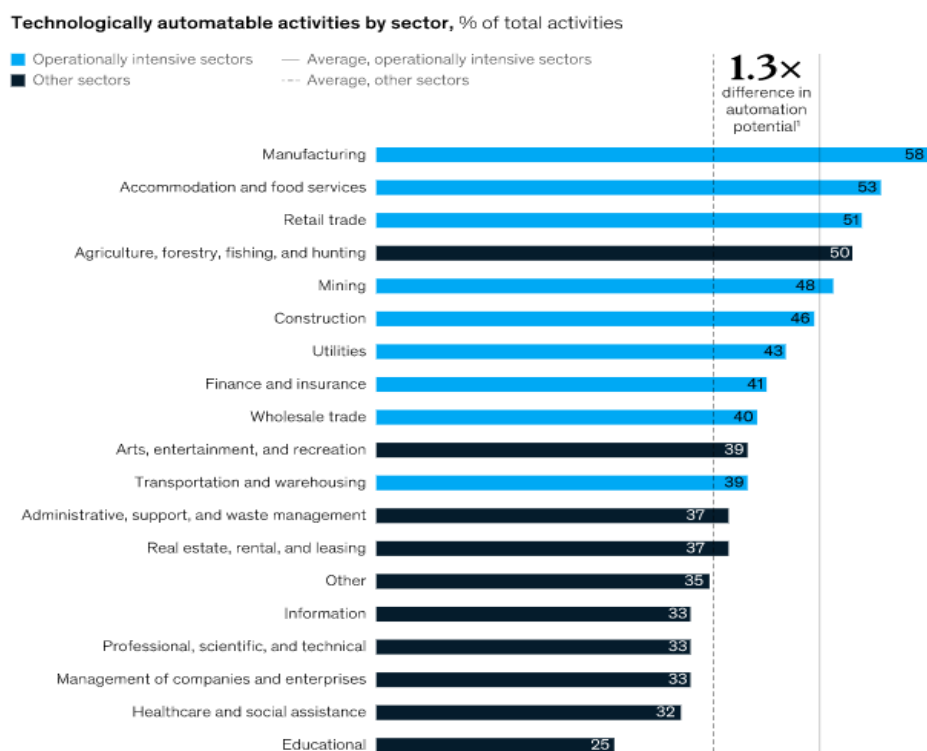
Figuur 105: Maatregelen om uitdagingen ivm digitale skills aan te pakken



Source: EY, Building a better working Europe, December 2018 (total respondents: 200).

Ook de versnelde automatiseringsrevolutie onder invloed van COVID-19 pandemie speelt een rol. Bedrijven worden geconfronteerd met een nieuwe manier van werken, gekenmerkt door fysieke afstand tot de werkplaats, en grote veranderingen in het gedrag en voorkeuren van klanten. De relance dwingt ondernemingen om hun activiteiten strategisch te herbekijken in functie van het nieuwe 'normaal'. Productiebedrijven herconfigureren hun toeleveringsketens en productielijnen. Dienstenondernemingen leggen (nog meer) de nadruk op digitale klanttrajecten en contactloze operaties. Deze veranderingen hebben aanzienlijke gevolgen voor de vereiste vaardigheden en capaciteiten van het personeel die met nieuwe tools moeten leren omgaan om het thuis- en afstandswerken alsook het veranderende werk op de werkvloer met gewijzigde gezondheids- en veiligheidsvereisten onder de knie te krijgen. Volgens McKinsey & Company vereist 'the future of work' bijscholing (upskilling) waarbij het personeel nieuwe vaardigheden opdoet om de huidige functies te kunnen blijven vervullen en omscholing (reskilling) waarbij het personeel vaardigheden verwerft om andere of compleet nieuwe functies te kunnen uitoefenen. Vooral in operationeel intensieve sectoren, zoals maakindustrie, financiën en verzekeringen, transport en detailhandel en operationeel gerelateerde jobs zoals onderhoud, claimverwerking, facilitair management, eerstelijns klantendiensten en orderverwerking (order picking) in magazijnen zal de uitdaging van omscholing acuut zijn: 39 tot 58% van de wereldwijde activiteiten/taken in operationeel intensieve sectoren kunnen door de huidige technologieën geautomatiseerd worden. Dat is 1,3 keer zo veel als het automatiseringspotentieel van activiteiten/taken in andere sectoren.

Figuur 106: Technologisch automatiseerbare activiteiten volgens sector, in % van totale activiteiten
Operations-intensive sectors have 1.3 times the automation potential of other sectors.



¹We define automation potential by the work activities that can be automated by adapting currently demonstrated technology. Source: McKinsey Global Institute analysis



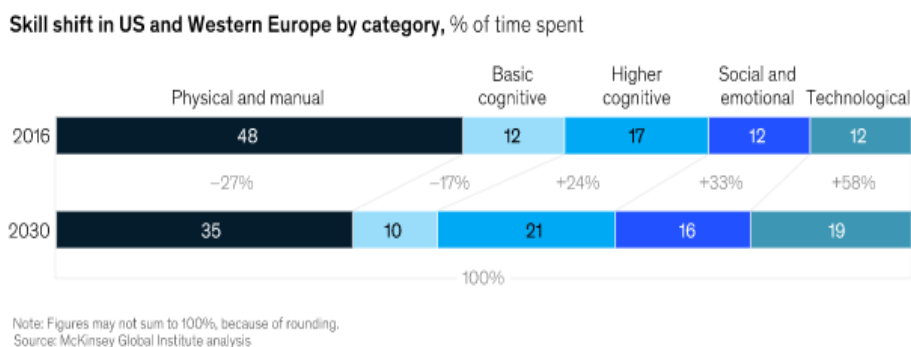
Het WEF²⁵⁴ schat dat ongeveer 40% van de werknemers nood heeft aan een omscholing tot 6 maanden. 94% van de ondernemingen geeft aan te verwachten dat werknemers nieuwe vaardigheden tijdens het uitvoeren van hun werkzaamheden (zogenoeten training-on-the-job) zullen opdoen. 66% van de ondernemingen verwacht dat de investeringen in up- en reskilling binnen het jaar rendement zullen opleveren. Deze tijdschorsing dreigt in de context van de huidige economische crisis niettemin voor heel wat ondernemingen te lang te zijn en bijna 17% is onzeker over rendement op hun opleidingsinvestering. Ondernemingen verwachten gemiddeld om- en bijscholing aan te bieden aan 73% van hun werknemers tegen 2025. Nochtans kan het engagement van de werknemers beter: slechts 42% van de werknemers zou de aangeboden mogelijkheden aangrijpen.

De wijzigende competentieprofielen stellen zowel de werkgever als de werknemer voor nieuwe uitdagingen. Bedrijven moeten de juiste vaardigheden aantrekken om hun geautomatiseerde uitrusting en digitale processen te ontwikkelen, beheren en onderhouden en moeten de jobs invullen die niet door machines kunnen uitgevoerd worden. Werknemers moeten over de vaardigheden beschikken die hen toegang verschaffen tot de arbeidsmarkt. In Europa en de VS wordt verwacht dat automatisering de vraag naar fysieke en manuele vaardigheden voor repetitieve en voorspelbare taken de komende tien jaar met bijna 30% zal doen afnemen en de vraag naar basisvaardigheden voor lezen en schrijven met bijna 20%. Daarentegen zal de vraag

²⁵⁴ World Economic Forum, *The future of jobs report 2020*, October 2020.

naar technologische vaardigheden (zowel coderen als interageren met technologie) met meer dan 50% toenemen en de behoefte aan complexe cognitieve vaardigheden met een derde. De vraag naar sociale en emotionele vaardigheden van hoog niveau, zoals initiatief nemen, leiderschap en ondernemerschap, zal naar verwachting eveneens met meer dan 30% toenemen.

Figuur 107: De impact van automatisering op de vereiste competenties

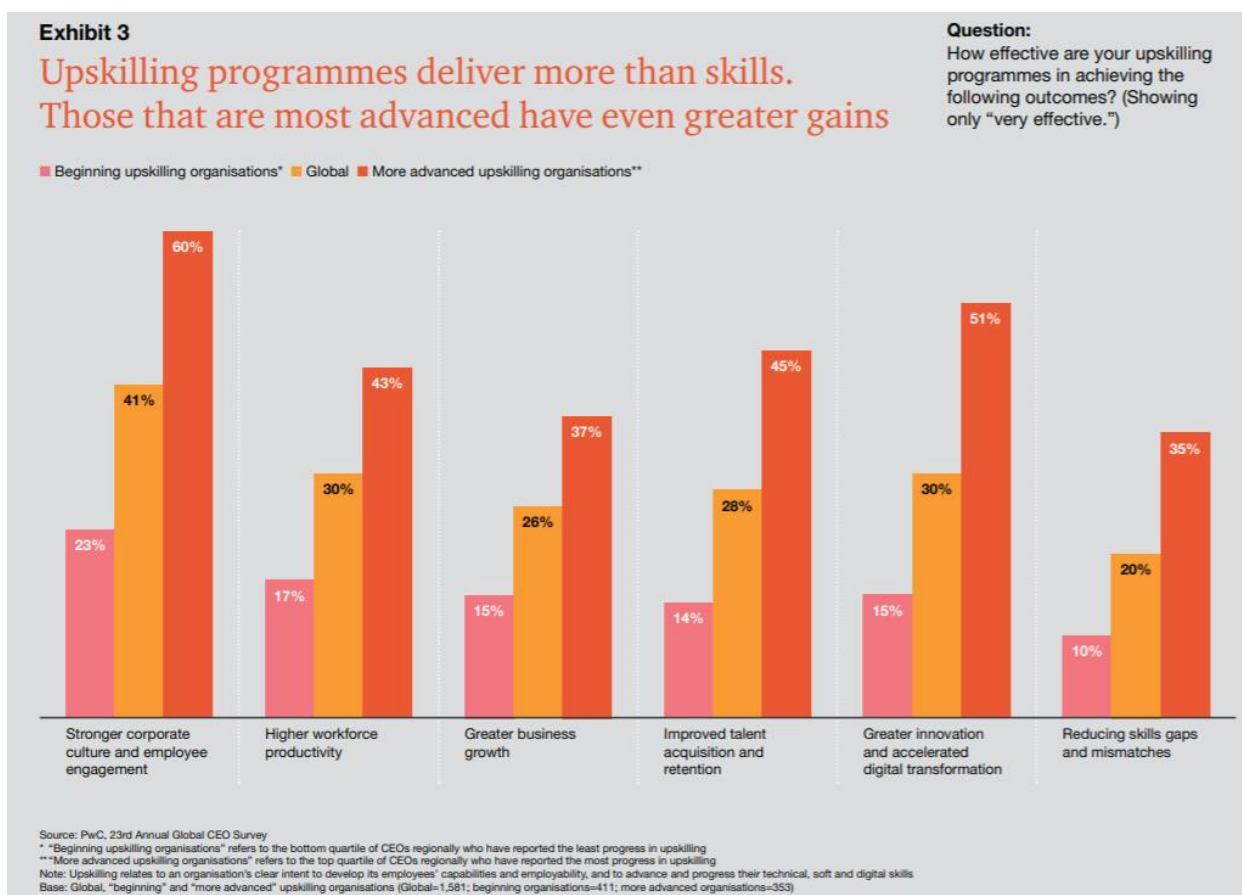


Het belang van upskilling en reskilling van personeel wordt ook in een studie van PwC²⁵⁵ beklemtoond. Werkprocessen kunnen snel veranderen en er is al snel sprake van achterstand als werknemers en bedrijven deze veranderingen niet adopteren en ermee leren omgaan. Er is heel veel geïnvesteerd in upskilling-programma's om medewerkers digital fit te maken, maar zij moeten ook gestimuleerd worden om wendbaar te zijn. Het betreft met andere woorden het aanleren van een nieuwe soort mindset. Upskilling gebeurt veelal vanuit de bedrijfsstrategie: als werknemers tijdig nieuwe vaardigheden aanleren of op de juiste manier worden omgeschoold, treedt er op termijn een concurrentievoordeel op. Toch zijn bedrijven soms terughoudend omdat ze niet direct resultaat terugzien van upskilling- of reskilling-investeringen. Bovendien is het belangrijk om werknemers mee te nemen in de veranderingen die worden doorgevoerd. Als upskilling of omscholing louter worden doorgevoerd vanuit de bedrijfsstrategie, wordt het voor sommige werknemers een lastig verhaal om te omarmen. Transparantie en betrokkenheid moeten voorkomen dat angst op de werkvloer voor eventueel baanverlies gaat overheersen. Werknemers moeten enthousiast worden gemaakt en vroegtijdig worden meegenomen bij de gemaakte plannen.

Uit het Talent Trends 2020 rapport blijkt dat upskilling-programma's meer opleveren dan alleen maar vaardigheden. Een sterkere bedrijfscultuur en werknemersbetrokkenheid (41% van de CEO-respondenten), een hogere productiviteit (30% van de CEO's) en ondernemersgroei (26%), het aantrekken en behouden van talenten (28%), een groter innovatievermogen en versnelde digitale transformatie (30%) en het verkleinen van de vaardighedenkloof en mismatches (20%) zijn voordelen die gepaard gaan met het introduceren en toepassen van upskilling-programma's. Bedrijven die op dat vlak voorlopers zijn, halen er overigens meer profijt uit.

²⁵⁵ PwC, *Talent Trends 2020. Upskilling: Building confidence in an uncertain world*, Findings from PwC's 23rd Annual Global CEO Survey, 2020.

Figuur 108: Voordelen van upskilling-programma's



De OESO wijst er nog op dat de digitale technologieën ook nieuwe opportu-niteiten creëren voor de ontwikkeling van vaardigheden (zie hoofdstuk impact op onderwijs). Als voorbeeld verwijst de OESO naar de 'Massive Online Open Courses (MOOCs)' en 'Open Educational Resources (OER)' die de leermethoden modificeren en een ruimer publiek gedurende meer flexibele uren toegang geven tot kwaliteitsbronnen, ook in het formele onderwijs- en opleidingscircuit. Big data analyses kunnen eveneens arbeidsmarkt-informatiesystemen completeren met een meer getimede en precieze monitoring van wijzigingen in de vraag naar vaardigheden met het oog op aanpassingen in opleidingen en activering.

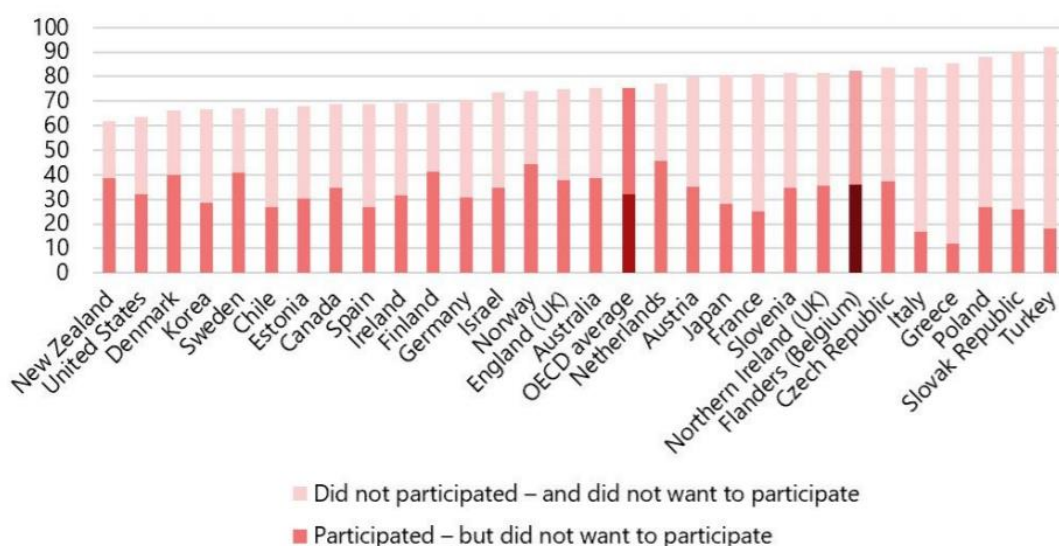
Levenslang leren

Boven werd reeds uitvoerig betoogd dat digitalisering en AI leiden tot wijzigende competentieprofielen die meer en meer een combinatie van generieke en vakspecifieke vaardigheden omvatten. Door de snelheid van digitale en andere technologische ontwikkelingen neemt de houdbaarheidsdatum van vaardigheden en diploma's immers sterk af en is permanente bijscholing en upgradering een must. Levenslang leren, zowel 'on the job' als 'in-between jobs' via onder meer het volwassenonderwijs, draagt bij tot het aanscherpen van competenties en het aanleren van nieuwe vaardigheden, waardoor het aanpassingsvermogen van burger en werknemer) in een snel veranderende wereld versterkt worden. Gelet op het belang van levenslang leren, ook in de context van AI, wordt in deze rubriek dieper ingegaan op de

participatie aan levenslang leren. In het bijzonder wordt gefocust op de positionering van Vlaanderen.

Uit het OESO skills strategie rapport²⁵⁶ voor Vlaanderen blijkt dat 51% van de volwassenen niet betrokken waren bij levenslang leren, tegenover 32-42% in andere sterk²⁵⁷ presterende OESO-landen zoals Finland, Denemarken, Nederland en Canada. Bovendien vertonen verschillende andere internationale onderzoeken over volwasseneneducatie gelijkaardige participatiepatronen, met inbegrip van de Labour Force Survey en de Adult Education Survey. Een van de oorzaken van de lage participatiegraad is het relatief grote aandeel van de bevolking dat niet geïnteresseerd is om deel te nemen aan levenslang leren: 82% tegen gemiddeld 76% voor alle OESO-/PIAAC-landen en 62% voor een land met topprestaties zoals Nieuw-Zeeland. Vlaanderen hangt samen met Tsjechië, Italië, Griekenland, Polen, Slowakije en Turkije onderaan de ranglijst in termen van “leerbereidheid” van werknemers. Een opvallende vaststelling²⁵⁸ is ook dat een kwart van de Vlaamse volwassenen niet wil deelnemen aan opleiding omdat ze denken er geen nood aan te hebben. Bij sommige groepen – zoals kortgeschoolden, 55-plussers en niet-beroepsactieven – loopt dit aandeel op tot bijna 40%.

Figuur 109: De bereidheid in % om deel te nemen aan formele en/of niet formele opleiding bij 25-64 jarigen, 2012/2015



²⁵⁶ Met het OESO skills strategy project begeleidt de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO) landen met hun strategie voor het opbouwen, onderhouden en inzetten van het eigen menselijk kapitaal om tewerkstelling en economische groei te stimuleren, en om sociale inclusie en participatie te verhogen. Vlaanderen was de tiende regio waar de OESO dit proces ondersteunde, na onder meer Nederland, Noorwegen, Portugal, Italië en Slovenië. Het startschot voor het Vlaamse OESO-project werd gegeven in januari 2018. Gedurende een heel jaar analyseerde een team van OESO-experts het Vlaamse beleid inzake levenslang leren en volwasseneneducatie. Dit resulteerde in een lijvig diagnose rapport (OECD, 2019) dat in januari 2019 werd voorgesteld in het Vlaams Parlement: OECD (2019), OECD Skills Strategy Flanders: Assessment and Recommendations, OECD Skills Studies, OECD Publishing, Paris.

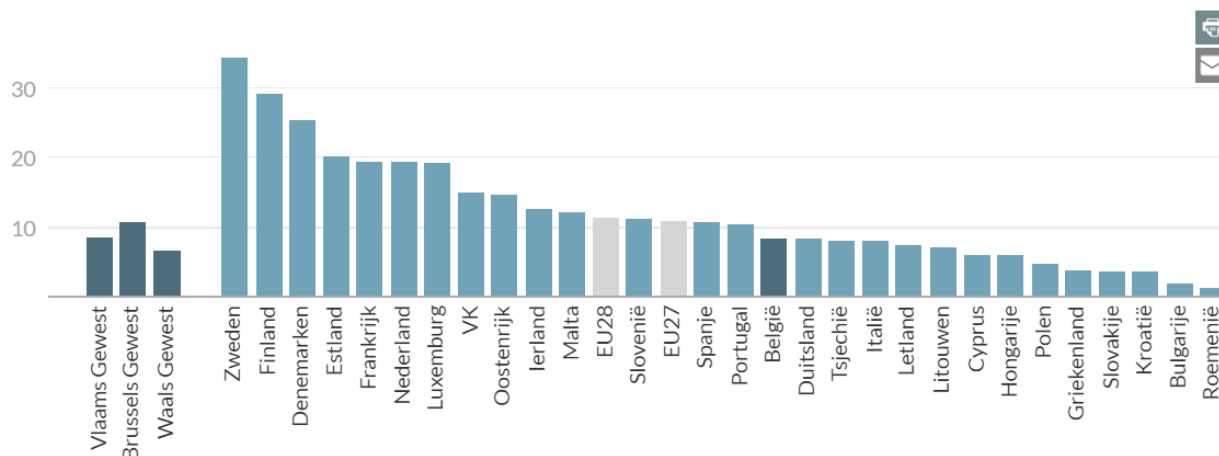
²⁵⁷ Het OESO Skills Strategy Dashboard geeft een overzicht van de relatieve prestaties van landen voor de drie pijlers van de OESO Skills Strategy: relevante competenties ontwikkelen, het competentieaanbod activeren en de beschikbare competenties effectief benutten. Voor elke pijler bestaan er een aantal indicatoren die een momentopname van de prestaties van elk land geven. In vergelijking met andere geografisch nabijgelegen landen van de Europese Unie toont het dashboard aan dat Vlaanderen goed presteert op de meeste gebieden.

²⁵⁸ SERV, Advies over Verkenning individuele leerrekening, Brussel, 19 oktober 2020.

Bron: OECD skills Strategy Flanders

In 2019 nam 8,6% van de Vlamingen van 25 tot 64 jaar deel aan een opleiding (binnen of buiten het reguliere onderwijs) tijdens de referentieweek en de 3 voorgaande weken van de bevraging (de referentiemaand). In de periode 2006-2019 schommelde de opleidingsdeelname telkens tussen 7% en 9%, terwijl in het Pact 2020 15% deelname als doelstelling naar voor werd geschoven.

Figuur 110: Opleidingsdeelname (reguliere of buiten reguliere onderwijs) bij 25-64 jarigen in de voorbije vier weken in Vlaanderen, de andere Belgische gewesten en de EU27, 2019

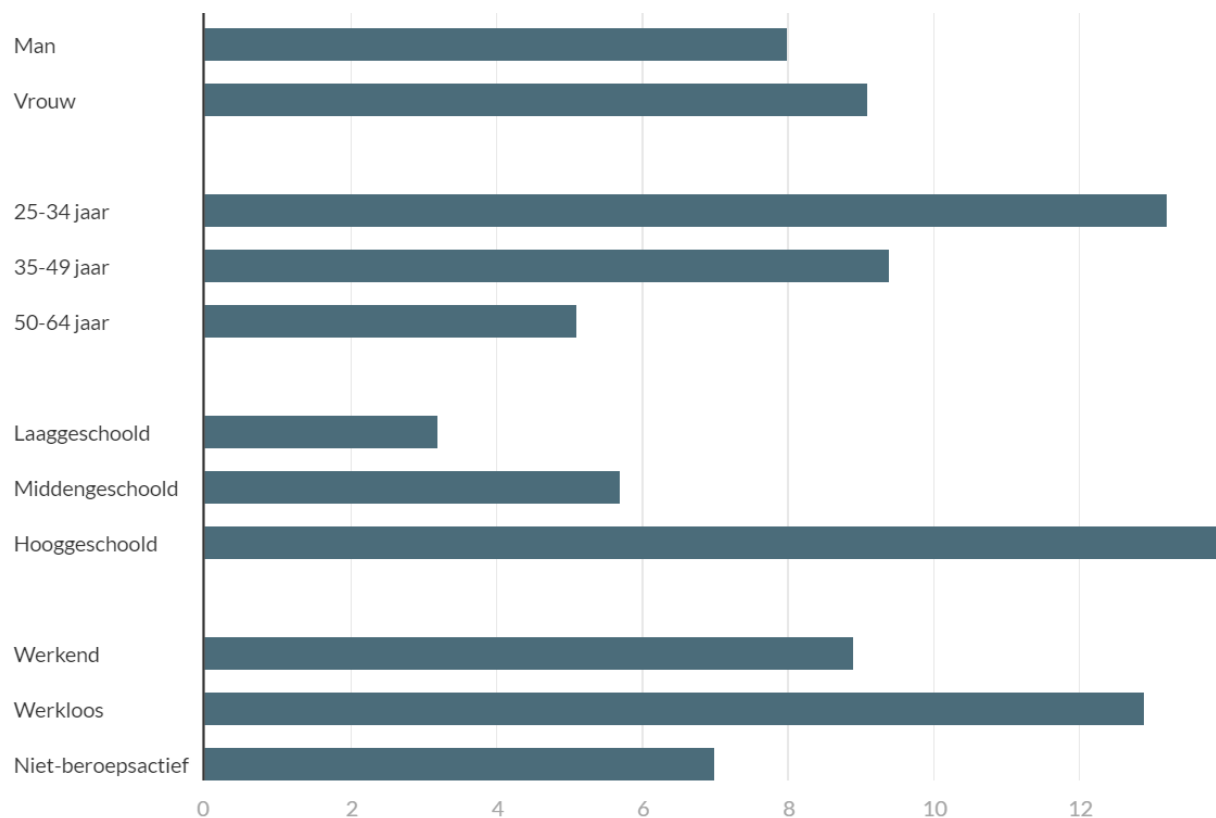


Bron: EAK Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium), LFS Eurostat, bewerking Steunpunt Werk en Statistiek Vlaanderen

In het Vlaamse Gewest (8,6%) namen in 2019 meer 25-64-jarigen deel aan een opleiding dan in het Waalse Gewest (6,6%), maar minder dan in het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest (10,7%). In de Europese Unie (EU27) volgden in 2019 gemiddeld 10,8% van de inwoners een opleiding. Dat aandeel ligt hoger dan in het Vlaamse Gewest. Tussen de EU-landen zijn er grote verschillen. Zo neemt in Zweden 34,3% deel aan een opleiding. In Roemenië gaat het om 1,3%. Tegenover de Scandinavische landen (Zweden 34,3%, Finland 29% en Denemarken 25,3%), Estland (20,2%), Nederland (19,5%), Frankrijk (19,5%) en Luxemburg (19,1%) is de achterstand groot.

In 2019 was er in Vlaanderen weinig verschil tussen de participatie van mannen en vrouwen aan een opleiding tijdens de referentiemaand. Bij mannen ging het om 8,0%, bij vrouwen om 9,1%. Naar leeftijd is de opleidingsdeelname het hoogst bij de jongste leeftijdsgroep: 13,2% van de 25- tot 34-jarigen nam deel aan een opleiding tegenover 9,4% bij de 35- tot 49-jarigen en 5,1% bij de 50- tot 64-jarigen. Naar onderwijsniveau is er een duidelijk verschil: hogeschoolden (13,9%) participeren veel vaker dan laaggeschoolden (3,2%) en middengeschoolden (5,7%) aan een opleiding. Ook naar socio-economische positie zijn er verschillen in opleidingsdeelname. Werklozen (12,9%) nemen het vaakst deel, meer dan de werkenden (8,9%). De groep niet-beroepsactieven (personen die niet werken en die ook niet actief op zoek zijn naar een job) volgen het minst vaak een opleiding (7,0%).

Figuur 111: Opleidingsdeelname tijdens afgelopen 4 weken van de bevolking van 25 tot 64 jaar naar achtergrondkenmerken, Vlaams Gewest, 2019 (in %)



Noot: de gegevens opgenomen in de figuur zijn schattingen gebaseerd op een enquête. Daardoor moet rekening gehouden worden met een onzekerheidsmarge. Zie: 'Meer info over definities en bronnen'.

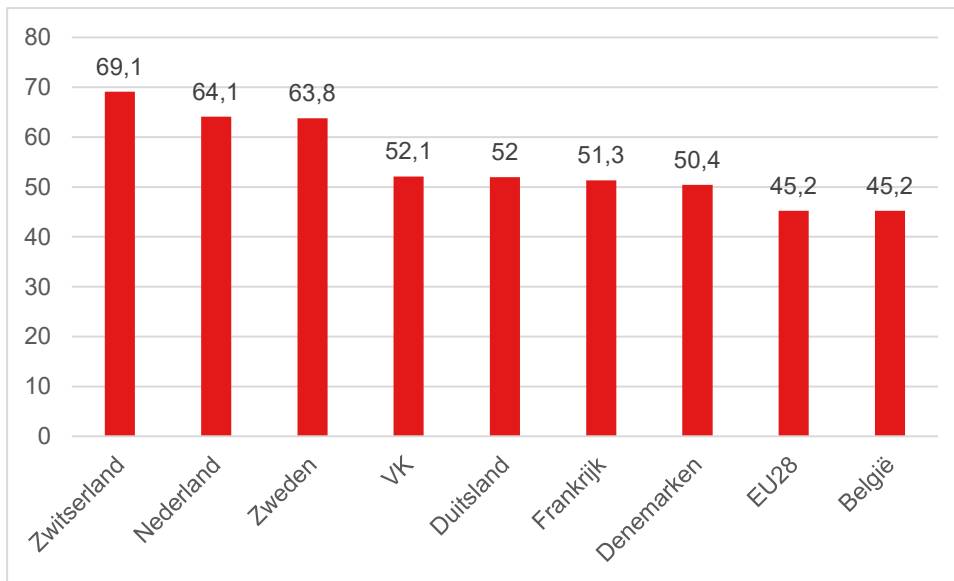
Bron: EAK Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium), bewerking Steunpunt Werk en Statistiek Vlaanderen

Bovenstaande cijfers peilen naar de opleidingsdeelname gedurende de afgelopen vier weken. Deze periode is kort. Wanneer gevraagd wordt naar wie een opleiding volgde in de afgelopen 12 maanden, stijgt de opleidingsdeelname tot 23,0% in 2019. Dat aandeel ligt hoger dan in 2006 (20,5%). Een recente studie van Randstad²⁵⁹ schat de opleidingsdeelname hoger in. Levenslang leren is volgens Randstad nu al een realiteit in de samenleving, vooral op de werkvloer. Uit het onderzoek blijkt dat gemiddeld 41% van de bevolking (18 tot 65-jarigen) jaarlijks minstens aan één opleiding deelneemt (zowel werk- als niet-werkgerelateerd). Wanneer de socio-economische positie van de deelnemers onder de loep wordt genomen, blijkt dat de helft van de werkenden het voorbije jaar minstens één opleiding volgden, bij werkzoekenden daalt dit aandeel naar 35% en bij niet-werkenden (niet-actieven, huisvrouwen en -mannen, zieken) naar 19%. De 50% werkenden in de studie van Randstad ligt dicht in de buurt van het cijfer van 45,2% (van de 25 tot 64-jarigen) dat de Adult Education Survey van Eurostat in 2016 vooropstelde. België scoort m.a.w. gemiddeld in Europa. Enige nuancering dat België inzake levenslang leren ondermaats scoort, is dus gewettigd. Niettemin klopt het dat België ook voor de referentieperiode van één jaar het minder goed doet dan de buurlanden of landen met een vergelijkbare kwalificatiestructuur zoals Zweden (63,8%), Zwitserland (69,1%) Nederland (64,1%), het VK (52,1%), Frankrijk (51,3%), Duitsland (52%) Volgens Randstad is de reden voor het verschillende resultaat

²⁵⁹ Randstad, *Wie werkt, leert. Levenslang leren doorgelicht*, maart 2020.

tussen de Eurostat Workforce Survey waarbij deelname aan opleidingen gedurende de voorbije vier weken wordt gemeten en België steevast onder het Europese gemiddelde scoort en de Adult Education Survey van Eurostat (en de Randstad-studie) waarbij vertrokken wordt van een langlopende periode van een jaar, dat men in België minder langer lopende opleidingen volgt. Wie een korte opleiding volgt heeft statistisch een grote kans dat deze niet in de periode van vier weken valt voorafgaand aan de enquête. Bij wie een lange opleiding volgt, is deze kans logischerwijze veel groter. Het verschil tussen korte en langere opleidingen vervalt uiteraard als een langlopende periode van bijvoorbeeld een jaar als uitgangspunt wordt genomen. Het blijft, zoals gezegd, niettemin een feit dat België ook voor lang lopende opleidingen een achterstand vertoont met de buurlanden.

Figuur 112: Aandeel dat de voorbije 12 maanden een opleiding heeft gevolgd, 2016

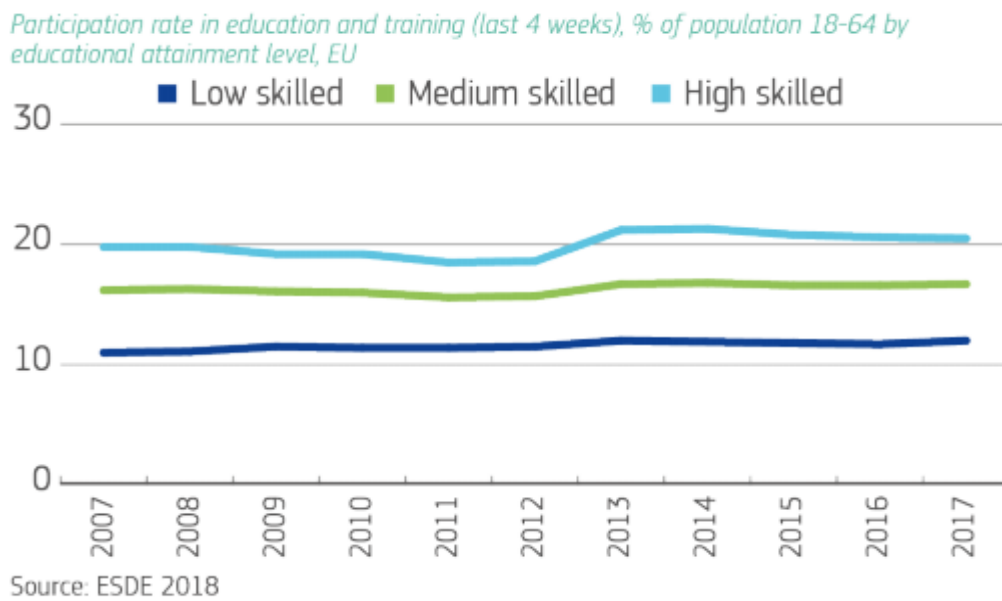


Bron: Eurostat (2016), Adult Education Survey

Een studie van de OESO²⁶⁰ wijst uit dat deelname van werknemers, actief in jobs die in aanmerking komen voor automatisering, beduidend lager ligt. De deelname van werknemers met volledig automatiseerbare jobs aan inhouse-opleidingen ligt, in een gegeven periode van 12 maanden, meer dan 3 keer lager dan werknemers actief in risicoloze jobs. Ook voor opleidingen buiten het werk zijn de verschillen groot, zowel voor formele opleidingen als voor afstandslernen. Jaarlijks spenderen werknemers in volledig automatiseerbare jobs 29 uur minder aan jobgerelateerde opleiding dan hun collega's in niet-automatiseerbare jobs.

²⁶⁰ Nedelkoska, L., Quintini, G. *Automation, skills use and training*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 202, OECD, , March 2018.

Figuur 113: participatiegraad levenslang leren (Employment and Social Developments in Europe, ESDE)²⁶¹



Het is niet verwonderlijk dat online leren door de coronacrisis aan populariteit wint. Het aantal individuen dat op zoek gaat naar mogelijkheden van online leren op eigen initiatief is verviervoudigd, het werkgeversaanbod van online leermogelijkheden voor hun werknemers vervijfvoudigd en het de participatie van studenten aan online leerprogramma's van de overheid vernegenvoudigd. Werknemers leggen meer nadruk op persoonlijke ontwikkelingscursussen (een toename 88%). Werklozen leggen zich eerder toe op het aanleren van digitale vaardigheden zoals data-analyse, informatica en informatietechnologie.²⁶²

Tenslotte weze nog opgemerkt dat de coronacrisis een grote impact op levenslang leren in de vorm van onderwijs voor volwassenen.²⁶³ In Vlaanderen zijn er dit schooljaar 106.669 inschrijvingen minder dan vorig jaar. De Centra voor Volwassenenonderwijs (CVO's) zien gemiddeld een op de acht cursisten afhaken. Vooral kwetsbare volwassenen haken af. De centra voor basiseducatie, waar de terugval het grootst is, focussen op groepen die extra ondersteuning nodig hebben, zoals laaggeletterden en kort-geschoolden. De centra bieden tal van opleidingen aan: van lessen digitale skills en cursussen om je rijbewijs te halen tot taalcursussen. De centra voor basiseducatie zien het aantal inschrijvingen met 39% achteruitgaan.

12.4 Impact op de arbeidsorganisatie en arbeidsrelaties

Digitalisering leidt tot ingrijpende hervormingen van de arbeidsorganisatie en de arbeidsrelaties.

Arbeidsvormen en arbeidsrelaties

Bij ingrijpende technologische veranderingen ontstaan nieuwe bedrijfs- en verdienmodellen, die aanleiding kunnen zijn voor andere productie- en werkprocessen, organisatorische aanpassingen

²⁶¹ Employment and Social Development in Europe 2018. <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=en&pubId=8110&furtherPubs=yes>.

²⁶² World Economic Forum, *The future of jobs report 2020*, October 2020.

²⁶³ De Standaard, *Levenslang leren onder druk door coronacrisis*, 9 november 2020.

en een upgradering van de kennis en vaardigheden van de werknemers. Dit alles vergt een hoge mate van flexibiliteit van de werknemers.

Met de smartphones, wereldwijde videoconferencing en cloudcomputing is werk niet langer plaats- en tijdsgebonden. Werknemers hebben een grotere vrijheid en flexibiliteit om waar en wanneer dan ook te werken, wat gunstige gevolgen kan hebben op het evenwicht tussen hun werk- en privéleven, maar ook op de tewerkstelling van personen die aangepaste werkregelingen wensen. Met de term 'virtueel werk' wordt verwezen naar alle vormen van arbeid uitgevoerd hetzij thuis, in openbare ruimtes of in een niet-klassieke werkomgeving waarbij gebruik gemaakt wordt van Internet, computers of andere ict-tools. Deze nieuwe vormen van werkgelegenheid worden gekenmerkt door de combinatie van onconventionele werkplaatsen, nieuwe technologieën en contractuele arrangementen. Eurofound²⁶⁴ identificeerde negen nieuwe vormen van werkgelegenheid:

- Employee sharing, waarbij een individuele werknemer gezamenlijk wordt ingehuurd door een groep van werkgevers en werk verricht in verschillende ondernemingen volgens een rotatiesysteem
- Job sharing, waarbij één werkgever twee of meer werknemers contracteert om één job te verrichten en waarbij deze werknemers op basis van rotatie dezelfde opdracht uitvoeren in dezelfde onderneming
- Interim management, waarbij een hoog gespecialiseerde deskundige tijdelijk en vaak voor een specifiek project wordt ingehuurd door een werkgever
- Casual work, waarbij een arbeidsovereenkomst bepaalt dat werknemers op een flexibele basis kunnen worden ingeschakeld wanneer nodig, eerder dan op basis van regelmatige uurroosters
- Ict-based mobile work, waarbij werknemers de bedrijfsgebouwen van hun werkgever niet als hun gebruikelijke werkplaats gebruiken en het merendeel van hun arbeidstijd bezig zijn met ict (computers, Internet, e-mail en sociale netwerken). Hun werk verschilt van de gebruikelijke vormen van mobiel werk zoals klanten- of patiëntenbezoek, werken op bouwterreinen, leveringen of vervoer en kan worden gekarakteriseerd als 'afstand/tele'werk zonder een vaste locatie.
- Voucher-based work, waarbij de arbeidsrelatie een betaling voor diensten veronderstelt met vouchers aangekocht bij een derde partij organisatie (meestal een overheidsinstantie). Deze vouchers dekken zowel de verloning als de sociale zekerheidsbijdragen.
- Portfolio work, waarbij een individu op zelfstandige basis kleine opdrachten uitvoert voor een groot aantal klanten.
- Crowd working, waarbij een online platform werkgevers met werknemers matcht en projecten vaak opgesplitst worden in micro-opdrachten en verdeeld worden over een 'virtuele cloud' van werknemers.
- Collaborative self-employment, geobserveerd in een aantal landen waar meer flexibele vormen van samenwerking (zoals co-working ruimtes²⁶⁵) gebruik worden om te ontsnappen aan de grenzen van de klassiek bedrijfspartnerships.

²⁶⁴ Eurofound (2015), New forms of employment, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

²⁶⁵ Coworking is een stijl van werken die een gedeelde werkomgeving, vaak een kantoor, en onafhankelijke activiteit omvat. In tegenstelling tot een typische kantooromgeving, zijn Coworkers meestal geen werknemers van hetzelfde bedrijf of organisatie, maar vormen ze een verzameling van zelfstandigen, freelancers, thuiswerkers, of mensen die veel moeten reizen en toch willen werken vanuit een werkplek met collega's

Vooraf ict-based mobile workers, crowd working en casual work worden volgens de studie beïnvloed door de digitale economie.

Tewerkstelling als fulltime, vaste loontrekkende kan volgens Eurofound niet langer meer beschouwd worden als de standaardwijze van arbeid. Er is immers een toegenomen variëteit aan tewerkstellingscontracten en –voorwaarden die een ruime waaier aan situaties dekken zoals on-demand, on-call, casueel of intermitterend, projectcontracten, job-sharing en voucher-based werk. Een one-size-fits-all benadering is niet langer toepasbaar.

Eurofound verwijst in dit kader ook naar de term ‘gig economie’. In een gig economie worden taken die nu door vaste krachten worden uitgevoerd, het werk van flexibele krachten (freelancers) die op afroep beschikbaar zijn en zo hun geld verdienen. In een gig economie gaat het niet om werknemers, maar om mensen met meerdere klussen naast elkaar.

Het fenomeen van nieuwe arbeidsvormen wordt ook door de Hoge Raad voor de Werkgelegenheid in zijn verslag 2016 onderkend: *“Hoewel klassieke loonarbeid de meest ingeburgerde vorm van werkgelegenheid blijft, neemt het aantal nieuwe arbeidsvormen daadwerkelijk steeds toe.”* Voor eenzelfde individu volgen die arbeidsvormen elkaar op of overlappen ze elkaar zelfs gedurende de hele loopbaan. Zo zijn er steeds meer personen die verscheidene activiteiten cumuleren, werkenden met het statuut van ondernemer, zelfstandigen in hoofdberoep of bijberoep, freelancers, werknemers met een tijdelijke arbeidsovereenkomst, uitzendkrachten, deeltijdwerkers,... Het is zeer waarschijnlijk dat het aandeel van de zelfstandige werkgelegenheid zal blijven toenemen door de impact van de digitalisering en met name de opkomst van de online platformen. Voor de nieuwkomers of de personen die opnieuw aan het werk willen gaan, kunnen die arbeidsvormen een vlottere toegang tot de arbeidsmarkt vormen dan de klassieke loonarbeid (arbeidsovereenkomsten voor onbepaalde duur), waar de concurrentie met ervaren werknemers heviger is. De aanhoudende instabiliteit echter die voortvloeit uit het toenemende aantal preciaire arbeidsovereenkomsten doet de nood aan een adequate aanpassing van het bestaande arbeidsrecht, dat werd opgemaakt op basis van de traditionele loonarbeid, om beter de niet-standaard arbeidsvormen in aanmerking te nemen (bv. bijberoep, freelance, telewerk, enz.) meer dan ooit gevoelen.

Arbeidsrelaties in de platformeconomie²⁶⁶

De omvang van de platformeconomie

De platformeconomie is een spruit van de steeds verder digitaliserende economie, wereldwijd aangevoerd door de ‘Big 7’: Apple, Amazon, Facebook, Google, Microsoft, Alibaba en Tencent bepalen de markt, met een gezamenlijke marktwaarde van bijna \$5.000 miljard.²⁶⁷ KPMG stelt dat over het gehele landschap van de platformeconomie een groei in omvang kan waargenomen worden. In zijn meting heeft KPMG de mondiale platformeconomie geschat op een waarde van \$7,18 biljoen. Vandaag de dag wordt de platformeconomie gedomineerd door Amerikaanse en Chinese bedrijven. 46% van de 187 platforms met een marktwaarde van meer dan \$1 miljard is gevestigd in de VS, terwijl 35% is gevestigd in Azië (voornamelijk China). 18% is gevestigd in de EU, met daarnaast 1% in Latijns-Amerika. In vergelijking hiermee is de verdeling van platformmarktwaarde behoorlijk ongelijk: Amerikaanse bedrijven zijn verantwoordelijk voor maar liefst

²⁶⁶ SERV, Rapport “Digitalisering en de uitdagingen voor het sociaal overleg”, april 2019.

²⁶⁷ KPMG, *Unlocking the value of the platform economy – mastering the good, the bad and the ugly*, November 2018.

72% hiervan, Chinese voor 25% en EU-bedrijven voor maar 2%. Dus terwijl de EU al minder grote platformbedrijven heeft, hebben de bedrijven die er wel zijn ook nog eens substantieel minder waarde dan de Amerikaanse bedrijven.

Tabel 16: Indeling platforms naar marktwaarde

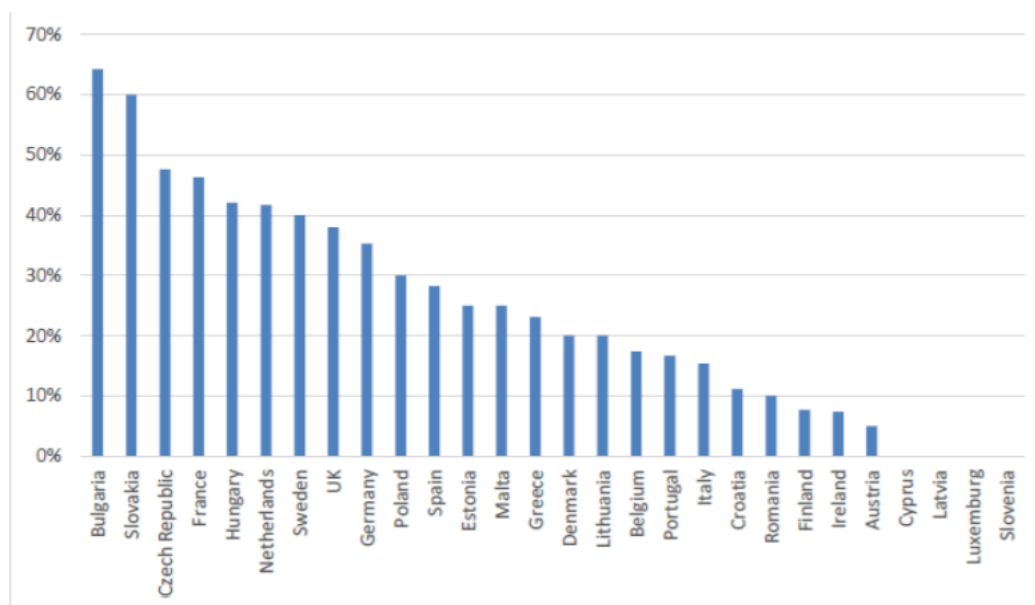
Soort platform	Waarde	aantal (absoluut)	aantal Europees (absoluut)
Super Platforms	>\$250 miljard	7	
Elite Unicorn	>\$ 25 miljard	20	5
Unicorn+	>\$ 1 miljard	160	24
Scale Up Start Up	>\$100 miljoen	55	18

Bron: KPMG (2018)

Om een beeld te krijgen van Europese platforms wordt gebruik gemaakt van het onderzoek van het Joint Research Centre in opdracht van de Europese Commissie, het eerste onderzoek dat platforms in Europa in kaart probeerde te brengen.²⁶⁸ De Europese platforms zijn vaak relatief jong: 80% is na 2010 opgericht. Dit kan een verklaring zijn voor de relatief bescheiden omzet van de Europese platforms. Volgens de genoemde afbakening wordt het aantal platforms dat in Europa actief is op 200 geschat, waarvan er 169 ook echt afkomstig zijn uit Europa. Binnen Europa zijn behoorlijke verschillen in de aanwezigheid van platforms. In Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk zijn de meeste platforms aangetroffen, die tot het personen en goederenvervoer dan wel tot locatiegebonden en onlinedienstverlening gerekend worden. Duitsland, Nederland en Spanje komen op de tweede plaats. In de meeste Europese landen is het aandeel platforms dat uit eigen land komt kleiner dan het aandeel platforms dat uit een ander land komt. Dit is een indicatie voor het internationale karakter van de platformeconomie.

²⁶⁸ SER, *Hoe werkt de platformeconomie*, Advies 20/09, Oktober 2020. De SER verwijst naar Fabo, B. et al. (2017) *An overview of European platforms: scope and business models*.

Tabel 17: Aandeel platforms dat uit eigen land komt



Bron: Fabo et al. (2017)

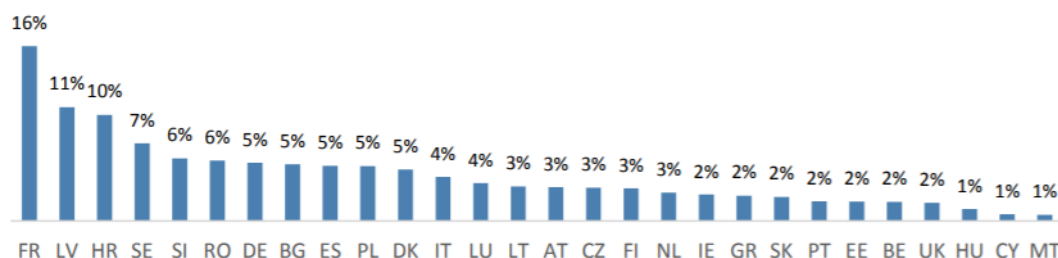
Online platforms brengen vraag en aanbod bij elkaar. Het gaat om arbeid, maar ook om goederen, geld, communicatie, entertainment en informatie. Het ene platform biedt een digitale marktplaats, het andere een distributiekanaal. De platforms die vraag en aanbod van arbeid bij elkaar brengen worden ook wel de werkplatforms genoemd. De werkplatformeconomie is momenteel een nog relatief jonge en kleine economie, maar de algemene verwachting is dat zij met rasse schreden vooruitgang zal maken²⁶⁹. De onderzoekers van CEPS²⁷⁰ schatten dat 12,8 miljoen mensen in 2016 actief diensten aanboden op werkplatformen, hetgeen neerkomt op 5,9% van de totale Europese tewerkstelling (15-64-jarigen). Dit cijfer ligt dicht bij het resultaat van de Eurobarometer²⁷¹, waaruit bleek dat ongeveer van 5% van de EU-bevolking maandelijks diensten levert in de platformeconomie. In België bedroeg dat aandeel 2%.

²⁶⁹ Europees Parlement (2017) Directorate-General for Internal Policies, Policy Department A: Economic and Scientific Policy, *The social protection of workers in the Platform Economy*, IP/A/EMPL/2016-11

²⁷⁰ CEPS and IZA (2018) *Online Talent Platforms, Labour Market Intermediaries and the Changing World of Work Independent study prepared by CEPS and IZA for the World Employment Confederation-Europe and UNI Europa*.

²⁷¹ Europese Commissie (2016) *Report: the use of collaborative platforms*, Flash Eurobarometer 438. Collaboratieve platforms zijn in de Eurobarometer internet gebaseerde tools die transacties faciliteren tussen mensen die een dienst aanbieden enerzijds en gebruiken anderzijds.

Figuur 114: Deel van de bevolking dat diensten of producten aanbiedt op een platform

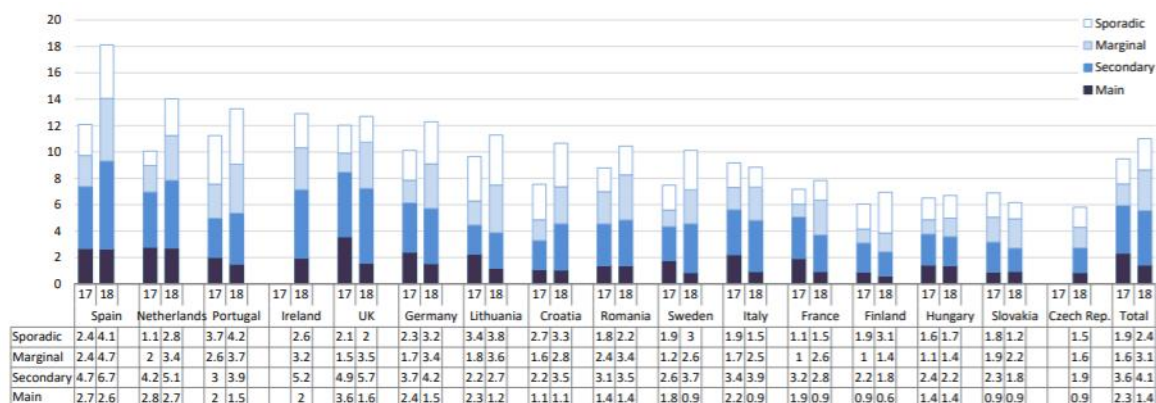


Note: The figure above shows the share of the population that has provided goods and/or services via collaborative platforms.

Source: Authors' elaboration based on Eurobarometer (2016).

Het Joint Research Centre (JRC) onderzocht in 2020 in 16 lidstaten van de Europese Unie het gebruik van digitale werkplatforms. Volgens dit onderzoek werkte gemiddeld 7,5% van de respondenten in 2017 ten minste een keer per maand via een digitaal platform en was dit in 2018 8,6%. Ongeveer de helft daarvan doet dit sporadisch (2,4%) of marginaal (3,1%) terwijl 4,1% via een platform diensten aanbiedt als bijberoep. Slechts 1,4% van de bevolking (16-74 jarigen) oefent arbeid via platformen uit in hoofdberoep.^{272,273}

Figuur 115: Het aandeel van platformwerk in 16 EU-lidstaten in 2017 en 2018



Source: authors' elaborations using COLLEEM 2017-2018 data. Data are adjusted for frequency of internet use using the ICT survey (isoc_ci_ifp_fu).

Een andere studie geeft aan dat platformwerk momenteel voor 2,3% van de volwassenen van 14 EU-lidstaten de belangrijkste bron van inkomen is.²⁷⁴ Onderzoek van BCG sluit hierbij aan en stelt vast dat in ontwikkelde markten als de VS, Frankrijk, Duitsland, Zweden, het VK, Spanje en Japan platformwerk volgens 1 tot 4% van de werkenden hun belangrijkste bron van inkomsten is. In opkomende markten als China, Brazilië, India en Indonesië worden digitale platforms veel vaker

²⁷² European Commission (2019). *The changing nature of work and skills in the digital age*.

²⁷³ Urzi Brancati, M.C., Pesole, A., Fernández-Macías, E., *New evidence on platform workers in Europe. Results from the second COLLEEM survey*, JRC Science for policy report, 2020.

²⁷⁴ European Commission, *Report of the High Level Expert Group on The impact of the digital transformation on EU Labour Markets*, April 2019.

gebruikt om werk te vinden. In deze landen is platformwerk volgens 3 tot 12% van de werkenden hun belangrijkste bron van inkomsten.²⁷⁵

Mckinsey Global Institute schat dat digitale werkplatformen die flexwerkers matchen met aanbodopportunities het wereldwijde bbp met meer dan 2% (\$2.7 triljoen) kunnen doen stijgen tegen 2025, hetgeen een stijging van de wereldwijde werkgelegenheid met zich zou meebrengen van ongeveer 72 miljoen fulltime equivalenten²⁷⁶.

Het statuut van platformwerkers

De financieel-economische crisis deed tussen 2008 en 2013 de jeugd- en langdurige werkloosheid gevoelig toenemen in EU. Tegelijkertijd nam het aandeel van verschillende typen van 'non-standard werk'^{277,278,279} in de beroepsbevolking toe, vooral in de vorm van deeltijdse en tijdelijke arbeid.

Bovenstaand fenomeen van niet-standaardisering van de arbeid wordt versterkt door andere ontwikkelingen zoals de digitalisering, die onder meer nieuwe vormen van zelfstandige arbeid ('self-employment') met zich meebrengen, zoals de 'economisch afhankelijke' zelfstandige. De platformeconomie moet dan ook niet beschouwd worden als een afzonderlijke silo in het economisch weefsel. Er bestaan sterke linken tussen platformeconomie en de brede onging trends op de arbeidsmarkt inzake non-standard work (en self-employment).

De voortschrijdende digitale omwenteling, en in het bijzonder de platformeconomie, creëert enerzijds opportuniteiten op het vlak van inkomen, innovatie, jobcreatie en ondernemerschap, ook voor kansengroepen met een moeilijkere toegang tot de traditionele arbeidsmarkt. Anderzijds (en tegelijkertijd) versterkt de digitale omschakeling de behoefte aan nieuwe flexibele arbeidsarrangementen, waarbij klassieke locatie, tijd en organisatorische omlijnningen worden

²⁷⁵ SER, *Hoe werkt de platformeconomie*, Advies 20/09, Oktober 2020. De SER verwijst naar Wallenstein, J. et al. (2019) *The new freelancers: Tapping talent in the gig economy*.

²⁷⁶ Manyika J., Lund, S., Robinson K., Valentino J., Dobbs R. (June 2015). *A labor market that works: connecting talent with opportunity in the digital age*, McKinsey Global Institute.

²⁷⁷ Non-standard employment verwijst naar alle vormen van arbeid anders dan voltijdse, onbepaalde duur tewerkstelling in een ondergeschikte en bilaterale arbeidsverhouding: "*Non-standard employment is defined as including the self-employed, employees with a temporary or fixed-term contract, and those working part time or fewer than 30 hours per week, as well as family workers (who tend to be ignored in the usual definitions but who are obviously in employment that deviates from the norm)*". Eurofound onderscheidt naast self-employed ook employee sharing, job sharing, casual work, interim management, ICT-based mobile work, portfolio work, voucher-based work, crowd employment en co-working. Zie ook European Social Policy Network (2017), European Commission, Access to social protection for people working on non-standard contracts and as self-employed in Europe, A study of national policies, p. 7 ("*Non-standard employment is defined as contracts which fall outside of a 'standard employment relationship', i.e. defined as full-time permanent contracts.*").

Een Issue Note van de Internationale Arbeidsorganisatie geeft aan dat "*The concept of Standard Employment Relationship (SER) refers to work performed in the framework of full-time, formal and open-ended (non-time bound) arrangements in a subordinatie employment relationship. The central feature of SER is its hierarchical organization. [...] While there is no official definition of Non-Standard Forms of Employment (NSFE), it includes any work done outside a standard employment relationship, The ILO has focused on four types of NSFE: (a) temporary employment; (b) temporary agency work and other work involving multiple parties; (c) ambiguous employment relationships; and (d) part-time employment*", ILO, The Future of Work Centenary Initiative, A challenging future for the employment relationship: Time for affirmation or alternatives, Issue Note Series N° 3, 3 november 2016

²⁷⁸ Berg, J. (2016) "Non-standard employment: challenges and solutions" in IUSLabor 3/2016, p. 1-9

²⁷⁹ Montebovi, S., Barrio, A., Schoukens, P. (2017) "De sociale zekerheid en de niet-standaard arbeidsrelaties: ontwikkelingen in Europa en Nederland", in TRA 2017/82, aflevering 10, oktober

verlaten en niet-standaard tewerkstellingsvormen met kleine jobs en micro-opdrachten hun opgang maken met het potentieel gevaar van een race to the bottom inzake verloning en de afname van werkgever-ondersteunde opleiding van werkenden. Nieuw hierbij is dat er een tripartiete relatie tot stand wordt gebracht tussen een platform, de dienstvrager en de dienstaanbieder waarbij het niet altijd duidelijk is in welke hoedanigheid elk van de deze drie partijen optreedt. De traditionele arbeidswetgeving wordt zo op diverse vlakken uitgedaagd, aangezien vele nieuwe arbeidsvormen²⁸⁰, in het bijzonder die op het vlak van 'self-employment', buiten de gevestigde arbeidsmarktstructuren liggen. Vele platformwerkers (ook wel flexwerkers genoemd) zijn aan de slag als zelfstandige maar bevinden zich in een situatie die vergelijkbaar is met die van een werknemer in termen van economische afhankelijkheid en autonomie. Vandaar dat gesteld wordt dat de grenzen tussen zelfstandige en betaalde tewerkstelling aan het vervagen is en platformwerkers zich in een continuüm bevinden van onafhankelijke tot afhankelijke tewerkstelling, los van de traditionele tweeledige categorieën van het verleden.

Hoewel de coronacrisis grote invloed heeft op de economie en arbeidsmarkt, is de indruk dat de crisis het grote verhaal van de platformeconomie en platformwerk niet verandert, wel bevestigt het de kwetsbare positie van flexwerkers.²⁸¹

De toegang tot sociale bescherming

De crisisgedreven en structurele (digitalisering, globalisering en vergrijzing) arbeidsmarktontwikkelingen, maken dat loopbanen minder en minder lineair verlopen omdat mensen switchen tussen verschillende statuten van tewerkstelling en/of verloonde tewerkstelling combineren met zelfstandige arbeid. In deze context van een grotere diversiteit aan en hybridisatie van arbeidsmarktstatuten, worden de Europese sociale beschermingsystemen geconfronteerd met toenemende uitdagingen, zowel wettelijk als in de feiten, op het vlak van sociale risico's.

De toegang tot sociale bescherming en gerelateerde arbeidsrechten voor personen in om het even welke vorm van tewerkstelling is in het kader van de nieuwe ontwikkelingen dan ook een belangrijk aandachtspunt²⁸². Door de opkomst van de digitale economie zijn er groepen van werkenden die het risico lopen op onvoldoende sociale en arbeidsrechtelijke bescherming. Geschat wordt dat nu reeds tot ongeveer de helft van de mensen in om het even welke vorm van 'non-standard work' en 'self-employment'²⁸³ het risico lopen van onvoldoende toegang tot sociale bescherming. Tevens kan gewezen worden op een armoederisico²⁸⁴. Door de intensivering van de digitale omschakeling mag verwacht worden dat dit risico alleen maar zal toenemen.

²⁸⁰ Nieuwe vormen van werkgelegenheid worden gekenmerkt door onconventionele arbeidspatronen en -plaatsen of door onregelmatige beschikbaarheid van arbeid. Zij kunnen gebaseerd zijn op non-standaard contractuele arrangementen of op een 'self-employment' status. Eurofound heeft negen vormen van nieuwe werkgelegenheid geïdentificeerd sinds 2000: employee sharing, job sharing, interim management, casual work, ICT-based mobile work, voucher-based work, portfolio work; crowd employment en collaborative employment.

²⁸¹ SER, *Hoe werkt de platformeconomie?*, Advies 20/09, oktober 2020.

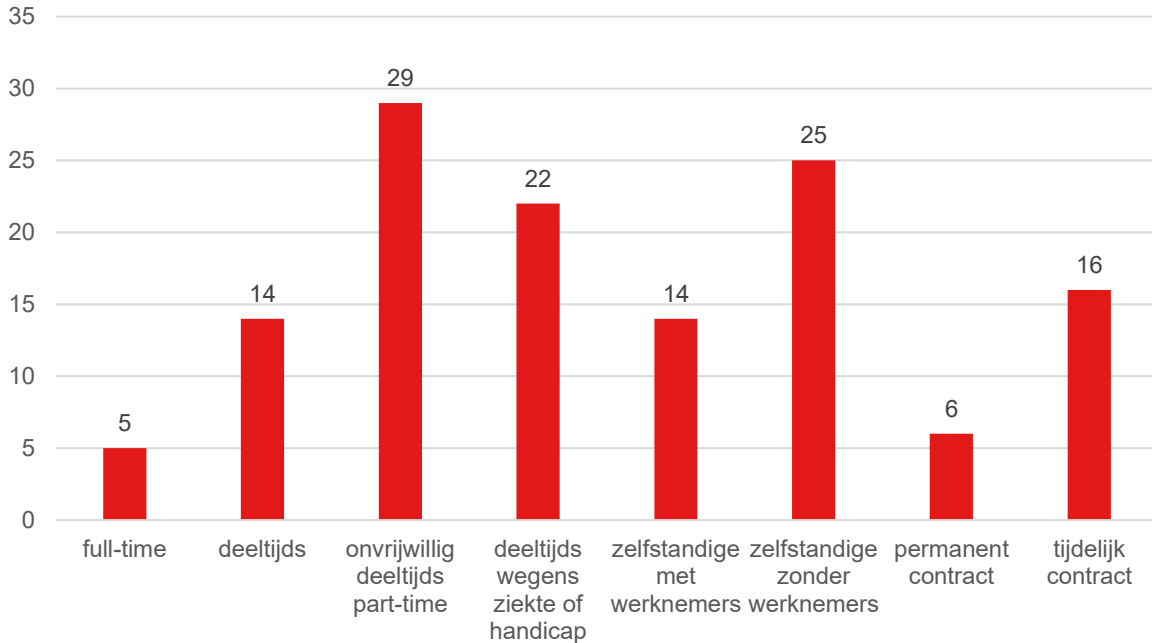
²⁸² Zie onder meer CEPS (2017) *Intereconomics*, Vol. 52, No. 6, Forum: Regulating the platform economy: how to protect workers while promoting innovation

²⁸³ Eurofound (2017) *Exploring self-employment in the European Union*, Publication Office of the European Union, Luxembourg

²⁸⁴ Rapport van de European Social Policy Network (2017) European Commission, *Access to social protection for people working on non-standard contracts and as self-employed in Europe, A study of national policies*, toont aan dat non-standaard werkers en zelfstandigen in de 35 onderzochte landen een relatief hoger armoederisico lopen dan de standaard werknemer.

In onderstaande figuur wordt het risico op armoede weergegeven afhankelijk van het tewerkstellingsstatuut²⁸⁵.

Figuur 116: aandeel werkenden met armoederisico naargelang tewerkstellingsstatuut (EU, 2014, in %)



Bron: Eurofound

Arbeidsorganisatie: de werkvloer van de toekomst

De introductie van AI in een teamgerichte organisatie

Digitale transformatie heeft een impact op de organisatiestructuur en deze structuur moet aangepast worden aan de strategische doelen die met de transformatie beoogd worden. Daarbij is sprake van een tendens naar meer zelfsturing. Dit stemt overeen met een organisatie die de klant meer centraal stelt en de vraag naar meer flexibiliteit en maatwerk wil opvangen. De digitale transformatie en evolutie naar een vlakke organisatiestructuur versterken elkaar. Dit komt voort vanuit het streven naar kortere communicatie- en beslissingslijnen, het faciliteert meer inspraak en legt verantwoordelijkheden dieper in de organisatie. Het is hierbij wel belangrijk te blijven waken over het behoud van overkoepelende visie, strategie en waarden.²⁸⁶

Een surveystudie van Deloitte²⁸⁷ wijst op de organisatorische vernieuwing die de introductie van AI in teams op de werkvloer meebrengt. Deze vaststelling is belangrijk omdat teams de units vormen waarin vandaag de dag het meeste werk wordt verricht. 65% van de bedrijven beschouwt de overgang van een functionele hiërarchische organisatie naar een teamgecentreerde en netwerkgebaseerde arbeidsorganisatie als belangrijk tot zeer belangrijk. Van de bedrijven die deze overgang reeds hadden gemaakt, geeft 53% aan dat de transitie geleid heeft tot een

²⁸⁵ Eurofound (2018) *Living and working in Europe 2017*, Publications Office of the European Union, Luxembourg

²⁸⁶ De Coen, A., Van Hoed, M., Somers, D. (2019). *Digitale transformatie op bedrijfsniveau*, Idea Consult & VIONA

²⁸⁷ Deloitte, *The social enterprise at work: Paradox as a path forward*, 2020 Deloitte Global Human Capital Trends, Deloitte Insights, 2020.

significante verbetering van de performantie. Toonaangevende organisaties slaan meer en meer deze nieuwe weg in en zoeken actief naar strategieën om AI in teams te integreren teneinde transformatieve bedrijfsresultaten te realiseren. Deze zogenaamde “superteams” – combinaties van mensen en machines die hun complementariteit benutten om problemen op te lossen, inzichten te verwerven en waarde te creëren - bieden organisaties het potentieel zichzelf opnieuw uit te vinden om nieuwe waarde en betekenis te creëren, terwijl ze werknemers de mogelijkheid bieden om hun loopbaan een nieuwe wending te geven waardoor hun waarde voor de organisatie en hun inzetbaarheid wordt vergroot. Voor organisaties die AI tot nog toe voornamelijk zien als een automatiseringstool om (arbeids)kosten te verlagen, is het verbinden van hun AI-initiatieven met hun inspanningen om effectievere teams samen te stellen een eerste stap om mens en machine in staat te stellen op een nieuwe, productievere wijze samen te werken. Dit vergt een fundamentele keuze: ofwel wordt AI enkel ingezet om taken te automatiseren die vroeger door mensen werden uitgevoerd, ofwel wordt AI tevens gebruikt om die werknemers te ondersteunen. Uit de survey blijkt dat de respondenten aanleunen bij de laatste optie: slechts 12% van de respondenten geeft aan dat hun organisatie AI hoofdzakelijk aanwendt om werknemers te vervangen, terwijl 60% beweert dat AI een ondersteunende rol heeft ten dienste van de werknemers. De keerzijde is dat die ondersteunende rol van AI eerder gericht is op consistentieverbeteringen tussen afdelingen (58%; in België iets meer dan 50%) en op productiviteitsstijgingen (26%) dan op het verhogen van de waarde van de onderneming door inzichten van de werknemers te ontwikkelen (16%; in België evenwel 27%) en te verbeteren. Er wordt tevens vastgesteld dat bedrijven niet genoeg investeren in opleiding: slechts 17% (in België 19%) van de respondenten zegt dat hun organisatie significante investeringen doet in opleiding en omscholing (reskilling) om hun AI-strategie te implementeren, wat de vraag doet rijzen hoe deze organisaties verwachten hun personeel voor te bereiden op de veranderingen in hun jobs ten gevolge van AI.

Cloudcomputing geeft van overal toegang tot interne data en het gebruik van automatische dataprocessing laat snellere beslissingen toe. Werknemers worden door de nieuwe technologieën beter met elkaar geconnecteerd, wat mogelijkheden biedt voor een efficiëntere communicatie en uitwisseling van informatie. Deze verbeterde informatiestromen kunnen tot meer autonomie leiden voor de werknemer die sneller kan tussenkomen in het productieproces. Tevens wordt het mogelijk om virtuele werkgroepen of teams – binnen of tussen ondernemingen - op te richten naargelang de vereiste expertise, knowhow en vaardigheden.

Werkbaar werk: autonomie en werk-privébalans

Digitalisering en een expanderende internationalisering van arbeid houdt in dat we meer dan ooit intergeconnecteerd zijn. Communicatie en versterkte coördinatieprocessen binnen wereldwijd actieve groepen maar ook tussen verschillende ondernemingen zijn vandaag meer en meer gemeengoed. Technologie biedt een grote opportuniteit voor ondernemers en de samenleving om permanent te innoveren en nieuwe activiteiten en business op te starten. De aard en de snelheid van de technologische innovatie creëert echter een potentieel belangrijke shift in de wereld van werk.

Digitalisering kan door het vergroten van de bereikbaarheid en de mogelijkheden van niet-werkplekgebonden werk een belangrijke bijdrage leveren aan het verbeteren van de werk-privé balans. Tegelijkertijd worden hierdoor voor werkenden de mogelijkheden vergroot om zelf te bepalen waar en wanneer zij hun werk verrichten en zich voor de werkzaamheden en de loopbaan te bekwamen. Afhankelijk van de omstandigheden, persoonlijke voorkeuren en

arbeidsmarktmogelijkheden kan dan tijdens de loopbaan worden gevarieerd in het aantal gewerkte uren.

Gelijktijdig verstrengelt ook de mix van werk en privéleven en verandert de notie van ‘arbeidstijd’. Een diffuse scheiding van werk en privé kan leiden tot toename van stress en de kans op een burn out vergroten.

Werknemersbetrokkenheid

Digitale transformaties binnen ondernemingen hebben op meerdere manieren implicaties voor het menselijk kapitaal. Het menselijke perspectief is cruciaal in het welslagen van een transformatieproces, waardoor de betrokkenheid en ondersteuning van werknemers belangrijke aandachtspunten zijn²⁸⁸. Belangrijk bij de introductie van AI in een onderneming en op de werkvloer is dat de juiste stakeholders, in het bijzonder de werknemers, op het juiste moment worden betrokken. Het risico bestaat dat, indien een AI-project (bijvoorbeeld Intelligent Automation of Smart Business Automation) top-down wordt opgelegd zonder voorafgaande informatieverstrekking of consultatie, AI zal gezien worden als een bedreiging met foute processen en veronderstellingen tot gevolg. Indien een AI-project van bij de start bottom-up ondersteund wordt, krijgen de werknemers een goed inzicht in de mogelijkheden en beperkingen. Tevens wordt klaarheid geschapen in de voordelen waaronder de nieuwe werkinhoud (en gekoppelde opleidingen). Werknemers kennen het best de karakteristieken en de onderdelen van de bedrijfs- en productieprocessen. ‘Involving people’ wordt een strategische opdracht voor de onderneming.

Een onderzoek van HIVA (KU Leuven) en FTU (Université Catholique de Louvain)²⁸⁹ naar de impact van industrie 4.0 op de arbeid van werknemers, brengt aan het licht dat waar werknemers en werknemersafgevaardigden betrokken zijn bij de introductie van industrie 4.0, dit positieve effecten heeft op het welzijn van de werknemers in de vorm van betere werkbeleving, meer autonomie en minder onzekerheid. Nochtans blijkt dat meer dan de helft van de werknemers zich te weinig betrokken voelt bij de invoering van technologische innovaties. In de meeste gevallen gebeurde dit pas als de technologie daadwerkelijk in gebruik werd genomen.

De impact van COVID-19

Tenslotte mag ook de impact van COVID-19 op de arbeidsorganisatie niet onderschat worden. Uit een Trends-onderzoek²⁹⁰ blijkt dat een groot aantal bedrijven vindt dat de manier van werken fundamenteel moet herdacht worden. Een meerderheid (66%) daarvan legt de nadruk op de versnelde digitalisering van de bedrijfsprocessen en 44% denkt eraan meer telewerk te organiseren. Ook een flexibelere indeling van de werktijden een arbeidsorganisatorische piste die op heel wat aanhangers kan rekenen (54,4%). Volgens het WEF ‘Future of the jobs 2020’-rapport is 84% van de ondernemingen voorbereid om werkprocessen snel te digitaliseren, onder meer met het oog op de sterke toename van afstandswerken. Hierdoor zou 44% van het personeel in staat zijn om op afstand te werken.

Daartegenover staat dat het huis de werkplek is geworden en medewerkers altijd verbonden zijn, waardoor het zeer moeilijk wordt om werk en huis te compartimenteren. Ook de stress door

²⁸⁸ De Coen, A., Van Hoed, M., Somers, D. Idea Consult & VIONA (2019). *Digitale transformatie op bedrijfsniveau*.

²⁸⁹ KULeuven. Persbericht: *Arbeiders voelen zich te weinig betrokken bij de invoering van nieuwe technologieën*, 18 november 2019.

²⁹⁰ Trends, *Ondernemingen van morgen*, 25 juni 2020.

mogelijke gezondheidsproblemen, financiële zorgen en jobbehoud is sterk toegenomen en verhoogt in vele huishoudens de druk op de geestelijke gezondheid: 85% van de werkenden (meer dan 12.000 werknemers, managers, HR-verantwoordelijken en C-officers uit 11 landen) geeft aan dat de zorgen om de geestelijke gezondheid een negatieve impact hebben op het gezinsleven. Een opvallende verschuiving in het denkpatroon is dat 82% gelooft dat robots hun mentale gezondheid beter kunnen ondersteunen dan mensen en dat 68% zou verkiezen om met een robot te praten over stress en angst op het werk, eerder dan met de manager.²⁹¹ De vaststellingen omtrent stress en de mentale gezondheid worden bevestigd door een studie van het Britse Office of National Statistics dat spreekt van een "perfecte storm" van stress op het gebied van de geestelijke gezondheid, veroorzaakt door de lockdowns, economische angst, gedwongen social distancing, het aankomende winterweer en isolatie: 69% van de volwassenen in het VK geeft aan dat het coronavirus een negatief effect heeft op hun leven.²⁹²

Figuur 117: Hoe de manier van werken fundamenteel herdenken

MANIER VAN WERKEN

U vindt dat onze manier van werken fundamenteel herdacht moet worden. Hoe wil uw bedrijf dat doen?

Versnelde digitalisering van de onderneming en de bedrijfsprocessen

66%

Flexibel(er) indelen van de werktijd

54%

(Meer) telewerk organiseren

44%

Kantoren en werkvloer anders inrichten om afstand te garanderen

23%

Meer een beroep doen op freelancers

14%

Andere

4%

Kwaliteit van arbeid

De invloed van toekomstige digitale technologieën op de kwaliteit van arbeid is niet eenduidig. Afhankelijk van de specifieke omstandigheden (sectoren en beroepen) zijn uiteenlopende gevolgen mogelijk. Zo blijkt het, voor de kwaliteit van arbeid, belangrijk in hoeverre werkenden invloed hebben op hun eigen taken²⁹³. Met meer 'eigenaarschap' (d.i. betrokken werkenden die controle hebben over hun taken) zijn werkenden sneller bereid nieuwe vaardigheden aan te leren, hebben ze minder kans op werkstress en burn-out, en daalt het ziekteverzuim. Het algemeen welzijn van werkenden die greep en invloed hebben op hun werk is, kortom, hoger dan van degenen waar dat niet voor geldt, en dat pakt ook positief uit voor de productiviteit.

²⁹¹ Oracle, *As Uncertainty Remains, Anxiety and Stress Reach a Tipping Point at Work. Artificial intelligence fills the gaps in workplace mental health support*, 2020.

²⁹² <http://hrnews.co.uk/mental-health-perfect-storm-will-affect-millions-this-winter/>

²⁹³ Gallie, D. (2013). *Direct participation and the quality of work*, University of Oxford, UK.

Op de vraag of digitalisering en robotisering bijdragen aan 'eigenaarschap' dan wel die verkleinen, zijn de meningen verdeeld. De ene wetenschappelijke school stelt dat technologie taken versimpelt, waardoor mensen niet meer creatief kunnen zijn en geen eigen werkzaamheden meer kunnen initiëren. De andere school benadrukt dat technologie steeds verfijnder wordt en dat mensen door een toenemend opleidingsniveau juist meer in staat zijn hun eigen pad te kiezen. Anders gezegd, door de komst van machines kunnen mensen beter hun eigen taken doen. Enerzijds mag verwacht worden dat de mogelijkheden nog verder toenemen om fysiek zwaar, gevaarlijk, repetitief werk verder te beperken. Anderzijds kan digitalisering ertoe leiden dat de rol van de mens en het beroep op zijn professionele kwaliteiten afneemt. Dat biedt overigens ook weer kansen op werk voor mensen die dit nu niet hebben, zoals voor een deel van de mensen met een arbeidsbeperking. In elk geval is de impact van digitalisering en robotisering op de kwaliteit van werk vooralsnog onduidelijk.

12.5 HR in een nieuw kleedje: HR-analytics

12.5.1 Inleiding

AI is ook voor HR een belangrijk onderwerp omdat AI een enorme impact heeft op werknemers en hun werk. HR draait immers om het managen van personeel en hun job in organisaties. HRM moet medewerkers in een organisatie klaarstomen voor de grote veranderingen die op hen afkomen en hen wapenen om met die transformaties om te gaan. Het is dan ook de taak van HR om zowel medewerkers te ondersteunen bij de ontwikkeling van hun kennis en vaardigheden door middel van gerichte trainingsprogramma's als om potentiële nieuwe medewerkers proactief te benaderen als onderdeel van het recruitmentproces. Daarnaast moet HR oog hebben voor de organisatie van de werkplek met aandacht voor wendbaarheid en flexibiliteit, zodat nieuwe technologieën als AI een plaats kunnen krijgen.

12.5.2 Opportuniteiten en mogelijkheden van AI-gedreven HR

Met de introductie van AI beoogt HR onder meer volgende vraagstukken beter begrijpen en aanpakken: het opsporen en begeleiden van nieuw talent, het aanpassen van de opleidingsmethoden, het faciliteren van samenwerking en de overdracht van vaardigheden tussen generaties, het optimaliseren van rekruteringsprocessen en het bevorderen van interne mobiliteit. De huidige AI-toepassingen in de HR-cyclus zijn gebaseerd op Narrow Intelligence en worden ingezet voor specifieke taken. De huidige AI-toepassingen in de HR-cyclus zijn gebaseerd op Narrow Intelligence en worden ingezet voor specifieke taken.

De uitvoering en ondersteuning van HR-taken en -processen

- De uitvoering van repetitieve taken. AI laat toe dat HR-management (HRM) en -taken op een efficiëntere wijze kunnen worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld dienen geen tientallen CV's meer worden doorgenomen bij openstaande vacatures. De robot 'Vera' is een voorbeeld van een AI robot-recruiter. In drie uur doorloopt het de hele keten van het wervingsproces, vindt de beste kandidaten voor een baan en nodigt hen uit voor het laatste interview met de werkgever. Robot 'Vera' is volledig geautomatiseerd en bespaart tot 50% van de kosten voor het aannemen van werknemers, Vera maakt ook het voorspellen van dergelijke kosten mogelijk. De Vera-methode is vooral geschikt voor de zoektocht naar kandidaten op basis van "harde" competenties zoals technische en opleidingsvereisten en minder voor het

invullen van functies waarbij vooral soft skills belangrijk zijn (zoals C- en managersfuncties). Chatbots en personal virtual assistants kunnen medewerkers snel en efficiënt inlichten over HR-aangelegenheden zodat (eenvoudige) vragen van leidinggevendenden of werknemers niet langer door HR-professionals beantwoord hoeven te worden. Tevens kan AI-software in het kader van een personeelsinformatiesysteem bepaalde administratieve taken zoals salarissen, vakanties, promoties, ... automatiseren (Robotic Process Automation of RPA). AI kan dus specifieke en repetitieve taken perfect overnemen zodat voor de HR-medewerkers meer tijd vrij komt voor complexe strategische vraagstukken en werkzaamheden. Denk hierbij aan opdrachten die creativiteit, innovativiteit, vindingrijkheid en out of the box denken behoeven maar ook luisterbereidheid en dialoog, inlevingsvermogen, empathie, intuïtie en contextinterpretatie. Chatbots en andere AI-tools kunnen niet omgaan met zeer delicate problemen of onvoorspelbaarheid, twee eigenschappen waarin de mens zich blijft onderscheiden.

- Prescreening. AI-prescreening van kandidaten, nog voordat geselecteerde kandidaten worden uitgenodigd voor interviews, is een steeds vaker voorkomende praktijk bij grote bedrijven die jaarlijks duizenden werknemers aannemen en soms miljoenen sollicitanten aantrekken. Pymetrics bijvoorbeeld biedt tools die gebruik maken van een reeks "games" gebaseerd op principes van neurowetenschappen om kandidaten te beoordelen voordat ze worden gevraagd voor een interview. Het werkt door cognitieve en emotionele kenmerken van de kandidaat te beoordelen, terwijl specifiek demografische vooroordelen op basis van hun geslacht, sociaaleconomische status of ras worden vermeden. Dit wordt gedaan door de prestaties van kandidaten te vergelijken met die van bestaande werknemers die succesvol zijn in de functies waarvoor wordt geworven. Bovendien, als het systeem vaststelt dat de kandidaat niet bij uitstek geschikt is voor de vacature, maar wel voor een andere functie, zal het aanraden voor die meer passende functie te solliciteren.
- Werving en selectie. Met AI kunnen recruteerders versneld (d.i. geautomatiseerd) kandidaten selecteren en beslissingen nemen op basis van meerdere criteria (beroepservaring, diploma, persoonlijkheid, enz.). Een voorbeeld hiervan is Seedlink, een programma waarbij motivatiebrieven en CV's kunnen worden ingevoerd, een persoonlijkheidsprofiel wordt gegenereerd en waarbij het systeem vervolgens bepaalt of er een goede match is met een bepaald bedrijf of organisatie. Uitzendbureau Tempo Team in Nederland, dochterbedrijf van Randstad, won in 2019 een award met een zelfgeschreven algoritme dat online vacatures van MKB-klienten koppelt aan beschikbare kandidaten. Zo worden namen van kandidaten naast het aanbod van openstaande vacatures van potentiële klienten gelegd. Vervolgens wordt aan de klient gevraagd om aan te geven naar welke kandidaat de voorkeur uitgaat, waarna het uitzendbureau contact opneemt met de uitverkoren kandidaat. Een andere vorm van AI die opgang maakt, is video intelligence. Deze technologie bestaat uit het analyseren van video's van kandidaten. Software bestudeert deze en trekt daar conclusies uit. Op deze manier wordt er heel wat tijd bespaard tijdens de screening in het werving- en selectieproces. Ook voor sourcing kan AI competenties analyseren om meer kandidaten te vinden voor moeilijk in te vullen profielen.
- Employee experience en onboarding. De gemiddelde werknemer brengt een groot deel van zijn tijd werkend door. Daarbij is het van belang dat dit werk voor hem/haar betekenisvol is, dat hij/zij zich kan ontwikkelen en hij/zij voldoende autonomie heeft. Kortom werk dat gelukkig maakt. Employee experience is de optelsom van de verschillende percepties die werknemers hebben van de organisatie waarin zij werken. Het gaat daarbij niet alleen om gratis frisdrank in de kantine, een voetbalspel of een soepele dresscode maar ook om een

goede beoordeling of de steun van een manager bij een persoonlijke crisissituatie zoals een ziek kind. Het gaat minder om objectieve feiten dan wel om de manier waarop de werknemer deze ervaringen beleeft en in hoeverre deze voldoen aan zijn/haar verwachtingen. De cruciale vraag luidt dan: “Hoe creëert een organisatie de juiste omgeving voor werknemers zodat die organisatie zijn mensen kan helpen goede resultaten te behalen?” De coronacrisis heeft er overigens toe geleid dat bedrijven, omwille van de drastische impact op de manier van werken, meer aandacht zijn gaan besteden aan de employee experience en aan het fysieke en mentale welzijn.²⁹⁴

Met het oog op het bevorderen van prestaties is het belangrijk dat nieuwe werknemers op de juiste manier worden opgenomen in de organisatie. Dit is een tijdrovende aangelegenheid omdat ze begeleiding nodig hebben en veel informatie behoeven. Virtuele assistenten en chatbots zijn goede hulpmiddelen om nieuwe werknemers te laten ‘onboarden’ bij hun nieuwe werkgever. Doordat zij hun vragen aan chatbots stellen, is er minder schroom en meer ruimte voor allerlei vraagstellingen. Unilever gebruikt een chatbot genaamd ‘Unabot’, die natuurlijke taalverwerking (Natural Language Processing) gebruikt om de vragen van werknemers in duidelijke, menselijke taal te beantwoorden. Er is advies over een brede waaier van onderwerpen, gaande van waar ze 's ochtends een pendelbus naar het kantoor kunnen nemen tot het omgaan met HR- en salariskwesties.

- Bevorderen van teamwerk. Interpersoonlijke relaties spelen in een organisatie een belangrijke rol omdat ze een enorme invloed hebben op de voldoening die het werk een werknemer bezorgt. AI kan belangrijke inzichten leveren over hoe werknemers met elkaar omgaan en hoe hun potentieel als team kan gemaximaliseerd worden. Zo kan AI cruciale informatie opleveren en intelligente aanbevelingen doen over welke combinatie van teamleden het beste samenwerkt, of welke medewerkers geschikt zijn om de leiding te nemen in een bepaald project.²⁹⁵ Saberr Base bijvoorbeeld is een AI-onderneming die voorspelt in welke mate teams al dan niet goed functioneren. Saberr is niet een rekruteringsstool per se, maar een data analysesysteem dat kandidaten helpt te screenen met enquêtes, profielen en testresultaten. Deze resultaten worden vervolgens in een algemeen kandidatenrapport verwerkt dat de risico's en kansen voor een aanwerving laat zien. Finaal laat het kandidatenrapport ook zien hoe natuurlijk de kandidaat de eigenschappen en het gedrag vertoont die vereist zijn voor de functie, naast hoe goed hij past in het bestaande team en de cultuur van het bedrijf. Door AI voor deze doelstelling in te zetten kan HR de geschikte mensen samenbrengen om teams te vormen die overal efficiënt zijn en voldoening brengen. Sommigen spreken dan ook niet meer van Human Resources maar van Human Relationships.
- Opvolgen van het mentale welzijn. Een andere belangrijke ontwikkeling is het vroegtijdig opsporen van problemen bij medewerkers, bijvoorbeeld op het vlak van motivatie of burn-out. Hoewel AI nooit een menselijke connectie of behandeling van een gekwalificeerde medische professional kan vervangen, kan het een nuttig hulpmiddel zijn om problemen met betrekking tot geestelijke gezondheid op de werkplek aan te pakken. AI kan een persoonlijk plan maken om een werknemer met een slechte geestelijke gezondheid te ondersteunen. Het kan zelfs enkele nuttige technieken aanbevelen om het mentale welzijn op de werkplek te verbeteren. Met gevalideerde informatie van een gecertificeerde professional in de

²⁹⁴ Dixon Drive and Intuo, *The numbers behind the employee experience in times of crisis*, 2020.

²⁹⁵ Talentsoft, *Wat heeft de toekomst voor ons in petto?*, 2020 HR-trends, 2019.

geestelijke gezondheidszorg kan een AI-systeem getraind worden om waarschuwingssignalen te herkennen van een werknemer met een risico op een slechte geestelijke gezondheid.

- De nauwe band tussen marketing en HR. Een tendens die zich aftekent, is de toenemende samenwerking tussen HR en marketing die voortkomt uit het besef dat klantervaring en werknemerservaring hand in hand gaan. Zoals marketeers gegevens, inzichten en netto promotor-scores gebruiken om hun klanten te begrijpen, loyaliteit op te bouwen en de klantervaring te optimaliseren, kan HR vergelijkbare tools en methodologieën gebruiken om trends in of problemen met medewerkerstevredenheid bloot te leggen. Door marketingtools, inclusief AI-systemen, voor innovatieve, creatieve marketingcampagnes ook gericht in te zetten voor het aantrekken van talenten, worden belangrijke synergiewinsten geboekt en de merkbelangen gepromoot. Experts zijn het erover eens dat beide functies – marketing en HR – een gemeenschappelijk doel hebben namelijk het duidelijk en consistent communiceren van de visie, missie en waarden van de organisatie.²⁹⁶
- Training (on the job) en carrièreplanning. Via AI kan men leer- en trainingsprogramma's plannen, organiseren en coördineren en zodoende optimaliseren. Hierbij kan AI rekening houden met de persoonlijke voorkeuren van werknemers en hun persoonlijkheden. IBM Watson's Personality Insights service is een voorbeeld van een tool dat in staat is om inzichten te verkrijgen uit teksten. Het kan sociale media, bedrijfsinformatie en andere vormen van digitale communicatie analyseren om vervolgens karaktereigenschappen te identificeren. Op deze manier kan een persoonlijk trainingsaanbod uitgestippeld worden. Engineeringgigant Honeywell heeft tools ontwikkeld die augmented en virtual reality (AR / VR) samen met AI gebruiken om werkervaringen vast te leggen en er "lessen" uit te halen die kunnen worden doorgegeven aan nieuwe medewerkers. Werknemers dragen AR-headsets tijdens het uitvoeren van hun dagelijkse taken. Deze leggen met behulp van beeldherkenningstechnologie een record vast van alles wat de ingenieur doet, zodat stagiaires of nieuwe medewerkers de rol via VR kunnen ervaren. AI kan tevens de ontwikkeling van werknemers op de voet volgen en intelligente suggesties doen op het vlak van carrièremanagement.
- Analyseren en monitoren van prestaties. Er zijn AI-software-systemen die permanent prestaties van medewerkers analyseren en tips geven voor een efficiënte(re) tijdsbesteding. Het bedrijf Resolved bijvoorbeeld linkt heel wat psychologische variabelen, zoals redeneervermogen of de persoonlijkheid, aan de output van mensen op de werkvloer. Daarmee probeert het bedrijf een verband tussen beide te vinden: klopt het bijvoorbeeld dat iemand die heel extravert is, een betere verkoper is? Of nog, hoe groot is de kans dat een aangeworven persoon op basis van zijn psychologisch profiel een verwachte output zal overstijgen? Op die manier krijgt een HR-verantwoordelijke een goed inzicht in iemands latere potentieel. AI is ook in staat om persoonlijkheidskenmerken te distilleren uit werkgebonden e-mails. Bij dergelijke AI-systeem wordt ervan uitgegaan dat persoonlijkheid de belangrijkste voorspeller is van gedrag. Het is mogelijk uit die data te leren over de eventuele inzetbaarheid in een nieuwe functie. Wel loert het gevaar van schending van de privacy om de hoek.
- Vertrek van werknemers voorkomen. AI kan door analyse van het gedrag en prestaties van werknemers oordelen welke behoeftes werknemers hebben. Door hierop in te spelen maakt een organisatie meer kans om deze medewerkers binnen de organisatie te houden.

²⁹⁶ Williams, A., *Future HR leaders need to think like marketers*, Raconteur, October 22, 2019.

Er kan nog op gewezen worden dat AI ook opportuniteiten biedt voor de sollicitant. Onder invloed van sociale media als LinkedIn, Facebook e.a. wordt het cv almaar digitaler en visueler. Kandidaten kunnen hun competenties illustreren met geschreven teksten, maar ook met videoboodschappen, infografieken en foto's. Dat geeft een vollediger beeld van de kandidaat. Kandidaten kunnen er hun bekwaamheden mee in de verf zetten maar ook hun passies tonen, waardoor cv's persoonlijker en interactiever worden. Cv's worden ook nog meer digitaal meeneembaar in de vorm van een app of in de chip van de identiteitskaart. Een digitale assistent kan de kandidaten leiden naar de best passende vacatures en opleidingen. Wel moet er over gewaakt worden dat technologie de correctheid van cv's bewaakt. Anders bestaat het gevaar dat kandidaten bijvoorbeeld zo veel mogelijk tags toevoegen aan hun digitale cv, om de kans te vergroten dat een automatische zoekmachine hen eruit pikt.

HR-analytics in de HR-cyclus

HR-analytics²⁹⁷ kan in de HR-cyclus gebruikt worden ter ondersteuning van:

- **Analyses.** In de analysefase heeft HR een dashboard om niet alleen het heden te monitoren en terug te kijken naar het verleden, maar ook te onderbouwen waarom dit er zo uitziet. Hoe is de huidige leeftijdsopbouw van het medewerkersbestand? Hoeveel mensen hebben de organisatie verlaten in het afgelopen jaar? Wat is het opleidingsniveau van medewerkers op kritieke functies? Al die kengetallen moeten helder worden gebundeld en gepresenteerd door middel van een rapportagetool.
- **Predicties.** Op basis van de bestaande HR-data kan HR vervolgens voorzichtige aannames doen voor de toekomst. 'Op basis van het verleden valt het te verwachten dat...' Historische gegevens kunnen worden gebruikt als een early warningsystem, bijvoorbeeld ten aanzien van de te verwachten uitstroom, opleidingsbehoeften of ziekteverzuim. Er wordt gewerkt met gegevens uit het verleden en heden. Een goed dashboard en rapportageprogramma zijn nodig om de resultaten te visualiseren en helder te presenteren. Een belangrijke randvoorwaarde is de tijdsparameter. Mensen kunnen immers evolueren, zichzelf bijsturen en corrigeren. Dit betekent dat de houdbaarheidsdatum van voorspellingen en metingen beperkt is. Er moet over gewaakt worden dat mensen niet definitief in een hokje worden gestopt. Voorspellingen dienen dan ook regelmatig geupdated te worden op basis van nieuwe ingezamelde gegevens.
- **Prescriptives.** Als men inzicht heeft in data en patronen uit het verleden en kan gaan voorspellen wat de gevolgen zijn van mogelijke keuzes, kan men verschillende opties vergelijken en de beste adviseren. Voorspellen alleen is niet voldoende. Wat zal/kan gebeuren wordt pas relevant als dit ook kan beïnvloed worden. Als men weet waar de organisatie naartoe wilt, is het nuttig om te weten hoe men dat kan beïnvloeden of wat men daarvoor mist (bv. gewenste instroom).

Van proactieve rapportage kan de stap gemaakt worden naar strategische analyse. Men stelt eerst vast wat men wil weten. Welke keuzes moeten er worden gemaakt op HR-gebied? Welke data helpen om die keuzes te maken of beleidsadviezen te ondersteunen? Hierbij wordt nog steeds beroep gedaan op gegevens van vandaag en gisteren. Men laat software op de data los die gaat zoeken naar patronen waarmee adviezen of beslissingen voor de toekomst kunnen

²⁹⁷ Met HR-analytics kan een organisatie de impact van medewerkers op de prestaties van de organisaties identificeren en kwantificeren. Hiermee wordt de toegevoegde waarde van hr-processen en hr-management inzichtelijk. Hr-analytics kan dus helpen om betere besluiten te nemen over het menselijk kapitaal.

onderbouwd worden. Een dergelijke retrospectieve data-analyse kan zelfs inzichten geven waarvan men het belang tot dan toe niet kon inschatten. Een retrospectieve analyse is dus nuttig voor het voorspellen. Kortom, terugkijken biedt de basis voor de toekomst.

AI-systemen

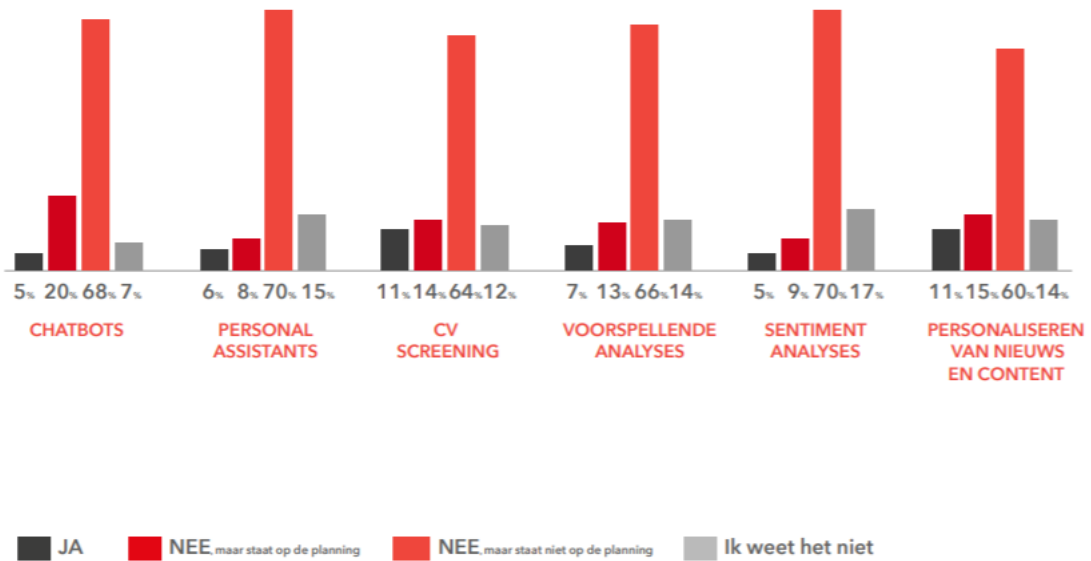
AI-toepassingen voor HR bestaan in vele vormen. Enkele toepassingen gebruiken technologieën zoals machine learning, conversatie-interfaces en chatbots, augmented/virtual reality en Virtual Personal Assistants. Robotic Proces Automation (RPA) via onder meer zelflerende software-robots, die bijvoorbeeld spraak- en tekstgebaseerde gesprekken herkennen en snel op vragen kunnen reageren, brengen een vermindering van de werkdruk met zich mee, besparen tijd en verbeteren de efficiëntie en effectiviteit van organisaties. Deep learning, brain-computer interfaces, slimme robots of andere experimentele technologieën bieden ook mogelijkheden maar het zal nog even duren voor deze technologieën 'slim' genoeg zijn om productief ingezet te kunnen worden op de werkplek.

12.5.3 Drempels voor de adoptie van AI-gedreven HR

De kosten die verband houden met de implementatie van AI en de vaardigheden die nodig zijn om de technologie te laten draaien, hebben tot gevolg dat wereldwijd nog maar weinig bedrijven AI binnen hun HR-afdeling gebruiken. Een rapport²⁹⁸ over HR digitalisering in Vlaanderen brengt aan het licht dat, ook al wordt het belang van de verdere digitalisering van HR volop erkend door HR professionals, digitale kennis en concrete realisaties achterop hinken. HR-afdelingen hebben een grote digitale stap vooruit te zetten als ze de dagdagelijkse uitdagingen van het werven, het ontwikkelen en het behouden van medewerkers het hoofd willen bieden. Uit het rapport blijkt dat slechts 1 op de 4 HR-respondenten specifiek met AI bezig is. Vooral automatische CV-screening (11%) en het personaliseren van nieuws en content (11%) zijn al wat ingeburgerd.

²⁹⁸ Delaware en Vacature.com, *HR digitalisering in Vlaanderen vandaag en morgen. Een huidige stand van zaken en vooruitblik op de toekomst*, 2018.

Figuur 118: Gebruik van AI-technologieën in HR



Bron: Delaware en Vacature.com

Grote bedrijven hebben in het algemeen meer plannen rond AI. Bij bedrijven met meer dan 500 werknemers heeft bijna 1 op 2 plannen voor AI. Bedrijven met minder dan 500 werknemers liggen veel minder wakker van de mogelijkheden van AI: gemiddeld 3 op 4 (74%) zegt geen plannen hier rond te hebben. HR-professionals verwachten dat AI ertoe zal leiden dat er minder administratieve jobs zullen zijn (71%). Iets meer dan de helft (53%) is ervan overtuigd dat AI een positieve impact zal hebben en meer tewerkstelling met zich zal meebrengen. Tevens is 88% van mening dat creatieve vaardigheden en competenties in de toekomst belangrijker zullen worden, hetgeen een meer strategische rol van HR impliceert. De kennis van HR-afdelingen over AI (69% van de respondenten) en de binnen HR gebruikte systemen (80% van de respondenten) zijn momenteel echter onvoldoende ontwikkeld en aangepast om tot een doorgedreven introductie van AI over te gaan. HR-beleidsverantwoordelijken (68%) geven zichzelf een onvoldoende inzake kennis over AI.

Figuur 119: AI-belemmeringen



Bron: Delaware en Vacature.com

Dezelfde drempels worden ook in internationaal onderzoek²⁹⁹ opgemerkt. Oracle deed samen met Future Workplace onderzoek onder ruim 1.300 Amerikaanse HR-leidinggevenden en werknemers naar het gebruik van kunstmatige intelligentie. Slechts 6% van de HR-professionals gebruiken een vorm van AI in hun afdeling. Nochtans zien HR-managers de positieve impact die AI zou kunnen hebben op opleiding en ontwikkeling (27%), performance management (26%), de salarisadministratie/payroll (18%), recruiting (13%) en employee benefits (13%). Ondanks die opportuniteiten benoemen de HR-managers een aantal belemmeringen waardoor AI nog niet goed in de organisatie geïmplementeerd wordt:

- 90% is bezorgd dat hij/zij zich niet zal kunnen aanpassen aan de snelle implementatie van AI als onderdeel van het werk. Bovendien vinden de HR-professionals dat zij op dit moment niet voldoende vrijheid en ruimte krijgen om de opkomende AI-competentiekloof in hun organisatie aan te pakken.
- 72% merkt op dat er in de organisatie geen enkele vorm van AI-training bestaat.
- Daarnaast noemen de respondenten nog een aantal andere obstakels voor een goede implementatie van AI in de organisatie: de kosten (74%), ontoereikende technologie (69%) en veiligheidsrisico's (56%).

Eerder bleek uit onderzoek van Deloitte³⁰⁰ dat 72% van de top uit het bedrijfsleven AI op de werkplek als een belangrijk onderwerp beschouwt, maar slecht 31% voelt er zich klaar voor om het daadwerkelijk aan te pakken.

Ander onderzoek³⁰¹ toont aan dat de vragen en drempels inzake HR analytics doorheen de tijd gewijzigd zijn.

²⁹⁹ Oracle and Future Workplace, *AI at Work: It's Time to Embrace AI. HR has the opportunity to be the agent of change in the next wave of IT consumerization*, 2018.

³⁰⁰ Deloitte, *The rise of the social enterprise*, 2018 Deloitte Global Human Capital Trends, Deloitte Insights, 2018.

³⁰¹ Zie website HRLinkIT, <https://campaign.hrlinkit.be/whitepapersrecruitmentanalytics/>

Tabel 18: vragen en drempels HR analytics, 20 jaar geleden en heden

HR analytics	20 jaar geleden	Nu
<p>Debat</p> <p>Gebaseerd op Gartner's analytic continuum</p>	<p>Descriptive analytics: what happened?</p> <p>Diagnostic analytics: why did it happen?</p> <p>→ Informatie</p>	<p>Predictive analytics: what will happen?</p> <p>Prescriptive analytics: how can we make it happen?</p> <p>→ Optimalisatie</p>
<p>Waarom blijft HR afzijdig?</p>	<p>De belangrijkste hindernissen waren:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cijferfobie: Hoe beginnen we eraan? 2. Gevoel van underdog: Heeft de top er wel gehoor naar? 3. Scepticisme: Kunnen we wel meten wat wij doen? 4. Zelfoverschatting: Hebben we geen andere, belangrijkere dingen te doen? 5. Koudwatervrees: Wat als blijkt dat wat we doen meer kost dan baat? 	<p>De belangrijkste hindernissen zijn:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Privacywetgeving 2. Bedrijfsethische vragen: Wat met de H in HR analytics? 3. Relatie tussen organisatie en vakbond: Steunt de vakbond ons? 4. Kwaliteit van de data: Hebben we voldoende relevante en valide data? 5. Wil om te investeren en budget: Zijn we bereid om financieel de sprong in het onbekende te wagen? <p>Analytische competenties, statistische kennis: hebben we de juiste mensen in huis?</p>

12.5.4 Uitdagingen

Dat AI heel wat mogelijkheden biedt voor de HR-afdeling, werd reeds uitvoerig toegelicht. Niettemin worden HR-verantwoordelijken voor heel wat uitdagingen geplaatst, niet in het minst op ethisch vlak, die het belang van de menselijke rol accentueren met het oog op de vrijwaring van de waarden, het doel en de maatschappelijke verantwoordelijkheid van een onderneming of organisatie.³⁰²

- Operationalisering. AI-technologieën vereisen uitgebreide financiële- en personeelsinvesteringen. HR-managers moeten een robuuste business case hebben waarom ze met technologie willen experimenteren en hoe ze het willen inzetten voor hun mensen en de organisatie.
- Kinderziektes overwinnen. Het gebruik van AI-tools vereist een gefaseerde aanpak met de mogelijkheid om te controleren of de algoritmen goed werken. Indien het

³⁰² Weinberg, J., *Can HR tech replace HR professionals?*, Raconteur, June 11, 2020.

- AI-systeem onvoldoende accuraat wordt uitgewerkt, uitgetest, iteratief aangepast en tenslotte uitgerold, zal dit tot slechte matches leiden in bijvoorbeeld een rekruteringsproces.
- Data genereren en up to date houden. Het meest energieverbruikende proces is het trainen van intelligente modellen die behoefte hebben aan duizenden datapunten. Niet alle gegevens zijn even geschikt, aangezien datasets ook dubbele gegevens en/of vertekende gegevens bevatten. Om relevante resultaten te genereren moeten data dus kwalitatief en in voldoende groot aantal beschikbaar zijn. Medewerkers genereren heel wat data: gegevens nodig voor loonverwerking (zoals leeftijd en burgerlijke stand), data over hun mobiliteit, aan- of afwezigheden op het werk, woonplaats en meer. In kwantitatieve data schuilen verborgen patronen die door Machine Learning algoritmes aan het licht kunnen gebracht worden. Administratieve data worden meestal opgeslagen in state-of-the-art HR-IT-systemen maar zijn vaak te beperkt om tot valabele conclusies te komen. Dit probleem kan worden opgelost door de centraal opgeslagen HR-data te verrijken met inzichten uit sociale media, emailverkeer, gevoelensanalyse, andere externe data, ... Dit moet wel ethisch verantwoord zijn en conform de GDPR-richtlijn. Data moeten dus niet alleen ruim beschikbaar zijn, ze moeten ook bruikbaar zijn zowel op technisch (kwaliteit) als op juridisch vlak.
 - Voldoen aan wettelijke voorschriften. Omdat het gebruik van AI in wervingsprocessen zich nog in een vroeg stadium bevindt, is de kans op juridische fouten (en rechtszaken, reputatieschade of boetes die hieruit voortvloeien) niet onbestaande. Voldoende juridische kennis inzake antidiscriminatie of gegevensbescherming (AVG) is cruciaal.
 - Ethiek: biases/vooroordelen. Algoritmes nestelen zich steeds dieper in belangrijkere facetten van het leven. Zo kunnen algoritmes de prijs van een vliegtuigticket bepalen, berekenen of een bank al dan niet een lening zal toekennen en bepalen welke jobs een sollicitant voorgeschoteld krijgt. Deze toepassingen verlopen niet vlekkeloos. Omdat AI-systemen, zoals de systemen met componenten van supervised learning, enorme hoeveelheden gegevens nodig hebben om goed te functioneren, is het belangrijk om te begrijpen welke invloed deze gegevens hebben op de wijze waarop het AI-systeem functioneert. Als de gegevens bijvoorbeeld vertekend zijn, zal het AI-systeem dat op basis van die gegevens is getraind, niet in staat zijn goede generalisaties te maken en daardoor mogelijk onrechtvaardige beslissingen nemen, waardoor bepaalde groepen worden bevoordeeld ten opzichte van andere. Denk bijvoorbeeld aan het nieuwsbericht uit 2018, toen Amazon bekendmaakte dat het zijn artificieel intelligent rekruteringsprogramma had stopgezet. Door historische aanwervingsdata van het pakjesbedrijf had het algoritme geleerd om vooral mannen aan te nemen. Vrouwen werden automatisch door de software uit het selectieproces geweerd. Een rapport van UNESCO³⁰³ toont aan dat de gendervooroordelen in AI-trainingsdatasets, algoritmen en apparaten het potentieel hebben om schadelijke genderstereotypen te verspreiden en te versterken. Gezien de toenemende tegenwoordigheid van AI dreigen vrouwen wereldwijd gestigmatiseerd en gemarginaliseerd te worden en achterstand op te lopen op alle domeinen van het economische, politieke en sociale leven. Bedrijven, overheden en rekruteringsinstellingen moeten ervoor zorgen dat de door hun gebruikte AI-tools op een ethische manier vorm krijgen en ingezet worden en dat HR-rekruteerders een duidelijk begrip hebben van wat ze zullen implementeren: hoe ver gaat het AI-systeem om de geschiktheid van een sollicitant te bepalen, wat is de draag- en reikwijdte van de profielschets, welke aspecten van het persoonlijke leven van een sollicitant zullen de beslissing beïnvloeden? Aan de hand van datamining en -matching kan AI

³⁰³ UNESCO, *Artificial intelligence and gender equality: key findings of UNESCO's Global Dialogue*, 2020.

discriminatie bij rekrutering verminderen. Datamining en -matching laten namelijk toe processen te identificeren, te controleren of te evalueren, en aan te passen als nodig. Op die manier kan een structurele bias (vooringenomenheid of ongelijkheid) worden opgespoord - wat op individueel niveau bijna niet mogelijk is. Om een bias op te sporen, is een belangrijke rol weggelegd voor computerwetenschappers, maar ook voor juristen, bedrijfsleiders, etc. Zij moeten samenwerken en systemen ethisch maken. Er is geen pasklaar antwoord op de vraag hoe men een systeem ethisch maakt en hoe men ethische principes operationaliseert. Een interdisciplinaire denkoefening en dialoog zijn nodig en zullen in de toekomst alleen maar belangrijker worden.

- Black-box AI. Sommige technieken van machine learning zijn zeer geslaagd als het gaat om nauwkeurigheid, maar zeer ondoorzichtig wat betreft de manier waarop ze beslissingen nemen. Dit leidt tot de vraag of we AI-systemen wel kunnen vertrouwen. Kunstmatige neurale netwerken kunnen dermate gecompliceerd zijn dat zelfs de ontwerpers moeite hebben om te herleiden hoe een systeem tot een bepaalde beslissing is gekomen. Voor rekruteringstools is het bijvoorbeeld van groot belang dat ze kunnen uitleggen waarom een kandidaat in aanmerking komt voor een bepaalde baan (of niet). Het is dus niet voldoende dat AI-systemen het toekomstig jobpotentieel van een kandidaat kunnen voorspellen, maar ook dat zij de basis van een dergelijke voorspelling helpen te begrijpen en inzicht te geven in de rationale voor de al dan niet selectie van een kandidaat.
- Privacy. Om de activiteiten en prestaties van werknemers te volgen, worden digitale hulpmiddelen gebruikt voor het analyseren van de inhoud van e-mails om de tevredenheid en betrokkenheid van medewerkers te bepalen, tracking-apparaten ingezet bijvoorbeeld om de frequentie van badkamerpauzes te bewaken, evenals audio-analyse toegepast om stressniveaus in stemmen te bepalen. Er bestaat zelfs technologie om werkgevers in staat te stellen de slaap- en bewegingsgewoonten van hun personeel te volgen. Uitgever van videogames Blizzard Activision heeft onlangs plannen onthuld om medewerkers te stimuleren hun gezondheid te laten volgen via Fitbit-apparaten en andere gespecialiseerde apps. Het idee is om via geaggregeerde, geanonimiseerde gegevens domeinen te identificeren waar de gezondheid van het personeel als geheel kan worden verbeterd. Werkplekanalyst Humanyze gebruikt e-mail- en instant messaging-gegevens van medewerkers, samen met naambadges met microfoon, om gegevens te verzamelen over interacties tussen werknemers, om aldus, volgens de onderneming, werknemers te beschermen tegen pesten of seksuele intimidatie op de werkplek. Al deze AI-toepassingen liggen uiterst gevoelig omdat ze raken aan de privacy.

Ook overheden moeten in hun beleidsvoering voldoende aandacht hebben voor privacykwesties. In de strijd tegen corona nemen overheden tal van maatregelen, zoals het gebruik van camera's en contact tracing apps. Vaak gaan deze gepaard met inperkingen op de privacy. Deze zijn tijdelijk, maar hoe garandeer je dat als overheid? Net omdat het heel verleidelijk kan zijn om de verzamelde data ook voor andere doeleinden te gaan gebruiken (function creep), vrezen sommigen voor een definitieve inperking van de privacy. Beeldherkenningssoftware bijvoorbeeld geraakt meer ingeburgerd in de instrumenten van de overheid. Terwijl de klemtoon nu ligt op 'crowd control', zijn meer verregaandere toepassingen technisch mogelijk. Het mechanisme van 'function creep' vloeit voort uit een kenmerk van data: eens data zijn verzameld (of de infrastructuur is opgezet om die te verzamelen), kan deze in principe kosteloos worden gekopieerd en voor meerdere doeleinden worden ingezet. Concreet: eens de camera's geïnstalleerd zijn of de app is ontwikkeld en de gegevens beschikbaar zijn, is het heel verleidelijk om nieuwe toepassingen

te vinden. Het heeft een beperkte kost en is relatief eenvoudig. Dergelijk hergebruik is aantrekkelijk, maar zeker bij persoonsgegevens problematisch. Daarom is wettelijk vastgelegd dat de persoonsgegevens alleen kunnen worden hergebruikt voor specifieke doeleinden, en moet dat voor elk nieuw doel opnieuw geëvalueerd worden. De GDPR/AVG heeft de regels voor het gebruik van persoonsgegevens duidelijk vastgelegd. De verantwoordelijkheid daarvoor ligt helemaal bij de dataverzamelaar zelf. Alleen ontbreekt een centraal overzicht van hoe zij data verwerken en is er geen aangifteplicht. Daarom is het als burger heel moeilijk om een zicht te krijgen op wat lokale besturen na de coronagolf bijvoorbeeld met de camerabeelden en camera's zelf zullen doen. Burgers zijn weinig bereid om hun data met overheden te delen om de verspreiding van het virus in te dammen, zo bleek uit onderzoek dat het Kenniscentrum Data & Maatschappij in het voorjaar 2020 uitvoerde. Dat wantrouwen heeft vermoedelijk te maken met een vrees bij de bevolking voor 'function creep'. Ongevraagde functies, termijnen of doeleinden toevoegen aan toepassingen doet het wantrouwen in de overheid stijgen.³⁰⁴

- Rechten van de werknemers. Een veel gehoorde stelling luidt dat HR-beslissingen minder zouden moeten gebaseerd zijn op buikgevoel en meer op harde data en objectieve voorspellingen. Op deze manier zouden er minder fouten worden gemaakt en zou er minder ruis ('bias') zitten op HR-beslissingen. De delegatie van verantwoordelijkheden en HR-opdrachten aan algoritmen houdt niettemin het gevaar in dat de menselijke factor in het arbeidsmanagement wordt afgestoten, met alle risico's van dien voor de rechten en vrijheden van de werknemers. Digitale platforms manifesteren in zekere mate dit risico al: hun algoritmen controleren en monitoren hun werknemers, evalueren hun prestaties en bepalen hun beloning zonder al te transparante criteria. Algoritmen zijn echter niet onfeilbaar: ze kunnen ook bevooroordeeld zijn, zijn niet empatisch, begrijpen geen concepten van menselijkheid of eerlijkheid, hebben geen waardenschaal en onderscheiden geen culturele of sociale verschillen, en ze corrigeren zichzelf niet door overwegingen van begrip of rechtvaardigheid, gelijkheid of diversiteit, ethiek of moraliteit. Het menselijk begrip blijft, omwille van de feeling voor nuance en context, nu en op lange termijn essentieel voor het nemen van beslissingen die eerlijk en billijk zijn. Aangezien bedrijven experimenteren met AI-systemen in HR is het noodzakelijk om hun gebruik en toepassing in arbeidsverhoudingen te reguleren en nauwlettend toezicht te houden op de naleving van de mensenrechten en wettelijke verplichtingen ten aanzien van de werknemers.
- De menselijke weerstand. Onderzoek van de Britse consultant Carmichael Fisher³⁰⁵ toont aan dat een volledig geautomatiseerd rekruteringsproces niet in de smaak valt van sollicitanten wegens te onpersoonlijk. De rekrutering overlaten aan een computer of robot zorgt voor een negatieve perceptie van het bedrijf en het werkgeversimago, aldus 73% van de respondent-sollicitanten. Slechts 5% ziet dit als een pluspunt. Zowel bij het screenen van cv's, het interview als bij salarisonderhandelingen gaat de voorkeur uit naar een mens in plaats van een machine. Zo geeft meer dan acht op tien respondenten aan dat een sollicitatie-interview een tweerichtingsproces is waarbij zowel de rekruteerder als de sollicitant vragen stelt. Een op vijf heeft ook een afkeer van video-interviews. Een volledig geautomatiseerd rekruteringsproces wordt dan ook als onpersoonlijk ervaren. Het gemis aan

³⁰⁴ Kenniscentrum Data & Maatschappij, *Hoe kan een overheid 'function creep' vermijden?*, Blogpost, 3 september 2020.

³⁰⁵ Wright, J., Dr. Atkinson, D., *The impact of artificial intelligence within the recruitment industry: defining a new way of recruiting*, Carmichael Fisher, 2019.

persoonlijk contact wordt gezien als een vorm van onderwaardering. Bovendien zijn kandidaten bezorgd dat ze op die manier niet kunnen tonen wat ze waard zijn.

- De menselijke vaardigheden. HR-professionals zijn nu vooral op zoek naar personen, gekenmerkt door onder meer gedrevenheid en vastberadenheid, durf, veerkracht, nieuwsgierigheid en strategisch en contextueel denken. Vaak worden deze eigenschappen gezien als een integraal onderdeel voor de ontwikkeling van doelgerichte organisaties. Het betreft een diep menselijk aspect van de HR-rol dat, zoals reeds aangegeven, niet (zo maar) kan vervangen worden door een AI-systeem.

12.5.5 HR en COVID-19

Tal van aspecten van de bedrijfsvoering zoals management, communicatie en professionele ontwikkeling worden met technologische ontwikkelingen geconfronteerd. De COVID-19-periode zette dit extra in de verf. In deze periode werden bij veel bedrijven nieuwe hulpmiddelen en technologieën geïntroduceerd. Veranderingen en aanpassingen die misschien al een tijdje op tafel lagen werden versneld geïmplementeerd om de uitdagingen van vandaag het hoofd te bieden.

Ook de Human Resources-afdeling kreeg met de gevolgen van COVID-19 te maken.³⁰⁶ Veel bedrijven werden met grote veranderingen in hun organisatiestructuur geconfronteerd. Sommige hebben het aanwerven van personeel moeten onderbreken of personeel moeten ontslaan. Werknemers die zijn gebleven, hebben te maken gehad met snelle veranderingen en nieuwe stressoren. Door de snelheid van de crisis kwam daar dikwijls heel wat improvisatie aan te pas. Dat maakt dat people management door de veranderende situatie zelf ook wendbaarder en responsiever moet worden. Onder invloed van COVID-19 hebben bedrijven zich toegelegd op de ondersteuning van hun HR-afdelingen door het versneld inzetten en aanpassen van technologie. Dit heeft geresulteerd in nieuwe ontwikkelingen op het gebied van HR, samenwerking en e-learning.

E-learning is een gebied dat door HR aandachtig gevolgd omwille van de flexibele moeilijkheden die het biedt. Het waar en wanneer dan ook kunnen leren, kan voor werknemers, werkzoekenden en tijdelijk werkzoekenden zeer aantrekkelijk en motiverend zijn.

Samenwerkingstools worden steeds belangrijker binnen organisaties: het delen van tools, het delen van informatie, het delen van best practices, het delen van kennis. Software kan de communicatie binnen teams en tussen verschillende afdelingen van organisaties vergemakkelijken. Met het gemak van realtime communicatie tussen verschillende regio's kunnen nieuwe banden worden gesmeed. Dit heeft niet alleen de potentie om de efficiëntie te vergroten, maar ook om innovatie binnen het bedrijf te stimuleren.

12.5.6 AI-toepassingen in HR bij de VDAB

Missie en visie van de VDAB

Met het Vlaams Regeerakkoord 2019-2024 werd de opdracht VDAB uitgebreid (zie verder) tot die van centrale datagedreven en resultaatgerichte werkzaamheids- en loopbaanregisseur van het volledige activeringsbeleid in Vlaanderen in versterkte samenwerking met lokale besturen en

³⁰⁶ Talentsoft, *Vandaag werken aan het personeel van morgen*, 2020.

bedrijven. In het licht van de nieuwe verantwoordelijkheden heeft VDAB een toekomststrategie uitgetekend. Deze kreeg vorm in een nieuw managementplan “VDAB In BEweging” (VIBE) en werd eind 2019 door de raad van bestuur goedgekeurd.

De missie van VDAB wordt als volgt omschreven³⁰⁷: *“VDAB draagt bij aan het creëren van een dynamische arbeidsmarkt in een welvarend Vlaanderen waar zowel het individu als de maatschappij beter van worden. Werk maakt gelukkig, het biedt structuur en eigenwaarde, beschermt tegen armoede en zorgt voor integratie en betrokkenheid in de samenleving. Tegelijk geldt dat hoe meer burgers een duurzame loopbaan kunnen uitbouwen, hoe vlotter we als samenleving de sociale zekerheid en pensioenen kunnen betalen. In Vlaanderen waar elk talent telt, streven we daarom naar een perspectief op talent voor elke werkgever en een loopbaanperspectief voor elke burger. Door het competentiegericht matchen in functie van concrete loopbaankansen en het voorzien van een passend aanbod waar burgers of werkgevers meer ondersteuning nodig hebben, zorgen we dat vraag en aanbod beter op elkaar afgestemd geraken. VDAB doet dit niet alleen maar schakelt als arbeidsmarktregisseur een volledig ecosysteem aan sterke, expertise gedreven partners in.”*

Daartoe zet VDAB de volgende drie centrale ambities voorop:

- *“Een loopbaanperspectief en loopbaaneigenaarschap voor elke burger. We reiken elke burger suggesties aan over volgende stappen en mogelijkheden in zijn loopbaan van pasklaar tot overbrugbaar. Deze suggesties zijn geflankeerd met advies over de leerweg, competentieversterking of begeleiding of het traject om tot de gewenste job te komen. De burger staat aan het roer van zijn eigen loopbaan en VDAB biedt ondersteuning bij die loopbaanontwikkeling.*
- *Elk talent aan de slag, door een cocreatieve matching op maat, digitaal en op de werkvloer. VDAB levert inspanningen om meer burgers op beroepsactieve leeftijd aan het werk te krijgen. VDAB wil bijdragen aan het verruimen van de arbeidsreserve door meer burgers te bereiken en de effectiviteit van het bemiddelingsproces verder te verhogen. We willen meer burgers - al dan niet werkend of actief op zoek naar een baan - sensibiliseren rond de intrede op de arbeidsmarkt en willen ook de toeleiding naar de arbeidsmarkt ondersteunen. Samen met deze burgers pakken we de afstand tot de arbeidsmarkt en drempels aan.*
- *Een perspectief op talent voor elke werkgever. We willen werkgevers proactief benaderen en leren welke behoeften zij precies hebben. Zo bieden we hen een breed perspectief op (opleidbaar) talent, vullen we meer vacatures in én zetten we werkgevers aan om alle burgers kansen te geven. Iedereen gaat mee in het werkbad, met het oog op een inclusieve arbeidsmarkt.”*

En verder stelt het jaarverslag 2019 in het kader van de visie van VDAB: *“Als arbeidsmarktregisseur kan VDAB rekenen op gedeelde doelstellingen en wederkerigheid in de samenwerking met institutionele en dienstverlenende partners om deze ambities te bereiken. We streven naar een versterkende complementariteit in het aanbod van VDAB en partners. Onze partners in verschillende samenwerkingsvormen fungeren als hefboomen om onze doelen succesvol te realiseren.*

Als dataregisseur kan VDAB een trusted advisor zijn voor burgers en ondernemingen. Hoe meer informatie, data en inzichten we verzamelen, hoe representatiever ons zicht op de arbeidsmarkt. Daartoe streven we naar zo compleet mogelijke informatie over alle mogelijke

³⁰⁷ VDAB jaarverslag 2019.

arbeidsmarktgegevens via de uitbouw van onze rol als dataregisseur. Door het verzamelen en bundelen van data kunnen we nieuwe inzichten ontsluiten die onze klanten helpen om beter onderbouwde en duurzame keuzes te maken.

Als excellente dienstverlener zal VDAB meer mensen bereiken. Daartoe zullen wij ons richten op de eerste stappen van het klantproces: het profiel van de klant inschatten, de loopbaanmogelijkheden in kaart brengen, de klant oriënteren in functie van de kansen op de arbeidsmarkt, vacatures gebruiken als toetssteen, mogelijk een match creëren (bijvoorbeeld via IBO of werkplekieren), de stappen in het traject bepalen die gezet moeten worden om de kloof te dichten tussen de huidige situatie en het vooropgestelde perspectief en trajectopvolging waar de meerwaarde van elke stap in het traject nagegaan wordt om eventueel bij te sturen waar nodig. VDAB laat de klant niet los, ook wanneer deze een traject volgt bij een partner.”

Een nieuw dienstverleningsmodel

Gelet op de impact van digitalisering op de arbeidsmarkt, kon de VDAB het zich als arbeidsbemiddelaar niet veroorloven om achter te blijven. Met het oog op een zo maximaal mogelijk digitale dienstverlening tegen 2020, heeft VDAB op 8 oktober 2018 een eerste grote stap gezet, waarna het digitale pakket aan dienstverlening bij de VDAB³⁰⁸ aanzienlijk ruimer is geworden.

De VDAB introduceerde een nieuw dienstverleningsmodel. VDAB gaat voor dienstverlening op maat door een slim samenspel tussen digitaal en persoonlijk.

- VDAB gaat in zijn contacten met klanten voortaan dus uit van een ‘digital first’-benadering (digitale dienstverlening waar het kan, persoonlijk waar het moet). Daarbij wordt de klant maximaal gestimuleerd om zelf aan de slag te gaan met gebruiksvriendelijke, online tools. VDAB ondersteunt werkzoekenden door hen 24/7 de mogelijkheid te bieden zelf te zoeken naar een job en digitaal op te volgen.
- Indien nodig, krijgt de klant een persoonlijke ondersteuning via telefoon, e-mail, chat ... (‘human digital’). Een consulent van de servicelijn doet een inschatting en zorgt voor actieve opvolging.
- Door deze benadering krijgen de bemiddelaars en instructeurs meer tijd om te investeren in een persoonlijke dienstverlening (face-to-face bemiddeling en opleiding) voor klanten die minder digitaal vaardig zijn of minder kans op werk hebben. Voor deze meer diepgaande dienstverlening kunnen werkzoekenden terecht in de provincies. Om de meerwaarde van deze face-to-face dienstverlening te verhogen, organiseert VDAB zich in 7 sectoren: industrie, hout en bouw, transport en logistiek, zorg en onderwijs, business support, retail en ICT, diensten aan personen en bedrijven. Voor werkzoekenden die wat verder van de arbeidsmarkt afstaan, is er daarnaast ook de cluster ‘intensieve dienstverlening’. De focus ligt op het wegwerken van drempels en de klant stap voor stap versterken.

VDAB verlaat hoe langer hoe meer een doelgroepenaanpak maar wil aandacht besteden aan alle werkzoekenden via een inclusieve aanpak. Die aanpak vertrekt vanuit de competenties en talenten van het individu en zijn afstand tot de arbeidsmarkt. Op basis daarvan wordt een traject op maat ontwikkeld: voor de ene betekent dit dat hij zelf aan de slag kan met de online tools, voor de andere zet de VDAB in op een mix van opleiding, stages en opdrachten om te solliciteren.

³⁰⁸ Op basis van VDAB-persbericht, *VDAB trekt digitale kaart om mensen aan een job te helpen*, 5 oktober 2018.

Voor mensen met beperkte digitale vaardigheden en anderstaligen voorziet VDAB flankerende maatregelen zodat de toegang tot de dienstverlening gegarandeerd is voor iedereen.

Werkzoekenden worden binnen de vernieuwde dienstverlening ook sneller opgevolgd. Al van bij de inschrijving krijgen werkzoekenden opdrachten en tips in het vernieuwde digitaal dossier 'Mijn Loopbaan' die hen moeten helpen een job te vinden. VDAB zet hierbij nieuwe technieken zoals AI in om passende jobs voor te stellen. De nieuwe AI matching engine van VDAB kreeg de naam 'Jobnet' (zie hieronder). Dankzij 'Jobnet' kan VDAB meer interessante vacatures aanbieden aan werkzoekenden en omgekeerd meer geschikte profielen voorstellen aan bedrijven. Zo kan een werkzoekende bijvoorbeeld ook jobsuggesties krijgen op basis van wat anderen met een gelijkaardig profiel interessant vinden.

Het nieuwe dienstverleningsmodel is niet voor iedereen evident. Een intern VDAB-onderzoek heeft aangetoond dat 17% van de werkzoekenden digitaal niet sterk genoeg zijn en nood hebben aan meer begeleiding. Tevens blijkt dat bijna een derde (32%) wel kan en kent, maar niet wil. Werkzoekenden verwachten niet dat alle contacten met VDAB face-to-face gebeuren. Zo is meer dan 40% gewonnen voor een eerste contact via e-mail (45%) of telefoon (41%). VDAB monitort daarom nauwgezet het nieuwe dienstverleningsmodel (samen met de sociale partners als medebeheerder van VDAB) en combineert het agentschap een digitale aanpak met begeleiding door zijn bemiddelaars van de Servicelijn 'human digital') of via persoonlijke dienstverlening, dit steeds op maat van de werkzoekenden.

Tabel 19: Digitale vaardigheden van de werkzoekenden

Kunnen Beschikt de klant over de nodige toegang?	Kennen Beschikt de klant over de nodige vaardigheden? (kennis van VDAB Tools)	Willen Beschikt de klant over de gepaste motivatie?
91% heeft toegang tot internet	Website – 89%	84% wil VDAB-website gebruiken of leren gebruiken
5% beschikt over geen enkele device	'Mijn Loopbaan' – 87%	81% wil 'Mijn Loopbaan' gebruiken of leren gebruiken
59% beschikt over een PC/laptop én een smartphone/tablet	Apps – 31%	
97% heeft een e-mailadres		

Bron: VDAB

Tabel 20: digitale zelfredzaamheid en voorkeur contactkanaal werkzoekenden

Digitale zelfredzaamheid	Voorkeur contactkanaal	
	<i>Eerste contact</i>	<i>Vervolgcontact</i>
17% is niet digitaal zelfredzaam	e-mail – 45%	e-mail – 42%
32% kunnen en kennen wel, maar willen niet	telefoon – 41%	telefoon – 26%
>50% kan zonder problemen mee	SMS – 20%	SMS – 17%
	Face-to-face bij bemiddelaar – 17%	Face-to-face bij bemiddelaar – 20%

	Videogesprek – 9%	Videogesprek – 11%
	Chat – 8%	Chat – 13%
	Sociale media – 8%	Sociale media – 7%

Bron: VDAB

Tools binnen de nieuwe contactstrategie van de VDAB³⁰⁹

“Mijn Loopbaan”, het persoonlijke profiel kreeg een klantvriendelijke update.

Algemeen werd “Mijn Loopbaan van de burger” duidelijker gepositioneerd binnen de nieuwe contactstrategie van VDAB. Werkzoekenden worden door de Servicelijn meer gestimuleerd om vanuit dit digitale platform hun zoektocht naar werk vorm te geven en aan te tonen hoe ze actief werk zoeken. Ook worden ze aangemoedigd om via hun persoonlijke account het brede spectrum van dienstverlening bij VDAB en haar partners te ontdekken.

Het persoonlijk account wordt dus verder ontwikkeld als een platform dat zowel VDAB als de werkzoekende gebruikt om de zoektocht naar werk vorm te geven, maar tegelijk ook op te volgen.

Binnen ‘Mijn Loopbaan’ werden volgende tools ontwikkeld:

- De jobsuggesties en het vacaturedashboard. Er is een vernieuwd vacature-dashboard die een werkzoekende op verschillende manieren goed passende vacatures voorstelt. Omdat de werkzoekende ze ook digitaal kan bewaren in het persoonlijke account, kan hij of zij een “historiek aan sollicitaties” opbouwen die hem of haar achteraf helpen bij het aantonen van zijn of haar zoektocht naar werk en digitaalvaardigheid. De klant vindt jobs op basis van de eigen selectie, op basis van suggesties van bemiddelaars of werkgevers die zich baseren op de gegevens uit het dossier of op basis van suggesties gebaseerd op wat anderen met een gelijkaardig profiel van vacatures vonden (AI). Op die manier wil VDAB de werkzoekende een volledig beeld geven van vacatures die mogelijks binnen zijn bereik liggen.
- De automatische opdrachten. Wanneer een klant zich inschrijft, krijgt hij of zij via het persoonlijke account opdrachten die hem of haar op weg helpen om werk te vinden. Op die manier wordt hij/zij gestimuleerd om onmiddellijk werk te maken van zijn/haar zoektocht naar werk. Tegelijk geeft VDAB het signaal dat de werkzoekende er niet alleen voor staat en de Servicelijn steeds beschikbaar is om hem te helpen.
- De digitale dispatching. De eerste persoonlijke contacten met VDAB verlopen normaliter via de Servicelijn. Indien de bemiddelaar van de Servicelijn oordeelt dat de klant nood heeft aan persoonlijke dienstverlening, wordt hij/zij ingeboekt voor een afspraak bij een consulent in de regio. Dit hele proces loopt vanaf midden december 2019 volledig digitaal. De klant krijgt dit ingeboekt contact bevestigd op papier en mail (als notificatie voor zijn persoonlijk account).
- “Slimme opdrachten” ontbreken momenteel nog als tool. In de toekomst wil VDAB “opdrachten op maat geven”, op basis van informatie of data in het dossier van de klant (naar analogie met de jobsuggesties). Dat moet bijdragen tot meer activering op maat.

³⁰⁹ Vlaams Parlement, Schriftelijke vraag nr. 118 van Robrecht Bothuyne aan Hilde Crevits, viceminister-president van de Vlaamse Regering, Vlaams minister van Economie, Innovatie, Werk, Sociale Economie en Landbouw, VDAB - *Nieuw dienstverleningsmodel*, 8 november 2019.

Het model wordt voortdurend opgevolgd en daar waar nodig bijgestuurd. Er gaat erg veel aandacht naar de samenwerking tussen de bemiddelaars van de servicelijn en sectorale bemiddelaars in de provincies, zodat werkzoekenden kunnen rekenen op een 'warme' overdracht en een kwaliteitsvolle dienstverlening.

De concrete inzet van AI

VDAB beoogt ook een meer gerichte dienstverlening door het gebruik van AI. VDAB startte hiermee in 2017, op basis van de grote hoeveelheid data waarover VDAB beschikt. Veel aandacht gaat uit naar de kwaliteit van gegevens en het vermijden van bias in data. Ook digitale ethiek is een prioritair aandachtspunt. VDAB rekent erop dat AI zijn corebusiness, namelijk het matchen en inschatten van werkzoekenden, naar een hoger niveau kan tillen.

Matchen via AI

Door miljoenen cv's en jobs te analyseren, leert een intelligent systeem wie bij welke job past. Zo leert AI bijvoorbeeld dat werkzoekenden, afhankelijk van het type functie waarvoor ze solliciteren, meer of minder bereid zijn om een grotere afstand af te leggen. Doorgaans speelt de afstand tot het werk minder een rol voor een manager dan voor bijvoorbeeld een poetshulp. Naast matching, kan VDAB aan de hand van AI tevens inschatten hoe groot de kans op werk: een algoritme berekent dit op basis van een 500-tal variabelen (zoals werkloosheidsduur, aantal keer dat iemand werkloos was, taalvaardigheid, leeftijd, scholingsgraad...). Dit biedt de mogelijkheid om werkzoekenden bij wie de kans het kleinst is, sneller te contacteren en via gepaste (persoonlijke) dienstverlening te helpen.

Hoe werkt die AI precies?³¹⁰

Eén van de kernactiviteiten van VDAB is het matchen van cv's en vacatures. Met de matching engine worden werkzoekende en bedrijf gelinkt op basis van door experts vastgestelde regels, zoals diploma en werkervaring. AI biedt echter meer mogelijkheden. 'Jobnet' is het resultaat van deep learning AI, een zelflerend algoritme dat aanbevelingen maakt op basis van mensen hun voorkeuren, hun zoekgedrag op de VDAB-website én hun profiel. 'Jobnet' leert vanuit de markt, op basis van keuzes die andere mensen maken. Als een werkzoekende geïnteresseerd is in vacature A en B, dan is de kans groot dat een andere werkzoekende die geboeid is door vacature B, ook in aanmerking komt voor vacature A. Men krijgt dus een aanbeveling in de vorm van 'mensen met een gelijkaardig profiel kijken ook naar deze vacature. Waar de zoekmachine vroeger resultaten toonde op basis van een profiel, wordt dat nu aangevuld met wat anderen met een gelijkaardig profiel leuk vinden. Door deze combinatie van resultaten kunnen meer mogelijkheden aangeboden worden voor zowel de werkzoekenden als recruiters.

Een belangrijk aspect van het matchingsproces is semantisch matchen. Taal wordt omgezet in cijfers. CV's en vacatures worden omgezet in numerieke waarden – zo zijn ze taalonafhankelijk. Het woord bakker en boulanger krijgen dezelfde waarde. Zo kunnen Franstalige cv's op Nederlandstalige vacatures matchen zonder dat er vertaald moet worden. Het overwinnen van de taalbarrière biedt extra mogelijkheden, bijvoorbeeld op vlak van interregionale mobiliteit.

AI voor de inschatting van de kans op werk

De mogelijkheden van AI reiken echter nog verder. Door AI kunnen zaken afgeleid worden die niet letterlijk in de cv staan. Wanneer een bedrijf een vrachtwagenchauffeur zoekt, kan VDAB

³¹⁰ Op basis van .Agoria, *VDAB gebruikt AI om jobmatching te verrijken*, 15 mei 2019.

kandidaten voorstellen die bij een vorige job met een truck rondgereden hebben. Het systeem vertelt dat die persoon rijbewijs C heeft, ook al staat dat niet expliciet aangegeven in zijn cv. Of nog bijvoorbeeld, in de zoektocht naar een nanny toonde het matchingsysteem vroeger uitsluitend profielen die beschikken over de nodige diploma's. Dankzij AI in 'Jobnet' kan VDAB afleiden dat wanneer iemand (zonder daarvoor over de nodige diploma te beschikken) in de cv aangeeft heel graag met kinderen te willen werken, ook perfect geschikt kan zijn voor deze job.

Kortom, schat VDAB de kans in dat iemand werk vindt op basis van de uitstroompercentages van iemand met een gelijkaardig profiel. Heel veel criteria worden daarbij in rekening gebracht (onder meer het anonieme klikgedrag op de VDAB-website en de economische omstandigheden in de regio van de werkzoekende). Mensen waarvan wordt ingeschat dat ze zelf heel moeilijk werk zullen vinden, worden eerst gecontacteerd. Wanneer in contact met de Servicelijn blijkt dat een persoon minder digitaal vaardig is, onderneemt de bemiddelaar van de Servicelijn meteen actie door de werkzoekende door te verwijzen naar persoonlijke dienstverlening en/of een cursus digitale vaardigheden. Voor de meest kwetsbare groep zijn meer data nodig zijn, bijvoorbeeld van partnerorganisaties als OCMW's, Gespecialiseerde Trajectbepaling- en begeleidingsdiensten (GTB) en armoedeorganisaties, zodat ook verborgen factoren, die soms pas na een lang traject naar boven komen, in rekening worden gebracht.³¹¹

Application Programming Interface (API's)

VDAB zet ook API managers (Application Programming Interface) in. API's zijn de manier waarop computerprogramma's (of apps) met elkaar praten. Dat gebeurt strikt gedefinieerd, zodat apps in principe met alle andere apps ter wereld kunnen communiceren). Daarmee worden open data en services ter beschikking gesteld van externe ontwikkelaars. Zo kunnen zij er zelf innovatief mee aan de slag gaan. VDAB biedt onder andere API's met arbeidsmarktcompetenties, cv's en vacatures.

Uitdagingen

Eén van de grootste uitdagingen was datapreparatie. Data waarop het AI-systeem draait, zijn afkomstig uit verschillende bronnen: de VDAB-database, analyses van het bezoekersgedrag op de VDAB-website,... Cruciaal was te bepalen welke data zouden worden gebruikt en in een uniform format gezet om de AI te trainen. Hierbij moesten data bias worden vermeden. De software diende m.a.w. neutraal te zijn. Hiertoe moeten de data die het algoritme voeden al enigszins gefilterd zijn, wat tijd en denkwerk vergt.

Voor de ontwikkeling van het algoritme werd gewerkt volgens het systeem experimenteren – exploreren – exploiteren. Er werd samengewerkt met Radix.ai, dat bedrijven begeleidt bij de identificatie en ontwikkeling van innovatieve machine learning projecten met het oog op concurrentievoordeel. Pas wanneer via experimenten de toepasbaarheid van een idee is bewezen, worden volgende stappen in het ontwikkelingsproces gezet. De steun van het topmanagement voor de implementatie van AI in de VDAB-werking was een kritische succesfactor.

Toekomst

Het doel van VDAB is om AI en de data in de toekomst nog beter in te zetten in functie van de klant, nl. als persoonlijke assistent die de werkzoekende, werknemer of werkgever rechtstreeks

³¹¹ De Standaard, *Met AI kunnen we de meest kwetsbare werkzoekenden beter bereiken*, 9 mei 2019.

met tips en tricks begeleidt. Denk maar aan suggesties voor werkzoekenden als ‘heb je deze job al bekeken’. Voor werkgevers kan dit een suggestie zijn zoals ‘deze kandidaat matcht voor 85% met jouw vacature. Overweeg een IBO om de competenties van de kandidaat aan te sterken’.

Op basis van de feedback die verzameld wordt uit de vacatures die ingevuld zijn via ‘Jobnet’ – bijvoorbeeld “is het een goede match op de werkvloer, zijn beide partijen tevreden?” - beoogt VDAB het algoritme nog beter te kunnen trainen teneinde de jobmarkt zo goed mogelijk te (be)dienen.

Verder wordt ook geëxperimenteerd met AI in het opleidingsaanbod van de VDAB.³¹² In een onderzoek van de UGent, in samenwerking met de Zwitserse Universiteit van Sankt Gallen, wordt AI ingezet om de toekenning van opleidingsprogramma’s voor werkzoekenden bij de VDAB te analyseren. Het AI-systeem berekent eerst de tewerkstellingswinst per type opleidingsprogramma’s – d.w.z. het langer aan de slag zijn of blijven door de opleiding – en bepaalt vervolgens welk programma het meest geschikt is voor een individu. Het doel van dit onderzoek is dus nagaan of met AI-technieken de kansen op een baan via het juiste opleidingstraject verhoogd kunnen worden.

Vragen bij het AI-model van VDAB

In 2018 moest internetgigant Amazon toegeven dat het bedrijf er niet in slaagde zijn rekruteringssoftware op punt te krijgen. Een jaar na de lancering bleek dat de robot onderscheid maakte tussen mannen en vrouwen bij de selectie van kandidaten. De tool had namelijk geleerd welke kandidaten te selecteren door alle cv’s die het bedrijf sinds 2004 had gekregen te analyseren. De meeste kwamen van mannen, waardoor de sollicitatie-robot leerde dat mannen de voorkeur zouden moeten krijgen. Cv’s met daarin het woord ‘vrouwen’ en ook afgestudeerden aan scholen speciaal voor vrouwen werden benadeeld. Het probleem bij Amazon ging dus om de matching van cv’s aan vacatures. Na die ontdekking paste Amazon de tool aan, maar het werd nooit de zo gewilde hulp in het sollicitatieproces. Hoewel recruiters de aanbevelingen van het systeem meenamen, waren die nooit de enige reden om iemand uit te nodigen voor een gesprek. De aanpassingen bleken bovendien geen garantie dat het systeem nooit meer zou discrimineren. Om die reden besloot het bedrijf om uiteindelijk de stekker eruit te trekken.

Bovenstaand voorbeeld voedde het wantrouwen ten aanzien van AI-rekruteringsystemen en deed ook vragen rijzen naar de garanties op neutraliteit van het VDAB-systeem ‘Jobnet’: hoe ervoor zorgen dat vrouwen niet alleen deeltijdse vacatures voorgeschoteld krijgen? Hoe ervoor zorgen dat het algoritme niet enkel vrouwen selecteert voor jobs in de zorg? En is er geen risico dat het algoritme mensen met een migratieachtergrond discrimineert? AI-systemen baseren zich immers op data uit het verleden en kunnen aldus unconscious bias reproduceren en zelfs versterken.³¹³

VDAB heeft daarom een geëigende aanpak uitgedokterd:³¹⁴

³¹² Vlaams Parlement, *Vraag om uitleg van Alessia Claes aan minister Hilde Crevits over artificiële intelligentie in het opleidingsaanbod van de VDAB*, Vraag om uitleg nr. 2824 (2019-2020), *Vraag om uitleg van Robrecht Bothuyne aan minister Hilde Crevits over de data-analyse inzake arbeidsbemiddeling*, Vraag om uitleg nr. 2884 (2019-2020), Commissie voor Economie, Werk, Sociale Economie, Wetenschap en Innovatie, Commissievergadering nr. C24 (2019-2020), 2 juli 2020.

³¹³ De Morgen, *Vrouw? Computer says no*, Opinie Sihame El Kaouabiki, Vlaams parlementslid, 24 januari 2020.

³¹⁴ De Morgen, *De VDAB is een voortrekker van het ethisch gebruik van artificiële intelligentie*, Opinie Wim Adriaens – gedelegeerd bestuurder VDAB, 26 januari 2020.

- Er is een permanente check op mogelijke bias, ook als de AI-toepassing al live is, omdat de achterliggende data voortdurend evolueren.
- Gender en nationaliteit zijn twee variabelen die niet worden meegenomen in de inschatting van afstand tot de arbeidsmarkt omdat tests aantonen dat die variabelen nauwelijks een verschil maken.
- AI is een hulpmiddel, geen doel op zich. Finale beslissingen liggen ofwel bij de VDAB-bemiddelaar, ofwel bij de eindgebruiker. Jobsuggesties gebaseerd op AI zijn dan ook volledig vrijblijvend.
- VDAB gebruikt AI net om te objectiveren. Om zich niet te laten leiden door een specifiek kenmerk van een persoon werd de doelgroepenaanpak (jongeren, 55+, mensen met migratieachterstand, personen met een arbeidshandicap,...) verlaten en geopteerd voor een inclusieve aanpak ten aanzien van alle werkzoekenden. Het vertrekpunt is voor alle werkzoekenden hetzelfde, nl. de afstand tot de arbeidsmarkt en kansen creëren voor iedereen op de arbeidsmarkt.
- Bij de ontwikkeling van nieuwe of vernieuwde processen en producten maakt VDAB in de diverse fasen van het ontwikkelproces gebruik van de methodiek van 'service design', waarbij de klantenervaring van alle actoren en gebruikers in rekening worden gebracht. Ook het perspectief van de werkzoekende wordt meegenomen in elke fase van het project.³¹⁵

Uit antwoord van de bevoegde minister op een parlementaire vraag³¹⁶ blijkt dat ook zij veel belang hecht aan een correcte ethische toepassing van AI. Zij verwijst daarbij naar de oprichting van het Kenniscentrum Data en Maatschappij en haar vraag aan de VDAB om zijn algoritmes over te maken aan dat kenniscentrum met het oog op een extracheck om mogelijke valkuilen te vermijden en de algoritmes te verbeteren. Een leeraanpak inzake AI betekent volgens de minister dat de gevolgen van AI-toepassingen doorlopend worden geëvalueerd en waar nodig bijgestuurd. Een aanpak waarbij de mens centraal staat, wil zeggen dat het nog steeds een persoon is die de finale beslissing moet nemen, nooit de computer. De minister geeft aan dat de mogelijkheid wordt besproken om het Kenniscentrum een checklist te laten opstellen die onderzoekers en bedrijven in staat stelt 'ethisch by design' te zijn.³¹⁷

Uitbreiding bevoegdheid VDAB

De Vlaamse regering benoemt VDAB in het Vlaams Regeerakkoord als de centrale, datagedreven en resultaatgerichte werkzaamheids- en loopbaanregisseur van het volledige activeringsbeleid in Vlaanderen. Een eerste kaderdecreet voegt 3 regisseursrollen toe aan de opdracht van VDAB, met name de rol van activeringsregisseur, loopbaanregisseur en dataregisseur en werd op 20 mei 2020 goedgekeurd door het Vlaams Parlement. Op basis van de fundamenten van het kaderdecreet zal VDAB de uitbouw van

³¹⁵ Vlaams Parlement, Vraag om uitleg van Robrecht Bothuyne aan minister Hilde Crevits over *de digitalisering van interacties tussen werkzoekende en VDAB*, Commissie voor Economie, Werk, Sociale economie, Wetenschap en Innovatie, Vraag om uitleg 1754 (2019-2020), 12 maart 2020.

³¹⁶ Vlaams Parlement, Actuele vraag van Sihame El Kaouabiki aan minister Hilde Crevits over *het gebruik van artificiële intelligentie (AI) door de VDAB*, Plenaire vergadering, Actuele vraag 298 (2019-2020), 29 januari 2020.

³¹⁷ Vlaams Parlement, Vraag om uitleg van Andries Gryffroy aan minister Hilde Crevits over *een ethisch kader voor artificiële intelligentie*, Commissie voor Economie, Werk, Sociale Economie, Wetenschap en Innovatie, 1160 (2019-2020), 6 februari 2020; Vlaams Parlement, Vraag om uitleg van Imade Annouri aan minister Hilde Crevits over *beleidsvoorstellen rond artificiële intelligentie in Vlaanderen*, Commissie voor Economie, Werk, Sociale Economie, Wetenschap en Innovatie, 1170 (2019-2020), 6 februari 2020.

deze regisseursrollen stap voor stap invullen. Met haar conceptnota van 13 juli 2020³¹⁸ beoogt de Vlaamse Regering om tot een gedragen visie te komen met betrekking tot de invulling van de concepten “dataregisseur”, “loopbaanregisseur” en “activeringsregisseur” en de weg die VDAB hierin wil opgaan. Op basis van deze visie zal concrete invulling gegeven worden aan deze rollen via verdiepingsdecreten en uitvoeringsbesluiten.

VDAB als dataregisseur

Het doel is dat VDAB haar rol als dataregisseur verder uitbouwt. Dankzij de digitale connectie met heel wat partners en actoren op de arbeidsmarkt worden beschikbare data verrijkt en de inzichten benut binnen het ecosysteem. De regels gehanteerd bij de uitbouw van dergelijke digitale connecties, inclusief de technische koppelingen en transparante samenwerkingsakkoorden, maken deel uit van de ‘open services-’strategie. VDAB moet ernaar streven om te beschikken over een zo breed mogelijke range aan arbeidsmarktgegevens teneinde inzichten te kunnen verschaffen en transparantie te kunnen bieden op de arbeidsmarkt, een rijke en vlotte matching tussen vraag en aanbod (curatief en preventief) mogelijk te maken, burgers zo adequaat mogelijk te ondersteunen bij de uitbouw van hun loopbaan, en werkgevers zo goed mogelijk te ondersteunen bij de zoektocht naar en het behoud van hun werknemers. AI speelt hierbij een belangrijke rol.

VDAB zal als dataregisseur in de toekomst steeds meer gebruik maken van artificiële intelligentie om bv arbeidsmarktinformatie meer gericht en accurater te kunnen aanbieden en inzetten ten aanzien van verschillende “belanghebbenden”. Voor de AI-initiatieven versterkt VDAB zijn ‘AI-for-good’ traject waarbij de uitgangspunten “vertrouwen, transparantie en voordeel voor de belanghebbenden” (Trust, Transparency & Benefit) zijn. VDAB installeert een permanent assessment proces op AI gebruik en verankert het principe van “ethical AI” op decretaal niveau. In dit licht is het ook een uitdrukkelijke opdracht van de dataregisseur om maximale ‘datatransparantie’ te genereren. Alle dataverwerkingen kaderen binnen een ‘ethisch’ databeheer. Ten allen tijde dient de dataregisseur te kunnen aangeven welke data uitgewisseld wordt met welke (private en publieke) partijen, met het oog op welke doelstelling, alsook welke stakeholders geïmpacteerd zijn door deze dataverwerking. De dataregisseur dient dus de datahuishouding professioneel en GDPR-proof te beheren. VDAB voorziet daartoe in een data governance model dat 3 belangrijke aspecten afdekt, nl. het verzamelen van data uit verschillende bronnen, het veilig beheer van deze data op het dataplatform en het distribueren van data aan stakeholders.

VDAB als loopbaanregisseur

Als loopbaanregisseur onderneemt VDAB het nodige om de burger te ondersteunen en te faciliteren om van die loopbaan een duurzame loopbaan te maken. VDAB doet dit door het toegankelijk maken van alle relevante loopbaandata en perspectieven. De burger krijgt suggesties over wat binnen zijn mogelijkheden ligt, van pasklaar tot overbrugbaar mits competentieversterking of begeleiding. Drempels worden in kaart gebracht. VDAB moet als loopbaanregisseur in de toekomst aan elke burger op beroepsactieve leeftijd een gepersonaliseerde website aanbieden. Deze wordt automatisch aangemaakt vanaf het moment dat een burger behoort tot de doelgroep “iedere burger op beroepsactieve leeftijd” zoals vermeld in het kaderdecreet. Via een eenvoudig inlogproces (bv Itsme) kan de burger toegang krijgen tot

³¹⁸ Vlaamse Regering, *Conceptnota ‘VDAB als data-, loopbaan-, en activeringsregisseur op de Vlaamse arbeidsmarkt: timing en proces van de verdiepingsdecreten’*, 13 juli 2020, VR 2020 1007 MED.0246/1BIS.

Mijn VDAB. De burger beslist zelf of hij gebruik maakt van deze mogelijkheid en eens een kijkje gaat nemen op de “gepersonaliseerde website”. Deze kan beschouwd worden als een “veilige kluis” waar alle relevante (loopbaan)data m.b.t. de burger terug te vinden is, waarbij VDAB als een “goede huisvader” waakt over het GDPR-proof gebruik van de inhoud van die kluis.

VDAB zal op basis van data, advanced analytics en artificiële intelligentie aan de klant slimme inzichten bieden die het maken van een arbeidsmarktgerichte volgende stap vergemakkelijkt of meer loopbaanmogelijkheden schept. Wanneer een burger gebruik maakt van en interageert met de applicaties van VDAB, wordt er data gegenereerd. Deze data nemen verschillende vormen aan afhankelijk van waarvoor de data gebruikt zal worden; historisch of real-time data, individuele of geaggregeerde data. Een AI algoritme verwerkt deze data tot slimme inzichten die het kan aanbieden aan de burger of werkgever of andere belanghebbenden. Op deze manier kan VDAB elke burger gepersonaliseerde ondersteuning bieden bij elke volgende loopbaanstap en bijdragen tot leermotivatie en levenslang leren. Daarbij wordt voor de burger transparant gemaakt waarom hij of zij bepaalde suggesties krijgt (cf. AI for good). Naast AI kunnen uiteraard ook gerichte suggesties vanuit VDAB of partners hun plaats krijgen op de gepersonaliseerde website (vb uitnodiging voor een jobbeurs georganiseerd door / voor een bepaalde sector). Elke toevoeging van loopbaandata (uit welke bron dan ook) kan zorgen voor een verdere verfijning of bijsturing van deze suggesties aangeboden aan de burger. Het is daarom van belang dat VDAB als dataregisseur blijft investeren in de uitbreiding van datastromen die voortvloeien uit structurele partnerships. Immers, hoe rijker de loopbaandata, hoe groter de meerwaarde die de gepersonaliseerde website kan bieden aan de burger.

VDAB als activeringsregisseur

VDAB zal als activeringsregisseur in eerste instantie trachten om, in maximale samenwerking met partners, het arbeidsmarktpotentieel in kaart te brengen en te bereiken. De volgende stap is trachten een zo groot mogelijk aandeel van dit potentieel ook effectief te activeren en te laten instromen op de arbeidsmarkt. De doelstelling die VDAB voor ogen heeft, is om 120.000 extra Vlamingen aan de slag te krijgen tegen 2024, op weg naar een werkzaamheidsgraad van 80 %. Dit betekent dat VDAB méér arbeidsmarktpotentieel zal moeten bereiken en er ook in zal moeten slagen om hen effectief tot werken te verleiden. Daarbij zal zichtbaar gemaakt worden welke drempels mensen hinderen om de stap naar de arbeidsmarkt te zetten en de burger te ondersteunen bij het overwinnen van die drempels.

Vermits de noodzaak bestaat om heel snel de nieuwe doelgroep van tijdelijk werklozen te kunnen contacteren, werd al op 17 juli 2020 besloten om een specifiek BVR te voorzien die de categorie “tijdelijk werklozen” (= BVR 0) toe zal voegen aan de doelgroep van de activeringsregisseur.

Om de organisatie van de dienstverlening en het operating model slimmer, performanter en efficiënter te maken wil de VDAB in de toekomst als activeringsregisseur ook beroep doen op AI. Het gaat hierbij om modellen waarbij AI wordt ingezet om het operating model mee vorm te geven en op die manier de juiste dienstverlening op het juiste moment te kunnen aanbieden en dus op maat van de burger.

13 De impact van AI op onderwijs

13.1 Inleiding

Onderwijs en opleiding worden vaak beschouwd als de beste investeringen voor de toekomstige welvaart, welzijn en inclusie. Onderwijs heeft als kerntaak de samenleving voor te bereiden op die toekomst. Een belangrijke vraag is dan ook wat de impact van AI op dat onderwijs zou kunnen zijn. Uit onderstaand exposé wordt duidelijk dat scholen niet alleen lesgeven over technologie, maar zelf ook meer met technologie gaan experimenteren en technologie gaan gebruiken, de zogenaamde Educatieve Technologieën (EdTech). Daarbij draait het vaak om artificiële intelligentie.

Educatieve technologie kan omschreven worden als het gebruik van technologie om lesgeven en leren te ondersteunen. Dit kan gaan van apps om huiswerk te begeleiden, over robots om te leren coderen tot software om de administratie te vereenvoudigen. EdTech maakt het onder meer ook mogelijk om echte leerprocessen op maat te ontwikkelen. Denk aan adaptieve leerplatformen: door middel van sensoren en algoritmes meten die de individuele leervoortgang. En stellen ze gepersonaliseerde leerinhoud en -strategieën voor. Dat past ook perfect bij een tendens zoals afstandsonderwijs. Maar ook bij lessen of trainingen in een gezamenlijk lokaal biedt smart education nieuwe mogelijkheden. Daar zorgen educatieve technologieën voor meer interactie en samenwerking tussen de verschillende actoren van het leerproces.

In dit deel van het rapport wordt ingegaan op de omvang en het belang van EdTech

13.2 Marktwaaarde en beleidsrelevantie van digitale educatieve technologieën

13.2.1 Marktwaaarde

Zoals er sprake is van FinTech voor de financiële sector, doet EdTech (educatie + technologie) zijn intrede voor het onderwijs. Er is een snelle ontwikkeling van nieuwe applicaties, zowel voor het gebruik in een klaslokaal als online. Met behulp van AR en VR (Augmented Reality en Virtual Reality) bijvoorbeeld kan de buitenwereld naar binnen worden gehaald en kunnen studenten ervaren wat ze leren. Volgens Deloitte was de globale EdTechmarkt in 2017 al €180 miljard waard, zal de markt in 2020 aangroeien tot \$252 miljard en tegen 2025 verwacht Deloitte dat de EdTech markt praktisch zal verdubbelen (tegenover 2017) en \$341 miljard waard zal zijn.³¹⁹ Andere inschattingen gewagen van een globale EdTech waarde vandaag de dag van meer dan €150 miljard. EdTech is daarmee al meer waard dan de volledige traditionele uitgevermarkt. De groei tekent zich voornamelijk af in landen als China en India, niet toevallig landen met een enorm klantenpotentieel. In 2018 vertegenwoordigden ze samen 70% van het globaal geïnvesteerde durfkapitaal in EdTech. De meeste EdTech unicorns, in mei 2020 waren er dat al 18, komen bijgevolg uit China of India. Huijiang is het grootste Chinese e-learning platform met meer dan 110 miljoen geregistreerde gebruikers. Andere unicorns zijn bijvoorbeeld Coursera, die MOOCs

³¹⁹ <https://companies.bnpparibasfortis.be/en/article?n=edtech-the-education-start-up-boom#content-item1>; <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/au/Documents/public-sector/deloitte-au-ps-australian-edtech-market-census-report-2017-240220.pdf>; <https://www.afr.com/work-and-careers/education/edtech-is-a-solution-to-some-of-the-flaws-revealed-in-education-20200228-p545cp>

aanbiedt en Duolingo, die een app heeft ontwikkeld om talen te leren.³²⁰ In Vlaanderen breekt EdTech minder snel door. Dat komt wellicht deels omdat het onderwijs hier bijna uitsluitend gefinancierd wordt door publieke middelen. Er is daardoor minder ruimte voor innovatie vanuit private ondernemingen.

13.2.2 De Europese Commissie zet in op digitale technologieën in het onderwijs

In opvolging van haar actieplan van 2018³²¹ lanceerde de Europese Commissie op 18 juni 2020 een formele openbare raadpleging over een nieuw Actieplan Digitaal Onderwijs³²², dat kadert binnen de digitale transformatie als prioriteit van de vlaggenschipstrategie van de Europese Commissie “Een Europa dat klaar is voor het digitale tijdperk”³²³. Inclusief onderwijs en inclusieve opleiding van hoge kwaliteit zijn essentieel om deze ambitie waar te maken en ervoor te zorgen dat alle Europeanen voorbereid zijn om in het digitale tijdperk te leven en te werken. Om deze visie te verwezenlijken, heeft de Europese Commissie op 30 september 2020 een nieuw actieplan voor digitaal onderwijs voorgesteld³²⁴. Het actieplan wordt gezien als een belangrijk instrument in het herstel na de COVID-19-crisis, aangezien het rekening houdt met de lessen die uit de crisis zijn getrokken en de langetermijnvisie voor het Europese digitale onderwijs. De raadpleging verzamelde meningen over de meest relevante digitale vaardigheden en competenties voor de 21^{ste} eeuw, de toekomstige rol van leren op afstand en de toegevoegde waarde van de EU in digitaal onderwijs. De bijdragen moesten de snelle technologische ontwikkelingen en de nieuwe realiteit weerspiegelen die de COVID-19 situatie heeft veroorzaakt.

In dit nieuwe plan wordt een reeks initiatieven voorgesteld voor hoogwaardig, inclusief en toegankelijk digitaal onderwijs in Europa. Drie zaken krijgen prioriteit:

- bevordering van de ontwikkeling van een goed presterend digitaal onderwijsecosysteem
- verbeteren van de digitale vaardigheden en competenties voor het digitale tijdperk
- de oprichting van een Europees centrum voor digitaal onderwijs

Strategische prioriteit 1: Bevordering van de ontwikkeling van een goed presterend digitaal onderwijsecosysteem

Het bevorderen van hoogwaardig en inclusief digitaal onderwijs moet een gezamenlijke inspanning van de hele samenleving zijn. Overheden, onderwijs- en opleidingsinstellingen, de particuliere sector en het publiek moeten allemaal bij dit streven worden betrokken om een hoogwaardig digitaal onderwijsecosysteem te ontwikkelen. Beleidsmaatregelen die relevant zijn voor digitaal onderwijs moeten beter op elkaar worden afgestemd en de EU kan op alle niveaus een bijdrage leveren aan deze werkzaamheden.

³²⁰ Op basis van VOKA, *EdTech gamechanger voor het onderwijs?*, VOKA Paper, september 2020.

³²¹ Europese Commissie. Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's over *het Actieplan voor digitaal onderwijs*. COM(2018) 22 final, 17 januari 2018.

³²² <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12453-Digital-Education-Action-Plan>

³²³ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age_nl

³²⁴ European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, *Digital Education Action Plan 2021-2027. Resetting education and training for the digital age*, COM(2020) 624 final, 30 September 2020.

Om deze strategische prioriteit te bereiken moet worden ingezet op:

1. infrastructuur, connectiviteit en digitale apparatuur voor digitaal onderwijs.
2. planning en ontwikkeling van digitale mogelijkheden, door het identificeren van lacunes en zorgen dat de organisatie ook meekan.
3. opleiden van digitaal competente en -vertrouwde lesgevers.
4. hoogwaardige inhoud via gebruiksvriendelijke instrumenten op veilige platforms, met inachtneming van de privacy en ethische normen.

Strategische prioriteit 2: verbeteren van de digitale vaardigheden en competenties voor het digitale tijdperk

Een veranderende samenleving en de overgang naar een groene en digitale economie vereisen solide digitale competenties. Het stimuleren van digitale vaardigheden op alle niveaus helpt de groei en innovatie te vergroten en een eerlijker, meer samenhangende, duurzame en inclusieve samenleving op te bouwen. Digitale vaardigheden en het verwerven van digitale vaardigheden kunnen mensen van alle leeftijden in staat stellen veerkrachtiger te zijn, de deelname aan het democratische leven te verbeteren en veilig online te zijn/blijven.

Om deze digitale vaardigheden en competenties te bereiken zijn volgende zaken nodig:

1. Ondersteuning van het aanbod van digitale basisvaardigheden en -competenties vanaf jonge leeftijd, waaronder:
 - digitale geletterdheid, met inbegrip van het beheer van informatieoverbelasting en de erkenning van desinformatie
 - computeronderwijs
 - goede kennis van en inzicht in data-intensieve technologieën, zoals AI.
2. Het stimuleren van geavanceerde digitale vaardigheden door het vergroten van het aantal digitale specialisten.

Ontwikkeling van een Europees centrum voor digitaal onderwijs

Dit centrum zal als een denktank fungeren en volgende taken uitvoeren:

- een netwerk van nationale adviesdiensten opzetten om zo goede praktijken te delen. Dit netwerk zal nationale en regionale initiatieven uit de privé-sector, het maatschappelijk middenveld en het werkveld combineren
- monitoring van de uitvoering van dit actieplan en inzetten op empirisch bewijsmateriaal en peer learning.
- ondersteuning van sectoroverschrijdende samenwerking en nieuwe modellen voor de naadloze uitwisseling van digitale leerinhoud opzetten.
- ondersteuning van de behoudende ontwikkeling van beleid en praktijk door een "think-and-do-tank" voor digitaal onderwijs te zijn.

Om de skills binnen de EU aan te zwengelen presenteerde de Europese Commissie op 1 juli 2020 de Europese vaardighedenagenda³²⁵ voor duurzaam concurrentievermogen, sociale rechtvaardigheid en veerkracht. De Commissie stelt vaardigheden centraal in de beleidsagenda van de EU, door investeringen in mensen en hun vaardigheden te stimuleren met het oog op een

³²⁵ Europese Commissie, *Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's - Europese Vaardighedenagenda voor Duurzaam Concurrentievermogen, Sociale Rechtvaardigheid en Veerkracht*, COM(2020) 274 final, 1 juli 2020.

duurzaam herstel na de coronaviruspandemie. Het doel is ervoor te zorgen dat het recht op opleiding en een leven lang leren, dat in de Europese pijler van sociale rechten verankerd is, overall in Europa, van stad tot platteland, werkelijkheid wordt en voor iedereen voordeel oplevert.

13.3 Effecten van COVID-19 op onderwijs en leren

Versnelde en verruimde toepassing EdTech

COVID-19 heeft zich ook in het debat over de toekomst van het onderwijs heeft gemengd. Covid-19 heeft duidelijk gemaakt dat fysiek onderwijs niet de enige manier is om les te geven. Het is dan ook niet langer ondenkbaar dat onderwijs in de toekomst altijd op een blended manier georganiseerd wordt. Een deel van de lessen wordt dan op school gegeven - al dan niet digitaal - en een deel van de lessen op afstand. Dat biedt perspectief voor het oplossen van bepaalde problemen waar het Vlaamse onderwijs mee kampt, zoals het oplopende lerarentekort en de achterstand op het vlak van schoolinfrastructuur. Anderzijds blijkt dat het geen sinecure is om ervoor te zorgen dat iedereen op deze golf van nieuw onderwijs kan meesurfen.

Een plotse totale afhankelijkheid van digitale tools is niet ideaal om het reguliere, face-to-face onderwijs op een volwaardige manier te vervangen. Met het sluiten van scholen, hogescholen en universiteiten moest iedereen een versnelling hoger schakelen. Op grote schaal werd bestaande EdTech ingezet en nieuwe in gebruik genomen om digitale lessen te geven en het contact met leerlingen te behouden. Docenten en leraren kregen in sneltempo bijscholing. Deze krachttoer zorgde ongetwijfeld voor een belangrijke afremming van de oplopende leerachterstand, maar leverde tegelijkertijd ook complicaties op. Niet alle lerenden konden bereikt worden, er waren grote (kwaliteits)verschillen tussen scholen en de leraren waren lang niet altijd voldoende voorbereid om deze omslag te realiseren.³²⁶ Volgens UNESCO bedroeg de toegang tot digitaal onderwijs zelfs in de meest ontwikkelde landen ter wereld tijdens de eerste COVID-19-crisis ongeveer 90%, maar bleef 10% van de scholieren achter. Minder dan 25% van de lage-inkomenslanden heeft een vorm van leren op afstand aangeboden.³²⁷ Als reactie voorzag onder meer de Vlaamse overheid steun, bijvoorbeeld in de vorm van extra ICT-middelen (€ 34.368.000 voor het schooljaar 2020-2021) voor het gewoon en buitengewoon lager onderwijs vanaf het vijfde leerjaar en secundair onderwijs in het kader van de aanpak van COVID-19³²⁸ of nog in de vorm van een bijkomende COVID19-toelage bestemd voor de aankoop van laptops voor kwetsbare studenten in het hoger onderwijs³²⁹. Op langere termijn is er de belofte om alle leerlingen te voorzien van een laptop en een internetverbinding en ICT en digitalisering structureel te verankeren in het onderwijs. Dit laatste doelt op de conceptnota 'digitalisering van het onderwijs' dat nog in de steigers staat. Het gaat om een groot, omvattend ICT-plan met als doelstelling: 'van achterstand naar voorsprong'. Daarin zullen een 25-tal acties zitten geclusterd rond 5 strategische doelen. *"Ten eerste, het voorzien van ICT-infrastructuur - dat spreekt voor zich - met zowel hardware als software. Ten tweede, het opbouwen van een centrale ondersteuningsstructuur voor ICT en ICT-coördinatie en extra ondersteuning voor de ICT-coördinatoren. Zij zijn het natuurlijk ook die het lokaal zullen moeten uitrollen in de scholen. Ten*

³²⁶ VOKA, *EDTECH Gamechanger voor het onderwijs?*, VOKA Paper, september 2020.

³²⁷ <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20201016IPR89550/>

³²⁸ Besluit van de Vlaamse Regering van 26 juni 2020, BS 9 juli 2020.

³²⁹ VR 2020 1311 DOC.1260/1BIS en DOC.1260/2.

derde, het aanscherpen van digitale vaardigheden van leerkrachten. Ten vierde, het actief ondersteunen en coachen van scholen bij hun ICT-beleidsplanning. Ten vijfde, het voorzien van voldoende en kwaliteitsvolle digitale leermiddelen en aandacht voor de digitale leeromgeving. De globale doelstelling van die conceptnota is uiteraard dat leerlingen over de nodige digitale vaardigheden beschikken, evenals de leerkrachten en de scholen. Dat is ook opgenomen in de eindtermen voor de eerste graad van het secundair onderwijs en zal ook het geval zijn voor die van de tweede en derde graad. Professionalisering van leraren is een aparte krachtlijn. Aandacht voor digitale inclusie vormt uiteraard een belangrijk onderdeel van deze conceptnota.”³³⁰

De manier waarop het onderwijs inspeelt op de crisissituatie kan verschillen van land tot land, van regio tot regio, van stad tot stad en van stad tot platteland, zodat er geen gemeenschappelijk sjabloon voorhanden is om te bepalen of studenten op afstand moeten worden opgeleid dan wel fysiek terug aanwezig moeten zijn in de klas dan wel of een hybride model moet worden toegepast. De praktijk wijst uit dat alvast in Vlaamse hogescholen en universiteiten hybride onderwijsmodellen zullen toegepast worden. De coronacrisis is immers nog niet achter de rug en nieuwe pandemieën kunnen zich voordoen. EdTech biedt onderwijssystemen de mogelijkheid om flexibiliteit aan de dag te leggen, zodat ‘leren’ bestand wordt tegen de onvermijdelijke verstoringen waarmee studenten te maken krijgen in een steeds veranderlijker wordende wereld.

Risico grotere leerachterstand

De heropening van de scholen in september 2020 deed bij voorstanders van afstandsonderwijs twijfels rijzen over de continuïteit van de digitale inhaalbeweging die veel scholen hebben gemaakt en of het onderwijs dus niet in de tijd zal terug geslingerd zal worden. Uit een rondvraag van de Vlaamse Scholierenkoepel in de week van 17 juni 2020 bij scholieren uit het middelbaar onderwijs over het volgend schooljaar en het afstandsonderwijs tijdens de lockdown blijkt dat 72% van de scholieren regelmatig tijdens de schooluren van thuis uit voor school wil werken en dat 79% van de scholieren zelfstandig hun werk wil inplannen.³³¹ Fysieke aanwezigheid in de klas³³², mondkemperplicht vanaf 12 jaar, weinig of geen gezamenlijk gebruik van materiaal, schrappen van uitstappen allerhande, drempels voor experimenteren en groepswork in de klas, voorwaarden voor middagactiviteiten, lijken er volgens de voorstanders op te wijzen dat lesgeven ex cathedra eerder de boventoon zal voeren ten nadele van de vorderingen die gemaakt werden in het afstandsonderwijs. Scholen kunnen echter creatief met het coronavorwaardenkader omgaan om de ingeslagen digitale weg verder te bewandelen. Bij wijze van voorbeeld kan het principe van het reeds bestaande ‘flipping the classroom’³³³ aangehaald worden.

³³⁰ Vlaams Parlement, *Vraag om uitleg over de toegang tot laptops en internet voor alle leerlingen uit de tweede en derde graad van het secundair onderwijs* van Jean-Jacques De Gucht aan minister Ben Weyts, 3192 (2019-2020); *Vraag om uitleg over onderzoeken met betrekking tot digitaal onderwijs in Vlaanderen* van Karolien Grosemans aan minister Ben Weyts, 3274 (2019-2020), Commissie voor Onderwijs, 1 oktober 2020.

³³¹ <https://www.scholierenkoepel.be/artikels/rapport-bevraging-welke-lessen-trekken-scholieren-uit-de-periode-van-afstandsonderwijs>

³³² Alleszins de eerste week van september 2020 voltijds naar school, vanaf tweede week en enkel voor de 2de en 3de graad kan, afhankelijk van de situatie in een gemeente, slechts week om week naar school gegaan worden. Klassen worden dan gehalveerd, waarbij de ene helft op school aanwezig is en de andere thuis afstandsonderwijs volgt, en omgekeerd.

³³³ Met flipping the classroom wordt de tijdsbesteding op school en thuis omgedraaid. De klassikale kennisoverdracht maakt plaats voor video’s of andere vormen van online instructie bij de leerling thuis. Het oefenen met de stof gebeurt vervolgens op school. Zo ontstaat er meer ruimte voor extra uitleg en voor verdieping van de stof onder schooltijd.

Een belangrijk aandachtspunt vormt de mogelijk opgelopen leerachterstand en de groeiende kloof tussen leerlingen. De Wereldbank³³⁴ gewaagt van een economisch verlies van \$10 biljoen op lange termijn ten gevolge van de leerachterstand die de huidige jongerengeneratie wereldwijd opliep door de crisis, tenzij ingrijpende corrigerende maatregelen worden genomen. Ook de OESO zal op korte termijn in een Working Paper dieper ingaan op de economische verliezen ten gevolge van leerachterstand.

Het beschikken over een computer en een goede internetverbinding garandeert geenszins een goede digitale vaardigheid. Drie factoren kunnen leerlingen hinderen in het leren: (a) de thuiscontext van de leerling zoals de afwezigheid van ondersteuning, toegang tot het afstandsonderwijs en leeromgeving, (b) individuele leerlingkenmerken zoals leer- of gedragsstoornissen, specifieke ondersteuningsnoden (kine, logo), zelfsturend vermogen, motivatie en mentale weerbaarheid en (c) praktijkvakken die niet (voldoende) van op afstand aangeleerd kunnen worden (#loodgieterachterdepc). Het zijn dus niet alleen kansarme kinderen en jongeren die hoogstwaarschijnlijk een leerachterstand hebben opgelopen.³³⁵ Zo is uit onderzoek van de KULeuven gebleken dat de leerachterstand als gevolg van de sluiting van de scholen door het coronavirus eerder dit jaar, kan oplopen tot een half jaar. Die achterstand is veel groter dan verwacht. Onderzoekers vergeleken daartoe de resultaten van de interdiocesane - oftewel gevalideerde - proeven bij leerlingen van het zesde leerjaar in het Katholiek Onderwijs van de voorbije zes jaar. Het leerverlies blijkt aanzienlijk, ondanks het afstandsonderwijs. Eerder onderzoek toonde aan dat een leerverlies van een half jaar overeenkomt met een individueel loonverlies van 2,6% en met 0,86% minder kans op een job. De leerachterstand op wetenschap en techniek is het grootst. Daar loopt het effect op tot zelfs meer dan een half schooljaar leerachterstand, gevolgd door Nederlands, Frans en wiskunde. Wiskunde gaat wellicht minder sterk achteruit, omdat het voor dat vak makkelijker is om herhalingsoefeningen via afstandsonderwijs aan te bieden. De test Nederlands gaat over begrijpend lezen, een vaardigheid die moeilijker vanop afstand te onderhouden is. Voor Mens en Maatschappij werd geen leerachterstand ten opzichte van de voorbije schooljaren vastgesteld.³³⁶

In het bijzonder kansarme leerlingen kunnen vaak moeilijk afstandsonderwijs genieten en thuiswerken. Dit laatste was overigens ook een aandachtspunt dat de Vlaamse Scholierenkoepel naar voren schoof over onderwijs tijdens corona: *“Het is belangrijk om een extra inspanning te leveren om na te gaan of ook kansarme leerlingen mee zijn. Hebben ze het nodige materiaal? In veel huizen is er bijvoorbeeld geen computer, of maar één toestel om te delen met het hele gezin. Ook een goede internetverbinding is niet voor elke leerling een vanzelfsprekendheid. Maar ook: hebben ze de juiste informatie gevonden? Weten ze wat ze moeten doen? Niet iedere leerling kan in de omgeving rekenen op dezelfde ondersteuning om van thuis uit aan de slag te gaan.”*³³⁷ Overigens kan de kloof tussen leerlingen ook in de hand gewerkt worden door de kloof die dreigt te ontstaan tussen scholen: een kopgroep die doorgaat met vernieuwing en een peloton

³³⁴ World Bank Group, *Simulating the potential impacts of covid-19 school closures on schooling and learning outcomes: a set of global estimates*, June 2020.

³³⁵ Charlotte Amou, Kris Van den Branden, Kristof De Witte, Bregt Henkens en Nele Rotty, *Uitpakken met zomerscholen als vaccin tegen corona-achterstand. hoe haalbaar en realistisch is dat?*, PlatformL, KULeuven.

³³⁶ Kristof De Witte, Joana Elisa Maldonado, *De effecten van de COVID- 19 crisis en het sluiten van scholen op leerlingprestaties en onderwijsongelijkheid*, Leuvense Economische Standpunten 2020/181, KULeuven, 23 september 2020.

³³⁷ <https://www.scholierenkoepel.be/artikels/onderwijs-coronatijden-scholieren-geven-aandachtspunten-voor-de-komende-weken?returnurl=nieuws>

dat aarzelt en ter plaatse blijft trappelen. Het onderwijssysteem heeft dan ook nood aan een duidelijke en efficiënte technologiestrategie die een breder gebruik van en gelijke toegang tot technologie in het onderwijs garandeert.

De mogelijkheden van AI op het vlak van leervolgsystemen en geïndividualiseerde leertrajecten, het reduceren van administratieve taken van leraren of het monitoren van slaagcijfers van studenten zouden kunnen bijdragen tot het reduceren of minstens beheersbaar houden van de leerachterstand ten gevolge COVID-19. Momenteel is het echter onduidelijk of en hoe scholen met AI-toepassingen in de coronacontext hebben geëxperimenteerd en in welke mate ze daartoe waren voorbereid en uitgerust. Er werd in Vlaanderen onder meer teruggegrepen naar het recept van zomerscholen om de achterstand van leerlingen weg te werken.³³⁸

E-leren bij Vlaamse opleidingsverstrekkers³³⁹

De coronacrisis heeft ertoe geleid dat de opleidingsverstrekkers een ruimer aanbod van e-leren hebben ontwikkeld en aanboden.

Meer dan de helft van de opleidingsverstrekkers bood voor de coronacrisis al e-opleidingen (online opleidingen en blended opleidingen) aan. Meestal ging het om een beperkt aantal, namelijk minder dan 10 opleidingen. Het gemiddeld aandeel e-opleidingen binnen het totaalaanbod was eerder beperkt, namelijk 15%. Tijdens de coronacrisis deden nog meer opleidingsverstrekkers ervaring op met e-leren. Ruim 80% schakelde (een deel van) het aanbod om naar e-leren, of ontwikkelde een nieuw aanbod aan e-leren tijdens de coronacrisis. De omschakeling blijkt vaker het geval bij opleidingsverstrekkers die pre corona ook al aan e-leren deden. Vooral opleidingsverstrekkers uit de onderwijssector voerden een omschakeling of uitbreiding naar e-leren door voor een groot deel van hun aanbod, net als opleidingsverstrekkers die vooral langlopende opleidingen aanbieden. Het gemiddelde aandeel e-opleidingen binnen het totaalaanbod steeg naar 53% tijdens corona.

Bijna een vijfde van de opleidingsverstrekkers maakte geen omschakeling naar e-leren naar aanleiding van de coronacrisis. Redenen daarvoor zijn praktisch van aard (bv. gebrek aan IT-uitrusting), of hebben te maken met een gebrek aan (kennis bij het) personeel, de aard van de doelgroep of inhoudelijke problemen (bv. praktijkgerichte focus van de opleiding).

Er zijn ook plannen om e-leren in de toekomst uit te breiden, of - voor opleidingsverstrekkers die tot nu toe nog niet aan e-leren doen - voor het eerst in te voeren. Een uitbreiding van het online aanbod is waarschijnlijk volgens drie vierde van de bevroegden, en van het blended aanbod volgens ongeveer 88%. Vooral opleidingsverstrekkers die al vertrouwd zijn met e-leren, hebben plannen in die richting.

Van de opleidingsverstrekkers die voor de coronacrisis al e-leren aanboden, maakte het merendeel (65,7%) gebruik van een Learning Management System (LMS)³⁴⁰. Dat blijkt vooral zo te zijn bij opleidingsverstrekkers uit de onderwijssector, grote opleidingsverstrekkers met 1000 of

³³⁸ Charlotte Arnou, Kris Van den Branden, Kristof De Witte, Bregt Henkens en Nele Rotty, *Uitpakken met zomerscholen als vaccin tegen corona-achterstand. hoe haalbaar en realistisch is dat?*, PlatformL, KULeuven.

³³⁹ D. Kimps, L. Lembrechts, A. K. Sodermans, *E-leren in Vlaanderen: enquête bij opleidingsverstrekkers uit de databank voor Vlaamse opleidingsincentives*, Departement Werk&Sociale economie, oktober 2020.

³⁴⁰ Een Learning Management System is een softwaretoepassing voor de administratie, documentatie, tracking, rapportering, automatisering en/of levering van opleidingsprogramma's en cursussen.

meer lerenden, en opleidingsverstrekkers die hoofdzakelijk langlopende opleidingen aanbieden. LMS worden vooral ingezet voor het beheer van online cursussen, het beschikbaar maken van studiemateriaal, de opvolging van het leerproces, en de evaluatie en communicatie met lerenden. Ruim een derde van de opleidingsverstrekkers die voor de coronacrisis nog niet aan e-leren deed en nog geen LMS had, overweegt om in de toekomst een LMS aan te schaffen.

Wat betreft het geschatte aandeel lerenden dat bereikt werd via e-leren, zijn de ervaringen erg divers. Slechts 14% stelt dat alle lerenden bereikt werden, terwijl ongeveer 1 op 4 schat dat hoogstens 20% van de lerenden bereikt werd via het aanbod aan e-leren. Ondernemingen/sectoren met eigen opleidingen schatten het aandeel lerenden dat ze bereikten, lager in, terwijl de opleidingsverstrekkers uit de onderwijssector dit net relatief hoger inschatten.

De omschakeling naar of uitbreiding van het aanbod aan e-leren tijdens de coronacrisis verliep niet zonder problemen. Opleidingsverstrekkers kregen te maken met moeilijkheden van praktische aard (64,2%), inzake de financiering/inkomsten (45,3%) en juridische belemmeringen (22,1%), naast andere problemen (67%). Ook de lerenden ondervonden problemen, zoals een gebrek aan IT-uitrusting en -vaardigheden. De lesgevers kwamen eveneens moeilijkheden tegen, zoals een gebrek aan geschikte infrastructuur en de grote tijdsinvestering om lesinhouden om te zetten.

Opleidingsverstrekkers geven aan dat ze nood hebben aan ondersteuning bij de toekomstige uitbreiding van het aanbod aan e-leren. Zo vraagt men naar een financiële tussenkomst voor de implementatiekosten die gepaard gaan met de omschakeling naar e-leren, waarover opleidingsverstrekkers weinig kennis en informatie hebben. Maar ook technische, didactische en ondersteuning in de vorm van samenwerking/netwerking worden door meer dan de helft van de respondenten vermeld. Een derde van de respondenten verwijst naar de nood aan praktische en juridische ondersteuning. Sommige opleidingsverstrekkers ervaren meer dan andere bepaalde noden. Zo zijn de juridische en praktische noden en behoefte aan samenwerking/netwerking meer uitgesproken bij opleidingsverstrekkers die pre corona al aan e-leren deden; is de behoefte aan samenwerking/netwerking groter bij opleidingsverstrekkers uit de onderwijssector en bij grote opleidingsverstrekkers, met veel opleidingen aangemeld in de opleidingsdatabank voor Vlaamse opleidingsincentives, die omschakelden of uitbreidden naar e-leren tijdens de coronacrisis, en die een aanbod voor kort- en middengediplomeerden omschakelden.

13.4 Onderzoek met indicaties voor het AI-adoptievermogen in het onderwijs

In dit deel wordt nagegaan na wat de indicaties zijn uit onderzoek voor het adoptievermogen van artificiële intelligentie in onderwijs en in hoeverre het Vlaamse onderwijs klaar was om met digitale technologieën de implicaties van de coronacrisis op te vangen. Onder andere het TALIS-onderzoek, de indicatoren uit DESI en PISA, een studie van het Joint Research Centre, een studie van KVAB en cijfers van het departement Onderwijs en Vorming komen aan bod.

13.4.1 Indicaties voor de AI-readiness van het onderwijs

Het gebruik van ICT in schoolomgevingen

Uit het TALIS-onderzoek^{341 342 343} kunnen indicaties afgeleid worden betreffende openheid voor innovatie en de toepassing van AI in het onderwijs op basis van gegevens over incorporatie van ICT in schoolomgevingen. Onderstaande tabel biedt een momentopname van het gebruik van ICT voor het lesgeven en de ontwikkeling van en behoefte aan ICT-gerelateerde vaardigheden.

TALIS reveleert dat leraars sinds 2013 de studenten meer en meer gebruik laten maken van ICT voor projecten of klastaken. In 2018 rapporteren 53% van de leraren in de hele OESO (Vlaanderen: 38%; België: 29%) dat zij frequent of altijd deze praktijk toepassen. In lijn hiermee kan worden vastgesteld dat de participatiegraad aan professionele ontwikkeling, ook op het vlak van ICT-vaardigheden, in veel landen is toegenomen sinds 2013. Deze stijging kan worden verklaard door de verspreiding van ICT-technologieën in alle geledingen van de samenleving en ook door de vernieuwing en verjonging van het lerarenbestand, die meer vertrouwd is met deze technologieën. TALIS-gegevens suggereren echter dat er maar beperkte voorbereiding en ondersteuning beschikbaar is voor leraren om innovatieve werkwijzen te implementeren in hun lespraktijken. Slechts 56% van de leraren in de OESO (Vlaanderen: 56 %; België: 51%) kreeg training in het gebruik van ICT in de lespraktijk als onderdeel van hun formele opleiding of training, en slechts 43% van de leraren (Vlaanderen: 34%; België: 28%) voelde zich hier goed of heel goed op voorbereid na voltooiing van hun initiële opleiding of training. Bovendien geeft ongeveer 18% van de leraren in de OESO (Vlaanderen: 9%; België: 18%) aan een grote behoefte te hebben aan professionele ontwikkeling van ICT-vaardigheden voor het lesgeven. Tenslotte ervaart 25% (Vlaanderen: 16%; België: 29%) van de schoolleiders het tekort en de ontoereikendheid van digitale technologie in de lespraktijk als een belemmering voor kwaliteitsonderwijs. Kortom, TALIS-data suggereren dat leraars eerder beperkt zijn in het gebruik van ICT. Er zij op gewezen dat de scores van de Vlaamse Gemeenschap doorgaans lager liggen dan deze van het OESO-gemiddelde, hetgeen een indicatie geeft van het potentieel van het lerarenkorps om met AI-technologieën om te gaan.

³⁴¹ OECD (2019). TALIS 2018 Results (Volume I). Teachers and School Leaders as Lifelong Leaders.

³⁴² Van Droogenbroeck, F., Lemblé, H., Bongaerts, B., Spruyt, B., Siongers, J., & Kavadias, D. (2019). *TALIS 2018 Vlaanderen – Volume I*. Brussel: Vrije Universiteit Brussel.

³⁴³ TALIS, de OESO International Teaching and Learning International Survey (TALIS), is een internationaal, grootschalig onderzoek onder leraren, schoolleiders en de leeromgeving. TALIS gebruikt vragenlijsten die aan leraren en hun schoolleiders worden voorgelegd om data te verzamelen. Het belangrijkste doel is om internationaal vergelijkbare informatie te genereren die relevant is voor het ontwikkelen en implementeren van beleid gericht op schoolleiders, leraren en onderwijs, met de nadruk op die aspecten die het leren van studenten beïnvloeden. Door de bevraging kunnen leraren en schoolleiders input aanleveren voor de analyse en ontwikkeling van onderwijsbeleid op belangrijke gebieden. Het hoofdonderzoek (ISCED niveau 2) werd uitgevoerd in 31 OESO-landen, waaronder België. Vlaanderen nam ook in 2018 deel aan het TALIS-onderzoek. Leraren en schoolleiders van zowel de eerste graad secundair onderwijs (internationaal de kern van TALIS) als van het lager onderwijs (internationaal een optionele groep) vulden een uitgebreide vragenlijst in. Een onderzoeksteam van de Vrije Universiteit Brussel stond in voor de implementatie van TALIS 2018 in Vlaanderen.

Tabel 21: ICT en lesgeven

	Percentage of teachers for whom the "use of ICT for teaching" has been included in their formal education or training	Percentage of teachers who felt "well prepared" or "very well prepared" for the use of ICT for teaching	Percentage of teachers for whom "use of ICT for teaching" has been included in their recent professional development activities	Percentage of teachers reporting a high level of need for professional development in ICT skills for teaching	Percentage of teachers who "frequently" or "always" let students use ICT for projects or class work	Percentage of principals reporting shortage or inadequacy of digital technology for instruction
	Chapter 4	Chapter 4	Chapter 5	Chapter 5	Chapter 2	Chapter 3
Alberta (Canada)	71	42	56	8	66	12
Australia*	65	39	67	11	78	12
Austria	40	20	46	15	33	18
Belgium	51	28	40	18	29	29
<i>Flemish Comm. (Belgium)</i>	56	34	45	9	38	16
Brazil	64	64	52	27	42	59
Bulgaria	58	50	63	23	44	26
CABA (Argentina)	53	50	61	20	64	39
Chile	77	67	51	17	63	13
Colombia	75	59	78	34	71	64
Croatia	47	36	73	26	46	25
Czech Republic	45	28	41	13	35	24
Denmark	47	40	47	11	90	13
England (UK)	75	51	40	5	41	15
Estonia	54	30	74	19	46	12
Finland	56	21	74	19	51	20
France	51	29	50	23	36	30
Georgia	45	47	67	33	53	29
Hungary	51	66	69	20	48	36
Iceland	46	26	63	21	54	5
Israel	58	47	69	29	52	40
Italy	52	36	68	17	47	31
Japan	60	28	53	39	18	34
Kazakhstan	75	69	90	30	66	45
Korea	59	48	61	21	30	24
Latvia	55	48	77	23	48	41
Lithuania	45	57	69	24	62	30
Malta	70	49	48	14	48	6
Mexico	77	80	64	16	69	44
Netherlands	49	29	61	16	51	16
New Zealand	59	34	73	14	80	18
Norway	46	36	58	22	m	11
Portugal	47	40	47	12	57	55
Romania	70	70	52	21	56	50
Russian Federation	69	72	75	15	69	32
Saudi Arabia	73	72	76	28	49	61
Shanghai (China)	79	63	77	30	24	10
Singapore	88	60	75	14	43	2
Slovak Republic	62	45	60	17	47	25
Slovenia	53	67	59	8	37	4
South Africa	62	54	53	32	38	65
Spain	38	36	68	15	51	21
Sweden	37	37	67	22	63	10
Turkey	74	71	61	7	67	22
United Arab Emirates	86	86	85	10	77	31
United States	63	45	60	10	60	19
Viet Nam	97	80	93	55	43	82
OECD average-31	56	43	60	18	53	25

* Participation rate of principals is too low to ensure comparability for principals' reports and country estimates are not included in the OECD average.

Source: OECD, TALIS 2018 Database, Tables I.4.13, I.4.13, I.5.18, I.5.21, I.2.1 and I.3.63.

Het VUB-rapport geeft meer gedetailleerde gegevens door in te zoomen op het onderscheid in onderwijsniveau (lager onderwijs en 1ste graad SO) en te vergelijken met andere referentiegroepen. Vlaamse leraren (lager onderwijs: 38,6%; secundair onderwijs 1^{ste} graad:

37,8%) laten leerlingen significant minder gebruik maken van ICT, zowel tegenover de EU-5 landen³⁴⁴ (41,6%) in het lager onderwijs, als in de EU-14³⁴⁵ (50%) en de PISA top-6³⁴⁶ landen (41,9%) in de eerste graad secundair onderwijs. Lespraktijken met ICT worden minder gebruikt en vragen meer planning en/of meer technische en materiële ondersteuning (bv. competenties in ICT en toegang tot ICT). In beide onderwijsniveaus (LO:15,1%; SO 1^{ste} graad: 9,4%) ervaren Vlaamse leraren dan ook een hoge behoefte aan professionele ontwikkelingsactiviteiten over ICT-vaardigheden en methoden voor geïndividualiseerd leren, zij het minder dan in 2008 en 2013. In de lerarenopleiding komt in beide onderwijsniveaus het gebruik van ICT (LO: 49,4%; SO 1^{ste} graad: 56,5%) slechts in de helft van de gevallen aan bod. 'Investerings in ICT materiaal' figureert in beide onderwijsniveaus (LO: 50,1%; SO 1^{ste} graad: 47,6%) in de top vijf van prioritair gewenste investeringen, zij het evenwel als de minst gewichtige van die vijf. Niettemin is deze verzuiming sterker aanwezig bij de Vlaamse leerkrachten in beide onderwijsniveaus dan in de referentiegroepen: de EU-5 landen voor lager onderwijs (30,3% zonder Frankrijk), de EU-14 landen (29,4% zonder Frankrijk) en de PISA top-6 landen (24,6%) voor de 1^{ste} graad van het secundair onderwijs.

De toepassing van e-leren

Uit recent onderzoek, de Index of Readiness for Digital Lifelong Learning³⁴⁷, blijkt dat België binnen de EU tot de zwakst scorende landen behoort op het vlak van digitalisering van leeractiviteiten: een 21^{ste} plaats met een indexscore van 0,575. De beste leerlingen van de klas zijn Estland (0,685), Nederland (0,681), Finland (0,672), Luxemburg (0,668), Malta (0,642) en Cyprus (0,641).

Digitaal leren wordt omschreven als het proces waarbij onderwijs en opleiding, en in het algemeen competentieverwerving, -ontwikkeling en -erkenning, worden getransformeerd door het gebruik van digitale technologieën. Er wordt uitgegaan van een ruime benadering in die zin dat elk type van leren ondersteund door digitale technologie in aanmerking wordt genomen. Dit omvat zowel leren in formeel en niet-formeel onderwijs en opleiding, als vrijwillige informele leeractiviteiten in het dagelijks leven, zoals musea bezoeken, een handleiding lezen of video's bekijken. Vanuit dit brede perspectief hebben digitale technologieën een invloed op leeractiviteiten van elke leeftijd, of het nu gaat om kinderen in het basis en secundair onderwijs, studenten in het hoger onderwijs of werknemers in beroepsopleiding in het begin van of gedurende hun loopbaan. Het hanteren van een levenslang perspectief in de omschrijving impliceert tevens dat digitaal leren kan

³⁴⁴ Voor het lager onderwijs wordt een vergelijking gemaakt met de vijf landen die beschikbaar zijn uit de hierna volgende voetnoot betreffende de selectie van 14 EU landen. Het gaat om Denemarken, Engeland, Frankrijk, Spanje en Zweden.

³⁴⁵ Oostenrijk, Denemarken, Finland, Frankrijk, Italië, Nederland, Portugal, Spanje, Zweden, Verenigd Koninkrijk, Tsjechië, Estland, Letland en Noorwegen. Deze groep landen wordt gebruikt om te vergelijken op het niveau eerste graad secundair onderwijs.

³⁴⁶ De selectie van de top-6 PISA landen werd samengesteld op basis van de landen die (1) beter presteren dan Vlaanderen voor wetenschap, wiskunde en lezen in PISA 2015 én (2) een minder grote spreiding hebben dan Vlaanderen tussen het kwart hoogste en laagste presterende leerlingen naar sociaal-economische achtergrond. Op deze wijze wordt een groep zogenaamde top presterende landen geselecteerd waar de toegevoegde waarde van het onderwijs het grootst is. Deze landen zijn Japan, Zuid-Korea, Estland, Finland, Canada (Alberta) en Noorwegen. Ook deze groep landen wordt gebruikt om te vergelijken op het niveau eerste graad secundair onderwijs.

³⁴⁷ Beblavý, M., Baiocco, S., Kilhoffer, Z., Akgüç, M. and Jacquot, M., (November 2019). *Index of Readiness for Digital Lifelong Learning: changing how europeans upgrade their skills*, CEPS – Centre for European Policy Studies in partnership with Grow with Google.

gebeuren in zeer uiteenlopende vormen, met een verscheidenheid aan hulpmiddelen en praktijken en betrokkenheid van zeer diverse actoren in het proces. Digitaal leren kan bijvoorbeeld gebeuren langs volledig informele bronnen op internet, zoals video's, blogs, sociale mediagroepen en apps, met materiaal dat vaak is samengesteld via crowdsourcing-processen. Ook kunnen digitale leertools, ontwikkeld door professionals en experts, door formele of niet-formele instellingen online worden aangeboden op hun websites of speciale apps, bijvoorbeeld in de vorm van e-books of MOOC's. Verder kan leren ook gebeuren via digitale hulpmiddelen en bronnen in een traditionele, fysieke leeromgeving zoals het klaslokaal, dankzij bijvoorbeeld virtuele en augmented reality, gamification van lessen en oefeningen, en tablets en computers. Digitaal leren creëert enerzijds nieuwe kanalen voor zelfstandig leren buiten de traditionele institutionele omgevingen, zoals scholen universiteiten, laboratoria enz., die moderne samenlevingen voor onderwijs en opleiding hebben ontwikkeld. Anderzijds maakt het vormen van blended learning (mix van leren met en zonder technologie) mogelijk die plaatsvinden in deze traditionele leeromgevingen. Dergelijke vormen complementeren traditionele leermethoden met digitaal materiaal en hulpmiddelen, vaak online, waardoor zelfs traditionele vormen van onderwijs en opleiding in verschillende aspecten diepgaand veranderen. Kortom, digitale technologieën definiëren een nieuw, breder ecosysteem voor leren, waarbij leren plaatsvindt in fysieke en virtuele omgevingen, via zowel formele als informele processen.

De index wordt samengesteld op basis van drie pijlers die nodig geacht worden om het proces van digitaal leren te kaderen en die elk subindicatoren omvatten waaraan een specifiek gewicht wordt toegekend (zie tabel hieronder).

Tabel 22: Samenstelling van de Readinessindex voor Digital Lifelong Learning

Index section	Weight
A - Learning participation and outcomes	30%
Learning outcomes	15%
Educational attainment and participation	7.5%
Participation in lifelong learning	7.5%
B - Institutions and policies for digital learning	40%
Institutions and policies	10%
Regulation and funding	15%
Educators and schools	10%
Governance and implementation	5%
C - Availability of digital learning	30%
Attitudes towards digitalisation	15%
Accessibility of digital learning	15%

België doet het gemiddeld goed wat betreft deelname aan leren en leerprestaties (9^{de} rang) alsook wat betreft de beschikbaarheid en houding ten opzichte van digitale leermiddelen (10^{de} rang), maar scoort ondermaats op het vlak van instituties en beleid inzake digitaal leren (23^{ste} rang).

Een studie over E-leren in Vlaanderen³⁴⁸ ligt enigszins in de lijn met bovenvermelde scores van België. Het VIONA-onderzoek reveleert dat het belang van e-leren de afgelopen jaren sterk is toegenomen, maar dat het beschikbare aanbod versnipperd is en weinig zichtbaar. Het aanbod e-leren is in volle ontwikkeling bij de bevraagde onderwijs- en opleidingsverstrekkers. Blended opleidingen, of een combinatie van blended en online opleidingen komen het vaakst voor, terwijl slechts enkele respondenten enkel online opleidingen aanbieden. Ook specifiek beleid rond e-leren en kwaliteitszorg voor e-leren zijn nog in volle ontwikkeling. Uit het rapport blijkt verder dat, hoewel e-leren heel wat potentieel heeft op het vlak van communicatie, personalisatie en maatwerk, deze mogelijkheden slechts in beperkte mate worden benut. E-leren biedt nochtans, aldus het rapport, een interessant instrument om beter in te spelen op de capaciteiten en persoonlijke noden van de cursisten. De geconsulteerde experts en aanbieders geloven vooral in de groei van blended leren. Door de aanhoudende digitale (r)evolutie zou de technologie in de toekomst bovendien nog een grotere rol kunnen spelen bij e-leren (vbn. feedback en opvolging cursisten via AI, blockchaintechnologie om verworven competenties te erkennen,...). In antwoord

³⁴⁸ VIONA en Idea Consult (29 maart 2019), E-leren in Vlaanderen, In opdracht van de Vlaamse minister bevoegd voor Werk in het kader van het VIONA-onderzoeksprogramma.

op een parlementaire vraag³⁴⁹ laat de bevoegde Vlaamse minister weten dat “*nieuwe, flexibele vormen van opleiding en vorming, zoals e-learning, maar ook werkplekleren bijvoorbeeld, al een plaats krijgen binnen het hervormde systeem van Vlaamse opleidingsincentives. Het is nu ook mogelijk om Vlaamse opleidingsverlof op te nemen voor specifieke vormen van ‘blended learning’ waarbij zowel afstandsonderwijs als contactonderwijs worden aangewend. Bij de voorloper van het Vlaams opleidingsverlof, het betaald educatief verlof, was dat niet het geval.*”

Digitale vaardigheden van burgers en jongeren

Digitale vaardigheden en geletterdheid kunnen de adoptie van AI in de samenleving en het onderwijs faciliteren.

Digital Economy and Society Index

Uit de Eurostat-database blijkt dat 5% van de totale Belgische werkgelegenheid in 2019 wordt ingevuld door ICT-specialisten.³⁵⁰ Met een 7^{de} positie scoort België duidelijk boven het EU28-gemiddelde van 3,9% maar vertoont het toch een achterstand tegenover de koplopers Zweden (7%), Finland (6,8%), Luxemburg (6,1%), Estland (6%) en in mindere mate Nederland (5,6%).

Wat het aantal individuen betreft dat beschikt over digitale basis- of gevorderde vaardigheden beschikt 61% van de Belgische burgers tussen 16 en 74 jaar in 2019 over deze vaardigheden tegenover 58% in de EU. In de toplanden voor deze indicator ligt dit aandeel digitaal vaardige burgers beduidend hoger: Luxemburg³⁵¹ telt 85% digitaal basis- of bovenmatig vaardige burgers, Nederland 79%, Finland 76%, het VK 74%, Zweden 72%, Duitsland en Denemarken 70%. In België beschikt 34% van de burgers over meer dan digitale basisvaardigheden, waarmee België het niveau van het Europees gemiddelde van 33% nipt overschrijdt. Luxemburg, Nederland, Denemarken, Zweden, VK en Finland beschikken op dat vlak over aandelen die boven de 45% liggen. Het aandeel individuen dat over lage digitale vaardigheden beschikt, ligt in 2019 in België (29%) iets hoger dan het Europees gemiddelde (28%). In landen als Nederland (16%), Finland (19%), het VK (20%), Oostenrijk (21%), Duitsland (22%) en Portugal (22%) ligt dat aandeel beduidend lager.

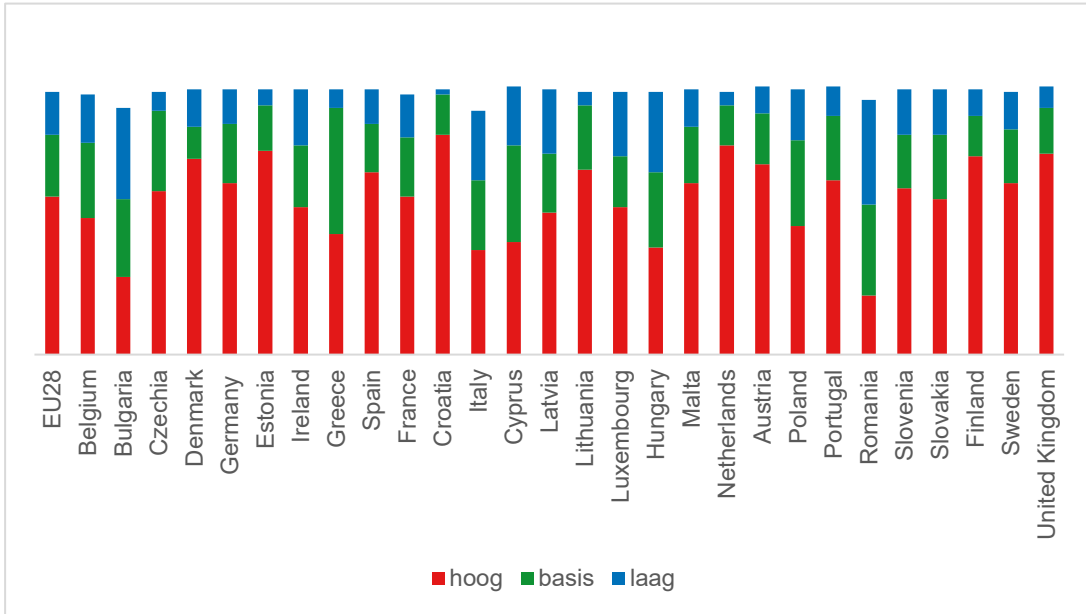
Focust men op de leeftijdscategorie van 16 tot 24 jaar waarin jongeren veelal nog leerplannen koesteren, dan blijkt dat 82% van de Europese jongeren over minstens digitale basisvaardigheden beschikt. België scoort met 79% onder het EU-gemiddelde en heeft een serieuze achterstand ten aanzien van de koplopers zoals Kroatië (97%), Nederland (93%) en Estland (93%). Van een achterstand kan eveneens gesproken worden wanneer gekeken wordt naar het aandeel jongeren met hoge digitale vaardigheden: met 51% bevindt België zich ver onder het EU-gemiddelde (59%) en de kloof met de toplanden Kroatië (82%), Nederland (78%), Estland (76%), het VK (75%) en Finland (74%) is gigantisch. Bovendien telt België meer jongeren met lage digitale vaardigheden (18%) dan het EU-gemiddelde (16%). Kroatië (2%), Nederland (5%), Litouwen (5%), Estland (6%), Tsjechië (7%), Griekenland (7%) het VK (8%) en Finland (10%) scoren op dat vlak beduidend beter.

³⁴⁹ Vraag om uitleg van Robrecht Bothuyne aan Hilde Crevits, viceministerpresident van de Vlaamse Regering, Vlaams minister van Economie, Innovatie, Werk, Sociale Economie en Landbouw, over e-learning, Commissievergadering nr. C130 (2019-2020) – 13 februari 2020.

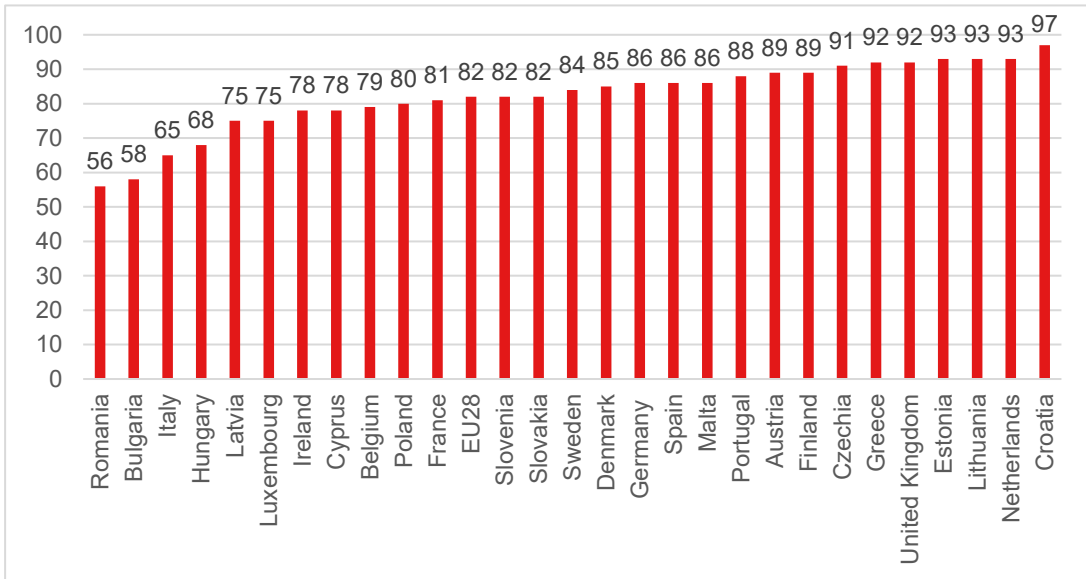
³⁵⁰ https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/ICT_specialists_in_employment

³⁵¹ Cijfers voor 2017.

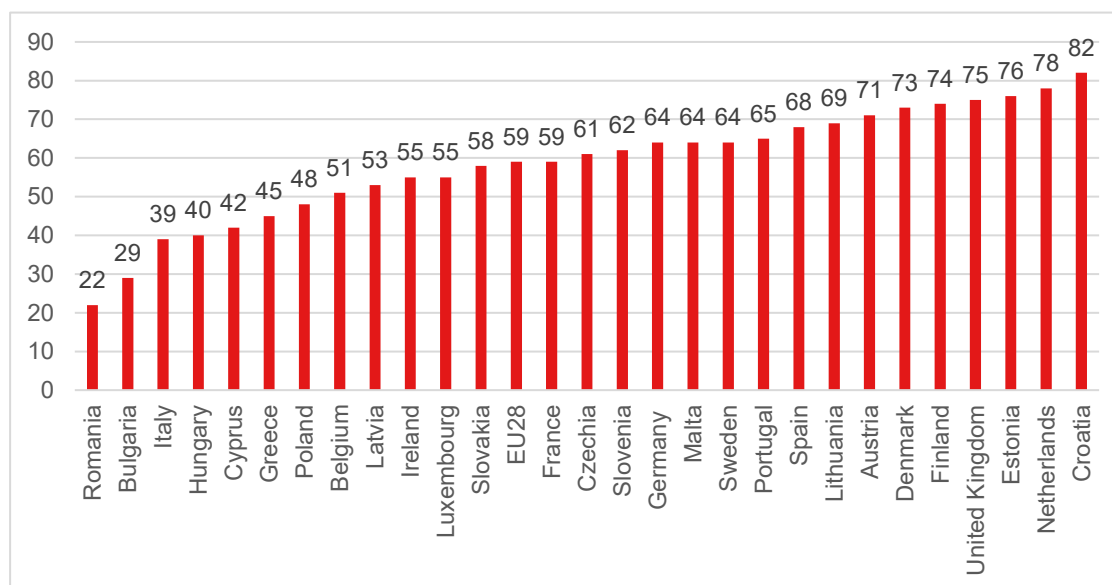
Figuur 120: Digitale vaardigheden bij jongeren tussen 16 en 24 jaar (2019, Eurostat)



Figuur 121: Jongeren tussen 16 en 24 jaar met minstens digitale basisvaardigheden (2019, Eurostat)



Figuur 122: Jongeren tussen 16 en 24 jaar met meer dan digitale basisvaardigheden (2019, Eurostat)



Ook de verhouding van het aantal personen met een hogere opleiding en/of werkzaam in Wetenschap en Technologie ten aanzien van de actieve bevolking³⁵² kan een indicatie zijn van het absorptiepotentieel van AI in de samenleving. Op dat vlak scoort België met 52,7% (Vlaanderen 52,3%) en een 7^{de} positie in 2019 beduidend beter dan het Europees gemiddelde van 46,6%. Luxemburg (61,5%), Zweden (56,2%), het VK (55,8), Finland (54,7%), Ierland (53,7%) en Nederland (52,8) doen echter nog beter.

PISA 2018³⁵³

De lees- en STEM-vaardigheden van studenten kan eveneens een aanwijzing zijn voor enige aanleg voor digitale geletterdheid. De PISA 2018-resultaten schetsen een beeld. Op het vlak van leesvaardigheid vallen de Vlaamse 15-jarigen voor leesvaardigheid uit de top 10 van de deelnemende landen. Binnen Europa doen Ierland, Estland, Finland en Polen het beter. De resultaten van Zweden, het Verenigd Koninkrijk, Denemarken, Noorwegen, Duitsland en Slovenië zijn te vergelijken met de Vlaamse resultaten. In Vlaanderen zijn er meer toppers dan gemiddeld over de OESO-landen heen. Maar bijna 1 op 5 van de 15-jarigen haalt het basisoniveau voor leesvaardigheid niet. Dit betekent dat die leerlingen niet in staat zijn de teksten functioneel te gebruiken en de nodige informatie eruit te halen. De gemiddelde Vlaamse leesvaardigheidsscore daalt significant. De negatieve trend uit het vorige PISA-onderzoek (2015) zet zich verder.

Internationaal doen de Vlaamse studenten het nog steeds goed in wiskunde en wetenschappen, maar een daling is zichtbaar. Voor wiskunde en wetenschappen behoren de Vlaamse leerlingen nog altijd tot de Europese top. Voor wiskunde doen enkel zes Aziatische landen beter. Voor wetenschappen zijn dat naast vijf Aziatische landen ook Estland, Finland en Canada. In

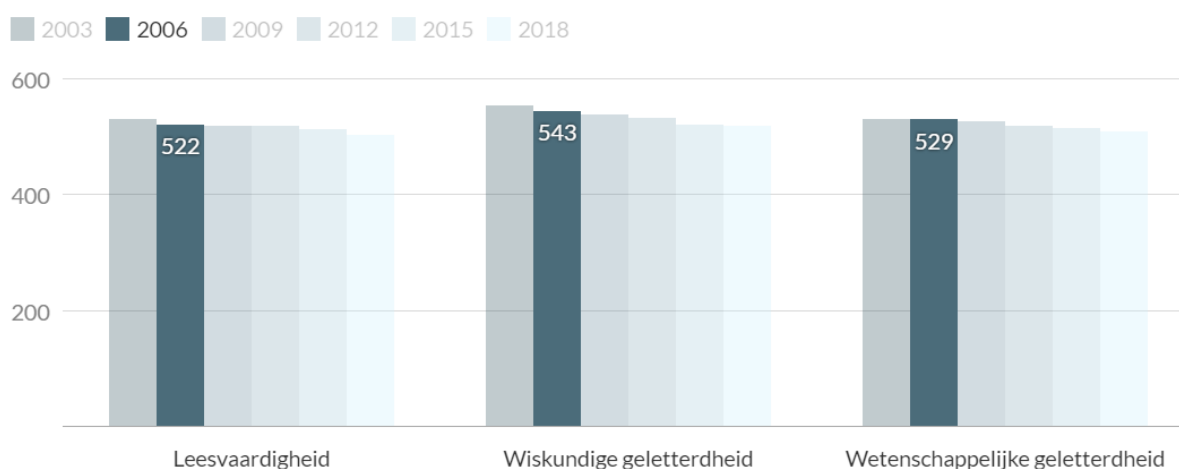
³⁵² Bron: Eurostat database. <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

³⁵³ Programme for International Student Assessment (PISA) is een internationaal vergelijkend onderzoek op initiatief van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO). PISA test 15-jarigen op hun leesvaardigheid, wiskundige geletterdheid en wetenschappelijke geletterdheid, ongeacht waar ze zich bevinden in het onderwijssysteem. Naast een test krijgen de leerlingen ook een vragenlijst. De schooldirectie vult ook een vragenlijst in.

Vlaanderen scoort 83% van de leerlingen op of boven het vaardigheidsniveau 2. Alleen Aziatische landen doen het zoals gezegd beter. 17% van de Vlaamse leerlingen zijn laagpresteerders voor wiskundige geletterdheid, wat lager ligt dan het internationaal OESO-gemiddelde (24%). Laagpresteerders behalen vaardigheidsniveau 2 niet. 19% van de Vlaamse leerlingen zijn toppresterders voor wiskundige geletterdheid. Dit is het hoogste percentage van alle Europese landen. Toppresterders behalen een vaardigheidsniveau van 5 of 6. Toch is de trend hier ook negatief, want de gemiddelde scores gaan achteruit tussen 2003 en 2018. Het percentage toppresterders wiskunde daalt met 15 % het sterkst in Vlaanderen.

Op het vlak van wetenschappelijke geletterdheid scoort 82% van de leerlingen in Vlaanderen op of boven het vaardigheidsniveau 2. Binnen Europa doen alleen Estland en Finland het beter. 18% van de Vlaamse leerlingen zijn laagpresteerders voor wetenschappelijke geletterdheid. Hierdoor staat Vlaanderen op de 15de plaats van alle deelnemende landen. 10% van de Vlaamse leerlingen leveren een topprestatie voor wetenschappelijke geletterdheid, wat hoger ligt dan het internationaal gemiddelde (7%). Maar ook voor wetenschappelijke geletterdheid zien we de gemiddelde score dalen: Vlaanderen gaat 20 punten achteruit tussen 2006 en 2018. Ook bij de laagpresteerders is de negatieve trend zichtbaar. Met een stijging van 6,4% laagpresteerders behoort Vlaanderen tot de 9 landen waar het percentage laagpresteerders met meer dan 5% stijgt tussen 2006 en 2018.

Figuur 123: Dalende trend leesvaardigheid, wiskundige en wetenschappelijk geletterdheid 15-jarigen (Gemiddelde PISA-scores 15-jarigen naar domein, Vlaams Gemeenschap, 2003-2018, punten)



Bron: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO)

De Vlaamse 15-jarigen haalden voor leesvaardigheid in 2018 een gemiddelde PISA-score van 502 punten. Deze score daalde tussen 2009 en 2018 met 17 punten. Er wordt vergeleken met 2009 omdat in dat jaar leesvaardigheid het hoofddomein was in het PISA-onderzoek. De 15-jarigen haalden in 2018 voor wiskundige geletterdheid een gemiddelde PISA-score van 518 punten. Deze score daalde tussen 2003 (wiskundige geletterdheid hoofddomein) en 2018 met 35 punten. De Vlaamse PISA-score voor wetenschappelijke geletterdheid van 15-jarigen bedroeg in 2018 gemiddeld 510 punten. Tussen 2006 (wetenschappelijke geletterdheid hoofddomein) en 2018 daalde deze score met 19 punten.

Figuur 124: Laag- en toppresteerders PISA per domein (Vlaamse Gemeenschap, 2003-2018, in %)

Laagpresteerders



Toppresteerders



Bron: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO)

Gespecialiseerd onderwijsaanbod

Een studie van het Joint Research Centre³⁵⁴ brengt het gespecialiseerd onderwijsaanbod in Al-vaardigheden in kaart.

De AI-onderwijspenetratiegraad (het aantal bachelor en master AI-programma's per 100) is in 2018 het hoogst in Roemenië, Slowakije en Estland. Ook de Scandinavische landen scoren goed. België bevindt zich in de middenmoot en doet iets beter dan het EU 28-gemiddelde (4 AI academische programma's per 100). Er kunnen 2054 academische AI-programma's gedetecteerd worden op een totaal van 52001 opleidingsprogramma's in de EU. Dit is slechts 3,9% van alle beschikbare academische programma's, m.a.w. 4 programma's per 100³⁵⁵. Telt men er programma's in het domein van high-performance computing en cybersecurity bij, dan loopt het aandeel op tot 6,7%. Er zijn in totaal 197 Europese universiteiten met in totaal 406 gespecialiseerde masters in AI; 84 van de universiteiten, of 43%, biedt minstens 2 gespecialiseerde masters aan in AI. België biedt 25 academische AI-programma's aan (1,2% van het EU-aanbod), waarvan 3 gespecialiseerde masteropleidingen (0,7% van het EU-aanbod). Het grootste aanbod in absolute cijfers vindt men terug in het VK (1.144 programma's), Nederland

³⁵⁴ López Cobo M., De Prato G., Alaveras G., Righi R., Samoili S., Hradec J., Ziembra L.W., Pogorzelska K., Cardona M., *Academic offer and demand for advanced profiles in the EU. Artificial Intelligence, High Performance Computing and Cybersecurity*, EUR 29629 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019 Joint research Centre, European Commission.

³⁵⁵ Wegens gebrek aan gegevens over het totaal aantal programma's per lidstaat, kan het aantal AI-programma's per 100 niet nader toegelicht worden.

(103) en Duitsland (98). In vergelijking met Nederland is het aanbod in België dus beperkter, een vaststelling die ook de KVAB³⁵⁶ reeds deed.

Volgens KVAB wordt AI in Nederland beschouwd als een zelfstandige discipline, op hetzelfde niveau als wiskunde, informatica en natuurwetenschappen. Vrijwel elke universiteit heeft een (Engelstalige) bacheloropleiding AI, die wordt gevolgd door een tweejarige master. De instroom van studenten is zeer groot, met een gemiddelde van 150 tot 200 eerstejaars per universiteit. Deze opleidingen worden aan verschillende faculteiten gegeven afhankelijk van waar de nadruk op ligt, maar vooral in de masterprogramma's die aanleunen bij de computerwetenschappen. Bovendien hebben sommige AI-opleidingen in Nederland een niet-technologisch gerichte component, zodat ze heel wat studenten aantrekken die niet noodzakelijk de wiskundige en wetenschappelijke achtergrond hebben van de opleidingen ingenieurs- of computerwetenschappen, maar toch productief werk kunnen verrichten in AI, vooral wat de facetten 'taal' en 'denken' betreft. Deze verscheidenheid zorgt er dus voor dat jongeren met verschillende en brede interesses terecht kunnen in een AI-opleiding en dat ook meer vrouwelijke studenten instromen in AI-gerelateerde opleidingen. Duitsland is gekend voor zijn ingenieursopleidingen. Verschillende masters bieden vakken in AI aan zoals de masters in wiskunde, in Embedded Systems Engineering of in Robotic Systems Engineering. De Technische Universität Berlin heeft een specifieke master in autonome systemen. Nog andere masters die in hun opleiding AI-vakken aanbieden, zijn gelinkt met digitale media, taal-en communicatietechnologieën, hernieuwbare energie, alsook water- en afvalbeheer. Het succes van de ingenieursopleidingen en computerwetenschappen in Duitsland kan mogelijks verklaard worden door het feit dat het een goed uitgebouwd aanbod heeft aan computationeel denken en programmeren in het secundair onderwijs. Het VK vangt het tekort aan STEM-studenten op door programmeren een verplicht vak te maken voor leerlingen tussen vijf en zestien jaar. De universitaire opleidingen inzake AI in het VK zijn zeer talrijk. Daarnaast bestaan er ook privé-initiatieven. Zo kunnen schoolverlaters bij PwC in het VK een betaald programma van vier jaar in computerwetenschappen of software engineering volgen. Zodoende kunnen ze de verschillende technologieën (AI, drones of AR) meteen toepassen met en voor de klanten. In Finland zijn er verschillende AI-masters. Voorbeelden hiervan zijn de master in autonome systemen aan de universiteit van Aalto en de master in robotica en AI aan de Tampere University of Technology. AI maakt ook, deel uit van opleidingen zoals landbouwwetenschappen en levenswetenschappen aan de universiteit van Helsinki. In de VS zijn er veel universiteiten die wereldwijde faam genieten voor hun AI-opleidingen (top vijf: Carnegie Mellon University, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Stanford University, University of California Berkeley en University of Washington). China investeert momenteel zwaar in AI-opleidingen. Zo is het internationale AI-opleidingsprogramma voor Chinese universiteiten gestart in april 2018 aan de universiteit van Peking. Dit is het meest grootschalige AI-programma te wereld, met als doel de komende vijf jaar 500 leerkrachten en 5.000 studenten op te leiden. China heeft de knowhow en is bezig met het opnemen van AI in hun opleidingen, ook in het secundair onderwijs. Om in Vlaanderen aan de toenemende behoeften te kunnen voldoen, zijn meer AI-specialisaties en AI-gerelateerde vakken te integreren in opleidingen zoals computerwetenschappen, informatica en statistiek. Tegelijkertijd is het belangrijk het multidisciplinaire aspect van AI in aanmerking te nemen en dit ook te promoten in opleidingen buiten IT, zoals bijvoorbeeld psychologie, rechten, communicatie, politieke wetenschappen, ingenieurswetenschappen, biologie en geneeskunde. In het lager en

³⁵⁶ Steels, L. (e.a.). *Artificiële Intelligentie. Naar een vierde industriële revolutie?*, KVAB, Standpunt 53, 2017.

secundair onderwijs kunnen praktische voorbeelden en toepassingen van AI gedemonstreerd worden, best door mensen uit het bedrijfsleven. Specifieke opleidingen in het secundair onderwijs zoals IT-wetenschappen of IT-wiskunde of de uitbreiding van STEM-programma's met programmeren en probleemoplossend denken kunnen de instroom van leerlingen naar data-analyse en AI stimuleren. De nieuwe eindtermen voor de tweede en derde graad secundair onderwijs kunnen in dat opzicht een bepalende rol kunnen spelen door sterker in te zetten op de technologische vorming. Bovendien is er, bijvoorbeeld via interuniversitaire zomerscholen, een behoefte aan kortere opleidingen, herscholing en bijscholing, ook voor mensen in het bedrijfsleven.³⁵⁷

STEM-richtingen in Vlaanderen

De meest recente cijfers³⁵⁸ over het aantal leerlingen in STEM-richtingen hangen een dubbelzinnig beeld op. STEM doet het goed in het algemeen secundair onderwijs (aso) – waar het ook meer meisjes aantrekt – maar blijft wat ter plaatse trappelen in het technisch (tso) en beroepsonderwijs (bso). Binnen de onderwijsvormen is de stijging van het percentage STEM-leerlingen t.o.v. 2010-2011 (de nulmeting) het grootst in het aso (eerste leerjaar van de tweede graad: van 29,78% 2010-2011 naar 35,17% in 2018-2019). Het percentage meisjes in aso-STEM-studierichtingen bedraagt in 2018-2019 in het eerste leerjaar van de tweede graad 46,22%. In het eerste leerjaar van de derde graad is er een stijging van 51,81% (2010-2011) naar 54,90% (2018-2019). In het eerste leerjaar van de derde graad aso bedraagt het aandeel STEM-meisjes in 2018-2019 50,63%. In het bso is t.o.v. 2010-2011 het percentage leerlingen in STEM-studierichtingen zowel gedaald in het eerste leerjaar van de tweede graad (van 40,47% naar 40,29% in 2018-2019) als in het eerste leerjaar van de derde graad (van 37,90% naar 36,99% in 2018-2019). Het aandeel meisjes in STEM-studierichtingen is 5,83% (2018-2019) in het eerste leerjaar van de tweede graad en 4,03% in het eerste leerjaar van de derde graad. Dat was in 2010-2011 resp. 5,73% en 3,68%. In het tso is t.o.v. 2010-2011 een het percentage leerlingen in een STEM-studierichting in het eerste leerjaar van de tweede graad gestegen van 36,13% naar 37,26% in 2018-2019. In het eerste leerjaar van de derde graad is er een daling van 40,16% in 2010-2011 naar 39,67% in 2018-2019. Als de percentages vergeleken worden met die van het schooljaar 2017-2018 kan in het eerste leerjaar van de tweede graad een daling van 37,59% naar 37,26% vastgesteld worden. In het eerste leerjaar van de derde graad is er in 2018-2019 eveneens een daling tegenover 2017-2018: 39,67% tegenover 40,09%. Het aantal meisjes in tso is in het eerste leerjaar van de tweede graad 12,60% tegenover 10,98% in 2017-2018 en tegenover 10,38% in 2010-2011. In het eerste leerjaar van de derde graad zijn de STEM-meisjes nu met 16,51% (tegenover 15,67% in 2017-2018 en tegenover 13,81 % in 2010-2011).

Het Vlaams Hervormingsprogramma 2020³⁵⁹ stelt in verband met de eindtermen het volgende: *“De nieuwe eindtermen zijn gebaseerd op 16 sleutelcompetenties. Deze kerncompetenties hebben een duidelijk verband met de Europese kerncompetenties voor levenslang leren en de 21e-eeuwse vaardigheden, zoals aanbevolen door de EC en de OESO. Ze dragen bij tot een positieve mentaliteit t.a.v. (levenslang) leren. Bij de uitrol van de nieuwe eindtermen in het SO wordt bijzondere aandacht geschonken aan het samenspel tussen de beroepskwalificaties en*

³⁵⁷ PwC, *Benchmarkstudie over artificiële intelligentie*, Departement Economie, Wetenschap en Innovatie, juli 2018.

³⁵⁸ Departement Onderwijs en Vorming, *STEM-monitor 2020*, juni 2020.

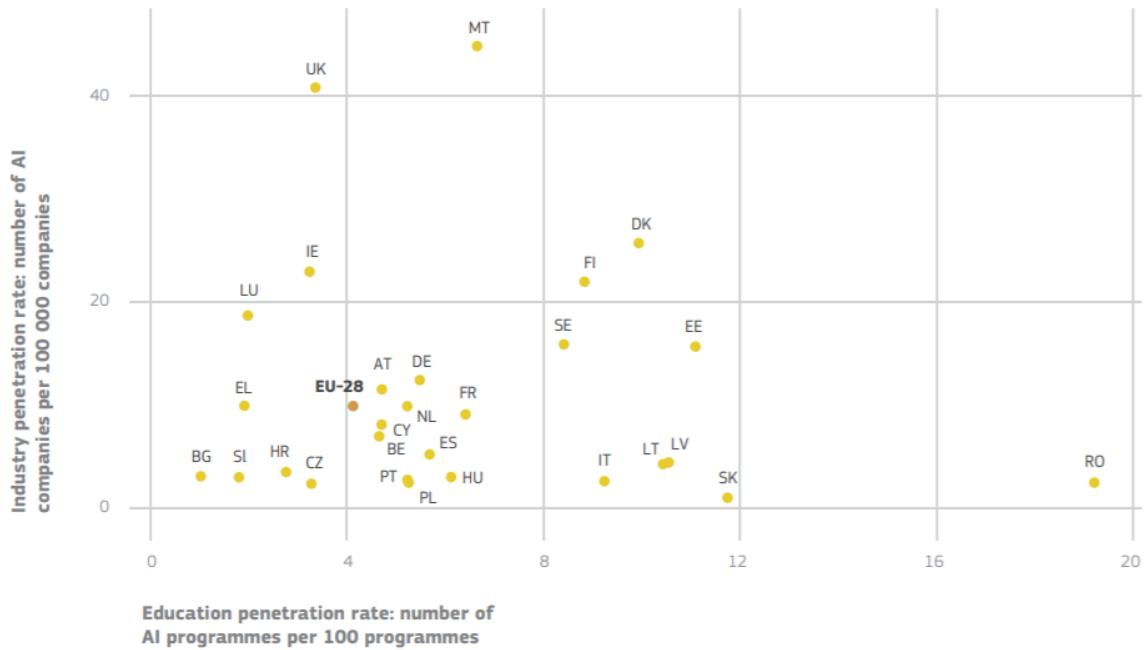
³⁵⁹ Vlaamse Regering, *Vlaams Hervormingsprogramma 2020*, 3 april 2020.

eindtermen. Leerlingen uit beroepssecundair onderwijs (bso), en desgevallend technisch secundair onderwijs (tso), komen zo goed voorbereid op de arbeidsmarkt.” En verder: “Na de invoering van nieuwe eindtermen in de 1ste graad van het SO, wordt nu werk gemaakt van nieuwe eindtermen voor de 2de en 3de graad van het SO en nadien ook van nieuwe eindtermen voor het basis- en volwassenenonderwijs. Alle studierichtingen van het SO dienen aan te sluiten op ofwel de noden van de arbeidsmarkt, ofwel op de startkwalificaties van het hoger onderwijs, of op beide. Het volledige studieaanbod van het SO wordt samengebracht in één eenvoudige en uniforme tabel waardoor ouders en leerlingen zicht krijgen op alle mogelijke leertrajecten. Deze tabel omvat zowel de door de overheid ontwikkelde matrix met de studiedomeinen, finaliteiten en onderwijsvormen (algemeen secundair onderwijs, beroepssecundair onderwijs, kunstsecundair onderwijs, technisch secundair onderwijs) als de basisopties en pakketten van de eerste graad.” De Sociaal-Economische Raad van Vlaanderen, het advies- en overlegorgaan van de Vlaamse sociale partners, stelt in zijn digitaliseringsagenda dat “Vlaanderen werk moet maken van een vaardighedengarantie. Die moet verzekeren dat kinderen en volwassenen de nodige basisvaardigheden verwerven (incl. digitale basisgeletterdheid en zgn. ‘21st century skills’) en zorgen voor onderwijskwalificaties en/of beroepskwalificaties die garanties bieden op functionele (digitale) geletterdheid, ook in het secundair onderwijs met arbeidsfinaliteit (BSO) en met dubbele finaliteit (TSO). Datageletterdheid, inzicht in algoritmes en privacygeletterdheid zijn slechts enkele voorbeelden van type geletterdheden die binnen een datagedreven samenleving steeds belangrijker worden. Het zijn sleutelcompetenties voor de toekomst.”³⁶⁰ In een advies over de eindtermen 2de en 3de graad secundair onderwijs vraagt de SERV verder dat “de Vlaamse Regering de bijdragen die bij dit advies zijn gevoegd, grondig zou bekijken en ze waar mogelijk te honoreren, rekening houdend met de haalbaarheid en het belang van consistentie en een stevige basisvorming voor alle leerlingen. De bijdragen rond STEM en digitale competenties, Burgerschap en Sociale relaties en Loopbaancompetenties en ondernemingszin zoals geclusterd onder 3.2.2 moeten voor de SERV volledig gehonoreerd worden.”³⁶¹

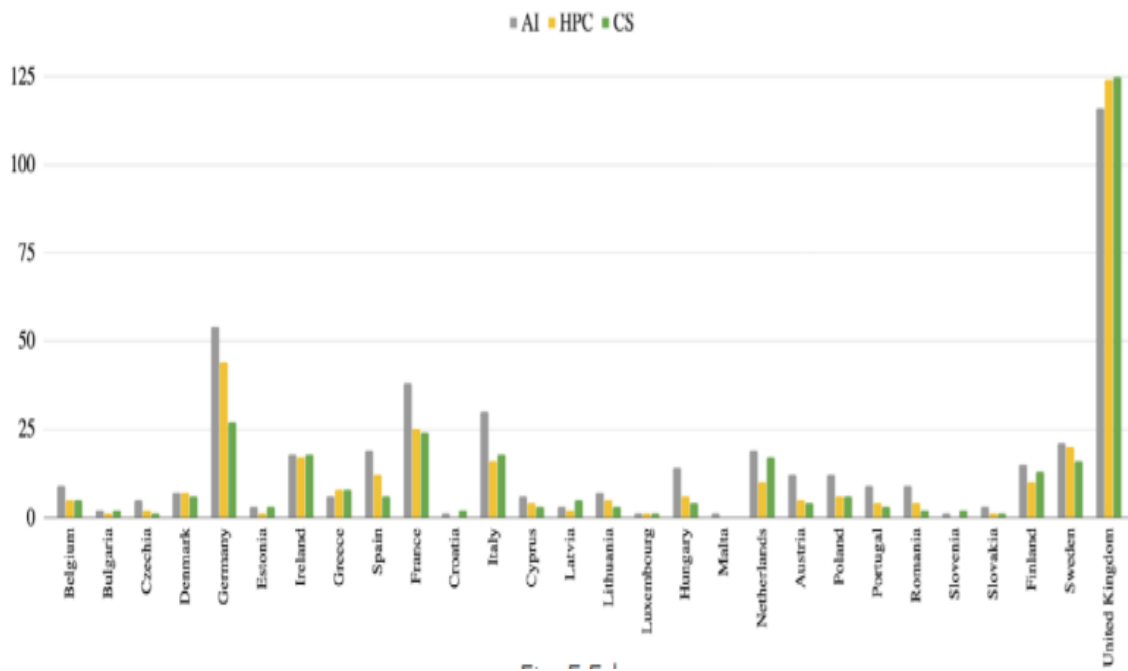
³⁶⁰ SERV, *De transitie naar een digitale samenleving. Aanbevelingen en acties*, 4 juli 2018.

³⁶¹ SERV, *Eindtermen 2de en 3de graad secundair onderwijs. Advies over het voorontwerp van decreet betreffende de onderwijsdoelen voor de tweede en derde graad van het secundair onderwijs en diverse andere verwante maatregelen*, 28 augustus 2020.

Figuur 125: AI onderwijs en AI industrie penetratiegraad EU



Figuur 126: Aantal universiteiten per domein (Artificial Intelligence, High-Performance Computing and Cybersecurity), EU, 2018



Bron: JRC, European Commission, 2019

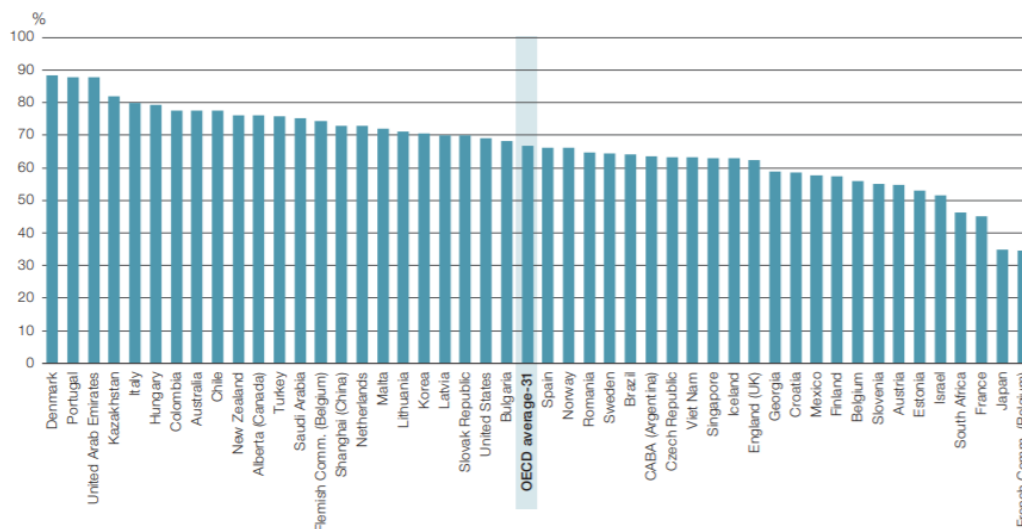
13.4.2 Indicaties voor het digitale aanpassingsvermogen van het onderwijs aan de impact van de coronacrisis

Bevindingen uit TALIS 2018 kunnen ook aangewend worden om een beeld te schetsen van het digitale aanpassingsvermogen van leerkrachten en scholen aan nieuwe manieren van onderwijs (en de inschakeling van AI) in het licht van de COVID-19-crisis³⁶². Dat aanpassingsvermogen is zeer cruciaal, zowel vanuit sociaal-pedagogische als vanuit economische invalshoek. Op 3 mei 2020 rapporteerde het UNESCO Statistisch Instituut dat 182 landen een volledige sluiting van alle scholen hadden opgelegd waardoor wereldwijd 1,3 miljard studenten werden geraakt. Zelfs na de heropening van de scholen en de hervatting van de lesactiviteiten, is het duidelijk dat de situatie – zeker in de eerstkomende maanden - niet meer dezelfde zal zijn als vóór de crisis.

Digitale paraatheid van het lerarenkorps

67% van de leerkrachten in het lager secundair onderwijs had vóór de crisis het gevoel dat zij studenten ondersteuning konden bieden bij het leerproces door middel van digitale technologie (bv. computers, tablets, smartboards). In Vlaanderen lag dat aandeel op 74,4% en dus boven het OESO-gemiddelde (van 31 betrokken landen). Daarentegen gaf 18% van de leerkrachten op OESO-niveau aan een hoge nood te hebben aan professionele opleiding in dit domein. In Vlaanderen bedroeg dit aandeel 9,4%.

Figuur 127: % van leerkrachten lager secundair onderwijs die het gevoel hebben te studenten te kunnen ondersteunen bij het leren door middel van digitale technologie (“best veel” of “veel”)



Note: CABA (Argentina): Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Argentina).

Values are ranked in descending order of teachers' self-efficacy in supporting student learning through the use of ICT.

Source: OECD, TALIS 2018 Database, Table I.2.20.

Deze pre-crisis analyse brengt aan het licht dat de transitie naar afstandsonderwijs en -leren op OESO-niveau een uitdaging zou betekenen voor ongeveer één derde van de leerkrachten en eerder problematisch zou zijn voor bijna één op vijf leerkrachten.

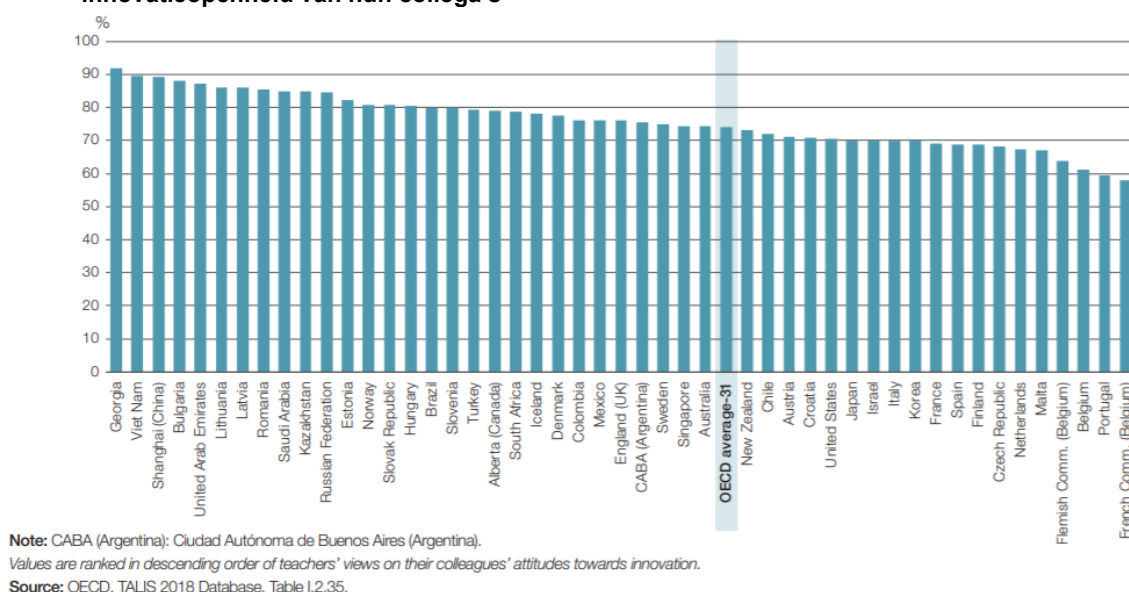
³⁶² OECD, *How prepared are teachers and schools to face the changes to learning caused by the coronavirus pandemic?*, Teaching in focus #32, May 2020.

De integratie van ICT in de professionele ontwikkelingsactiviteiten kan eveneens een indicatie zijn van de digital readiness van het lerarenkorps. Op OESO-niveau geeft 60,4% van de leerkrachten aan dat ICT-vaardigheden om les te geven deel uitmaken van hun professionele vormingsactiviteiten, tegenover 44,8% van de Vlaamse leerkrachten.

Innovatiegerichtheid van het lerarenkorps

Niettegenstaande de uitdagingen die de overgang naar onderwijs op afstand voor sommige leraren met zich meebracht, kan uit TALIS 2018 afgeleid worden dat 74% - Vlaanderen (63,7%) ligt hier ver onder het OESO-gemiddelde - van de bevroegde leerkrachten “akkoord” of “helemaal akkoord” was met de stelling dat de meeste leerkrachten in hun school open staan voor verandering, en dus voor innovatie leerpraktijken in OESO-scholen.

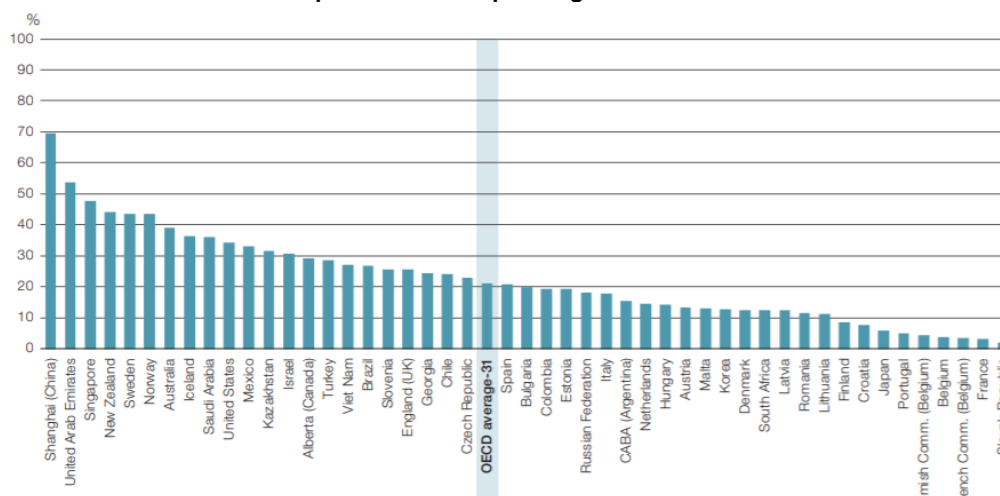
Figuur 128: % van leerkrachten lager secundair onderwijs dat “akkoord” of “helemaal akkoord” is over de innovatieopenheid van hun collega’s



Een mogelijke rem hierbij zou evenwel kunnen uitgaan van een gebrekkige deelname aan professionele ontwikkelingsactiviteiten, onder meer via online opleiding: 36% van de OESO-leerkrachten nam deel aan professionele opleidingen via online cursussen/seminaries. In Vlaanderen bedroeg dat aandeel slechts 14,5%.

Innovatiegerichtheid kan ook bevorderd worden door een collaboratieve cultuur. TALIS 2018 peilde naar de samenwerkingscultuur in het lerarenkorps in de scholen vóór de crisis, alsook naar het educatief leiderschap van schooldirecteurs, die een sleutelrol kunnen spelen in het bevorderen van de samenwerking rond instructiepraktijken. Op OESO-niveau gaf 59% van de directeurs aan “vaak” of “zeer vaak” actie te ondernemen om samenwerking tussen de leerkrachten te ondersteunen met het oog op de bevordering van nieuwe lespraktijken. Daartegenover gaf slechts 21% van de leerkrachten te kennen dat zij minstens éénmaal per maand deelnamen aan collaboratieve professionele opleidingen in school en slechts 40% maakte deel uit van een lerarennetwerk dat speciaal werd opgericht voor verdere professionele ontwikkeling. Vlaanderen hinkt terzake achterop met een aandeel van minder van 5% van leerkrachten dat minstens éénmaal per maand deelneemt aan groepsopleidingen op school en een aandeel van 32,7% dat deel uitmaakt van een lerarennetwerk.

Figuur 129: % van leerkrachten lager secundair onderwijs dat aangeeft minstens éénmaal per maand deel te nemen aan collaboratieve professionele opleiding in hun school



Note: CABA (Argentina): Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Argentina).

Values are ranked in descending order of the percentage of lower secondary teachers who report participating in collaborative professional learning in their school at least once a month.

Source: OECD, TALIS 2018 Database, Table II.4.1.

Ook de inhoud van de professionele ontwikkelingsactiviteiten kan een indicatie geven van de innovatiegerichtheid van het lerarenkorps. In het kader van AI zijn vooral ICT-vaardigheden en gepersonaliseerd leren van belang. Tegenover leraren in de OESO maken professionaliseringsactiviteiten over ICT-vaardigheden om les te geven alsook over geïndividualiseerd leren veel minder vaak deel uit van de vormingsactiviteiten van Vlaamse leraren. In Vlaanderen geeft 44,8% respectievelijk 26,5% van de leerkrachten aan dat ICT-vaardigheden respectievelijk geïndividualiseerd leren om les te geven deel uitmaken van de vormingsactiviteiten. In de OESO bedragen deze aandelen 58,3% respectievelijk 46,6%.

13.5 De potentiële impact op onderwijsmethodiek, leren, en lesgeven

13.5.1 Onderwijsmethodiek

Een wijzigende onderwijscontext

De toekomstige context van leren en lesgeven

Momenteel bevindt AI zich in de vroege fase van de levenscyclus van breed toepasbare technologieën waarbij de technologie ongekende mogelijkheden worden toegedicht, zonder dat men een volledig zicht heeft op de beperkingen en de uitdagingen van het gebruik ervan. Dit leidt tot een technologiepush waarbij het kan voorkomen dat AI bijvoorbeeld in zoveel mogelijke onderwijssettings zou worden toegepast. In het stadium van technologiepush beschikken technologie-experts over schaarse kennis, waardoor deze kennis vaak domineert en andere kennistypes verdringt. Op het vlak van onderwijs en opleiding, kan dit problematisch worden aangezien technologen het design zullen aanpassen aan hun eigen ervaringen en overtuigingen over 'leren'. Daarom is een continue dialoog over de doelmatige en verantwoorde toepassingen van AI nodig. Daarbij is het even belangrijk inzicht te krijgen waarom en waartoe AI gebruikt wordt als hoe het wordt gebruikt. Dit veronderstelt dat opleiders, leerkrachten en beleidsmakers een goed inzicht verwerven in AI in de bredere context van de toekomst van leren.

Machine learning wordt vaak opgevat als een eenvoudige associatie tussen systeeminput en output. Neurale AI geeft de voorkeur aan grote datasets en gestandaardiseerde testen. De huidige neurale AI-systemen passen goed bij leermodellen die leren beschouwen als een overdracht van kennis naar de student. Echter, het is momenteel niet duidelijk of testresultaten een accurate indicator voor 'leren' zijn. Het kan voor het ondersteunen van 'leren' belangrijker zijn om de individuele ontwikkeling te meten eerder dan de gemiddelde performantie bij gestandaardiseerde testen. Een kritiek op gestandaardiseerde toetsen is dat het een momentopname betreft, en niet in alle gevallen een goede representatie is van het presteren van een leerling. AI kan alternatieve oplossingen bieden voor gestandaardiseerde toetsen. Met AI kunnen de prestaties van een leerling gedurende het gehele leerproces worden gemonitord. Hierdoor is het niet meer nodig om te toetsen op specifieke momenten en ontstaat een beter beeld van de capaciteiten van een leerling.

Indien 'leren' wordt opgevat in de zin van de ontwikkeling van vaardigheden en competenties, moet nagedacht worden over de verschillende mogelijkheden om AI in leerprocessen te incorporeren. AI kan een belangrijke bijdrage leveren als wordt vermeden dat niet die ideeën, concepten en praktijken worden geautomatiseerd en gerepliceerd die weinig bijdragen tot de bevordering van 'leren'. Het is immers meer voor de hand liggend dat AI wordt ingezet in de actuele onderwijscontext waarbij aspecten worden geautomatiseerd die belangrijk waren in het verleden. Het is daarom aangewezen de nadruk te leggen op onderzoek naar de rol van AI in toekomstig (gewenste) ontwikkelingen rond 'leren' en 'lesgeven', eerder dan in de context van huidige onderwijssystemen en leervormen.³⁶³

De vraag naar de rol van AI in een toekomstige context rond 'leren' komt ook bij intelligente studiebegeleidingssystemen aan bod. Deze systemen hanteren een studentenmodel dat informatie bijhoudt over de huidige status van de student en mogelijke knelpunten probeert af te leiden uit de manier waarop de student een domein begrijpt dat hij of zij aan het leren is. Neurale AI-systemen lenen zich goed voor diagnostische taken en kunnen studentenmodellen genereren indien zij over voldoende data kunnen beschikken. Neurale AI-systemen kunnen ook interactiepatronen aanleren en deze associëren met pedagogisch relevante clusters, zodat een leraar een beter begrip kan krijgen van de manieren waarop studenten denken en waar ze effectief kunnen worden begeleid. Dergelijke diagnostische data kunnen ook aan leerlingen bezorgd worden zodat ze kunnen reflecteren over hun metacognitieve benaderingen en mogelijke domeinen waarin ze verdere ontwikkeling behoeven. Neurale AI heeft daarom een groot potentieel voor diagnostiek, analyse en educatieve datamining.

De snelle ontwikkelingen in natuurlijke taalverwerking en op AI gebaseerde mens-machine interfaces zullen ook nieuwe pedagogische mogelijkheden genereren, onder meer lesgeven door leerkracht-robots. Affective computing en emotie-AI zullen hierbij belangrijke componenten zijn. Hiermee kunnen omspringen is evenwel niet voor de hand liggend. Er is behoefte aan duidelijke pedagogische richtlijnen en principes om met AI in te spelen op fundamentele sociale en economische uitdagingen, eerder dan AI in te schakelen voor het onmiddellijk oplossen van waargenomen problemen. Dit vergt een duidelijke visie op en beleid voor de toepassing van technologische mogelijkheden in een bredere context van de transformatie van het onderwijs en

³⁶³ Tuomi, I. *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching and Education*. Policies for the future, Eds. Cabrera, M., Vuorikari, R. & Punie, Y., EUR 29442 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.

de toekomst van het leren. Concrete experimenten met leerkrachten en onderwijsexperten in een authentieke omgeving kunnen hierover meer inzichten aanleveren.

Van een instrumentele naar een ontwikkelingsgerichte rol van onderwijs

Huidige AI-systemen maken het mogelijk om de vooruitgang van een student op permanente wijze in te schatten en te monitoren. In plaats van examens te organiseren die zorgen voor een selectie, kunnen AI-gesteunde beoordelingen de leerlingen helpen om hun skills en competenties te ontwikkelen en hen aan boord te houden van effectieve leerpaden. Met dergelijke permanente evaluaties kunnen kennis en inzichten worden bevorderd in de beoordeling van skills en competenties en kunnen transversale sleutelcompetenties worden gedetecteerd. Dit impliceert een shift van de instrumentele rol van onderwijs naar een meer ontwikkelingsgerichte rol. Aangezien kennis en data thans op tot nog toe ongekende wijzen worden ontwikkeld, is het belangrijk dat AI ruimer wordt opgevat dan enkel als een oplossing voor problemen in de huidige onderwijssystemen. Op die manier wordt vermeden dat AI gebruikt zal worden om gevestigde institutionele structuren en geroutineerde praktijken te bestendigen die echter irrelevant zijn voor de toekomst. Toekomstgerichte beleidsverkenningen kunnen ertoe bijdragen om deze uitdaging het hoofd te bieden.

AI In future-ready curricula

In het JRC-rapport wordt erop gewezen gewaarschuwd dat onderwijs en opleidingen nog veel te weinig afgestemd zijn op de “21st century skills”³⁶⁴, en nog te veel uitgaan van de bestaande, klassieke denkwijzen. Dit wordt bevestigd door een rapport van de Europese Commissie waaruit blijkt dat de huidige onderwijssystemen momenteel onvoldoende uitgerust zijn om de toekomstige behoeften en om studenten voor te bereiden op een AI-gedreven wereld met een onzekere arbeidsmarkt. Het JRC-rapport merkt in die zin op dat het onderwijs het niet gemakkelijk heeft om in te spelen op specifieke werkgerelateerde vaardigheden van de toekomst. Niettemin is er nood aan het opstellen van ‘future-ready’ curricula, hetgeen impliceert dat de belangrijkste taalkundige, wiskundige en technologische vaardigheden moeten worden beoordeeld en geëvalueerd en dat voldoende aandacht wordt besteed aan het opbouwen van digitale geletterdheid. Een extra zwakte in de meeste onderwijssystemen blijft vandaag het ecosysteem voor levenslang leren. Levenslange leersystemen zijn gericht op hoogopgeleide werknemers, terwijl de participatie aanzienlijk lager blijft bij werknemers die actief zijn in potentieel automatiseerbare banen.³⁶⁵ De creatie van competentieplatformen in het onderwijs die effectief levenslang leren mogelijk maken, kunnen alvast inspelen op deze uitdaging.

Het klaarstomen van AI-talenten in het onderwijs

De ontwikkeling van nieuwe AI-modellen vereist hooggekwalificeerde competenties in diverse domeinen. Het aantal neurale AI-experts neemt misschien jaarlijks wel toe, maar de basiskennis die nodig is voor state-of-the-art werk op dit gebied, vereist geavanceerde niveaus van wetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden. Ontwikkeling van nieuwe AI-methoden vereist een goed begrip van statistieken, lineaire algebra, differentiaalvergelijkingen,

³⁶⁴ 21st century skills is een verzamelterm voor een aantal algemene competenties die belangrijk zijn in de huidige kennis- en netwerksamenleving. Deze vaardigheden zijn: kritisch denken, creatief denken, probleem oplossen, computational thinking, informatie vaardigheden, ICT-basisvaardigheden, mediawijsheid, communiceren, samenwerken, sociale en culturele vaardigheden (burgerschap) en zelfregulering.

³⁶⁵ Servoz, M. *THE FUTURE OF WORK? WORK OF THE FUTURE! On how artificial intelligence, robotics and automation are transforming jobs and the economy in Europe*, European Commission, 24 april 2019.

evenals van computerarchitecturen en opkomende chips-technologieën, programmeerbenaderingen en-tools.

Die vereiste vaardighedenset is eerder schaars aanwezig, en recente schattingen spreken van enkele tienduizenden³⁶⁶ die over deze vaardighedenset beschikken. Er zijn ongeveer 5.000 personen die academische artikelen hebben geschreven of hun opwachting hebben gemaakt op AI-conferenties in de afgelopen jaren. Het reeds aangehaalde onderzoek van LinkedIn naar AI-talenten, wijst uit dat in België 2,43% van alle AI-talent van de EU actief is. Hiermee vertoont België een grote achterstand met de koplopers, het VK (23,88%), Frankrijk (12,33%) en Duitsland (14,14%) die samen goed zijn voor de helft van de Europese AI-werknemers. Ook ten aanzien van Nederland (6,66%), dat de vierde rang bekleedt, is de achterstand groot.³⁶⁷

De schaarste aan AI-vaardigheden heeft volgens het JRC-rapport indirecte implicaties voor het lesgeven en leren. Aangezien AI-experten zeer gegeerd zijn, kunnen zij zeer hoge looneisen stellen waartegen universiteiten en kennisinstellingen moeilijk kunnen concurreren. Een mogelijk gevolg van deze situatie is dat AI-talent en computervaardigheid als een dienst ter beschikking worden gesteld. Vanwege de grote loonverschillen kunnen studenten in statistiek, wiskunde, wiskundige natuurkunde, computer- en chipdesign en misschien neurofysiologie hun loopbaanplannen heroverwegen en zich bewijzen als experts in AI. Daarnaast bieden informele leeromgevingen gemakkelijke toegang tot state-of-the-art technologieën en -onderzoek hetgeen tot gevolg zou kunnen hebben dat hooggekwalificeerde AI-competenties uit onverwachte hoek kunnen opduiken, zoals bijvoorbeeld via open software en open hardware communities.

Vormen van AI-gedreven onderwijs (AIEd)

Een onderzoek in opdracht van de Europese Parlementaire Commissie Cultuur en Onderwijs (CULT) gaat dieper in op het gebruik van AI in het onderwijs.³⁶⁸

Een algemene classificatie van AI in het onderwijs (AIEd) is gebaseerd op de gebruiker ervan: de student, de leraar en het onderwijssysteem. Voor studenten wordt nog onderscheid gemaakt in AI-systemen gericht op instructieve pedagogie en AI ter ondersteuning van het leerproces. Onderstaande tabel geeft een aantal voorbeelden van dergelijke systemen.

³⁶⁶ Element AI, een bedrijf in Montreal gespecialiseerd in AI heeft in 2018 het aantal mensen met de benodigde vaardighedenset geschat op 22.000. Zie Kahn, J. 'Just How Shallow is the Artificial Intelligence Talent Pool?' Research from Element AI indicates only 22,000 have right skills globally, 7 februari 2018.

³⁶⁷ LinkedIn Economic Graph. *AI Talent in the European Labour Market*, November 2019.

³⁶⁸ Tuomi, I., *The use of Artificial Intelligence (AI) in education. Concomitant expertise for INI report*, Briefing requested by the CULT Committee, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Directorate-General for Internal Policies, PE 629.222 – May 2020.

Tabel 23: Verschillende types van huidige AIED-systemen

Student teaching	Student supporting	Teacher supporting	System supporting
<ul style="list-style-type: none"> • Intelligent tutoring systems (including automatic question generators) • Dialogue-based tutoring systems • Language learning applications (including pronunciation detection) 	<ul style="list-style-type: none"> • Exploratory learning environments • Formative writing evaluation • Learning network orchestrators • Language learning applications • AI Collaborative learning • AI Continuous assessment • AI Learning companions • Course recommendation • Self-reflection support (learning analytics, meta-cognitive dashboards) • Learning by teaching chatbots 	<ul style="list-style-type: none"> • ITS+learning diagnostics • Summative writing evaluation, essay scoring • Student forum monitoring • AI teaching assistants • Automatic test generation • Automatic test scoring • Open Education Resources (OER) content recommendation • Plagiarism detection • Student attention and emotion detection 	<ul style="list-style-type: none"> • Educational data mining for resource allocation • Diagnosing learning difficulties (e.g. dyslexia) • Synthetic teachers • AI as a learning research tool

Een recent overzicht van collegiaal getoetste academische AIED-artikelen wees uit dat bestaand onderzoek hoofdzakelijk betrekking had op vier hoofddomeinen van AI in het hoger onderwijs:

- Adaptieve systemen en personalisatie
- Beoordeling en evaluatie
- Profilering en voorspelling
- Intelligente studiebegeleidingssystemen.

Administratieve en institutionele systemen omvatten systemen zoals onthaal en toelating, begeleiding en bibliotheekdiensten. Een verdere codering van de artikelen leverde vier hoofdgebieden van AI-toepassingen op: adaptieve systemen en personalisatie (18%), beoordeling en evaluatie (24%), profilering en voorspelling (39%) en intelligente studiebegeleidingssystemen (19%).

Tot nog toe is er relatief weinig bewijs voorhanden over de voordelen van AI-gebaseerde onderwijstoepassingen. De vooruitgang in het leerproces van studenten ten gevolge van intelligente studiebegeleidingssystemen kan niet zozeer worden toegeschreven aan het AI-systeem zelf dan wel aan de opleiding van de leerkracht in de pedagogische aanwending van de technologie. Daarom wordt gepleit om het gebruik van onderwijstechnologie samen met docenten te ontwerpen (co-design).

Gedifferentieerd en geïndividualiseerd onderwijs

Een belangrijk deel van de taken die mensen nu uitvoeren zal in de toekomst kunnen gebeuren door een robot of een AI-systeem. Mensen komen terecht in een andere manier van samenleven en werken. Het leven in zo'n maatschappij vraagt om vaardigheden. Kennis en denkvaardigheden blijven belangrijk maar sociaal-emotionele vaardigheden zijn meer dan ooit nodig voor persoonlijke en professionele ontwikkeling. De leerling van nu moet later kunnen samenwerken in teams van mensen met verschillende achtergronden, en oplossingen kunnen bedenken voor nieuwe vraagstukken die nu nog niet aan bod komen. Scholen en leerkrachten hebben dan ook een onmisbare rol in het ontwikkelen van die benodigde vaardigheden, naast het onderwijzen van kennis en denkvaardigheden. Vooral bij het aanleren van kennis en denkvaardigheden wordt

een grotere rol verwacht van technologie.³⁶⁹ Met behulp van AI wordt het namelijk steeds beter mogelijk om leerlingen op maat te bedienen. Daardoor krijgt de leerkracht meer tijd en ruimte om zich te richten op het begeleiden van leerlingen, bijvoorbeeld in het ontwikkelen van sociaal-emotionele vaardigheden. AI is een zeer kansrijke technologie om persoonlijke begeleiding en individuele aandacht voor de leerling mogelijk te maken. Een professioneel ingerichte ict-infrastructuur is echter een belangrijke randvoorwaarde om een volgende stap met technologie in het onderwijs te kunnen zetten. Veel software en leermiddelen zijn daarbij cloud-gebaseerd. De dagelijkse afhankelijkheid van die technologie vereist een betrouwbaar, schaalbaar en veilig ict-fundament. Aspecten zoals SaaS (Software as a Service), mobile devices (tablets, chromebooks en/of laptops), mobile device management en connectiviteit maken hier onderdeel van uit. SaaS maakt kennis- en kapitaalintensieve voorzieningen zoals servers en datacenters overbodig. De aanbieder van de software organiseert de beschikbaarheid, schaalbaarheid (meer of minder gebruikers), betrouwbaarheid en het onderhoud als onderdeel van de dienstverlening. Ook dient er data beschikbaar te zijn om AI-modellen te trainen. Dit zijn data uit administratieve systemen, (meta)data over leermiddelen, en data die wordt gegenereerd door het gebruik van (digitale) leermiddelen.

Doordat leerlingen dagelijks met digitale leermiddelen werken aan opdrachten, moeten leerlingen kunnen beschikken over bij die werkvorm passende mobile devices. Het goed functioneren van het mobile device met de juiste instellingen en toepassingen is geregeld met mobile device management (MDM). Hier mee voert de school de regie op de inrichting en het gebruik van mobiel devices in het onderwijs en kan ze flexibel (beheer)verantwoordelijkheden toewijzen aan zowel leerlingen, leerkrachten en ict-ondersteuners. Met MDM kan een school mobile devices bijvoorbeeld op afstand voorzien van tijdelijke instellingen voor een toets. Volledige afhankelijkheid van toegang tot cloudtoepassingen met mobile devices in het onderwijsproces eist betrouwbare, schaalbare en beveiligde draadloze connectiviteit (internet/wifi). Leerling en leerkracht kunnen daardoor plaats-, tijd- en device-onafhankelijk werken zonder tijdverspillende onderbrekingen.³⁷⁰

Adaptief leermateriaal

Aandacht voor specifieke behoeften van leerlingen is een langgekoesterde ambitie van het onderwijs. Veel scholen hebben daartoe al een vorm van differentiatie toegepast, bv. indeling van leerlingen in groepjes waarbij leerkrachten inspelen op diversiteit in behoeften terwijl het geheel organiseerbaar en uitvoerbaar blijft. Een volgende stap is echter maatwerk op individueel niveau. Dit betekent niet dat een leerling in zijn eentje leert, of alleen maar doet waar zijn voorkeur naar uitgaat, maar dat hij juist aangeboden krijgt wat hij op dat moment nodig heeft om beter te leren. Men denke daarbij aan persoonlijke instructie, oefening op eigen niveau en directe, betekenisvolle feedback. De inzet van AI, zoals *adaptief leermateriaal*³⁷¹, is essentieel om

³⁶⁹ Kennisnet (2019). Onderwijs in een kunstmatige intelligente wereld. Kennisnet Technologi Kompas 2019-2020.

³⁷⁰ Kennisnet (2019). Onderwijs in een kunstmatige intelligente wereld. Kennisnet Technologi Kompas 2019-2020.

³⁷¹ In adaptief leermateriaal en adaptieve toetsen zijn algoritmes verwerkt door een programmeur. Doel hiervan is het niveau van de leerling te bepalen en telkens weer het aanbod aan te passen. Algoritmes in adaptief leermateriaal en adaptieve toetsen kennen grofweg drie vormen:

- Multistage testen. Bij deze vorm krijgt een leerling een set van opgaven achter elkaar. Op basis van de antwoorden schat het algoritme opnieuw zijn niveau in en zet een volgende set van opgaven klaar die

individueel maatwerk mogelijk te maken. Een adaptief leersysteem is een digitaal leermiddel dat zich zo goed als mogelijk aanpast aan de leerling, zodat het leerproces beter verloopt, en/of de uitkomsten hiervan beter worden. Het biedt de leerling de mogelijkheid om in eigen tempo en op eigen niveau te leren, waar en wanneer hij wil. De data uit de leeractiviteiten wordt verzameld, geanalyseerd en benut om het individuele leerproces te evalueren en bij te sturen. Door het overzichtelijk samenvoegen en tonen van deze data per leerling kunnen leerkrachten gerichte instructie geven en aandacht besteden aan coaching, de vorming en het welzijn van leerlingen. AI-toepassingen kunnen steeds completer het leerproces van een leerling volgen en op basis van analyses en voorspellingen, gerichte feedback geven en aanpassingen voorstellen in de leerroute. Leerkrachten kunnen zich hierdoor nog meer richten op begeleiding en coaching. AI heeft de potentie om het onderwijs flexibeler in te vullen én om het beroep van leerkracht aantrekkelijker te maken.

Momenteel biedt adaptief leer materiaal mogelijkheden voor maatwerk op het niveau van een leermiddel of vak. In de toekomst mag echter een doorontwikkeling worden verwacht naar maatwerk op leerrouteniveau. Op basis van analyses van gedrag en resultaten en voorspellingen over waar dit toe kan leiden, geeft AI per leerling gerichte feedback, doet aanbevelingen voor vervolgstappen en helpt potentiële risico's voor ontwikkeling in de kiem te smoren. De leerkracht wordt aldus ondersteund, kan betere beslissingen nemen en meer aandacht besteden aan begeleiding en coaching van zijn leerlingen. Het samenbrengen van gegevens uit verschillende systemen met verschillende scoringsschalen in één geïntegreerd overzicht is hiervoor noodzakelijk. Alle beschikbare gegevens uit AI-gebaseerde leermiddelen, verrijkt met aanvullende informatie van de leerkracht, kan zeer snel verwerkt, geanalyseerd en gepresenteerd worden in dashboards op leerling-, leerjaar-, klas-, school-, instellings- of opleidingsniveau. Met die informatie wordt m.a.w. planning en monitoring mogelijk op verschillende niveaus. Op die manier ontstaat voor de leerling een leerroute waarin hij het beste tot zijn recht komt. Een integraal beeld van de leerling op basis waarvan een gepersonaliseerde leerroute kan worden gemaakt, vraagt een nog nauwere samenwerking tussen school, leerkrachten en opleidingsinstellingen/bedrijven dan nu. Bijvoorbeeld op het vlak van afspraken over de uitwisseling van vertrouwelijke informatie over de leerling of een dialoog met opleidingsinstellingen/bedrijven over de invulling van de beroepsopleiding en stages. Toch mag de kracht van AI ook niet overschat worden. Hoewel een groter gebruik van technologie in het onderwijs onvermijdelijk kan zijn, zal technologie nooit een goede leraar vervangen. In feite kan een enkele leraar het traject van een student veranderen.

daarbij past. Deze sets van opgaven zijn vooraf bij elkaar gezet door ontwikkelaars van deze opgaven en zijn geclassificeerd met een bepaald niveau.

- Computer adaptive testing. Bij deze vorm selecteert het algoritme steeds een nieuwe opgave passend bij het niveau van de leerling op basis van het antwoord bij de vorige opgave. Dit gaat door tot het algoritme een vooraf bepaald niveau van meetprecisie bereikt. Het algoritme haalt de opgave uit een database met opgaven waarvan tevoren het niveau is vastgesteld door ontwikkelaars.
- Elo-ratingsysteem. Bij deze vorm wordt het niveau van opgaven niet van tevoren vastgesteld. De opgaven zijn gekoppeld aan een onderwerp of kerndoel. Op basis van de antwoorden die de leerling geeft, stelt het algoritme het beheersingsniveau vast. Geeft de leerling goede antwoorden? Dan gaat de score op die onderwerpen of doelen omhoog. Hierdoor krijgt hij andere opgaven die hij nog minder goed beheerst.

Een studie van de Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten (KVAB)³⁷² merkt op dat de toepassing van Learning Analytics³⁷³ in het hoger onderwijs aan veel domeinen raakt, gaande van onderwijskunde tot machine learning. De effectieve realisatie van learning analytics vergt dan ook een interdisciplinaire samenwerking van onderwijskundigen, cognitieve en motivatiepsychologen, specialisten in concrete leerdomeinen, technologen, datawetenschappers, privacydeskundigen en ethici, waarbij zowel onderzoekers als praktijkmensen (docenten, studieloopbaanbegeleiders, studenten) van bij de eerste stap van de ontwikkeling van learning analytics-initiatieven betrokken worden.

Intelligent tutoring system³⁷⁴

Een intelligent tutoring system (ITS) is een systeem dat gepersonaliseerde feedback geeft gedurende het leren. Een ITS is vaak onderdeel van een adaptief leersysteem (het instructiemodel). Een ITS neemt informatie uit het expertmodel en het studentmodel om zo bij te houden welke instructie het meest succesvol is geweest bij het overbrengen van de kennis. Wanneer een student geen voortgang meer lijkt te boeken kies het ITS het de meest geschikte uitleg voor de student.

Knowledge tracing

Knowledge tracing is de methode die binnen adaptieve leersystemen wordt gebruikt om bij te houden hoe goed de leerling de stof beheerst. Het systeem probeert het kennisniveau van een leerling te modelleren, en werkt dit model continu bij, naarmate de leerling meer oefent in de leeromgeving. Een knowledge tracing-model wordt meestal gerealiseerd aan de hand van Bayesiaanse statistiek (Bayesian Knowledge Tracing) In het Bayesiaanse model wordt de kennis bepaald op basis van de volgende 4 parameters:

1. De kans dat de leerling de kennis bezit voordat deze begint met oefenen
2. De kans dat de leerling de kennis demonstreert nadat deze heeft kunnen oefenen
3. De kans dat de leerling een fout maakt terwijl deze de stof wel kent
4. De kans dat de leerling het goede antwoord geeft terwijl deze de stof niet kent.

Vervolgens kan aan de hand van de bovenstaande 4 parameters worden berekend of de leerling de kennis heeft overgenomen en goed kan toepassen. Ook deep learningmodellen kunnen worden ingezet voor knowledge tracing (Deep Knowledge Tracing).

Analytical dashboards

Naarmate de adoptie van digitale leermiddelen in het onderwijs toeneemt zien we ook dat er steeds meer data wordt gegenereerd door deze systemen. Deze data kan worden gebruikt om de docent te informeren over de prestaties van leerlingen. Vaak gebeurt dit in zogenaamde analytische dashboards. Deze dashboards visualiseren de voortgang en prestaties van leerlingen. Denk hierbij aan taartgrafieken die aangeven hoeveel procent van de leerlingen een bepaalde vaardigheid al beheerst, of een lijngrafiek die de prestaties van een leerling over tijd weergeeft.

³⁷² De Laet, T. e.a., "Learning Analytics" in *het Vlaams hoger onderwijs*, KVAB Standpunt 58, 2018.

³⁷³ Learning Analytics is het verzamelen en analyseren van gegevens over studenten en hun leeromgeving om het leerproces van studenten te verbeteren. Deze informatie wordt vervolgens beschikbaar gemaakt voor verschillende belanghebbenden zoals de student zelf, de docent of het opleidingsmanagement.

³⁷⁴ Dialogic, *De (on)mogelijkheden van kunstmatige intelligentie in het onderwijs*, 21 januari 2019.

Hoewel deze beschrijvende statistiek op zichzelf niet noodzakelijk erg ‘intelligent’ is, zien we dat steeds vaker gebruik wordt gemaakt van predictive modelling – het voorspellen van de indicatoren. Denk hierbij aan het koppelen van informatie uit een leerlingvolgsysteem met persoonlijkheidskenmerken om zo een voorspellend model te maken van het presteren van een leerling binnen en buiten de klas.

Gepersonaliseerd leren in Vlaanderen

Ook in het Vlaams onderwijs worden stappen gezet om AI in te zetten voor gepersonaliseerd onderwijs. GO! IXZO! is een leerplatform dat inzet op gepersonaliseerd samen leren, team teaching en doelgerichte evaluatie. GO! heeft een gunning uitgeschreven om IXZO! te exploiteren. Samen met de commerciële partner ‘Century Tech’ uit het VK wordt thans onderzocht hoe IXZO! verder uitgebouwd kan worden om het leereffect van de lerende te versterken en om de planlast van de leerkracht te verlagen door middel van artificiële intelligentie. Century Tech zal de digitale leeromgeving IXZO! omvormen tot een AI-platform, gebaseerd op het eigen programma ‘Century’, waarbij IXZO! het leerproces voor kinderen zal personaliseren. Leerlingen verschillen sterk van elkaar in intelligentie, interesses, doorzettingsvermogen, concentratievermogen. Het platform ‘leert’ zelf al die kenmerken over een leerling. Hoe meer een leerling met het platform werkt, hoe meer data het over de leerling ontvangt, en hoe beter het leerproces gepersonaliseerd kan worden. Dankzij artificiële intelligentie wordt snel duidelijk welke leerling remediëring nodig heeft of extra uitdaging kan gebruiken. Het systeem identificeert waar een leerling tegenaan loopt doorheen het leerproces en reikt extra ondersteuning aan. Leerkrachten krijgen sneller zicht op de vooruitgang van elke leerling, kunnen sneller ingrijpen en vlot feedback geven. De bedoeling is uiteindelijk om leerlingen op maat te begeleiden én de planlast voor leerkrachten te verlagen. In september 2019 startten 30 scholen en leerkrachtenteams met het platform maar het doel is op termijn alle scholen met IXZO! te laten werken. Nadruk wordt ook gelegd op privacy waarbij alle data geëncrypteerd en geanonimiseerd worden door Century Tech. De volledige inhoud van het platform, zoals de leerplandoelen, het vakdidactische en pedagogische wordt in handen gehouden door GO! terwijl Century Tech het instrumentarium en tools aanlevert.

Imec’s smart education programme³⁷⁵ focust op het doelgericht inzetten van educatieve technologie in het onderwijs. Centraal staat de ontwikkeling en het testen van slimme technologieën (sensoren, algoritmes, adaptieve leerplatformen, enz.) voor het faciliteren van interactie en collaboratie tijdens het leerproces en de introductie van leeroplossingen-op-maat. Het smart education programme brengt onderzoekers van Imec en onderzoeksgroepen aan KULeuven, VUB en UGent samen en focust op 4 speerpunten:

- Onderzoek naar individueel leergedrag, zodat leeroplossingen-op-maat gebouwd kunnen worden waarmee op een optimale, gepersonaliseerde manier kennis kan worden verworven.
- De ontwikkeling van slimme onderwijstechnologieën – van sensoren voor het capteren van neurologische data en data-analysesoftware tot visualisatie- en gamificatietechnologie.
- Proeftuinonderzoek met echte gebruikers in authentieke leeromgevingen waarin nieuwe onderwijstechnologieën uitgebreid getest en bijgestuurd kunnen worden.
- Maatschappelijke en economische valorisatie – van het ter beschikking stellen van de Smart Education-technologie en -knowhow aan Vlaamse onderwijs- en opleidingsinstellingen tot de internationale export ervan.

³⁷⁵ <https://www.imec-int.com/nl/artikelen/smart-education>

De onderzoeksresultaten worden ook toegepast binnen het imec.academy-opleidingsprogramma. Imec.academy biedt een brede waaier aan professionele navormingscursussen aan rond nano-elektronica en digitale technologie.

Imec's smart education onderzoek maakt gebruik van het 'Edulab' op de Kortrijkse campus van KU Leuven (KULAK). Het 'Edulab' is een interactieve testomgeving waar studenten technologische oplossingen gebruiken die interactief en collaboratief leren mogelijk maken – zowel in hoorcolleges als in oefenzittingen. Edulab beschikt ook over 'remote classrooms' (voor het leren vanop verschillende locaties) en virtuele klaslokalen die samen ontwikkeld zijn met KU Leuven, Barco en Televic. In het Edulab ontrafelt de onderzoeksgroep hoe een individu leert – via het zoeken naar patronen in grootschalige gebruikersdata, de semi-automatische analyse van leerdersoutput of door met sensoren de aandacht van lerenden te monitoren, en te kijken waar/wanneer ze tijdens het leerproces afhaken. Die kennis wordt vertaald in gedetailleerde richtlijnen voor onderwijsprofessionals, zodat ze beter kunnen inschatten hoe ze nieuwe onderwijstechnologieën op een optimale manier kunnen inzetten. Anderzijds worden op basis van die inzichten ook innovatieve leeroplossingen-op-maat gecreëerd met industriepartners.

Verder is er ook het project i-Learn³⁷⁶ waarin de Vlaamse overheid € 20 miljoen investeert en dat tot doel heeft om via een open portaal technologie voor gepersonaliseerd leren ter beschikking te stellen van scholen uit basis en secundair onderwijs. Concreet wordt een online portaal voorzien waar softwareproviders hun digitale toepassingen voor gepersonaliseerd leren kunnen inpluggen. Het portaal met de toepassingen zal drempelvrij ter beschikking worden gesteld aan alle Vlaamse basis- en secundaire scholen. Daarnaast wordt ook de nodige training en begeleiding voorzien voor leerkrachten, met behulp van de Vlaamse coachingsinstituten en begeleidingsdiensten, om die toepassingen op een zo concreet en efficiënt mogelijke manier in te zetten in de klaspraktijk. De doelstelling van dit project is om een succesvolle implementatie te voorzien in minstens 10% van de Vlaamse basis- en secundaire scholen tegen eind september 2022. i-Learn wil in de eerste plaats bepalen wat precies de noden en wensen van de scholen zijn: welke digitale leeromgevingen hebben scholen nodig? Aan welke technologische en didactische kenmerken moeten die voldoen? Op basis van die concrete noden en een grondige screening en kritische evaluatie van wat in binnen- en buitenland aan oplossingen bestaat, wordt een aanbesteding uitgeschreven om de meest geschikte oplossingen naar het onderwijsveld te brengen, en dat zowel met bestaande als met nieuw te ontwikkelen leerinhouden. In januari 2020 werd een oproep gelanceerd naar alle Vlaamse lagere en secundaire scholen om na te gaan wie bereid was om mee te gaan in de eerste fase van een piloottraject. 34 scholen registreerden zich waarvan er 12 geselecteerd werden om een eerste prototype te testen en feedback te geven over de wensen en noden. De 12 pilootscholen gaan vanaf 1 september 2020 voor het eerst het prototype van het i-Learn portaal uittesten in hun klassen.

Tijdens het schooljaar 2020-2021 zullen de pilootscholen volop inzetten op digitaal gepersonaliseerd leren voor de volgende leernoden:

- Basisonderwijs:
 - Werkwoordspelling 3de en 5de leerjaar
 - Mediawijsheid & leren presenteren 3de graad
 - WO-uitdagingen 3de graad
 - Muzische vorming 3de graad

³⁷⁶ <https://wwwi-learn.vlaanderen/>

- Secundair onderwijs:
 - Frans (COD en passé composé) in 1ste graad
 - Frans (impératif en thema koken) in 1ste graad
 - Frans (pronoms relatifs simple & composé) in 3de graad
 - Engels (present simple & continuous) in 2^{de} graad
 - Nederlands (werkwoordspelling) in 1ste graad
 - Wiskunde (vergelijkingen) in 1ste graad
 - STEM (project rond geluid) in 1ste graad
 - ICT (computationeel denken) in 1ste graad
 - Godsdienst (bijbelse teksten verwerken) in 3de graad

Dankzij het i-Learn portaal krijgen leerkrachten en leerlingen via één enkele toegangspoor toegang tot volgende digitale educatieve toepassingen:

- Adomania (Uitgeverij Averbode)
- Bookwidgets (Kidimedia)
- Comproved (D-PAC BVBA)
- Digitaal werkboek (Explo)
- Dodona (UGent)
- Ftrprf
- Kweetet (Uitgeverij Die Keure)
- Rekentuyn, Taalzee en Words & Birds (Prowise Learn)
- Padlet
- Polpo (Uitgeverij Die Keure)
- Ssula
- Verbuga Pro (Eduga Software)
- WeZooz Academy (WeZooZ NV)
- Wrts
- Xnapda

i-Learn stelt niet enkel een portaal voor digitaal gepersonaliseerd leren ter beschikking, maar zorgt eveneens voor de opleiding en begeleiding van de betrokken leerkrachten. Elke implementatieschool (i.e. school die met i-Learn aan de slag gaat) krijgt professionele ondersteuning. Voor de pilotscholen zal deze ondersteuning gebeuren door coaches van het consortium van de pedagogische begeleidingsdiensten, dat als winnaar van een aanbestedingsprocedure uit de bus kwam.

Hoe staan Vlaamse leerkrachten tegenover digitaal gepersonaliseerd leren?

In het kader van het i-learn programma werd begin 2020 een online vragenlijst aan de leerkrachten van het lager en secundair onderwijs voorgelegd. De bevraging werd voortijdig stopgezet toen de coronacrisis uitbrak en de scholen gesloten werden. Deze resultaten geven dus de situatie weer vóór corona.

■ *Software en hardware*

Aan de hand van enkele gerichte vragen werd het softwaregebruik van leerkrachten in kaart gebracht. Uit de resultaten blijkt dat learning management systems (i.e. software om de voortgang van een leerling te tracken en leerinhouden aan te bieden), presentatietools en online leeromgevingen vandaag het meest gebruikt worden.

De bevroegde leerkrachten geven aan enthousiast te zijn om in de toekomst nog meer software te gebruiken in hun lessen. Zo is er een grote interesse voor authoring tools (i.e. software die de leerkracht helpt om de leercontent aan te passen aan de specifieke noden), e-portfolio's (i.e. persoonlijk, digitaal dossier waarin de leerling taken kan verzamelen, ordenen en bijhouden), platforms waarop leerlingen testen en/of examens kunnen afleggen en software ter ondersteuning van blended learning (i.e. een combinatie van contactonderwijs en online leren).

Over het algemeen blijkt uit de bevraging dat leerkrachten vooral voldoende keuzemogelijkheid willen hebben op het vlak van software. Over het algemeen is er een nood aan voldoende keuzemogelijkheden voor verschillende soorten software. Dit is positief voor i-Learn, omdat wordt beoogd om een zo breed mogelijk aanbod aan educatieve tools te voorzien. Daarnaast geven de leerkrachten aan dat deze software best ook multicompatibel is met verschillende soorten hardware. Zo blijkt uit de resultaten dat de participanten dagelijks Chromebooks, laptops, desktops en smartboards gebruiken.

■ *Gebruik digitaal gepersonaliseerd leren in verschillende situaties*

Leerkrachten zetten in de eerste plaats digitaal gepersonaliseerd leren in voor alle leerlingen. Daarbij aansluitend gebruiken ze digitaal gepersonaliseerde tools momenteel ook voor specifieke doelgroepen zoals leerlingen met leerproblemen en snel lerenden. Naar de toekomst toe willen de participanten graag inzetten op een ruimere variëteit aan doelgroepen: bijvoorbeeld anderstalige of langdurig zieke leerlingen.

Voor welke sleutelcompetenties kan digitaal gepersonaliseerd leren interessant zijn? Leerkrachten blijken vooral in te zetten op: digitale competenties en mediawijsheid, competenties voor wiskunde, exacte wetenschappen en technologie, en competenties voor Nederlands. Als gepeild werd naar welke sleutelcompetenties ze in de toekomst nog meer willen inzetten, met behulp van digitaal gepersonaliseerd leren, dan is het antwoord simpel: alle sleutelcompetenties (met uitzondering van juridische sleutelcompetenties) zijn voor leerkrachten interessant om verder op te focussen.

Voor welke activiteiten kan digitaal gepersonaliseerd leren een meerwaarde zijn? Leerkrachten zetten momenteel digitaal gepersonaliseerd leren in om leerinhouden te oefenen, gepersonaliseerde voorbereidingen te maken en vooruitgang te volgen. In de toekomst zouden leerkrachten graag meer willen inzetten op individuele instructie, tempo en evaluatie.

■ *Voorwaarden en barrières*

Het gebruik van digitaal gepersonaliseerd leren kent volgens de bevroegde leerkrachten ook enkele voorwaarden. Zo vinden ze het noodzakelijk dat er voldoende technische en didactische kennis omtrent technologie is. Daarnaast zien ze ook beschikbaarheid van technische infrastructuur als belangrijk. Vervolgens moeten ook gebruiksvriendelijkheid, toegankelijkheid en veiligheid van de digitale toepassingen gegarandeerd worden. Ten slotte geven leerkrachten ook aan dat een veelvoorkomende barrière de hoge kost van hardware en/of software is.

■ *Voorkeuren bij personalisatie*

Digitaal gepersonaliseerde tools passen zich aan, op maat van de leerling. Deze adaptiviteit kan echter op verschillende niveaus plaatsvinden: (i) Wat wordt aangepast? (ii) Hoe wordt iets aangepast? (iii) Op basis waarvan dienen aanpassingen te gebeuren (i.e. eigenschappen leerling)?

Wat betreft de eerste categorie geven leerkrachten aan vooral geïnteresseerd te zijn in aanpassingen van de moeilijkheidsgraad en de hoeveelheid oefeningen. Maar bijvoorbeeld ook aanpassingen qua aard van de feedback en mate van instructie kunnen hen bekoren. Voor de wijze waarop iets aangepast kan worden zijn er verschillende aanpassingsmethoden: zo kan een tool de controle geven aan de leerling en/of aan de leerkracht. In het algemeen vinden leerkrachten controlemogelijkheden voor zichzelf belangrijker, al neemt dat niet weg dat ze bijvoorbeeld ook controle over aanpassing in begeleiding, evaluatie en instructiemogelijkheden van belang vinden voor de leerlingen. Tot slot blijkt uit de resultaten van de bevraging dat leerkrachten de aanpassingen op basis van de eigenschappen van een leerling erg breed zien. Ze willen niet enkel inzetten op cognitieve eigenschappen (vb. leerling maakt veel of weinig fouten), maar ook op affectieve en meta-cognitieve eigenschappen (vb. motivatie, planning, zelfevaluatie,...).

■ *Voorkeuren bij samenwerkingsmogelijkheden*

Af en toe wordt digitaal gepersonaliseerd leren ook ingezet om leerlingen te laten samenwerken. Uit de bevraging komt naar voren dat feedback geven op elkaars werk en samen oefeningen oplossen een positieve invloed hebben op het leerproces en het welbevinden van de leerling. Online communiceren blijkt een minder grote nood te zijn.

■ *Voorkeuren bij dashboards*

Gepersonaliseerde tools kunnen dashboards bevatten met verschillende functies. De bevroegde leerkrachten willen op de teacher dashboards vooral functies zien om het leerproces op te volgen zoals informatie over behaalde leerdoelen, voortgangsoverzichten van oefeningen en taken, en behaalde resultaten. Op het vlak van student dashboards geven de participanten aan dat leerlingen het meeste baat hebben bij feedbackfuncties zoals een analyse van gemaakte fouten en een feedbacksysteem. Daarnaast lijken functies om te plannen en een overzichtsfunctie die info geeft over gemaakte oefeningen en/of resultaten, ook belangrijk.

■ *Ondersteuning bij implementatie*

Uit de bevraging blijkt duidelijk dat ondersteuning essentieel is en dat er ook echt nood aan is bij het doelpubliek. Het gaat hier niet enkel om hulp bij het gebruik van digitale toepassingen, maar anderzijds ook om ondersteuning bij technische en didactische valkuilen die leerkrachten ervaren. Zo blijkt dat er leerkrachten zijn die graag zelfredzaam willen zijn en problemen zelf willen oplossen aan de hand van filmpjes en handleidingen. Daarnaast zijn er evenwel leerkrachten die graag beroep doen op een online aanspreekpunt of een telefonische helpdesk. Uit de bevraging blijkt ook dat slechts weinig leerkrachten deelnemen aan bijscholing over digitaal gepersonaliseerd leren of technologie in het algemeen. Dit wordt door de bevragers als een opportuniteit gezien om met i-Learn in de toekomst op in te zetten. Professionalisering maakt namelijk essentieel deel uit van het i-learn project.

Terzijde kan opgemerkt worden dat door het coronavirus ook digitale opleidingen in een stroomversnelling kwamen. Zo besloot bijvoorbeeld Kluwer om tot en met eind augustus 2020 enkel nog digitale opleidingen te organiseren. Webinars voor opleiding en bijscholing in tal van expertisedomeinen werden al langer aangeboden. Relatief nieuw in het opleidingsaanbod zijn de virtual classroom-opleidingen. De docent geeft daarbij online les, voor een beperkte groep, op een interactief platform dat hier speciaal voor gebouwd is. Het platform biedt de mogelijkheid tot vragenstellingen, communicatie met de docent, werkzaamheden in subgroepen,... Kluwer geeft ook toegang tot 250 e-learning modules (Online Academy) die toelaten om op een interactieve

manier gedurende een beperkte tijd per dag aan de ontwikkeling en ontplooiing van cursisten te werken. Bijvoorbeeld zijn er modules rond soft skills zoals leidinggeven, spreken in het openbaar en stressbestendigheid. Tevens wordt gewerkt aan een digitale bibliotheek (Webinar unlimited) met een hele reeks actuele en tijdloze topics die 'on demand' kunnen bekeken worden.

Slimme educatieve content

Slimme inhoud omvat technologie die tekstboeken kan samenvoegen tot een handig hulpmiddel voor examenvoorbereiding. Het creëren van slimme inhoud, van gedigitaliseerde handleidingen tot aanpasbare digitale leerinterfaces, wordt op alle niveaus geïntroduceerd, van basis- tot hoger onderwijs tot bedrijfsomgevingen. Het Cram101-programma van het bedrijf Content Technologies, dat ook MATHiaU³⁷⁷ ontwikkelde, zet content uit tekstboeken om in kleinere, makkelijk 'verteerbare' samenvattingen, flashcards en diverse oefeningen en testjes. JustTheFacts101 is het tweede programma van het bedrijf dat de belangrijkste content uit tekstboeken highlight en samenvat. Deze content wordt vervolgens via Amazon beschikbaar gesteld. Beide systemen zijn gebaseerd op deep learning algoritmen die met gebruik van vooraf gedefinieerde instructies gepersonaliseerde samenvattingen maken en leerlingen helpen het werk in de klas te relateren aan de content die ze (als huiswerk) moeten lezen.

Andere bedrijven creëren slimme digitale contentplatforms, inclusief met contentlevering, praktische oefeningen en realtime feedback en evaluatie. Netex Learning bijvoorbeeld, stelt docenten in staat om een digitaal curriculum en inhoud te ontwerpen op verschillende devices, waarbij media als video en audio worden geïntegreerd alsook beoordelingstools. Ook voor de werkvloer worden leerplatformen ontwikkeld die de werknemers in staat stellen om additionele skills te verwerven, permanente en geautomatiseerde feedback te verkrijgen en die, wanneer strategisch gebruikt, ook de prestaties helpen te verbeteren en de productie te verhogen.

In het kader van werkpleklerin heeft SYNTRA Vlaanderen in cocreatie met ontwikkelaar FroantForce RadarDuaal gebouwd. Dit is een tool die lesplaatsen en erkende werkplekken samen op één interactieve kaart brengt. Het verenigen van leerlingenaantallen en de geografische gegevens van scholen en ondernemingen zorgt voor een uniek beeld op het evenwicht van vraag en aanbod binnen duaal leren. De tool is als het ware een radar voor onder meer een tekort aan werkplekken of een lokale schaarste in opleidingen. Dankzij een slimme simulatie kunnen gebruikers vooraf inschatten of er voor een nieuwe opleiding voldoende werkplekken in de buurt zijn, en omgekeerd. De vraag welke ondernemingen als goede duale leerwerkplek kunnen fungeren, worden door de intelligente algoritmes van RadarDuaal beantwoord. De sectorconsulent stelt gericht prospectielijsten samen, die daarnaast voorzien in slim programmatie-advies voor scholen en opleidingscentra. De tool werd zo opgebouwd dat hij, naast externe databronnen, ook zelf gegevens verzamelt. De feedback van de sectoren maakt de matching van potentiële werkplekken intelligenter. De innovatieve kracht van RadarDuaal is het ingenieus combineren van alle databronnen, waarvoor onder meer gebruik wordt gemaakt van AI.

Virtuele facilitators en leeromgevingen

Het idee van virtuele menselijke gidsen en facilitators voor gebruik in een waaier van educatieve en therapeutische omgevingen is een beloftevol onderzoeksdomein. Hoewel nog geen realiteit,

³⁷⁷ Op AI gebaseerde software die specifiek ontworpen werd om leerlingen te helpen met zogenaamde remedial cursussen of bijles voor het aanscherpen van wiskundevaardigheden.

is de ultieme betrachting om virtuele mensachtige karakters te genereren die op een natuurlijke wijze kunnen denken, handelen, reageren en interageren, reagerend op en gebruikmakend van zowel verbale als non-verbale communicatie. Captivating Virtual Instruction for Training, ontworpen door de University of Southern California Institute for Creative Technologies, bijvoorbeeld is een leerstrategie dat tot doel heeft om live klassikale methodieken te integreren met de best aangepaste virtuele technologieën – met inbegrip van virtuele facilitators, augmented reality, intelligente tutorsystemen, enz – in leer- en trainingsprogramma's op afstand.

Universele toegang voor alle studenten

AI-systemen kunnen bijdragen in de ontwikkeling van 'wereldwijde' klaslokalen die voor iedereen toegankelijk zijn, inclusief voor zij die een andere taal spreken of een fysieke handicap (visueel, auditief, ...) hebben. Presentation Translator bijvoorbeeld is een gratis plug-in voor PowerPoint die in realtime ondertitels aanmaakt voor wat de leerkracht zegt.

Daarbij worden gepersonaliseerde leergangen mogelijk gemaakt. Op platforms zoals Coursera, Udacity, edX³⁷⁸ en 2U/GetSmarter kan men online toegang krijgen tot AI-onderwijsprogramma's van de beste scholen en universiteiten wereldwijd. Het aanbod van massive open online courses (MOOC's)^{379 380} is zo groot dat een keuze maken niet eenvoudig is. Deze platforms bieden ook oplossingen voor bedrijven die trainingen willen aanbieden aan medewerkers. Een belangrijke speler voor online opleidingen in data science en AI is de Belgische startup DataCamp. Het bedrijf werkt samen met een duizendtal academische groepen over heel de wereld. UGent vraagt aspirant-studenten vooraleer aan de masteropleiding Marketing Analysis te beginnen, DataCamp-vakken te volgen als voorbereiding op de opleiding, om voldoende vertrouwd te zijn met R (statistical computing). Op te merken valt nog dat ook private actoren MOOC's voor bedrijven en werknemers lanceren in het vakdomein van AI. Een voorbeeld is de online cursus van Agoria (zie ook hoger; <https://www.agoria.be/ai-in-business>) dat in samenwerking met zowel grote bedrijven zoals Microsoft, IBM, Brussels Airport Company en Proximus, als kleinere bedrijven zoals Faktion, In The Pocket, Froomle, Radix en Reimagine, tot stand kwam. Niet alle ervaringen met MOOC's zijn onverdeeld positief. Bepaalde auteurs wijzen erop dat MOOCs veelbelovend waren toen ze in 2012 opkwamen en men dacht dat ze het hele hoger onderwijs radicaal zouden veranderen aangezien iedereen ter wereld de mogelijkheid kreeg om van de beste proffen les te krijgen. Dat was niet helemaal het geval. MOOC's blijken vooral interessant

³⁷⁸ Op dit platform, een joint venture tussen het Massachusetts Institute of Technology en de Harvard universiteit, werd op 14 februari 2020 een AI-cursus (IBM) "AI for Everyone: Master the Basics" gelanceerd.

³⁷⁹ Massive Open Online Courses (MOOC's) zijn gratis online cursussen beschikbaar voor iedereen om in te schrijven. MOOC's bieden een betaalbare en flexibele manier om nieuwe vaardigheden te leren, verdere carrièrestappen te bevorderen en educatieve ervaringen op schaal te leveren.

³⁸⁰ Het totale aanbod na MOOC's is in het wereldwijde hoger onderwijs de afgelopen jaren aanzienlijk gegroeid. Er werd een nieuwe ranglijst geïntroduceerd door MocoLab's nl. World University Rankings Based On MOOC Performance, waarin universiteiten worden beoordeeld op basis van 5 prestatie-indicatoren: het aantal aangeboden MOOC's, het aanbod van leertrajecten, microcertificaten voor het succesvol volgen van een aantal samenhangende MOOC's, diploma's via MOOC's en de gemiddelde plaats van de instelling op de wereldranglijst. Amerikaanse instellingen domineren de lijst, maar op nummer 1 staat de TU Delft. KU Leuven is op rang 97 de enige Belgische universiteit in de top 100.

voor reeds hoogopgeleide mensen en veruit het grootste deel van de ingeschreven studenten behaalt nooit de eindstreep.³⁸¹

Globale kalslokalen bieden ook perspectieven voor leerlingen die wegens ziekte niet naar school kunnen gaan of die op een ander niveau of over een bepaald onderwerp moeten leren dat in de eigen school niet beschikbaar is. AI kan op die manier helpen bij het doorbreken van silo's tussen scholen en tussen traditionele opleidingsniveaus.

13.5.2 AI en de leerling

Verskil in impact naargelang onderwijsniveau

Volgens Dialogic³⁸² zal de impact van AI verschillen naargelang het onderwijsniveau. In het P(rimair) O(nderwijs) (vergelijkbaar met basisonderwijs) kan AI ertoe leiden dat leerlingen minder vaak een klassikale uitleg zullen krijgen van lesstof, maar vaker een uitleg die gepersonaliseerd is naar moeilijkheidsgraad en leerstijl. Dit betekent, afhankelijk van de ontwikkelingen op het gebied van digitale leermiddelen, dat leerlingen in het klaslokaal meer tijd achter een computer (of tenminste een scherm) zullen doorbrengen. Desondanks wordt verwacht dat er nog steeds veel persoonlijk contact (nodig) zal zijn tussen leerling en docent.

In het Voortgezet O(nderwijs) (vergelijkbaar met secundair onderwijs) zal de impact van AI voor de leerling minder groot zijn ten opzichte van het basisonderwijs. AI-toepassingen zullen daar met name terug te vinden zijn in de werkvormen waar nu al zelfstandig wordt gewerkt. AI-systemen zijn op dit moment (en in de nabije toekomst) vooral geschikt om feitelijke kennis aan te leren en te toetsen. Vanwege de discrete aard van bètavakken zal de impact van AI voor deze vakken groter zijn dan voor alfavakken. Een AI is beter in het beoordelen of een wiskundesom correct is opgelost dan of de argumenten in een betoog hout snijden.

In het hoger onderwijs kan de impact van MOOC's mogelijk zeer groot zijn. Wanneer MOOC's AI gaan integreren is het niet onaannemelijk dat via een MOOC dezelfde kennis en vaardigheden sneller, tegen lagere kosten, en van een meer prestigieuze onderwijsinstelling kunnen worden vergaard dan in het traditionele hoger onderwijs. Wanneer dit het geval is zal fysieke aanwezigheid niet meer nodig zijn en kunnen studenten daardoor eenvoudiger het curriculum van internationale onderwijsinstellingen volgen.

Leerlingen, ICT-tools en aanleg voor digitale geletterdheid

Leerlingen moeten de kennis en vaardigheden opdoen die hen voorbereiden op een maatschappij vol AI en hoe ze moeten omgaan met suggesties van AI-analyses. Ze moeten begrijpen wat de kenmerkende verschillen zijn tussen mensen en machines en hoe ze informatie uitwisselen, hoe resultaten en suggesties van AI-analyses tot stand komen en hoe ze deze kunnen en mogen gebruiken. Ook het lezen en interpreteren van dataoverzichten en dashboards zal voor een groot deel van de leerlingen onderdeel worden van hun werk. Leerlingen moeten dus bepaalde kennis en vaardigheden opdoen die van belang zijn om ze goed voor te bereiden op leven en werken in een door AI en robotica omgeven maatschappij.

³⁸¹ Reich, J. and Ruipérez-Valiente, J. A. (2019). The MOOC Pivot. *Science* 363(6423), pages 130-131. Bronvermelding op basis van VOKA Paper september 2020, *EdTech gamechanger voor het onderwijs?*

³⁸² Dialogic, *De (on)mogelijkheden van kunstmatige intelligentie in het onderwijs*, Utrecht, 21 januari 2019.

Een vraag die in het kader van vaardigheden opduikt, is in welke mate onze studenten konden gebruik maken van ICT-tools tijdens de lockdownperiode waarin werd overgeschakeld naar afstandsonderwijs. Zo blijkt uit PISA 2018 gegevens dat in België 47% van de studenten was ingeschreven in scholen waarvan de directeur aangaf dat er een online ondersteuningsleerplatform beschikbaar was in de school, hetgeen beduidend lager is dan het OESO-gemiddelde van 54%. Evenzeer is de thuissituatie van belang om studenten in staat te stellen om gebruik te maken van de faciliteiten van EdTech. Op dat vlak doet België het minstens even goed of beter dan het OESO-gemiddelde. 93% van de studenten blijkt over een computer te kunnen beschikken die voor schooltaken kan gebruikt worden, hetgeen hoger is dan het OESO-gemiddelde (89%). Dit is ook het geval voor 83% van de studenten in het onderste kwartiel van de socio-economische spreiding, hetgeen ook hoger is dan het OESO-gemiddelde (78%).³⁸³ Los van de vergelijking met het OESO-niveau, impliceert dit wel dat reeds vóór het uitbreken van de pandemie er heel wat studenten waren die over geen computer beschikten. Bovendien kan ervan uit gegaan worden dat het gebruik van de thuiscomputer tijdens de crisis door meerdere leden van het gezin gedeeld moest worden, hetgeen een negatieve weerslag heeft gehad op de individuele beschikbaarheid ervan.

13.5.3 AI en de leerkracht

AI assisteert de leerkracht

Uit onderzoek van McKinsey³⁸⁴ blijkt dat leerkrachten 20 tot 40% van hun werktijd spenderen aan activiteiten die kunnen geautomatiseerd worden. Dit komt neer op zo'n 13 uren per week die besteed zouden kunnen worden aan een betere begeleiding van studenten en een hogere voldoening in het werk met zich meebrengen. Met AI kunnen leerkrachten ondersteund worden in meer routinematige taken. Administratieve processen kunnen meer worden geautomatiseerd en adaptieve leermiddelen kunnen meer onderwijstaken overnemen, zoals bijvoorbeeld ondersteuning bij het nakijken van open opgaven. De hoop en verwachting is dat dit leidt tot minder werkdruk en een aantrekkelijker beroep.

Verschillende spraakmakende econometrische studies over de toekomst van werk hebben aangetoond dat veel beroepen kunnen worden geautomatiseerd met de huidige AI-technologieën. Deze studies vallen terug op taak- en vaardigheidsgerichte modellen van technische verandering. Het JRC-rapport³⁸⁵ acht een datagebaseerd-model³⁸⁶ geschikter voor de huidige AI-systemen. In het rapport wordt een soortgelijke methodiek verkend om te zien hoe de toekomst van het beroep van leraar eruit zou kunnen zien. De resultaten suggereren dat tal van de huidige omschreven prioritaire taken van leerkracht kunnen worden geautomatiseerd. Studentenbeoordelingen spelen een belangrijke rol in veel onderwijssystemen en veel AI-

³⁸³ OECD, *School Education during Covid-19. Were Teachers and Students Ready?*, Country Note Belgium, 2020.

³⁸⁴ Bryant, J., Heitz, C., Sanghvi, S. and Wagle, D. *How artificial intelligence will impact K-12 teachers*, McKinsey&Company, January 2020.

³⁸⁵ Tuomi, I. *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching and Education*. Policies for the future, Eds. Cabrera, M., Vuorikari, R. & Punie, Y., EUR 29442 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.

³⁸⁶ De cruciale vraag voor de impact van AI-systemen op werk is niet of een taak al dan niet routinematig is of een probleemoplossend vergt, wel of een taak door een computer kan worden geleerd. Dit hangt op zijn beurt af van de vraag of er data beschikbaar zijn die gebruikt kunnen worden voor het aanleren van de betrokken taak. De impact van AI op beroepen kan daarom best verkend worden in een data-gebaseerd AI-model.

projecten zijn dan ook gericht op het automatisch genereren en beoordelen van examens. Specifieke focus gaat uit naar het automatiseren van summatieve toetsing³⁸⁷ met als doel een vermindering van de werkbelastingen van leraren. Mogelijk onbedoeld gevolg hiervan is dat formatieve beoordelingen meer op de voorgrond gaan treden. De huidige AI-systemen kunnen zeer goed indicaties uit complexe en gevarieerde gegevensbronnen combineren en gebruiken voor realtime patroonherkenning. Huiswerk voor studenten kan bijvoorbeeld relatief eenvoudig worden gecontroleerd en gediagnosticeerd door een AI-systeem dat over gegevens beschikt van zowel de individuele studentenloopbaan als de peers van collega's. Gecumuleerde formatieve beoordelingen maken op die manier hoofdexamen in grote mate overbodig. AI wordt ook gebruikt om de concentratie-, emotie- en conversatiedynamiek in computerondersteunde leeromgevingen te diagnosticeren, bijvoorbeeld met het oog op cursusontwikkeling en -management, in een poging om optimale groepen te genereren voor gezamenlijke leertaken, en om patronen te herkennen die studentenuitval voorspellen.

Het takenpakket van de leerkracht zal veranderen: een deel van de taken kunnen worden overgenomen, een deel van de taken zullen belangrijker worden ten opzichte van de huidige situatie, en er zullen ook een aantal nieuwe taken bijkomen. Onder de taken die kunnen worden overgenomen, horen onder meer het uitkiezen van lesmateriaal en het nakijken van toetsen. Ook het geven van feedback op basis van prestaties kan worden overgenomen door een AI. Automated essay scoring (AES) bijvoorbeeld is een methode om geschreven teksten zoals werkstukken en essays te beoordelen zonder tussenkomst van een mens. AES maakt gebruik van natural language processing om een geschreven tekst te beoordelen op inhoud en schrijfstijl. Bij automated essay scoring wordt eerst een model opgesteld op basis van eerder, met de hand, beoordeelde teksten. Vervolgens worden machine learning methodes bepaald in hoeverre nieuwe teksten overeenkomen met, of elementen bevatten van, de teksten die zijn gebruikt bij het opstellen van het model. Verder zijn er toepassingen waarbij met slimme algoritmes inzichten worden verkregen in het leerproces (learning analytics). Deze kunnen de docent in staat stellen om vroegtijdig problemen te signaleren of om beter onderbouwde beslissingen te maken. Ook het informeren van docenten over de ontwikkeling van leerlingen en het identificeren van leerlingen die een grotere kans hebben uit te vallen worden gezien als toepassing van AI.

AI-systemen kunnen tevens voor het aanleren van denkvaardigheden de instructie verzorgen en opgaven aanbieden, nakijken en voorzien van feedback. In de toekomst komen er AI-toepassingen die kunnen ondersteunen bij opdrachten waar complexere denkvaardigheden nodig zijn, zoals analyseren. Dit zijn bijvoorbeeld systemen die opdrachten met een meer open karakter kunnen voorzien van feedback.

De leerkracht blijft het leerproces en leerpad aansturen

Leerkrachten krijgen door de ondersteuning met AI meer tijd om zich toe te leggen op taken die meer voldoening geven en het aanzien van het beroep vergroten. Bijvoorbeeld het bedenken,

³⁸⁷ Summatief toetsen is prestatiegericht en vaak gebonden aan een norm. Het heeft een hoog goed/fout gehalte en is vaak een momentopname na het leren. Het is een selectiemiddel waarvan het resultaat meetelt voor een eindcijfer. De leerling leert voor de toets en niet om het leren zelf. Op deze manier neemt de docent de beslissing of dat de leerling slaagt of zakt. Tegenover summatief toetsen staat formatief toetsen, een ondersteuning van de leerling tijdens het leerproces. Observaties, het stellen van open vragen en toetsdialogen zijn gebruikte methoden. Hierdoor krijgt de docent een duidelijk inzicht hoe de leerling de getoetste onderdelen beheerst. De feedback die de docent hierover geeft, moet de leerling verder doen ontwikkelen en weer een stapje verder brengen in het leerproces. Daarbij weet de leerling welke diepgang er wordt verwacht op een bepaald onderwerp.

ontwerpen en uitvragen van contextrijke opdrachten waarin expliciet aandacht is voor vakoverschrijdende vaardigheden zoals samenwerken. Leerkrachten worden op die manier méér dan kennisoverdragers. Naast vakdeskundigen worden leerkrachten meer en meer designers van het leerproces en ontwikkelaars van leerpaden op maat, die datamanagement beheersen en sociaalemotioneel kunnen coachen.

De grootste verwachting ligt in AI-geassisteerde leerkrachten, niet in AI-gestuurde klas- en lesomgevingen. De leerkracht behoudt de leidende/sturende rol in de klas. De aanwezigheid van de leerkracht, zowel in taal, gebaar en empathie, blijft belangrijk voor sociale en persoonlijke interactie met de leerling. Ook de ervaring en de mogelijkheid tot improviseren zijn belangrijke troeven van de leerkracht. De vertrouwde leerkrachtgerichte aanpak waar lesgeven centraal staat, verschuift richting leerlinggerichte onderwijsmodellen met persoonlijke leertrajecten. De klemtoon ligt dan ook eerder op het tegemoetkomen aan individuele behoeften van de leerling en het ontlasten van de leerkracht, bijvoorbeeld door de reductie van administratieve lasten, zodat die meer tijd kan besteden aan het begeleiden van de leerling. Zo is het voor een leerkracht bijvoorbeeld praktisch onmogelijk om gepersonaliseerde leerplannen op te maken voor klassen van meer dan 20 leerlingen. AI-gebaseerde systemen kunnen hiervoor een oplossing bieden. Adaptieve leerprocessen kunnen inspelen op verschillende leerstijlen van leerlingen, leerlingen helpen die dreigen achterop te raken en leerlingen bijwerken die om welke reden dan ook de les niet kunnen bijwonen.

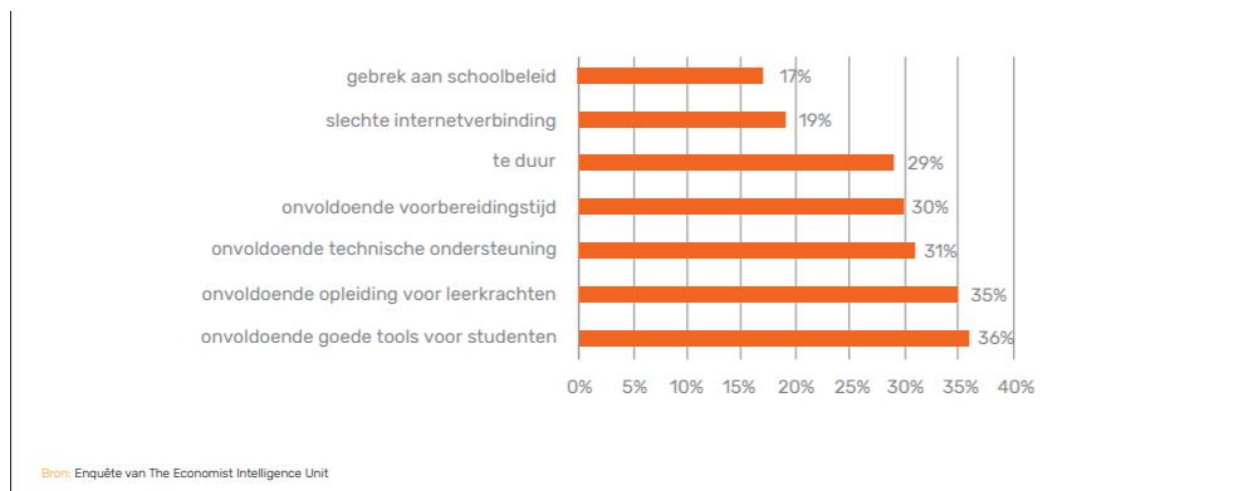
De leerkracht behoeft digitale vaardigheden en opleiding

Omdat de gemiddelde werkdag van een leraar gaat veranderen, vergt dit nieuwe kennis en vaardigheden die nu nog nauwelijks onderdeel zijn van het takenpakket van leerkrachten. Om een AI verantwoord toe te kunnen passen dient een docent output van een AI te kunnen interpreteren en te vertalen naar concrete handelingen. Bijvoorbeeld het interpreteren van analyses en overzichten in dashboards. Wat zeggen deze analyses over de leerling en de klas? Een leerkracht moet de redeneerlijn van een AI-systeem kritisch kunnen bekijken, op basis hiervan een inschatting maken en vervolgens daarop kunnen handelen. Kortom, hij/zij zal een manier moeten vinden om effectief te kunnen samenwerken met AI. AI zelf kan hiertoe bijdragen via een nieuwe methode van persoonlijke ontwikkeling van leerkrachten via virtuele (wereldwijde) conferenties.

Er is reeds aangevoerd dat de coronacrisis de digitalisering in scholen een boost heeft gegeven. Leerkrachten hebben zich op korte tijd moeten onderdompelen in digitaal lesgeven en vormen op die manier één van de sleutels voor innovatie in het onderwijs. Indien Vlaanderen werk wil maken van de school 2.0 zal er ook gefocust moeten worden op de leerkrachten en hun opleidingen, nl. hoe zal ervoor gezorgd worden dat de lesgevers de kennis hebben om digitale technologieën en apps (bv. TikTok, Instagram, Snapchat,...) op een juiste en pedagogisch verantwoorde manier in te zetten. Het is dan ook essentieel dat leraren voldoende competent zijn om educatieve technologie te gebruiken. Uit een Whitepaper van The Economist³⁸⁸ blijkt dat slechts 38% van de leraren het gevoel heeft dat hun opleiding hen voldoende heeft voorbereid om dit te doen. Onvoldoende opleiding voor de leraren (35%) wordt gezien als een van de belangrijkste belemmeringen om positieve effecten van technologie te realiseren.

³⁸⁸ The Economist, 'Staff of 2030: Future-ready teaching', Intelligence Unit report, mei 2020. Bronvermelding op basis van VOKA, *EdTech gamechanger voor het onderwijs?*, VOKA Paper, september 2020.

Figuur 130: Onvoldoende opleiding van leerkrachten is een van de belangrijkste belemmeringen voor een goed gebruik van technologie in de klas



Volgens cijfers van de OESO³⁸⁹ staat ons land slechts op de 63^{ste} plaats (op 78 landen) wat vaardigheden van leraren betreft om digitale middelen te integreren in hun lessen. Dit moet dan ook meer aan bod komen in de lerarenopleiding en in de professionalisering doorheen de carrière. De OESO-TALIS³⁹⁰ resultaten (zie hoger) geven aan dat er nog heel wat werk op de plank ligt om de leerkrachten meer toekomstproof klaar te stomen. Zo geeft 18% van de leerkrachten aan sterk behoefte te hebben aan ICT-opleidingen. Het gebruik van ICT voor lesgeven vormt slechts voor 51% van de Belgische leerkrachten een onderdeel van hun formele opleiding in vergelijking met het OESO-gemiddelde van 56%. En ICT-vaardigheden in lesgeven maken slechts voor 40% van de Belgische leerkrachten deel uit van hun professionele ontwikkelingsactiviteiten in vergelijking met 60% op OESO-niveau.³⁹¹

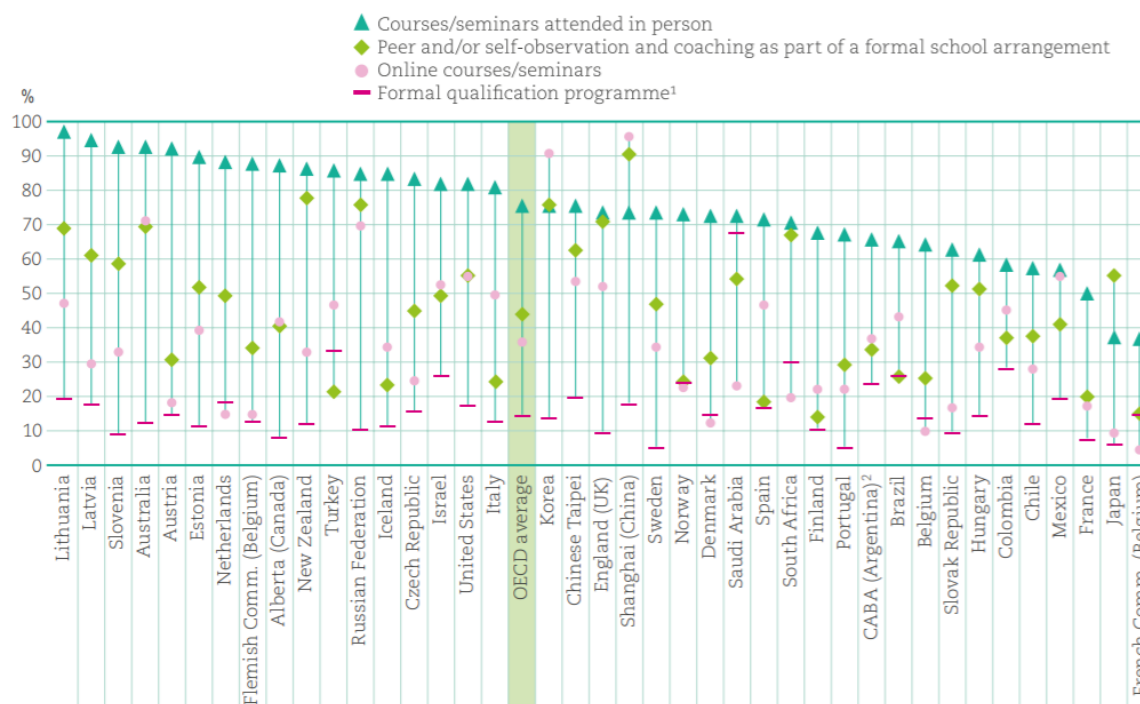
Uit de TALIS-data blijkt dat leerkrachten over het algemeen in de 12 maanden voor de bevraging volgende vormen van professionele ontwikkelingsactiviteiten volgden: opleiding die tot een diploma of getuigschrift leiden, online cursussen/seminaries, zelfobservatie en/of observatie door collega's als onderdeel van een formele regeling op school en cursussen/seminaries die persoonlijk worden bijgewoond. Uit onderstaande figuur blijkt dat de Vlaamse leerkrachten (12,8%) voor formele opleidingsprogramma's rond het OESO-gemiddelde scores, ver onder het OESO-gemiddelde van 36% liggen voor wat betreft het volgen van online cursussen/seminaries (14,5%), onder het OESO-gemiddelde (44%) scores voor observatieleeractiviteiten maar het OESO-niveau (76%) overschrijden op het vlak van het volgen van cursussen/seminaries in persoon.

³⁸⁹ OESO, *Learning remotely when schools close: how well are students and schools prepared?*, Insights from PISA, 2020. <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/learning-remotely-when-schools-close-how-well-are-students-and-schools-prepared-insights-from-pisa-3bfd1f7/>

³⁹⁰ Zie ook Schleicher, A., *The impact of COVID-19 on education. Insights from Education at a Glance 2020*, OECD, 2020.

³⁹¹ OECD, *School Education during Covid-19. Were Teachers and Students Ready?*, Country Note Belgium, 2020.

Figuur 131: Aandeel leerkrachten lager secundair onderwijs dat deelneemt aan bepaalde types van professionele ontwikkeling (TALIS 2018)



Note: The OECD average is the arithmetic average based on lower secondary teacher data across 31 OECD countries and economies with adjudicated data.
 1. For example, a degree programme.
 2. Refers to the adjudicated region of Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA).
 Countries and economies are ranked in descending order of the percentage of lower secondary teachers who attended courses/seminars in person in the 12 months prior to the survey.
 Source: OECD (2019_[20]), TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners, <https://dx.doi.org/10.1787/1d0bc92a-en>, Web table 1.5.7.

13.5.4 AI en de school

Studieoriëntatie en studentenwerving

Scholen kunnen AI-processen inzetten om te bepalen welke studierichtingen het meest geschikt zijn voor leerlingen. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door openbare data en informatie op sociale media te analyseren door middel van AI-algoritmes. Op die manier kunnen leerlingen gescand en geëvalueerd worden en vervolgens een suggestie geformuleerd worden over de meest adequate studierichting(en). Ook business-scholen kunnen op die manier aan efficiënte studentenwerving doen nog vóór toekomstige studenten zich hebben aangemeld. De business-school zou daarbij bijvoorbeeld kunnen focussen op mensen die specifieke vaardigheden nodig hebben – waarin de school gespecialiseerd is – om de volgende stap in hun carrière te zetten. Ook na de initiële fase in het wervingsproces kan AI nuttig zijn voor rekruteringsmedewerkers. Met AI is het mogelijk om tijdens telefoongesprekken en interviews het spraakpatroon en de gezichtsuitdrukkingen van de kandidaat te analyseren en gevolgtrekkingen te doen over de selectie van de meest geïnteresseerde kandidaten in de opleiding, waardoor kostbare tijd bespaard wordt.³⁹²

Het is voor alle scholen niettemin belangrijk om ethisch met data om te gaan en controle uit te oefenen op AI-activiteiten, bijvoorbeeld om vast te stellen hoe goed een algoritme moet zijn om

³⁹² Muylle, S. *Hoe kan je AI integreren in business-scholen?*, BizEd Magazine, januari/februari 2019.

te kunnen vertrouwen en vast te stellen of een algoritme wel de manier is om selecties te maken. Dit speelt bijvoorbeeld als het gaat om de toewijzing van kinderen aan scholen³⁹³.

Verbetering van efficiëntie

AI kan IT-processen verbeteren en leiden tot nieuwe efficiëntiewinsten. Zo kunnen scholen bijvoorbeeld van AI gebruikmaken om geschikte methodes in te voeren die maken dat leerlingen niet langer verloren lopen in de schoolgangen. AI kan ook gebruikt worden om complexe datasets te modelleren met het oog op datagedreven voorspellingen. Dit laat op zijn beurt een goede toekomstplanning mogelijk, bijvoorbeeld voor de toewijzing van stoelen naargelang de betrokken schoolactiviteit of voor de bestelling van maaltijden bij de leverancier. Hierdoor kunnen scholen overbestellingen vermijden en besparen op overbodige uitgaven.

Naast het herkennen van stem, kunnen algoritmen ook gezichten identificeren. De potentiële voordelen van deze technologie moedigen scholen aan om het te gebruiken in de hoop de veiligheid en efficiëntie te verbeteren, bijvoorbeeld door het automatiseren van aanwezigheidslijsten.

AI in functie van onderwijsdoelen

Wanneer AI te veel wordt benaderd vanuit de data/techniek bestaat er een risico dat AI-toepassingen niet meer aansluiten bij onderwijsdoelen. Zo kan een AI die geoptimaliseerd is op kennisoverdracht andere elementen zoals motivatie niet hebben geïncorporeerd. Ook bestaat er het risico dat buitenlandse technologiebedrijven de Vlaamse onderwijsmarkt betreden. Het is niet vanzelfsprekend dat deze bedrijven dezelfde onderwijsdoelen voor ogen hebben. Hierdoor kunnen we de controle verliezen op het onderwijs.

Het is daarom nuttig dat scholen een visie opstellen ten aanzien van inzet van AI-toepassingen binnen het eigen onderwijs. Deze visie maakt, zowel naar het eigen personeel als naar ouders (en indirect leerlingen) duidelijk hoe ver de school gaat, en wat het ambitieniveau is.³⁹⁴ Een aantal vragen kunnen een leidraad vormen voor de visievorming:

- waarom zet de school AI in?
- voor welke taken wordt AI wel ingezet (en waarvoor niet)?
- hoe wordt de verklaarbaarheid van de AI gewaarborgd?
- hoe wordt er gewaarborgd dat de AI niet bevooroordeeld is?
- hoe wordt er gewaarborgd dat onderwijsdoelen niet in het geding raken door AI?
- hoe wordt de privacy van de leerling gewaarborgd?

Een gelijkaardige stellingname vinden we terug bij een standpunt van de KVAB over Learning Analytics (LA).³⁹⁵ KVAB wijst erop dat elke instelling die met LA aan de slag wil gaan, best een richtinggevende beleidstekst opstelt met aandacht voor de privacy, de wettelijke en de ethische aspecten van LA en de kadering van LA binnen de meer algemene onderwijsvisie. Hoewel bestaande beleidsteksten en ervaringen van andere onderwijsinstellingen relevante inspiratie bieden, is een aanpassing naar de eigen context, regelgeving en specifieke onderwijsvisie belangrijk.

³⁹³ Zie bijvoorbeeld <https://www.knack.be/nieuws/belgie/hoe-het-algoritme-achter-het-aanmeldsysteem-voor-het-onderwijs-verbeterd-kan-worden/article-opinion-1138733.html>

³⁹⁴ Dialogic, *De (on)mogelijkheden van kunstmatige intelligentie in het onderwijs*, Utrecht, 21 januari 2019.

³⁹⁵ De Laet, T., e.a., *“Learning Analytics” in het Vlaams hoger onderwijs*, KVAB Standpunt 58, 2018.

AI behoeft een uitstekende digitale infrastructuur

Een uitstekende digitale infrastructuur is een must om de potentialiteiten van AI ten volle te kunnen benutten, meer in het bijzonder bij de ontplooiing van digitale leeromgevingen.

Meer concreet blijkt dat dat er op het vlak van apparatuur vooruitgang wordt geboekt, maar dat er nog ruimte is voor verbetering. Een eerste ratio berekent het aantal desktops en laptops per 100 leerlingen. Zowel in het gewoon lager onderwijs (van 15,53 naar 17,36 naar 18,33/100), in het buitengewoon lager onderwijs (van 27,61 naar 35,67 naar 51,85/100) en het buitengewoon secundair onderwijs (van 23,08 naar 30,67 naar 50,31/100) zijn er nu meer desktops en laptops per 100 leerlingen dan bij MICTIVO1 en MICTIVO2. In het secundair onderwijs is er echter een afname van het aantal toestellen per 100 leerlingen (van 56,48 naar 41,02) in vergelijking met MICTIVO2. Bij een tweede ratio worden ook tablets mee in rekening gebracht. Er wordt enkel vergeleken met MICTIVO2 aangezien tablets ten tijde van MICTIVO1 nog niet aanwezig waren in scholen en ook nog niet waren opgenomen in de bevraging. Deze tweede ratio is wel gestegen voor zowel het (buitengewoon) lager onderwijs als het (buitengewoon) secundair onderwijs.

Tabel 24: Overzicht ratio's aantal toestellen per 100 leerlingen MICTIVO 3

	Lager onderwijs		Secundair onderwijs		Basiseducatie
	Gewoon	Buitengewoon	Gewoon	Buitengewoon	
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)	
Pc/ll ratio (1)	18.33 (12.09)	51.85 (24.98)	41.02 (24.35)	50.31 (34.59)	/
Pc/ll ratio (2)	24.03 (14.84)	60.46 (25.65)	47.03 (26.88)	53.56 (34.56)	/

Nota's: (1) PC per ll ratio met totaal aantal desktops en laptops per 100 leerlingen; (2) PC per ll ratio met aantal desktops, laptops, tablets per 100 leerlingen

Positief is evenwel dat een grote doorbraak van digitale schoolborden en draadloos internet kan opgetekend worden, zij het dat ook hier nog vooruitgang kan geboekt worden. Vijf jaar geleden was een meerderheid van de aantal scholen uitgerust met digitale borden, maar het aantal is de voorbije jaren nog sterk toegenomen. In het gewoon lager onderwijs bijvoorbeeld beschikken nu de meeste scholen (93,3%) over digitale schoolborden. Vijf jaar geleden was dit 73,2% en tien jaar geleden 8,4%. In het buitengewoon lager onderwijs is dit nu 74,3%. Dit is een toename van 13,8% in vergelijking met vijf en 61,0% in vergelijking met tien jaar geleden. Eenzelfde ontwikkeling is er in het gewoon secundair onderwijs (van 29,6% (M1) naar 78,9% (M3) en het buitengewoon secundair onderwijs (van 5,9% (M1) naar 62,5% (M3), waarbij meer dan een verdubbeling merkbaar is in vergelijking met tien jaar geleden (M1). In de centra voor basiseducatie daarentegen zijn er geen verschillen met vijf jaar geleden.

Er is niet enkel een sterke toename van het aantal scholen dat over digitale borden beschikt, er zijn binnen de scholen zelf ook meer digitale borden dan vijf en tien jaar geleden. In het gewoon lager onderwijs is dit een verviervoudiging op tien jaar tijd en een verdubbeling op vijf jaar tijd (van 2,35 naar 5,68 naar 9,58 digitale borden per school). In het buitengewoon lager onderwijs is dit een verdubbeling (3,00 naar 3,86 naar 6,65 digitale borden per school). Dezelfde trend wordt opgetekend in het gewoon secundair onderwijs (van gemiddeld 2,10 naar 6,72 naar 11,73 digitale borden per school) en in het buitengewoon secundair onderwijs (van gemiddeld 2,50 naar 6,88 digitale borden op vijf jaar tijd).

Een tweede doorbraak is de significante toename van draadloos internet over alle onderwijsniveaus en -types heen, met een uitzondering voor de centra voor basiseducatie. In alle onderwijsniveaus en -types is er een toename van ongeveer 20% (tot zelfs 40% in het buitengewoon secundair onderwijs) van de scholen die beschikken over draadloos internet. Dit betreft een verdriedubbeling met tien jaar geleden. Ondanks de niet-significante toename van draadloos internet in de centra voor basiseducatie is het wel opvallend dat 10 jaar geleden slechts de helft van de centra beschikte over draadloos internet en dit positief geëvolueerd is naar alle centra (100%).

Een derde zeer belangrijke ontwikkeling is de toename van de aanwezigheid van digitale leerlingvolgsystemen (of gelijkaardige systemen). Tijdens de voorbije tien jaar is er in alle onderwijsniveaus en -types, met uitzondering van basiseducatie, een sterke toename van het aantal scholen dat over een digitaal leerlingvolgsysteem beschikt. Het aantal scholen die beschikken over dergelijke software is de voorbije vijf jaar enkel nog meer toegenomen met als gevolg dat vandaag bijna alle scholen over een digitaal leerlingvolgsysteem beschikken. Ook software voor leerlingen met een functiebeperking is goed vertegenwoordigd in de verschillende onderwijsniveaus en -types, behalve in de centra voor basiseducatie. Bovendien kan een sterke en significante toename van dergelijke software vastgesteld worden in het gewoon onderwijs (zowel lager als secundair) ten opzichte van tien (M1) en vijf jaar (M2) geleden. Dit ligt mogelijk aan de toenemende aandacht voor meer gepersonaliseerd en inclusief onderwijs. Verder is er ook een significante toename van 20% in het buitengewoon secundair onderwijs in vergelijking met M1. Meer en meer scholen doen bijgevolg een beroep op specifieke software voor leerlingen met een functiebeperking.

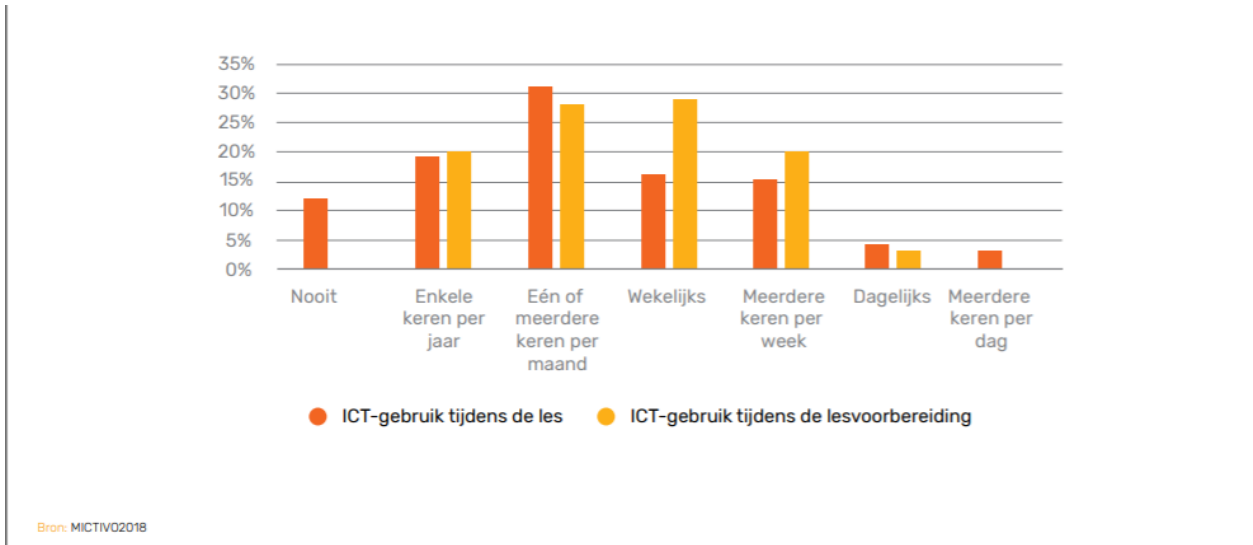
Tabel 25: Vergelijking gebruik van software (in %)

	LO			BuLO			SO			BuSO			BE		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Software specifiek voor leerlingen met een functiebeperking	24.8	60.3	76.7	45.5	82.1	94.3	27.4	55.5	72.9	42.9	88.0	68.0	25.0	22.2	12.5
Digitaal leerlingvolgsysteem	18.3	78.5	98.4	33.3	82.1	97.1	40.2	97.4	97.2	25.0	92.0	84.0	55.6	70.0	75.0

Hoewel elke secundaire school ondertussen beschikt over een elektronische leeromgeving blijft het gebruik van technologie eerder beperkt. ICT wordt vooral gebruikt voor communicatie, lesvoorbereidingen en presentaties, maar weinig voor digitale toetsen, projectwerking en het verwerven van leerstof. De conclusie van het MICTIVO-onderzoek (Monitor voor ICT-integratie in het Vlaams onderwijs)³⁹⁶ is dat er nog steeds relatief weinig gebruik gemaakt wordt van ICT tijdens de les en dat in alle onderwijsniveaus. Op vijf jaar tijd is dat bovendien niet substantieel gewijzigd.

³⁹⁶ Heymans, P. J., Godaert, E., Elen, J., van Braak, J., & Goeman, K. (augustus 2018). *MICTIVO2018. Monitor voor ICT-integratie in het Vlaamse onderwijs. Eindrapport van O&O-opdracht: Meting ICT-integratie in het Vlaamse onderwijs (MICTIVO)*. KU Leuven / Universiteit Gent.

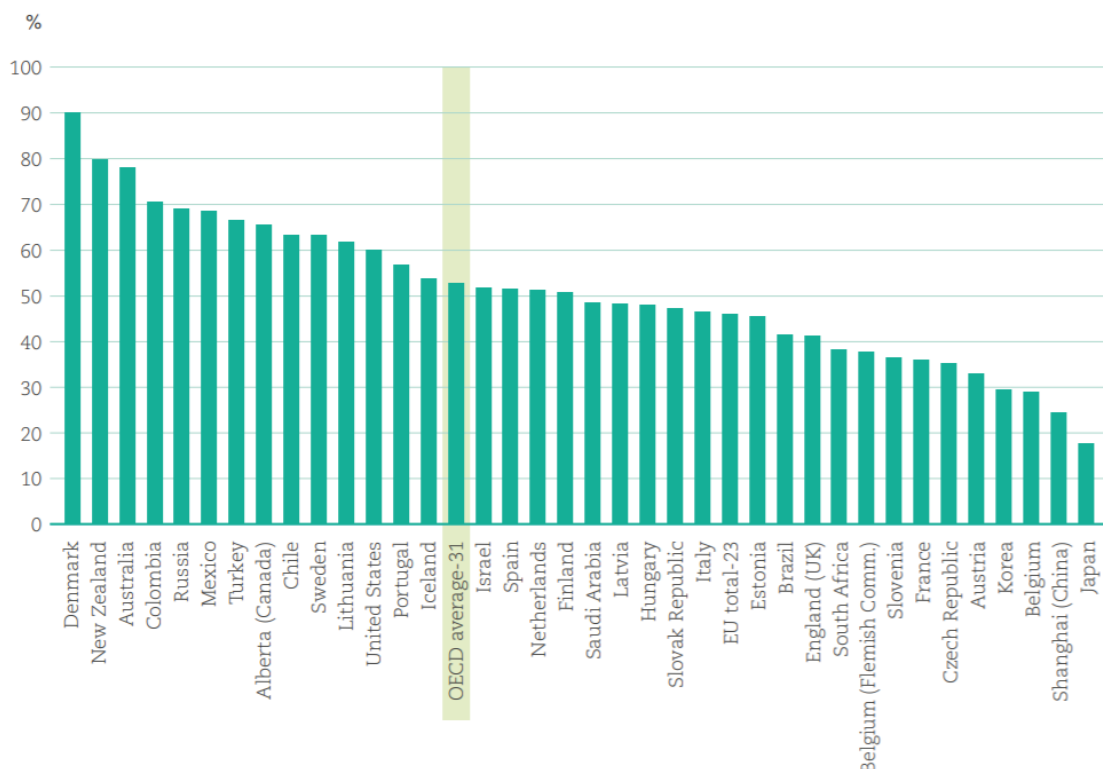
Figuur 132: Het aantal leerkrachten secundair onderwijs dat dagelijks ICT gebruikt blijft miniem



Bovenstaande wordt bevestigd door OESO-cijfers³⁹⁷. Slechts 53% van de OESO-leerkrachten laat hun studenten regelmatig (of altijd) gebruik maken van ICT voor projecten of klastaken. Voor België bedraagt dat aandeel slechts 29%. Het Vlaamse aandeel leerkrachten (nog geen 40%) ligt hoger dan het Belgische gemiddelde maar ver onder het OESO-gemiddelde van 53%.

³⁹⁷ Sleicher, A., *The impact of COVID-19 on education. Insights from Education at a Glance 2020*, OECD, 2020.

Figuur 133: aantal leerkrachten lager secundair onderwijs dat studenten 'vaak' of 'altijd' gebruik laat maken van ICT



Note: The OECD average is the arithmetic average based on lower secondary teacher data across 31 OECD countries and economies with adjudicated data. Countries and economies are ranked in descending order of the percentage of teachers who "frequently" or "always" let students use ICT for projects or class work. Source: OECD (2019), TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners, <https://dx.doi.org/10.1787/1d0bc92a-en>, Web table I.2.1.

13.6 Onderwijs en ethiek

In de onderwijscontext zijn verschillende stakeholders betrokken (primair de docent/instelling, leerling en ouders) welke ieder hun eigen normen en waarden hebben. In een AI-toepassing zitten eveneens (impliciet) normen en waarden besloten die niet noodzakelijkerwijs overeenstemmen met de normen en waarden van de verschillende betrokkenen. Met het oog op transparantie mag van een AI-toepassing verwacht worden dat de volgende zaken bekend zijn:

- op welke data is de AI-toepassing getraind, en is het mogelijk dat zich hierin bepaalde biases voordoen (die kunnen leiden tot een bias in beslissingen of conclusies van de AI)?
- in hoeverre blijft de AI leren, en hoe is gewaarborgd dat er geen bias ontstaat?
- hoe is het achterliggende algoritme van de AI opgebouwd, en hoe gaat de AI om met voorbeelden die het niet eerder heeft gezien? Onder welke omstandigheden is het algoritme wel of niet valide?

Een AI-toepassing mag niet van buitenaf beïnvloedbaar zijn. Wanneer een AI te manipuleren is kan hier misbruik van worden gemaakt. Een AI-systeem dat door leerlingen om de tuin kan worden geleid, biedt niet de output die van het systeem wordt verwacht. Een van de meest voorkomende kritieken op AES-systemen (Automated Easy Scoring) is dat deze systemen studenten belonen voor bepaald woordgebruik en niet zozeer op inhoud. Zo kan een AES-systeem om de tuin worden geleid door taalgebruik in te zetten dat wordt geassocieerd met

complexe redeneringen en niet te focussen op de inhoud. Denk hierbij aan overmatig gebruik van woorden zoals “niettemin” en “desondanks” in plaats van “maar” of “toch”.

Een bijzonder aandachtspunt van het eerder geciteerde JRC-rapport³⁹⁸ betreft het gebruik van data. Kwalitatieve AI-systemen kunnen maar succesvol ontwikkeld en toegepast worden bij beschikbaarheid van omvangrijke training datasets. De creatie en terbeschikkingstelling van dataplatforms kan bijdragen tot een vernieuwd competitief landschap voor leer- en onderwijsgeoriënteerde AI-systemen. Een andere uitdaging betreft de omgang van (meest voorkomend supervised learning) AI-systemen met data: deze AI-algoritmen zijn gebaseerd op historische data³⁹⁹, hetgeen ertoe leidt dat zij de werkelijkheid zien als een herhaling van het verleden. Dit heeft verregaande ethische implicaties omdat beoordelingen van studenten gebaseerd zijn op historische culturele waarden en succesmaatregelen. Meer fundamenteel stelt zich voor AI-systemen de problematiek van de vrije wil van de mens die hem in staat stelt beslissingen te nemen die geen replica zijn van het verleden. Hoewel er reeds systemen bestaan die kunnen omgaan met creatieve activiteiten, zullen AI-systemen doorgaans grote moeilijkheden ondervinden wanneer zij te maken krijgen met innovatieve, creatieve ‘betekenisvolle’ activiteiten die geavanceerde vormen van menselijke intelligentie en leren veronderstellen. Kortweg kan gesteld worden dat de huidige state of AI-art tekortschiet om hierop in te spelen.

Om feedback over het leren te geven is het nodig dat studentengedrag actief wordt gemonitord. Dit vereist technische tools om studenten onopvallend te volgen, bijvoorbeeld met behulp van videoverwerking en eye-tracking op afstand, met bijbehorende ethische en regelgevende uitdagingen.

Verder zijn ook AI-privacy en -security belangrijke aandachtspunten in een onderwijssetting, aangezien het technisch mogelijk is om emoties en concentratie van studenten via video-geconnecteerde AI-systemen in real time te monitoren. Tevens zijn AI systemen goed geschikt om informele informatie te verzamelen over vaardigheden, ervaring en competenties vanuit open databronnen, zoals sociale media, studentenportfolio's⁴⁰⁰ en open badges⁴⁰¹.

Grote commerciële belangen kunnen mogelijk een impact hebben op ethische afwegingen. Een kernidee van intelligente onderwijssystemen is dat een student interageert met adaptieve

³⁹⁸ Tuomi, I. *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching and Education*. Policies for the future, Eds. Cabrera, M., Vuorikari, R. & Punie, Y., EUR 29442 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018.

³⁹⁹ Praktisch alle huidige neurale AI-systemen zijn gebaseerd op een supervised model van leren. Deze manier van leren is gebaseerd op training data die door mensen worden gelabeld zodat de netwerkgewichten kunnen worden aangepast wanneer de labels voor de training data verkeerd zijn omschreven. De beschikbare categorieën en succescriteria die gebruikt worden voor de training van de systemen, worden dus door mensen bepaald, hetgeen impliceert dat persoonlijke en culturele vooroordelen en overtuigingen inherent zijn aan AI-systemen die gebruik maken van supervised learning. Kort door de bocht zou men kunnen stellen dat supervised learning machines creëert die alleen in staat om te gaan met situaties waarin mensen in vooraf gedefinieerde context(en) worden geplaatst. Vanuit ethische en pedagogische invalshoek is dit problematisch omdat het impliceert dat de mens, in interactie met de machine, verstoken is van zijn vrije wil die hem in staat stelt tot verandering en het nemen van verantwoordelijkheid voor zijn keuzes.

⁴⁰⁰ Een studentenportfolio is een samenstelling van academisch en andere vormen van educatief materiaal dat verschillende onderwijsdoelen dient.

⁴⁰¹ Een open badge is een visueel en digitaal bewijs van een vaardigheid of competentie die men heeft verworven. Elke badge bevat belangrijke onveranderlijke gegevens die in de badge zijn “vastgebakken” en die terugverwijzen naar de uitgever, criteria en/of verifiërend bewijs. Open badges zijn bruikbaar in verschillende omgevingen: zowel in het officiële onderwijs, als bij bedrijfsopleidingen, vrijwilligerswerk of voor welke manier van leren dan ook.

interfaces die leerervaringen personaliseren op basis van de student en zijn actuele leerniveau. Het voordeel van datagebaseerde AI-systemen is dat zij zeer complexe datastromen in realtime kunnen verwerken. Voor onderwijssystemen van de volgende generatie impliceert dit dat deze systemen gebruikersinterfaces nodig hebben die realtime invoer verzamelen over het gedrag van de leerling alsook historische gegevens, die kunnen worden gebruikt om de leerling te modelleren (“no AI without UI (user interfaces)”). Dit vergroot het commerciële belang voor de installatie van sensortechnologieën en gebruikersinterfaces in het klaslokaal en het bekomen van toegang tot andere met de leerling geassocieerde gegevensbronnen zoals sociale media en gameplatformen.

14 AI en de overheid

14.1 Het gebruik van AI bij de overheid

De afgelopen jaren hebben overheden wereldwijd aanzienlijke inspanningen geleverd om van traditionele processen en diensten over te stappen naar volledig gedigitaliseerde oplossingen. Ook al was geen enkele overheid technologische voorbereid om het hoofd te bieden aan een crisis met de omvang van COVID-19, werden overheden niettemin getriggerd om actie te ondernemen. Daarbij hebben ze gehalte van jaren technologische vooruitgang gecomprimeerd in een paar weken en maanden. Het Observatory of Public Sector Innovation⁴⁰² stelt vast dat deze inspanningen geconcentreerd zijn op drie gebieden:

- de overgang naar digitale processen en diensten;
- digitale accuraatheid en op maat getailleerde communicatie met het publiek;
- digitale innovatie en transformatie door toegewijde teams, handleidingen, databases van kennisbronnen en partnerschappen.

Het potentieel van AI voor bovenstaande ontwikkelingen en voor overheidsdiensten is veelvuldig. De ontwikkeling van AI-technologieën heeft nu al invloed op de manier waarop de publieke sector werkt en beleid ontwikkelt ten behoeve van burgers en bedrijven. Toepassingen raken aan sectoren zoals regelgeving, gezondheidszorg, sociaal beleid, transport, beveiligingsdiensten en duurzame ontwikkeling(sdoelstellingen). Hoewel AI innovaties in de overheidswerking kan bevorderen, is het niet altijd de aangewezen oplossing voor elk probleem. Daartoe moeten alternatieven worden geanalyseerd en afwegingen gemaakt die zijn gebaseerd op een goed begrip van de behoeften van de gebruiker. Tevens moet rekening gehouden worden met heel wat organisatorische, technologische, infrastructurele, personele en juridisch-ethische beschouwingen alvorens de weg van AI in te slaan.⁴⁰³

Overheden in OESO-landen experimenteren met en implementeren AI-projecten die gericht zijn op een betere en efficiëntere openbare dienstverlening en organisatiemanagement (bijv. tijd besparen die ambtenaren besteden aan klantenondersteuning en administratieve taken). Zij worden daartoe enigszins ook gedwongen, gelet op de steeds complexere maatschappelijke uitdagingen en de budgettaire krapte. Bovendien worden ze geconfronteerd met steeds mondiger burgers die meer en meer vertrouwd raken met AI bijvoorbeeld via digitaal bankieren, virtuele

⁴⁰² OECD, Observatory of Public Sector Innovation & Mohammed Bin Rashid Centre for Government Innovation, *Embracing innovation in Government. Global Trends 2020*, July 2020.

⁴⁰³ OECD, Observatory of Public Sector Innovation (OPSI), *Hello, World: Artificial intelligence and its use in the public sector*, OECD Working Papers on Public Governance No. 36, 2019.

assistenten en e-commerce en die een hogere efficiëntie en performantie van de overheid verwachten. En hierin ligt nu precies het potentieel van AI voor de overheid. Indien AI-technologieën correct worden ontworpen en geïmplementeerd, zouden ze in het gehele beleidsvormingsproces kunnen worden geïntegreerd, hervormingen van de publieke sector kunnen ondersteunen en de productiviteit van de publieke sector kunnen verbeteren.⁴⁰⁴ AI-instrumenten kunnen de efficiëntie en kwaliteit van veel procedures in de publieke sector verbeteren, door bijvoorbeeld burgers de mogelijkheid te bieden om van meet af aan op een meer flexibele, effectieve en gepersonaliseerde manier betrokken te worden bij de ontwikkeling van diensten. Onder meer in volgende domeinen kan AI het overheidsfunctioneren ondersteunen⁴⁰⁵:

- Automatiseren van routinematige, repetitieve processen. In theorie is dit de meest gemakkelijke en algemeen gangbare toepassing van AI. Denk bijvoorbeeld aan het versturen van tax reminders, het verwerken van betalingen, het handhaven van voorschriften of innen van boetes, en het stroomlijnen van een groot aantal backofficefuncties zoals de loonadministratie. AI-systemen kunnen bijvoorbeeld ook documenten die centraal binnenkomen, automatisch sorteren en doorsturen naar de relevante dienst. Of nog, helpen om de achterstand in dossierafhandelingen te verkleinen door bijvoorbeeld in bepaalde gevallen zelf een afhandelingswijze voor te stellen en in complexere gevallen het dossier als dusdanig markeren. Ze kunnen de overheid ook helpen om de effectiviteit van haar beleid beter te traceren en te evalueren om zo aan meer adaptieve beleidsvoering te doen.
- Patroonherkenning en betere voorspelling. Voorspellende algoritmen worden al langer gebruikt in openbare diensten, bijvoorbeeld om het risico op ziekenhuisopnames te voorspellen of het risico op recidive in te schatten in het strafrecht. Nieuwere toepassingen betreffen het voorspellen van examenresultaten of arbeidsprestaties of helpen overheden bij risicobeoordelingen van geweld, het voorzien van inbreuken of het herkennen van afwijkende patronen zoals fraude. Het Departement Landbouw en Visserij gebruikt een AI-toepassing voor het controleren van de correctheid van aangiftes voor de mestbank op basis van automatisch geïnterpreteerde satellietfoto's. Het Agentschap Opgroeien gebruikt AI bij het voorspellen van welke opvangvoorzieningen een verhoogd risico hebben op negatieve inspecties. De VDAB experimenteert met AI-systemen om cv's te matchen aan jobs.
- Verbetering van de interacties met en dienstverlening aan burgers. Overheden gebruiken verschillende soorten bots in hun dagelijkse interactie met de burger. Taal- en spraakprogramma's worden veelvuldig ingezet door overheden om burgers bij te staan in het ontleden en begrijpen van wet- en regelgeving of om grootschalige consultaties te interpreteren, om vertalingen in realtime mogelijk te maken bij internationale bijeenkomsten of nog bij de omgang met vluchtelingen en reizigers. AI kan ook gebruikt worden om online of via sms gedragsturende berichten te versturen, bijvoorbeeld op het vlak van de volksgezondheid. Via chatbotapplicaties kan ook vlot informatie bezorgd worden of kunnen individuen met bepaalde vragen doorverwezen worden naar de juiste dienst, 24 uur op 24, 7 dagen op 7. Ze kunnen helpen met het beantwoorden van complexe formulieren via automatische invullingen of door informatie op te vragen via een interactieve chatbot. Zelfs nog vóór een aanvraag wordt ingediend, kunnen AI-systemen individuen op maat gemaakte (combinaties van) diensten aanbieden, bijvoorbeeld op basis van bepaalde levensgebeurtenissen, zoals een verhuizing, jobverlies, ziekte, huwelijk, of geboorte. Als

⁴⁰⁴ OECD (2019). *Artificial Intelligence in Society*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>.

⁴⁰⁵ AI and Government, the OECD Forum Network, <https://www.oecd-forum.org/rooms>

gevolg hiervan kan de overheid niet enkel kosten besparen maar ook op een efficiëntere en kwalitatievere manier haar diensten verlenen, en zelfs op automatische wijze bepaalde rechten toekennen. Het Agentschap Informatie Vlaanderen experimenteert met chatbots om de dienstverlening te versterken.⁴⁰⁶ Het betreft onder meer het gebruik van chatbots om de werking van het callcenter te ondersteunen, en het gebruik van spraakassistenten zoals Siri of Alexa om vragen van burgers om informatie automatisch te beantwoorden.⁴⁰⁷

- Computer vision. Computer vision kent al nuttige toepassingen in de domeinen van veiligheid en bewaking. In combinatie met sensoren laat het een integraal management toe van infrastructures (loopt een brug bijvoorbeeld het risico om in te storten?) en de opvolging van regelgeving (stoot dit bedrijf meer dan de toegelaten hoeveelheden vervuilende stoffen uit?). Bij het Instituut voor Landbouw, Visserij en Voedingsonderzoek wordt AI ingezet voor de vroegtijdige detectie van ziekten bij gewassen en vee.
- Robotica. Robots kunnen erg handig zijn bij het betreden van gevaarlijke en onveilige omgevingen, bijvoorbeeld na natuurrampen. Er zijn nog tal van andere toepassingen mogelijk in en rond openbare diensten, zoals schoonmaak en onderhoud. Tenslotte kunnen ook drones voorzien van AI-toepassingen een ondersteunende rol spelen, bijvoorbeeld op het vlak van ruimtelijke ordening.
- Sociale programma's (zie ook verder). Voorspellende algoritmes kunnen losgelaten worden op grote hoeveelheden bevolkingsdata zodat aangepaste sociale beleidsmaatregelen kunnen ontwikkeld en gericht ingezet worden.
- Modernisering van het onderwijs. Educatieve technologie (zie meer uitgebreid hierover in hoofdstuk 13) staat in haar kinderschoenen maar kent een sterke opmars. AI wordt hier gebruikt om het lesgeven en het leren te ondersteunen. Dit kan gaan van apps om huiswerk te begeleiden, over robots om te leren coderen tot software om de administratie te vereenvoudigen.
- Versterking van de democratie. Onze samenleving digitaliseert snel en heeft ook invloed op de werking van de democratische instellingen. De vraag stelt zich hoe digitale tools optimaal kunnen worden ingezet om de democratie en haar basiswaarden — vrijheid van meningsuiting, recht van initiatief, stemrecht, gelijkheid — te versterken. Digitale informatieverstrekking en e-participatie zijn sporen die hierbij gevolgd worden. AI-tools worden in experimenten van e-democratie gebruikt om deelnemers bij te staan in het interpreteren van het opinielandschap door clusters van opvattingen te tonen of inzichtelijk voor te stellen hoe opvattingen van mensen zich tot elkaar verhouden. Daarnaast worden op AI gebaseerde participatieplatforms opgericht waardoor burgers kunnen worden gehoord en interactie kunnen hebben met overheden.

Een JRC-studierapport onderscheidt een technologische classificatie van 10 toepassingsdomeinen (AI-typologieën).⁴⁰⁸ De overheidssector in de Europese lidstaten maakt hoofdzakelijk gebruik van 4 toepassingen:

⁴⁰⁶ Smuha, N.A. *Artificiële intelligentie bij de overheid. Opportuniteiten en uitdagingen vanuit ethisch-juridisch perspectief*, Vlaams Tijdschrift voor Overheidsmanagement, Themanummer digitale overheid, nr. 04, 2019.

⁴⁰⁷ Vlaams Hervormingsprogramma 2020, 3 april 2020.

⁴⁰⁸ Misuraca, G., and van Noordt, C., European Commission, Joint Research Centre, *Overview of the use of and impact of AI in public services in the EU*, EUR 30255 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-19540-5, doi: 10.2760/039619, JRC120399.

- De grootste meerderheid omvat chatbots, intelligente digitale assistenten, virtuele agenten en aanbevelingssystemen (51 waargenomen praktijkgevallen)
- Ook in het domein van predictieve analyse, patroonherkenning, simulatie en datavisualisatie kan een interessant aantal praktijkgevallen worden waargenomen (36)
- Twee typologieën met een gelijkaardig aantal waargenomen toepassingen (29), nl. computer vision en identiteitsherkenning enerzijds en expert en rule-based systemen en algoritmische besluitvorming anderzijds

Alles samen zijn deze 4 typologieën goed voor twee derde (143 van de 230 waargenomen praktijkgevallen in de overheidssector) van de huidige opgemaakte database en geven een indicatie over de richting waarin AI bij de overheid uitgaat. De onderzoekers geven aan dat de voorliggende inventaris geenszins mag gezien worden als een representatieve foto van de huidige staat van het AI-gebruik in de overheidssector, maar eerder moet opgevat worden als een illustratie en beginpunt van verder onderzoek.

Tabel 26: AI bij de overheid, huidige en prospectieve technologieën en toepassingen in de Europese lidstaten

AI-typologie	Omschrijving	Voorbeeld	Aantal praktijkgevallen in de EU
Audio verwerking	Deze AI-toepassingen zijn in staat om geluid, muziek en andere audio-inputs, met inbegrip van spraak, te detecteren en te herkennen. Stemherkenning en transcriptie van gesproken woorden behoren tot de mogelijkheden.	Corti in Denemarken wordt gebruikt om de audio van noodoproepen te verwerken met het doel na te gaan of de beller mogelijk een hartaanval heeft gehad.	8
Chatbots, intelligente digitale assistenten, virtuele agenten, aanbevelingssystemen	Het gaat hier om vormen van virtuele assistenten of online 'bots' voor generieke adviezen of gedragsgebonden aanbevelingen.	In Letland wordt de chatbot UNA gebruikt om regelmatig gestelde vragen te beantwoorden over het registratieproces van bedrijven.	52
Cognitieve robotica, procesautomatisering en geconnecteerde, automatische voertuigen	Het gemeenschappelijk kenmerk van deze technologieën is procesautomatisering, die wordt verwezenlijkt door gerobotiseerde hardware en software.	Het gebruik van zelfrijdende sneeuwploegen in een luchthaven in Noorwegen met het oog op verbeterde sneeuwruiming op landingsbanen.	16
Computer vision en identiteitsherkenning	Gebruik van enige vorm van beeld, video of gezichtsherkenning om informatie in te winnen over de externe omgeving	In Estland is het SATIKAS-systeem in gebruik die in staat is om gemaaide grasvelden op	29

	en/of de identiteit van specifieke personen of objecten.	satellietbeelden te detecteren.	
Expert en rule-based systemen, algoritmische besluitvorming	De reden waarom deze ogenschijnlijk verschillende AI-ontwikkelingen in één typologie worden ondergebracht, is hun overheersende gerichtheid op het faciliteren of volledig automatiseren van besluitvormingsprocessen die relevant zijn voor de private en de publieke sector.	Selectie van kinderdagverblijven in Warschau. Het algoritme bekijkt data die aangeleverd worden door ouders tijdens de registratie, berekent een score en wijst automatisch kinderen toe aan individuele verblijven.	29
AI-empowered kennismangement	Het gemeenschappelijk element hier is het onderliggend vermogen van AI om raadpleegbare collecties te creëren van praktijkomschrijvingen, teksten en andere bronnen die vervolgens kunnen gedeeld worden met experts voor verdere analyse.	In Slovakije wordt een AI-systeem bij de overheid gebruikt om hulp te bieden bij het browsen en vinden van relevante semantische data.	12
Natuurlijke spraakverwerking, tekst mining en spraakanalyse	Deze AI-toepassingen zijn in staat om spraak te herkennen en te analyseren, teksten te schrijven en te communiceren.	In Dublin analyseert een AI-systeem opinies van burgers om een overzicht te bekomen van de voornaamste bekommernissen en dit door lokale twitter tweets te analyseren met diverse algoritmen.	19
Machine Learning, Deep Learning	Hieronder vallen AI-oplossingen die niet onder een andere typologie kunnen geclassificeerd worden.	In Tsjechië wordt AI gebruikt bij sociale diensten om burgers toe te laten zo lang mogelijk in hun dagdagelijkse omgeving te verblijven.	17
Predictieve analyse, simulatie en datavisualisatie	Deze AI-toepassingen leren op basis van omvangrijke datasets om	Sinds 2012 gebruikt de stadspolitie van Zürich software om inbraken te	37

	patronen in de data te identificeren die vervolgens worden gebruikt om nieuwe configuraties te visualiseren, te simuleren of te voorspellen.	voorspellen. Op basis van deze voorspellingen kan politie vooruit gestuurd worden om deze zones te controleren en inbraken te voorkomen.	
Security analyse en dreigingsintelligentie (threat intelligence)	Hier wordt gerefereerd naar AI-systemen die belast zijn met het analyseren en monitoren van security informatie en het voorkomen of detecteren van kwaadwillige activiteiten.	Bij de Noorse Nationale Veiligheidsautoriteit wordt een nieuw systeem gebruikt, gebaseerd op machine learning, dat de automatische analyse van om het even welke gedetecteerde malware toelaat teneinde de cybersecurity te verbeteren.	11

De onderzoekers van JRC hebben de AI-initiatieven per lidstaat in kaart gebracht. Hierna volgt het resultaat van hun samengestelde database (tussen mei 2019 en februari 2020) van 230 praktijkgevallen, opgesplitst naar nationaal/regionaal en lokaal beleidsniveau.

Tabel 27: AI in overheidsdiensten – lokalisering van de waargenomen initiatieven per lidstaat

	Beleidsniveau van de overheidsdienst				Totaal	AI-strategie gepubliceerd
	Nationaal	Regionaal	Lokaal	Interstatelijk		
Oostenrijk	3				3	
België	2	10			12	
Bulgarije			3		3	
Kroatië	1				1	
Cyprus	1				1	Ja
Tsjechië	3				3	Ja
Denemarken	7	2	7		16	Ja
Estland	11	1	2		14	Ja
Finland	5		2		7	Ja
Frankrijk	11		1		12	Ja
Duitsland	2	2	1		5	Ja
Griekenland			1		1	
Hongarije	1				1	
Ierland	2		1		3	

Italië	2	3	4		9	
Letland	11		1		12	Ja
Litouwen	3		1		4	Ja
Luxemburg	1				1	Ja
Malta	4		4		8	Ja
Nederland	10	1	8		19	Ja
Noorwegen	7		4		11	Ja
Polen	8		2		10	
Portugal	12		6		18	Ja
Roemenië			3		3	
Slovakije	7				7	
Slovenië	1			1	2	
Spanje	3		7	2	12	
Zweden	5	1	4	2	12	Ja
Zwitserland	6	3	3		12	Ja
VK	3		5		8	ja
Totaal	132	23	70	5	230	

Er kan geen correlatie gevonden worden tussen de omvang van een land in termen van bevolking/bnp en het aantal waargenomen initiatieven. Portugal en Nederland staan elk in voor 8% van de totale AI-initiatieven, op nauwe voet gevolgd door Denemarken (7%) en Estland (6%). Pas dan volgen de eerste grotere landen in de rangschikking, nl. Frankrijk en Spanje die elk goed zijn voor 5% van de waargenomen initiatieven. België bevindt zich met 12 waargenomen initiatieven op gelijke hoogte hiervan. In België is het regionale beleidsniveau (op basis van de database) de voortrekker van AI-toepassingen: praktisch de helft van waargenomen regionale AI-initiatieven situeren zich in België.

Wordt gekeken naar de overheidsdiensten waarin AI wordt toegepast, dan zijn de vaakst terugkomende functies ‘Algemene publieke diensten’ (76 cases), Economische zaken (40 cases) en Gezondheid (41 cases).

Tabel 28: AI in overheidsdiensten - betrokken diensten bij de waargenomen initiatieven per lidstaat

	Algemene diensten	Sociale bescherming	Defensie	Aanbestedingen & veiligheid	Economie	milieu	Huisvesting	Health	Recreatie	Onderwijs	Totaal
Oostenrijk	2	1									3
België	5		1		2	2		2			12
Bulgarije	1								2		3
Kroatië								1			1

Cyprus							1				1
Tsjechië	1	1					1				3
Denemarken	4	1			2		4	5			16
Estland	6	1		2	3		2				14
Finland	3				1			3			7
Frankrijk	3	1		3	3		1			1	12
Duitsland	2			2	1						5
Griekenland					1						1
Hongarije	1										1
Ierland	2							1			3
Italië	3	1			1			2	1	1	9
Letland	3		1	2	5			1			12
Litouwen	1			1	1			1			4
Luxemburg	1										1
Malta	2				2		2	1		1	8
Nederland	3	4		8	3		1				19
Noorwegen	5		1		3			1		1	11
Polen	2	1	1	1	2		1	1		1	10
Portugal	2	1			4	1		8		2	18
Roemenië	1			2							3
Slovakije	6							1			7
Slovenië	1				1						2
Spanje	3			1	2		1	4	1		12
Zweden	3	2		1			2	4			12
Zwitserland	9			2	1						12
VK	1			2	2			3			8
Totaal	76	14	4	27	40	3	14	41	4	7	230

Wordt gekeken naar de doelstelling van AI, wordt onderscheid gemaakt tussen vijf categorieën van overheidstaken:

- Handhaving. Deze toepassingen van AI houden verband met de handhaving van bestaande regelgeving, waarin doelstellingen worden vooropgesteld of geprioriteerd.
- Regelgevend onderzoek, analyse en monitoring. Deze categorie verwijst naar AI-toepassingen die het besluitvormingsproces ondersteunen, zoals het verzamelen, monitoren

en analyseren van data met het oog op de versterking van de mogelijkheden van de beleidsmakers tot het nemen van beslissingen en deze meer evidence based te maken.

- Toewijzing. Deze AI-systemen worden gebruikt om de toekenning van voordelen of rechten aan burgers te ondersteunen of te geleiden.
- Overheidsdiensten en engagement. Deze AI-toepassingen omvatten de ondersteuning van dienstverlening aan burgers en bedrijven of de facilitering van de communicatie met en de participatie van het publiek.
- Intern management. Het betreft de bijstand in het management van de interne organisatie, zoals human resources, aanbestedingen, ICT-systemen,...

De meeste AI-toepassingen worden ingezet om de beleidsmakers te ondersteunen in de voorziening van publieke diensten of om het engagement en betrokkenheid bij het beleid te versterken (38%). Daarna volgen handhaving (20%) van bestaande regelgeving en de verbetering van het intern management (20%). De toewijzing van voordelen en rechten is slechts in 5% van de waargenomen AI-toepassingen een doelstelling op zich, terwijl 17% van de AI-toepassingen zich toeleggen op het ondersteunen van de ambtenaren in de verzameling en visualisering van data afkomstig uit verschillende bestaande bronnen.

Tenslotte kan nog iets gezegd worden over het innovatiepotentieel van de AI-toepassingen op basis van onderstaande classificatie:

- Technische/incrementele verandering. De toepassing van AI-systemen zonder dat er verdere (organisatorisch) vervolgstappen aan verbonden worden zoals het gebruik van chatbots met beperkte functies.
- Duurzame/organisatorische verandering. Doet zich voor wanneer AI erin slaagt bestaande organisatorische praktijken te wijzigen waardoor organisatorische processen en /of taken van het overheidspersoneel veranderen, zoals het gebruik van procesautomatisering bij de afhandeling van grote aantallen verzoeken en aanvragen waardoor tijd wordt vrijgemaakt voor andere taken.
- Disruptieve/transformatieve verandering. Wordt geassocieerd met nieuwe modellen van overheidsdienstverlening die niet mogelijk zouden zijn zonder AI-technologieën, zoals de preventieve diensten van sociale bescherming of het gebruik van chatbots met vergevorderde functies voor de burgers.
- Radicale/transformatieve verandering. Doet zich voor wanneer AI grootschalige veranderingen in bestaande beleids- en governancepraktijken mogelijk maakt, beleidshervormingen of nieuwe dienstenmodellen faciliteert, interorganisatorische hervormingen versnelt,...

In onderstaande tabel wordt het innovatiepotentieel geassocieerd met de 10 AI-typologieën.

Tabel 29: Inschatting van het innovatiepotentieel

AI-typologie	Technisch/	Duurzaam/	Disruptief/	Radicaal/	Totaal
	Incrementeel	organisatorisch	transformatief	transformatief	
Audio verwerking	4	2	2		8
Chatbots, Intelligente digitale assistenten, virtuele agenten, aanbevelingssystemen	34	8	9	1	52

Cognitieve robotica, procesautomatisering en geconnecteerde, automatische voertuigen	2	8	6		16
Computer vision en identiteitsherkenning	18	9	2		29
Expert en rule-based systemen, algoritmische besluitvorming	11	8	9	1	29
AI-empowered kennismanagement	8	1	2	1	12
Natuurlijke spraakverwerking, tekst mining en spraakanalyse	12	2	3		17
Machine Learning, Deep Learning	10	4	5		19
Predictieve analyse, simulatie en datavisualisatie	22	12	3		37
Security analyse en dreigingsintelligentie (threat intelligence)	6	4	1		11
Totaal	127	58	42	3	230

Meer dan de helft van de huidige AI-toepassingen (127) brengen enkel incrementele of technische veranderingen mee voor de betrokken overheidsinstelling of agentschap. Chatbots en predictieve analyse voeren daarbij de boventoon in de Europese overheidsadministraties. Een bemoedigende vaststelling is dat de tweede cluster (58 AI-toepassingen) en derde cluster (42 AI-toepassingen) samen de eerste cluster van incrementele AI-innovatie dicht op de voet volgen. Het betreft AI-toepassingen die duurzame organisatorische of disruptieve veranderingen in de organisatie met zich meebrengen. AI-toepassingen met radicale veranderingen zijn eerder zeldzaam.

Een geografische inschatting van het innovatiepotentieel van de AI-initiatieven kan uit onderstaande tabel afgeleid worden.

Tabel 30: Lokalisering van het innovatiepotentieel

	Incrementeel/ technisch	Duurzaam/ organisatorisch	Disruptief/ transformatief	Radicaal/ transformatief	Totaal
Oostenrijk	3				3
België	9	1	1	1	12
Bulgarije	3				3
Kroatië	1				1
Cyprus	1				1
Tsjechië	3				3
Denemarken	11	3	2		16
Estland	5	4	4	1	14
Finland	4	1	1	1	7
Frankrijk	6	4	2		12
Duitsland	3	1	1		5
Griekenland		1			1
Hongarije	1				1
Ierland	1	1	1		3
Italië	7	1	1		9
Letland	4	2	6		12
Litouwen	3	1			4
Luxemburg	1				1
Malta	4	2	2		8
Nederland	4	11	4		19
Noorwegen	8	2	1		11
Polen	3	6	1		10
Portugal	14	3	1		18
Roemenië	1	1	1		3
Slovakije	5	2			7
Slovenië	1	1			2
Spanje	2	3	7		12
Zweden	7	2	3		12
Zwitserland	6	5	1		12

VK	6		2		8
Totaal					

De landen met de breedste oriëntatie naar AI-toepassingen met een technisch en incrementeel innovatiepotentieel zijn Portugal en Denemarken. Nederland zet met AI het sterkst in op duurzame organisatorische veranderingen, terwijl Spanje en Letland AI-toepassingen hanteren met een disruptief innovatiepotentieel.

14.2 Randvoorwaarden voor de invoering van AI bij de overheid

Leiderschap en vertrouwen

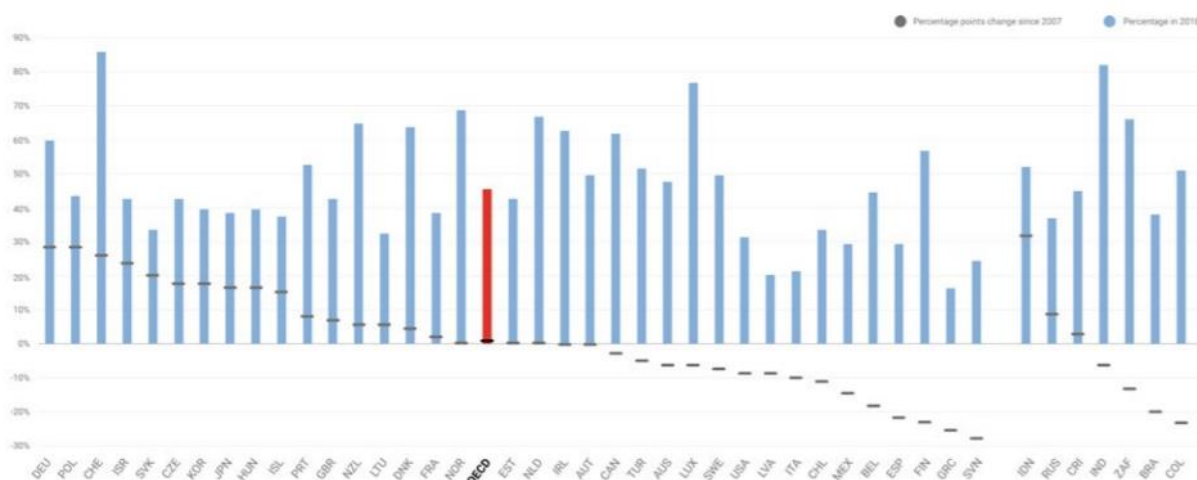
Vertrouwen in AI-systemen is een sleutelwoord en een conditio sine qua non voor een succesvolle introductie van AI. Zonder vertrouwen ontbreekt elk fundament voor het concipiëren van een robuust juridisch-ethisch kader, het ontwikkelen van initiatieven, het exploreren van toepassingen en de concrete implementatie in beleidsdomeinen. Het strategisch belang van vertrouwen is dermate groot dat het een aandachtspunt moet vormen in elk van de randvoorwaarden. Het belang van vertrouwen wordt ook in het witboek AI⁴⁰⁹ van de Europese Commissie onderkend: *“Nu digitale technologie een steeds centralere plaats inneemt in alle aspecten van het dagelijks leven, moeten de mensen er vertrouwen in kunnen hebben. Dit is een essentiële voorwaarde voor de aanvaarding ervan.”*

AI biedt de opportuniteit om de productiviteit en de kwaliteit van de overheidsdiensten en -maatregelen te verbeteren. De overheid kampt echter met een vertrouwenscrisis van haar burgers. Uit onderstaande figuur blijkt dat het vertrouwen in de overheid in heel wat landen, onder meer België, sinds 2007 sterk is gedaald.⁴¹⁰

⁴⁰⁹ Europese Commissie, *Witboek over kunstmatige intelligentie - een Europese benadering op basis van excellentie en vertrouwen*, COM(2020) 65 final, 19 februari 2020.

⁴¹⁰ OECD, *Embracing innovation in governments. Global Trends 2020*, Observatory of Public Sector Innovation, 2020.

Figuur 134: Vertrouwen in de overheid neemt af, 2018 vs 2007



Source: Gallup World Poll, 2018.

Dit noopt haar om vanuit het hoogste politieke niveau de juiste toon te zetten en een aanpak te volgen die de nadruk legt op betrouwbare, ethische en eerlijke AI. Recent onderzoek van de Boston Consulting Group⁴¹¹ reveleert dat de steun voor overheidsgerelateerde AI correleert met het vertrouwen in de overheid en dat *“Trust in institutions is essential if governments are to gain the support needed to roll out AI capabilities”*. Leiderschap tonen heeft het voordeel dat de uitgetekende strategische beleidslijnen doorsijpelen naar zowel de departementen en agentschappen als de lagere beleidsechelons zodat een ruime cultuurshift kan bewerkstelligd worden. Hiervoor moet het vertrouwen van de ambtenaren worden gewonnen en weerstanden worden overwonnen, onder meer door hen grondig te informeren over hoe AI hen kan bijstaan in het leveren van betere diensten, hen routinematige taken uit handen kan nemen en hen toe zal laten zich toe te leggen op meer waardevolle taken. Ontoereikend leiderschap en inefficiënte communicatie kunnen de uitrol van AI belemmeren, haar effectiviteit aantasten en het moreel ondermijnen.

AI-strategieën moeten niet alleen in woorden worden uiteengezet maar ook in daden worden omgezet. De overheid moet daarom bijvoorbeeld ruimte voorzien voor flexibiliteit en experimenten, bijvoorbeeld in living labs en veilige sandboxes. Engagement en betrokkenheid van de stakeholders kan bijdragen tot het versterken van het vertrouwen in AI binnen de overheid (zie verder experimenteerruimtes)

De overheid kan het vertrouwen in AI gedreven overheidsdiensten tevens bevorderen door duidelijk te maken dat AI ten dienste zal staan voor ondernemingen en burgers en gebruikt zal worden om maatschappelijke doelen en waarden (bijvoorbeeld privacy en individuele vrijheid) te bevorderen en te beschermen. Ook door in te zetten op steunmaatregelen voor innovatie en O&O met het oog op technologische doorbraken en op actieplannen om AI gemeengoed te maken in het economisch weefsel door investeringen in infrastructuur en vaardigheden, een adequate regelgevingsomgeving en andere industriële strategische beleidsplannen, kan het vertrouwen in AI geboost worden.

⁴¹¹ Carrasco, M., Mills, S., Whybrew, A., Jura, A. *The citizens' perspective on the use of AI in Government*, Boston Consulting Group, 2019.

Het belang van datamanagement

Datamanagement en -strategie

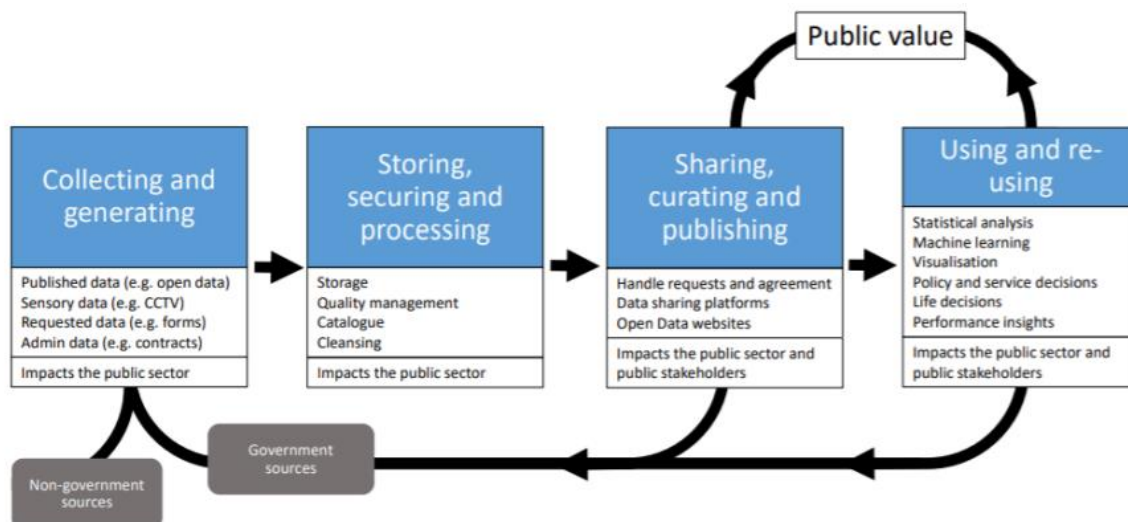
Opdat AI een oplossing zou kunnen bieden voor beleidsproblemen of werkingsprocessen, is het belangrijk dat overheden een datamanagementsysteem op poten zetten. De omvang en het belang van data zullen alleen maar toenemen. Verwacht wordt dat het volume aan gegevens dat in de wereld wordt geproduceerd, zal groeien van 33 zetabyte in 2018 tot 175 zettabyte in 2025 (een zetteabyte is duizend miljard gigabyte)⁴¹².

Een gebrek aan basistechnieken voor gegevensbeheer zou het potentieel van AI immers kunnen fnuiken. Het is daarom belangrijk dat ambtenaren weten wat data zijn, welke types van data kunnen worden gebruikt, welke soort van data AI nodig heeft en hoe ze kunnen nagaan of hun data klaar zijn voor AI. Hierbij manifesteren zich tal van risico's en uitdagingen zoals generalisation (hiermee wordt bedoeld dat een brede uitspraak wordt gedaan over een groep van mensen of objecten op basis van aspecten of beweringen die slechts gelden voor een beperkt aantal elementen), underfitting (het model slaagt er onvoldoende in de onderliggende informatie in de data te capteren waardoor het patroon van de data onvoldoende wordt weerspiegeld en zal bij een nieuwe steekproef ook slecht voorspellen), overfitting (het model is te specifiek in die zin dat het te veel rekening houdt en focust op eigenaardigheden en eventuele ruis waardoor het model wel correct voorspelt op basis van de data die gekend zijn, maar niet goed in staat is om op basis van nieuwe data te voorspellen), bias (vooroordelen en fouten, zowel in het algoritme als menselijk, zowel onbewust als bewust) en interpreteerbaarheid en verklaarbaarheid (er ontstaat een blackbox: het model leidt tot resultaten maar de onderliggende processen en de redenen waarom het model tot specifieke beslissingen komt, zijn onverklaarbaar).

Twee modellen bieden inzicht in hoe data de basis kunnen vormen - en nodig zijn - voor de implementatie van AI: de 'Government Data Value Cycle' en de 'Data Science hierarchy of needs'. Het eerste model illustreert de levenscyclus van data alsook hoe overheden het kunnen gebruiken om publieke waarde te genereren. Het tweede model beoogt te verklaren waarom organisaties een solide gegevensverzameling nodig hebben voor effectieve AI-toepassingen (zoals Machine Learning). Beide modellen moeten gezien worden als een dynamisch en iteratief proces waarbij eerdere stappen moeten herzien worden en aan nieuwe omstandigheden aangepast worden, indien nieuwe informatie of benaderingen beschikbaar zijn. Zij hebben allebei een aantal gemeenschappelijke aandachtsgebieden waar overheden rekening mee moeten houden teneinde een solied gegevensbeheer en dito infrastructuur te ontwikkelen.

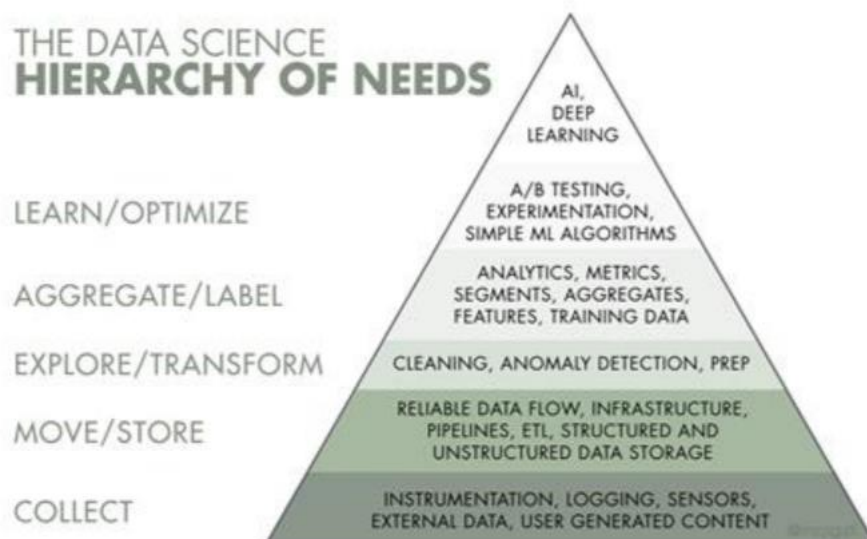
⁴¹² European Parliament, *Artificial intelligence: threats and opportunities*, News, 23 september 2020.

Figuur 135: Government Data Value Cycle



Source: van Ooijen, Ubaldi and Welby (2019), *A Data-Driven Public Sector: Enabling the Strategic Use of Data for Productive, Inclusive and Trustworthy Governance*, OECD Working Papers on Public Governance, No. 33, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/09ab162c-en>.

Figuur 136: Data Science Hierarchy of Needs



Aangezien data de fundamentele bouwstenen voor AI vormen, is de kwaliteit van data van doorslaggevend belang voor de succesvolle toepassing van AI. Een duidelijke datastrategie die overheden in staat stelt toegang te hebben tot omvangrijke, nauwkeurige en nuttige gegevens, de privacy te bewaken en te voldoen aan maatschappelijke en ethische normen is dan ook een noodzakelijke voorwaarde voor het effectief inzetten van AI. Overheden moeten weten over welke datasets zij beschikken en een strategische aanpak ontwikkelen voor het opbouwen van kwaliteitsdatasets in domeinen die rijp zijn voor AI alsook voor het verkrijgen van data uit externe bronnen zoals de private sector.

Omvang van de publieke datamarkt

De laatste jaren kan een groeiende belangstelling worden vastgesteld in de interoperabiliteit, openheid en deling van overheidsdata. Open data wordt immers beschouwd als een motor voor innovatie, economische groei, transparantie en participatie. Open data en het hergebruik van open datareeksen helpen bij efficiencyverbetering, bij het realiseren van lagere kosten voor dienstverlening en bij het behalen van sociale en milieudoelstellingen. De totale economische voordelen die kunnen voortvloeien uit het toegankelijk maken van overheidsdata kunnen volgens de Europese Commissie in de EU oplopen tot €40 miljard per jaar. De marktomvang van open data als aandeel van het bbp zou volgens een conservatief groeiscenario in 2025 voor de EU27 €199,51 miljard bedragen. In een optimistisch scenario zou de marktomvang oplopen tot €334,20 miljard. Dit impliceert een groeipotentieel van €134,69 miljard. Er wordt ook een groei verwacht van de werkgelegenheid in het kader van open data. De prognose is dat in 2025 het aantal directe en indirecte “open data werknemers” in een optimistisch scenario kan groeien tot 1,97 miljoen. Dit is een groeipotentieel van 884.000 aan open data gerelateerde banen.

Bij waardecreatie liggen de kansen voor open data niet alleen in de omvang van de werkgelegenheid, maar ook in de manier waarop waarde kan gecreëerd worden. Om dit te bereiken moet er een adequaat aanbod van open datasets zijn. Een grote hoeveelheid data is geschikt om als open data te worden gepubliceerd, maar is niet openlijk beschikbaar. Bovendien zijn veel datasets in hun oorspronkelijke vorm eenvoudigweg niet geschikt om openlijk beschikbaar te zijn, omdat ze vertrouwelijk zijn of omdat ze persoonlijke gegevens bevatten, zoals medische dossiers, die geaggregeerd of geanonimiseerd moeten worden voordat ze kunnen worden gedistribueerd.⁴¹³ Open data lenen zich bij uitstek voor hergebruik in nieuwe producten en diensten en kunnen zorgen voor een efficiëntere overheid. Het openstellen van overheidsdata betreft burgers sterk bij het politieke en maatschappelijke leven. Het levert ook een bijdrage aan beleidsgebieden zoals milieu, mobiliteit en economie. Het hoeft dan ook niet te verwonderen dat de Europese Commissie een richtlijn heeft uitgevaardigd om de opportuniteiten van open data en het hergebruik van overheidsinformatie (beter) te benutten (zie volgend kader).

De PSI-richtlijn

De richtlijn (EU) 2019/1024 van 20 juni 2019 inzake open data en het hergebruik van overheidsinformatie vervangt de eerdere richtlijnen van 2003 en 2013 en wil het gebruik van open data het en grootschalig hergebruik van overheidsinformatie en met overheidsmiddelen gefinancierde informatie verder versterken. De richtlijn wil ook de regelgeving aanpassen aan de vooruitgang op het gebied van digitale technologieën en digitale innovatie verder stimuleren, onder andere op het gebied van artificiële intelligentie (AI).

De argumentatie is grotendeels sociaal-economisch. De nieuwe regels willen de economische en sociale kansen die worden geboden door het hergebruik van overheidsgegevens veel beter benutten. De overheid verzamelt, produceert, vermenigvuldigt en verspreidt de publieke sector een breed scala aan informatie over talrijke beleidsdomeinen waaronder technische, sociale, economische, juridische en milieu-informatie. Die vormen een enorme, diverse en waardevolle hoeveelheid data die de samenleving ten goede kunnen komen. Ze vormen een belangrijke grondstof voor digitale informatieproducten en -diensten. Door die informatie in een gangbaar elektronisch formaat aan te bieden, kunnen burgers en bedrijven nieuwe manieren vinden om de informatie te gebruiken en nieuwe innovatieve producten en diensten ontwikkelen. Intelligent

⁴¹³ Huyer, E., van Knippenberg, L., *The Economic Impact of Open Data. Opportunities for value creation in Europe*, Capgemini for the European Data Portal (European Commission), 2020.

gebruik van gegevens, onder meer door de verwerking via technologieën voor analyse, gebruik en verwerking van gegevens, zoals machinaal leren, artificiële intelligentie (AI) en internet of things (IoT) en zgn. 'distributed ledger'-technologieën, kan de digitale transformatie van de economie en samenleving versnellen. De nieuwe regels willen de economische en sociale kansen die worden geboden door het hergebruik van overheidsgegevens veel beter benutten.

Daarnaast heeft de Richtlijn bijzondere aandacht voor onderzoeksgegevens en met name voor de open beschikbaarheid en herbruikbaarheid van gegevens van met overheidsmiddelen gefinancierd wetenschappelijk onderzoek. Daarmee wil de Richtlijn bijdragen tot een betere verspreiding, grotere kwaliteit, minder duplicatie van onderzoek en een snellere wetenschappelijke vooruitgang, zowel om de maatschappelijke beleidsuitdagingen op een efficiënte en holistische manier aan te pakken als om de economische en sociale innovatie te versterken. De versterkte openbaarmaking bevordert de transparantie en verantwoording en de feedback van hergebruikers en eindgebruikers verbetert de kwaliteit van de verzamelde informatie en de uitoefening van overheidstaken.

De richtlijn hanteert hiervoor het concept van 'open data' (gegevens die in een open formaat door iedereen voor alle doeleinden vrij kunnen worden gebruikt, hergebruikt en gedeeld, met minimale of geen juridische, technische of financiële beperkingen, in een formaat dat machinaal leesbaar is interoperabiliteit mogelijk maakt) en hanteert voor het genereren van gegevens de principes van 'open door ontwerp en door standaardinstellingen' (open by design, open by default). Overheden moeten daarbij ook zorgen voor de bescherming van persoonsgegevens, ook wanneer informatie in een individuele dataset geen risico inhoudt dat een natuurlijke persoon kan worden geïdentificeerd of er wordt uitgepikt, maar die informatie mogelijk wel een dergelijk risico inhoudt wanneer zij wordt gecombineerd met andere beschikbare informatie. Zij moeten ook rekening houden met de mogelijkheden voor het hergebruik van documenten door en voor personen met een handicap.

Dynamische gegevens moeten volgens de Richtlijn onmiddellijk nadat ze zijn verzameld, of in het geval van een handmatige actualisering onmiddellijk na de aanpassing van de gegevensbestanden, via een applicatieprogramma-interface (API)⁴¹⁴ en waar mogelijk via open API's beschikbaar worden gesteld om de ontwikkeling van op die gegevens gebaseerde mobiele, internet- en cloudapplicaties te faciliteren, tenzij dit onevenredige inspanningen zou vergen. Technische en financiële beperkingen moeten zo snel mogelijk worden weggewerkt.

Voor het hergebruik van documenten mogen geen voorwaarden gelden, op enkele uitzonderingen na die door een doel van algemeen belang worden gerechtvaardigd. Licentievoorwaarden moeten objectief, evenredig en niet-discriminerend zijn en mogen zo weinig mogelijk beperkingen leggen op het hergebruik. Standaardlicenties moeten beschikbaar zijn, liefst in de vorm van gestandaardiseerde openbare licenties die online beschikbaar zijn. Exclusiviteitsovereenkomsten moeten zo veel mogelijk worden vermeden en aan een openbaar onderzoek worden onderworpen. In elk geval moeten de essentiële aspecten van die regelingen online openbaar worden gemaakt. Hergebruik moet in principe kosteloos zijn en wanneer een vergoeding voor het hergebruik noodzakelijk is, moet die in beginsel beperkt blijven tot de marginale kosten, behalve voor bepaalde instanties die verplicht zijn inkomsten te genereren om een aanzienlijk deel van de kosten voor de uitoefening van hun openbare taken te dekken en

⁴¹⁴ Een API is een reeks functies, procedures, definities en protocollen voor communicatie van machine naar machine en de naadloze uitwisseling van gegevens.

voor overheidsondernemingen die binnen een concurrerend economisch klimaat moeten werken. In dat geval zijn er wel aanvullende regels.

Voor onderzoeksgegevens hanteert de Richtlijn het principe van 'open access' (het kosteloos bieden van online toegang tot onderzoeksresultaten voor de eindgebruiker, zonder beperkingen op gebruik en hergebruik), de FAIR-beginselen (onderzoeksgegevens die vindbaar, toegankelijk, interoperabel en herbruikbaar zijn) en planning van gegevensbeheer. Ook hier moet rekening worden gehouden met aspecten inzake de persoonlijke levenssfeer, bescherming van persoonsgegevens, vertrouwelijkheid, nationale veiligheid, rechtmatige handelsbelangen, zoals bedrijfsgeheimen, en intellectuele-eigendomsrechten van derden (het beginsel 'zo open als mogelijk, zo gesloten als nodig' 'as open as possible, as closed as necessary').

De Richtlijn verplicht de lidstaten ook tot het opstellen van registers van beschikbare documenten, waar passend online toegankelijk en verzoeken tot hergebruik aan te moedigen en te vergemakkelijken. De Europese Commissie zal de lidstaten helpen om deze richtlijn uit te voeren en richtsnoeren verschaffen over aanbevolen standaardlicenties, datasets en vergoedingen voor het hergebruik van documenten.

Data in de private sector

Ook de private sector beschikt over heel wat data die in eerste instantie voor eigen gebruik (procesoptimalisaties, verbetering van productaanbod,...) worden ingezet. Maar het delen van gegevens tussen organisaties kan ook enorme voordelen voor de samenleving opleveren, zoals het vinden van remedies tegen ziekten, het effectiever bestrijden van crisissen of het aangaan van de klimaatuitdagingen. Thans gebeurt er (te) weinig uitwisseling van private datacollecties. Drempels betreffen onder meer de technische uitdagingen, legitieme privacykwesties en de vrees dat een concurrent er een voorsprong mee kan uitbouwen. De toegang tot persoonsgegevens wordt algemeen beschouwd als de hefboom die de samenleving als geheel ten goede zou komen, bijvoorbeeld door artsen de aard van een ziekte te laten begrijpen en mogelijke wegen naar nieuwe behandelingen te laten vinden. Anonimisering, pseudonimisering en aggregatietechnieken zijn een manier om de privacydrempel te omzeilen waarbij gewerkt wordt met een datatrust als Trusted Third Party (derde vertrouwenspersoon) die de gegevens van verschillende bronnen over eenzelfde persoon kan combineren zonder dat de identiteit van de betrokken persoon moet kenbaar worden gemaakt. Dergelijke datatrust moet er dus voor instaan dat data privacybestendig, veilig, conform de specifieke doelstelling van de trust en ten goede van de betrokken personen worden gedeeld.⁴¹⁵ In het relanceplan van de Vlaamse Regering⁴¹⁶ wordt de oprichting van een Vlaams data-nutsbedrijf aangekondigd. Een data-nutsbedrijf is een intelligente verkeerswisselaar van data die er voor zorgt dat er een gelijk data-speelveld is voor alle publieke en private spelers binnen aangesloten ecosystemen. Het vertrouwen in de data-economie wordt geborgd door een neutrale derde partij – het nutsbedrijf – op te richten die data-deling binnen verticale sectoren kan opzetten zonder dat bedrijven, organisaties en overheden in dit ecosysteem de controle over de toegang tot hun data verliezen.

⁴¹⁵ McKinsey&Company, *How to make the most of AI? Open up and share data*, McKinsey Analytics, June 9 2020. Raeymaekers, Peter; Balthazar, Tom & Dnier, Yvonne (2020), *Big data in de gezondheidszorg. Technische, juridische, ethische en privacy-gerelateerde randvoorwaarden voor (her)gebruik van gezondheidsgegevens voor onderzoek*. Brussel: Zorgnet-Icuro

⁴¹⁶ Vlaamse Regering, *Relanceplan Vlaamse Regering – Vlaamse veerkracht*, 28 september 2020.

In een ontwerpstandpunt gericht aan de Commissie Industrie, Onderzoek en Energie van het Europees Parlement dat een verslag voorbereidt over de Europese datastrategie met bespreking op 9 november 2020⁴¹⁷, benadrukt de Commissie Juridische Zaken⁴¹⁸ het cruciale belang van het bevorderen van datatoegankelijkheid voor EU-bedrijven, in het bijzonder voor kmo's en startups. De parlementaire commissie is van oordeel dat incentives in de vorm van subsidies en belastingvoordelen met het oog op eerlijke en transparante contractuele regelingen, de vrijwillige gegevensuitwisseling tussen bedrijven kan stimuleren.

Het argument dat datadeling tot een concurrentieel nadeel leidt, wordt in de bedrijfswereld zelf meer en meer ondervangen door het besef dat hun maatschappelijke verantwoordelijkheid verder gaat dan productiviteit en winstmaximalisatie en dat datadeling deel uitmaakt van een proces van open innovatie, waarbij met andere actoren in een netwerk wordt samengewerkt. Een open benadering van het creëren van gegevenswaarde is m.a.w. van cruciaal belang geworden in de nieuwe netwerkeconomie. Om die reden heeft de Europese Commissie in het kader van Horizon 2020 het Data Pitch project (eind 2019 afgelopen) gelanceerd dat tot doel heeft een transnationaal, Europabreed data-innovatie-ecosysteem te creëren dat data-eigenaren en aanbieders van big data-technologie samenbrengt met startups en kmo's met frisse ideeën voor datagestuurde producten en diensten.

Open databeleid

Bij open data wordt er naar gestreefd om de beperkingen op het hergebruik tot een minimum te herleiden. Een doorgedreven openstelling van overheidsdata impliceert dat overheidsdiensten gegevens waarover ze reeds beschikken in het kader van hun opdrachten, voor hergebruik ter beschikkingstellen aan burgers, onderzoekers, bedrijven en overheden. Het gaat hier meer bepaald over gegevens die (i) de overheidsdiensten verzameld hebben in het kader van hun overheidsopdrachten, (ii) geen privacygevoelige informatie (meer) bevatten en niet onder de bescherming van intellectuele eigendomsrechten vallen, (iii) vrijgegeven worden in een formaat dat makkelijk automatisch te verwerken valt en (iv) hergebruikt mogen worden voor commerciële en niet-commerciële doeleinden. Dit wordt onder andere gerealiseerd door het gebruik van open standaarden en open licenties. Ook het aspect van interoperabiliteit is belangrijk: interoperabiliteit duidt op het vermogen van diverse systemen en organisaties om samen te werken. In dit geval gaat het om de mogelijkheid om verschillende datasets te kunnen combineren. Interoperabiliteit leidt tot het drastisch verbeterde vermogen om verschillende datasets te combineren en daardoor meer en betere producten en diensten te ontwikkelen.

Ook de Vlaamse overheid zet in op een open databeleid door de handhaving van het "eenmalig opvragen" ("once only") principe. In plaats van burgers of ondernemingen voortdurend om dezelfde informatie te vragen, worden overheidsinstanties verplicht de gegevens waarover zij al beschikken, opnieuw te gebruiken. Daartoe blijft de Vlaamse overheid investeren in de Kruispuntbank Vlaanderen, een intelligent platform voor gegevensuitwisseling die toelaat gegevens te hergebruiken die zijn opgeslagen in zgn. authentieke gegevensbronnen, betrouwbare bronnen van overheidsgegevens die kunnen worden gebruikt in alle administratieve procedures. De Vlaamse overheid wil het bestaande netwerk van Vlaamse authentieke

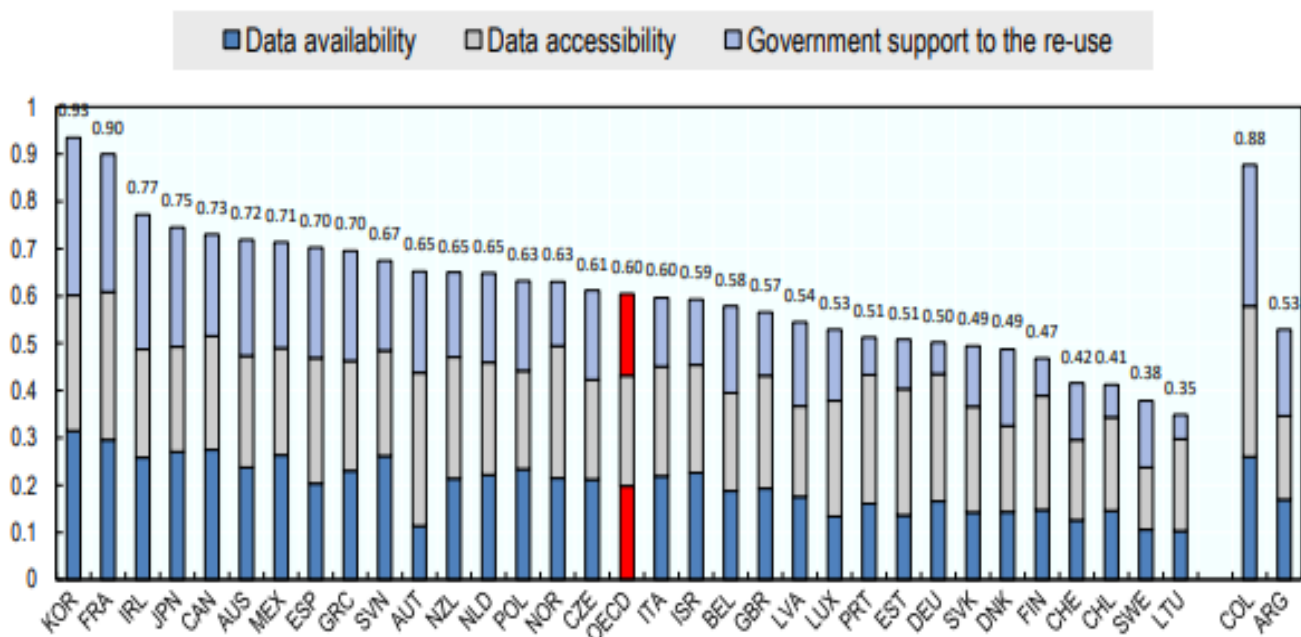
⁴¹⁷ European Parliament, Committee on Industry, Research and Energy, *Draft report on a European strategy for data*, Rapporteur: Miapetra Kumpula-Natri, 2020/xxxx(INI), 11 september 2020.

⁴¹⁸ European Parliament, Committee on Legal Affairs, *Draft Opinion for the Committee on Industry, Research and Energy on a European strategy for data (2020/2217(INI))*, Rapporteur for opinion: Axel Voss, 2020/2217(INI), 29 October 2020.

gegevensbronnen uitbreiden met meer gegevensbronnen, met name realtime data afkomstig van IoT-sensoren in Vlaamse steden (m.b.t. bijv. luchtkwaliteit of verkeersstromen). Door artificiële intelligentie te gebruiken wil de Vlaamse overheid deze gegevens omzetten in slimme data die kunnen worden gebruikt om maatschappelijke problemen op het vlak van mobiliteit, gezondheidszorg en veiligheid aan te pakken. Door hierbij de datastandaarden van het OSLO-programma (Open Standards for Linking Organisations) te volgen, wil de overheid deze gegevens ook beschikbaar maken voor de particuliere sector zodat deze hiermee innovatieve toepassingen kan ontwikkelen.

Gelet op het potentieel van open data, verwondert het niet dat overheden initiatieven lanceren om een open data beleid te voeren en uit te breiden. Hun inspanningen worden gemeten door de OESO OURdata (open, useful and reusable data) Index. Deze index beoordeelt de inspanningen van overheden op drie kritieke gebieden om open data te implementeren: openheid (beschikbaarheid), bruikbaarheid (toegankelijkheid) en herbruikbaarheid van overheidsdata. Uit onderstaande figuur blijkt dat België zich met een score van 0,58 onder de gemiddelde OESO-index van 0,60 bevindt en dus nog wat stappen te zetten heeft tegenover de koplanden zoals Zuid-Korea (0,93), Frankrijk (0,90), Ierland (0,77) en Japan (0,75). Ook de EU-landen (toestand 2019) Spanje (0,70), Griekenland (0,7), Slovenië (0,67), Nederland (0,65), Oostenrijk (0,65), Polen (0,63), Tsjechië (0,61), Italië (0,6) gaan België nog vooraf. De andere EU-landen doen het minder goed dan België. Er werden gemiddeld doorheen de OESO vorderingen gemaakt ten opzichte van 2017: de index steeg van 0,53 naar 0,6. In België verbeterde de index nog sterker: van 0,46 naar 0,58 waardoor het OESO-gemiddelde in het vizier komt. België is na Letland (van 0,19 naar 0,54), Denemarken (van 0,21 naar 0,49), Ierland (van 0,53 naar 0,77), Slovenië (van 0,48 naar 0,67), Griekenland (van 0,54 naar 0,7), Polen (0,48 naar 0,63) en Portugal (van 0,38 naar 0,51) de sterkste EU-stijger. Merk op dat een aantal landen in 2017 op een gelijkaardig niveau als België stonden, maar niettemin nog meer vorderingen maakten.

Figuur 137: OECD OURdata Index, 2019



Note: Data for Hungary, Iceland, Turkey and the United States are not available. Information on data for Israel: <http://dx.doi.org/10.1787/888932315602>.

Source: OECD Open Government Data Survey 2018; OECD (2019), Government at a Glance 2019, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/8ccf5c38-en>.

Ondanks een dalend vertrouwen in de overheid, wijst recent onderzoek⁴¹⁹ van de Europese Commissie erop dat globaal 60% van de EU-bevolking bepaalde persoonlijke informatie wil delen ter verbetering van de overheidsdiensten. In België bedraagt dat aandeel 67%. Meer in het bijzonder zou 43% van de EU-bevolking bereid zijn bepaalde persoonlijke informatie op een veilige manier te delen om geneeskundig onderzoek en zorg te verbeteren. Een kleiner aandeel zou dit willen doen om crisissituaties het hoofd te bieden (31%), het openbaar vervoer te verbeteren en de vervuiling terug te dringen (27%) of om de energie-efficiëntie op te drijven (24%).

⁴¹⁹ European Commission, *Attitudes towards the impact of digitalisation on daily lives*, Special Eurobarometer 503, March 2020.

Figuur 138: bereidheid om persoonlijke gegevens te delen voor overheidsdiensten

QC6 Public services could be improved if people shared some of their personal information. For what purposes would you be willing to share some of your personal information securely? (MULTIPLE ANSWERS POSSIBLE) (%)

		To improve medical research and care	You are not willing to share any of your personal information for any purposes	To improve the response to crisis situations (e.g. natural disasters, epidemics, terrorist attacks, etc.)	To improve public transport and reduce air pollution	To improve energy efficiency	For other purposes	Don't know	Total 'Willing to share'
EU28		43	34	31	27	24	8	6	60
BE		47	31	35	30	27	9	2	67
BG		24	43	25	17	15	5	14	44
CZ		38	39	27	15	11	7	2	58
DK		72	13	51	46	48	26	3	84
DE		44	36	27	28	20	5	7	57
EE		51	32	38	15	12	5	6	63
IE		47	26	34	36	39	12	5	69
EL		55	30	40	31	28	8	3	67
ES		45	34	32	32	32	11	5	61
FR		40	41	27	25	20	7	7	52
HR		35	36	28	23	23	7	3	61
IT		37	34	28	25	25	8	7	59
CY		59	23	41	38	38	11	8	69
LV		41	41	25	16	9	7	5	54
LT		36	35	23	17	13	6	10	54
LU		42	32	30	30	20	12	9	59
HU		31	41	31	16	19	6	2	58
MT		44	21	24	29	27	10	14	64
NL		77	11	57	39	36	13	1	88
AT		35	32	32	30	25	14	4	63
PL		30	43	25	16	12	4	6	51
PT		38	37	26	25	21	6	18	45
RO		27	32	28	22	21	8	9	59
SI		44	34	36	24	21	11	3	63
SK		37	30	22	20	22	6	12	58
FI		66	19	47	32	29	8	4	77
SE		82	11	71	48	45	17	2	88
UK		50	31	34	32	31	8	8	62

1st MOST FREQUENTLY MENTIONED ITEM

2nd MOST FREQUENTLY MENTIONED ITEM

3rd MOST FREQUENTLY MENTIONED ITEM

Base: all respondents (n=27,498)

De Europese Commissie streeft één Europese gegevensruimte na, een interne markt voor data, ook data uit de rest van de wereld, waar alle persoons- en andere gegevens, inclusief

vertrouwelijke bedrijfsgegevens, veilig zijn en waar bedrijven ook makkelijk toegang krijgen tot een bijna oneindige hoeveelheid kwalitatieve industriële gegevens. Het moet een ruimte zijn waar de EU haar wetgeving doeltreffend kan handhaven en waar alle datagestuurde producten en diensten voldoen aan de normen van de interne markt van de EU.⁴²⁰ Het vrijgeven van overheidsinformatie aan bedrijven (government-to-business) is staand beleid van de EU sinds de goedkeuring van Richtlijn 2003/98/EG inzake het hergebruik van overheidsinformatie. De onlangs herziene richtlijn inzake open gegevens⁴²¹ zorgt ervoor dat de overheid meer van haar gegevens makkelijk beschikbaar stelt, ook voor kmo's, het maatschappelijk middenveld en de wetenschappelijke wereld in het kader van onafhankelijke beleidsevaluaties. De Europese Commissie is van oordeel dat overheden nog meer kunnen doen. Datasets van grote waarde zijn vaak niet overal in de EU even toegankelijk en deze versnippering gaat ten koste van het gebruik van de gegevens door kleine bedrijven. Ook het delen en gebruiken van particuliere gegevens van andere ondernemingen (business-to-business) of door overheden (business-to-government) en het delen van data tussen overheidsdiensten (government-to-government) zijn voor de Europese Commissie belangrijke aandachtspunten waar nog verbetering mogelijk is. In haar datastrategie volgt de Europese Commissie een tweesporenbeleid: enerzijds het hanteren van een sectoroverschrijdend governancekader voor datatoegang en -gebruik met het oog op coherentie en het tegengaan van versnippering en anderzijds, ter aanvulling van het horizontale kader, de ontwikkeling van gemeenschappelijke Europese dataruimtes in strategische economische sectoren en gebieden van openbaar belang bevorderen⁴²². Deze gemeenschappelijke Europese dataruimtes zullen toegang geven tot niet-gepersonaliseerde gegevens uit verschillende lidstaten, gebundeld over verschillende sleutelsectoren. De Europese privacyregels (AVG) en het mededingingsrecht blijven daarbij van kracht.

Open data en open science

Open Data vormt een belangrijke motor van verandering in de wetenschap van Open Science. Een nieuwe wijze van onderzoek vraagt steeds meer om het delen en open stellen van data en om een goede omgang met onderzoeksdata. Volgens de Europese Commissie moet Open Science de norm worden voor publiek gefinancierd onderzoek. Open Data als principe van Open Science werd bijvoorbeeld in de strijd tegen COVID-19 sterk aangemoedigd door de Europese Commissie. Zo opende de Europese Commissie op 20 april 2020 het Europese COVID-19-dataplatform⁴²³ waarmee snel beschikbare onderzoeksgegevens kunnen worden verzameld en gedeeld. Op het nieuwe platform kunnen onderzoekers datasets opslaan en delen, zoals DNA-

⁴²⁰ Europese Commissie, Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's, *Een Europese datastrategie*, COM(2020) 66 final, 19 februari 2020.

⁴²¹ Richtlijn (EU) 2019/1024 van 20 juni 2019 inzake open data en het hergebruik van overheidsinformatie en tot intrekking van Richtlijn 2003/98/EG als gewijzigd bij Richtlijn 2013/37/EU, PB L 172 van 26 juni 2019.

⁴²² Het gaat om een Gemeenschappelijke Europese ruimte voor de industrie, een dataruimte voor de Green Deal, een ruimte voor mobiliteitsdata, een ruimte voor gezondheidsdata, een ruimte voor energiedata, een ruimte voor landbouwdata, dataruimtes voor overheden, een ruimte voor vaardighedendata en de Europese open wetenschapscloud.

⁴²³ <https://www.covid19dataportal.org/> De Europese infrastructuur OpenAIRE (<https://www.openaire.eu/>) ondersteunt het platform actief en bevordert ook de snelle en open uitwisseling van onderzoeksresultaten via de Zenodo COVID-19-onderzoeksgemeenschap (<https://zenodo.org/communities/covid-19?page=1&size=20>). Deze gemeenschap, gezamenlijk gecreëerd door OpenAIRE en CERN (<https://home.cern/>), verzamelt alle onderzoeksresultaten die relevant kunnen zijn voor de wetenschappelijke gemeenschap wereldwijd in de strijd tegen het coronavirus. Een fundamentele enabler van Open Science is de European Open Science Cloud (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-open-science-cloud>).

sequenties, eiwitstructuren, gegevens uit preklinisch onderzoek en klinische proeven alsook epidemiologische gegevens. De Vlaamse Regering besliste in 2019 om €5 miljoen recurrent te investeren in Open Science. De Flemish Open Science Board (FOSB), die op 21 februari 2020 werd opgericht, moest op basis van expertise de verdere uitrol van dit project uitwerken. Door de beperkende coronamaatregelen werd het opstellen van een definitief budgettair meerjarenplan en het definiëren van de kritieke prestatie-indicatoren (KPI's) niet gehaald tegen de vooropgestelde deadline. Bedoeling is dat een definitieve roadmap, inclusief meerjarenplan en een definitief KPI-voorstel in het najaar van 2020 wordt meegedeeld aan de Vlaamse Regering. In dit kader besliste de Vlaamse Regering op 17 juli 2020 tot herverdeling van €1,725 miljoen en kent ze €3,275 miljoen subsidie toe aan de betrokken wetenschappelijke instellingen voor het werkingsjaar 2020.

Het belang van multidisciplinariteit en inclusiviteit

Het ontwerpen van AI-strategieën en lanceren van -projecten is een multidisciplinair proces omdat niet alleen technologisch-economische maar ook juridisch-ethische, sociale en andere beleidsoverwegingen in rekening moeten gebracht worden.

Multidisciplinariteit is één van de meest kritische succesfactoren voor innovatieprojecten, in het bijzonder die waar technologie mee gemoeid is. Het Observatory of Public Service Innovation (OESO)⁴²⁴ beveelt dan ook aan dat overheden bij het begin van elk AI-innovatieproject een groep van bekwame personen samenstellen die nodig zijn om het project tot een succes te maken. Dergelijke personen kunnen beleidsanalisten en -adviseurs, praktijkdeskundigen, ontwikkelaars van user experiences (gebruikerservaringen), softwareontwikkelaars en advocaten zijn. Afhankelijk van de toepassing kunnen ook sociologen, psychologen, artsen en experts inzake sociale en humane wetenschappen in de groep opgenomen worden. Het is belangrijk dat, hoewel de intensiteit van de betrokkenheid kan variëren doorheen de levenscyclus van een AI-project, deze deskundigen de voortgang van het project kunnen opvolgen en doorheen het hele proces hun feedback kunnen geven.

Naast differentiatie in specialisatie is er ook nood aan verscheidenheid in ervaringsniveaus (bijvoorbeeld jongeren en ouderen). Op operationeel niveau is de (technische) expertise vereist van de leidinggevende ambtenaren en programmamanagers die vertrouwd zijn met de specifieke kenmerken van de geleverde dienst en zicht hebben op de algemene effecten van AI op de workflow. Dit laat toe taken te identificeren die niet langer vereist zijn, die nieuw en nodig zijn alsook de implicaties in schatten voor het serviceontwerp en de vereiste vaardigheden bij het personeel.

Bij de samenstelling van projectgroepen is het tevens van belang het diversiteits- en inclusiviteitsaspect te bewaken zodat alle bevolkingsgroepen betrokken worden en een stem krijgen. In het kader van AI kunnen gediversifieerde en inclusieve teams belangrijke aandrijvers van innovatie zijn en ertoe bijdragen dat vanaf het begin mogelijke vooroordelen worden voorkomen of geëlimineerd. De vertegenwoordiging van verschillende groepen bij de conceptie van het productidee en de ontwikkeling van het ontwerp maakt dat het risico op mogelijke databiases en algoritmische discriminaties kunnen worden geminimaliseerd. Zoals bij multidisciplinariteit moet ook bij diversiteit en inclusiviteit de betrokkenheid doorheen het hele

⁴²⁴ Berryhill, J., Kok Heang, K., Clogher, R., McBride, K., *Hello, World: Artificial Intelligence and its use in the public sector*, OECD, November 2019.

proces (overwegings- en afwegingsfase, ontwerp, ontwikkeling en implementatie) van een AI-project een aandachtspunt zijn.

Capaciteitsopbouw

Er is nood aan budgetten en financieringsmechanismen om AI-toepassingen in de overheidssector mogelijk te maken. Zelfs eenvoudige initiatieven zijn afhankelijk van financiële ondersteuning, om een traject te kunnen doorlopen van idee tot implementatie op het terrein. De beschikbaarheid van dergelijke financiering kan een grote bijdrage leveren aan het uiteindelijke succes van op AI gebaseerde innovatie binnen de overheid.

Daarnaast veronderstelt een AI-introductie en -transformatie bij de overheid de beschikbaarheid over de nodige skills. Er mag van uitgegaan worden dat een verschil in institutionele maturiteit en capaciteit bij de overheid, de academische wereld, het maatschappelijk middenveld en de private sector uiteindelijk een belemmering kan vormen voor de overheid om het benodigde talent te vinden en aan te trekken. Zoals reeds aangegeven, is het ontplooiën van AI binnen de overheid niet alleen een technische aangelegenheid, maar behoeft ook een multidisciplinaire invalshoek. Overheden moeten deze capaciteitsuitdagingen aanpakken door een adequate strategiemix van opleidingen, aanwervingen, aanbestedingen en partnerschappen. Idealiter zou dit moeten leiden tot een divers AI-personeelsbestand dat een weerspiegeling vormt van de bevolking. Op die manier wordt een dam opgeworpen tegen onethische praktijken, vooringenomenheid en groepsdenken. Investerings in opleiding en training om de AI-geletterdheid doorheen de hele organisatie op te bouwen en te upgraden, kunnen er tevens toe bijdragen dat de zorgen en bekommernissen op de werkvloer over de implicaties op het personeel worden getemperd.

Een Oeso-rapport⁴²⁵ wijst uit dat de meeste landen (79%) strategieën ontplooiën voor en investeren in de vaardigheden van het overheidspersoneel voor het effectief gebruik van digitale processen en data. Meer concreet gaat het om digital by design, het verankeren van digitale transformatie bij overheden en het herzien van de relatie tussen technologie, overheden en menselijke interacties. Echter, slechts 50% van de landen beschikt over specifieke mechanismen van levenslang leren in digitale technologieën, zoals datagebruik en managementvaardigheden. Programma's om het aantal digitaal onderlegde ambtenaren te vergroten (46%) of partnerschappen met instellingen voor hoger onderwijs (46%) zijn evenmin algemeen verbreid. 58% van de landen heeft digitale vaardigheden als een sleutelcomponent ingebed in het nationale vaardighedenkader voor de overheidssector. Dit geeft aan dat de meeste landen deze vaardigheden onderscheiden van de vereiste generieke vaardigheden in de overheidssector. Wat de nieuwe technologieën betreft, hebben de meeste landen weinig vooruitgang geboekt met een overheidsbrede benadering voor het gebruik en de implementatie ervan. Voor de adoptie van AI en blockchain-technologieën heeft slechts 58% respectievelijk 33% van de landen een of meer beleidshefbomen aangewend, zoals richtlijnen, juridische en regulerende instrumenten, financiering en initiatieven voor digitale vaardigheden. België (score van 0,43) presteert met een 24^{ste} positie (op 33 landen) matig voor de dimensie 'digital by design' en duidelijk onder het OESO-gemiddelde van 0,55.

Belangrijk is tevens dat de hoogste leidinggevende kaders, ook binnen het politiek bestel, een strategisch inzicht moeten hebben in wat AI potentieel vermag, in welke soort problemen AI kan aanpakken en in hoe een effectief toezicht op de AI-toepassing kan gerealiseerd worden. Dit

⁴²⁵ OECD, *OECD Digital Government Index (DGI): 2019*, OECD Policy Papers on Public Governance No 3, October 2020.

vereist niet noodzakelijkerwijze een diepgaande technische kennis, maar wel het vermogen om inzichten in de technische, ethische en juridische aspecten van een haalbare en ethische AI-toepassing te combineren met de kennis van het functioneren van overheidsdiensten en administratieve functies.

Voor beheerders van AI aangedreven diensten is wel diepere technische expertise vereist, zelfs als de diensten worden geleverd door externe contractanten. Kennis van AI, effectieve onderhandelingsvaardigheden en sectorkennis zullen managers helpen bij het opstellen van contracten op basis waarvan een effectief toezicht kan afgedwongen worden en externe contractanten ter verantwoording kunnen geroepen worden. Deze eigenschappen zullen ook dienstig zijn om te beoordelen of de voorgestelde AI-toepassingen wel aan de beoogde doelstelling(en) tegemoet komen en voor het bepalen van een accurate prijs. Servicemanagers moeten nauw samenwerken via netwerken van de particuliere sector, maatschappelijke organisaties en kennisinstellingen, met die verstande dat ze waakzaam blijven voor eventuele beïnvloeding door externe stakeholder en gefocust blijven op de doelstellingen van hun organisatie en het maximaliseren van de publieke waarde. Daarom zal het opbouwen van interne expertise en onderhandelingsvaardigheden overheden helpen om externe knowhow binnen te halen en effectief samen te werken met externe stakeholders.

Alleszins is het cruciaal dat met de ambtenaren/werknemers wordt gecommuniceerd over de uitdagingen en voordelen van AI met het oog op het verminderen van mogelijke stress die gepaard kan gaan de veranderingen in hun job en taken onder invloed van AI. Tevens zullen de nodige organisatorische, structurele en procedurele aanpassingen moeten doorgevoerd worden om de acceptatie van AI te ondersteunen.

Het is evident dat interne capaciteitsopbouw vergemakkelijkt wordt door het opwaarderen van de aanwezige AI-talenten, zoals statistici en datawetenschappers, in het bestaande personeelsbestand door bijscholing van relevante vaardigheden. Daarnaast kunnen detacheringen bij innovatieve organisaties bijdragen tot het vergroten van de organisatorische kennis.

Aanwervingen vormen uiteraard ook een spoor dat kan bewandeld worden. Dit is echter geen sinecure aangezien AI-talenten zeer gegeerd zijn en overheden moeten opboksen tegen concurrentie uit de private sector. Incentives, flexibele werkomstandigheden, unieke ontwikkelingskansen en ervaringen die bijdragen aan hun lange termijn loopbaanontwikkeling, kunnen in de strijd gegooid worden om het nodige talent te lokken.

Overheden moeten zich bewust zijn dat AI de dynamiek van het werk permanent zal beïnvloeden alsook de onderliggende processen voor een succesvolle overheidsdienstverlening. Overheden moeten dan ook programma's voor levenslang leren ontwikkelen die doorheen de tijd moeten worden herhaald en aangepast. Het is daarbij aangewezen dat geanticipeerd wordt op de mogelijke gevolgen van AI op het toekomstige personeelsbestand en de vereiste vaardigheden.

Een rigoureuus juridisch-ethisch kader

AI kan veel goed doen, onder meer door producten en processen veiliger te maken, maar kan ook schade berokkenen. Het kan dan zowel om materiële (veiligheid en gezondheid van personen, met inbegrip van verlies van mensenlevens, schade aan eigendom) als om immateriële (schending van privacy, beperkingen van het recht op vrijheid van meningsuiting, schendingen van de menselijke waardigheid, discriminatie, bijvoorbeeld bij de toegang tot werk) schade gaan, en kan betrekking hebben op een grote verscheidenheid aan risico's. Het vertrouwen in AI-

overheidsdiensten en in AI in het algemeen vraagt om een geruststelling op het vlak van essentiële maatschappelijke waarden zoals privacy en non-discriminatie. Of zoals het Witboek van de Europese Commissie het aangeeft: *“Gezien de bijzonder grote impact die KI kan hebben op onze samenleving en de noodzaak om vertrouwen op te bouwen, is het van essentieel belang dat de Europese KI geworteld is in onze waarden en grondrechten, zoals menselijke waardigheid en bescherming van de privacy”*. Eén van de bouwstenen van het Witboek betreft *“een toekomstig regelgevingskader voor KI in Europa, waarvan de kernelementen een uniek “ecosysteem van vertrouwen” zullen creëren. Om dit te verwezenlijken moet het kader garanderen dat de EU-regels worden nageleefd, met inbegrip van de regels ter bescherming van de grondrechten en de consumentenrechten, met name met betrekking tot in de EU toegepaste KI-systemen die een groot risico vormen. Het opbouwen van een ecosysteem van vertrouwen is een beleidsdoelstelling op zichzelf: dit kan burgers het nodige vertrouwen geven om KI-toepassingen te aanvaarden en bedrijven en openbare organisaties de nodige rechtszekerheid verschaffen om te innoveren op basis van KI.”*

AI kan een transformatieve en disruptieve invloed hebben op de openbare dienstverlening en het functioneren van de administraties. Disruptie impliceert dat AI-trajecten worden gekenmerkt door complexiteit, onzekerheid en risico. Daarom is de ontwikkeling van robuuste kaders die de besluitvorming in de publieke sector vormgeven onontbeerlijk, teneinde het potentieel van AI om openbare diensten te transformeren te kunnen realiseren. Het formuleren van duidelijke principes voor AI is bevorderlijk voor het genereren van een omgeving die is afgestemd op de maatschappelijke doelen en waarden.

AI-systemen – en zeker risicovolle toepassingen van AI – moeten technisch robuust en accuraat zijn om betrouwbaar te kunnen zijn. Dat betekent dat dergelijke systemen op verantwoorde wijze moeten worden ontwikkeld en dat vooraf voldoende moet worden gekeken naar de risico's die zij kunnen veroorzaken. De kaders moeten dan ook van bij hun ontwerp ethisch en onbevooroordeeld zijn, omdat rechtzettingen achteraf (bij de implementatie) kostelijk kunnen uitvallen. Zich vooraf binden aan ethische principes is echter een onvoldoende voorwaarde voor een effectieve uitrol van AI. Indien het de bedoeling is dat principes een maximale impact hebben op het gedrag, moeten ze bruikbaar en ingebed zijn in de processen en instellingen die de besluitvorming binnen de overheid vormgeven.

Monitoring tijdens de implementatiefase is nodig om ervoor te zorgen dat het AI-systeem werkt zoals bedoeld, dat risico's worden gemitigeerd en dat onbedoelde gevolgen worden geïdentificeerd. Vanuit diverse invalshoeken (bv. transparantie, consistente naleving van gemeenschappelijke normen en waarden) moet gefocust worden op AI-systemen, in het bijzonder deze met een hoog risicogehalte, bijvoorbeeld omdat ze een impact hebben op de verdeling van middelen of andere belangrijke implicaties inhouden voor burgers.

Anticipatief innovatiebeleid

Anticipatief innovatiebeleid richt zich op het genereren van toekomstgerichte ideeën en scenario's over mogelijke toekomstontwikkelingen om mechanismen en beleid te ontwerpen die kunnen sturen naar de meest opportuun geachte ontwikkeling.

Anticiperend beleid voorziet een set aan handelwijzen en tools die is bedoeld om regelgevers en de overheid te helpen bij het identificeren, bouwen en testen van oplossingen voor nieuwe uitdagingen. Het gaat dan onder meer om sandboxes (experimentele testbeds), gebruik van open data, interactie tussen overheid en innovatieactoren en de actieve betrokkenheid van middenveldorganisaties en burgers. Anticipatieve regulering omvat zes sleutelementen en :

- is inclusief en collaboratief door het betrekken van het publiek en diverse stakeholders bij de opkomst van nieuwe technologieën die ethische kwesties opwerpen met gevoelige politieke implicaties. Op die manier wordt de hefboomwerking benut die uitgaat van de specifieke capaciteiten van bedrijven, burgers, kennisinstellingen, overheden en het maatschappelijk middenveld voor het realiseren van beleidsdoelstellingen;
- is toekomstgericht door het ontwikkelen van veerkrachtige, adaptieve strategieën die kunnen omgaan met de inherente onzekerheid van snel veranderende markten;
- is proactief door te voorzien in vroegtijdige samenwerking met innovatieactoren om tijdige, proportionele antwoorden te kunnen bieden op problemen die snel kunnen opschalen;
- hanteert een iteratieve mindset door het toepassen van een test-and-evolve eerder dan een solve-and-leave benadering voor nieuwe problemen;
- is outcomegericht door te focussen op het valideren van inspanningen van overheidsinstellingen om welomschreven doelstellingen te realiseren;
- hanteert gedecentraliseerde experimenten door het faciliteren van mogelijke sporen als alternatief voor de regulering van vroege opportuniteiten en risico's, en waar nationale of mondiale richtlijnen en normen nog ontbreken.

Proef- en experimenteerruimtes

Gelet op hun centrale rol en de randvoorwaarden waarmee ze moeten rekening houden, moeten overheden zich bewust zijn dat ze niet als toeschouwer langs de lijn kunnen staan met een 'wacht af en we zien wel'-houding. Het veronachtzamen van technologische ontwikkelingen brengt het risico met zich mee dat het vermogen van de overheid om steeds complexere materies aan te pakken wordt ondermijnd. Wil de overheid het potentieel van AI doelgericht benutten, dan is een actieve opstelling vereist. Dit vereist onder meer het verkrijgen van een goed inzicht in de werking van AI en de wijze waarop AI de overheidssector kan beïnvloeden en impacteren. Dit wordt des te belangrijker naarmate overheden en hun ambtenaren beslissingen moeten nemen over hoe AI in de publieke sector zal worden geïntroduceerd en gebruikt. Proef- en experimenteerruimtes voor het testen van opkomende technologieën zijn hierbij onontbeerlijk. Zij vormen de sleutel om ambtenaren vertrouwd te maken met de reële mogelijkheden van AI en om de departementen en agentschappen voor te bereiden op het gebruik van AI-technologieën.

Betrokkenheid van alle relevante stakeholders, met inbegrip van bedrijven en burgers, is hierbij cruciaal. Dit geeft de overheid immers de gelegenheid om in dialoog te gaan en duidelijk te maken hoe AI invloed zal hebben op de diensten waarvan zij afhangen. Tegelijkertijd kan inzicht verkregen worden in de bekommernissen van de stakeholders zodat AI-toepassingen hierop afgestemd kunnen worden. Meer verregaand kunnen stakeholders co-creators van AI gedreven overheidsdiensten worden, hetgeen een significante gebruikersbetrokkenheid impliceert.

De Raad van de Europese Unie heeft recent conclusies⁴²⁶ aangenomen over de rol van testomgevingen voor regelgeving en experimenteerbepalingen als instrumenten voor een innovatievriendelijk, toekomstbestendig en veerkrachtig EU-regelgevingskader dat ontwrichtende uitdagingen in het digitale tijdperk in goede banen leidt.

⁴²⁶ Conclusies van de Raad, 13026/20, BETREG 27, 16 november 2020.

14.3 De rol van de overheid ten aanzien van AI

Van overheden wordt onder meer verwacht dat zij regelgeving en beleid uitwerken en verbeteren, publieke goederen en diensten voorzien voor bedrijven en burgers en de nodige middelen en structuren aanleggen om de ambtenaren toe te laten hun taken uit te voeren. Om deze opdrachten te realiseren, kunnen overheden met betrekking tot AI een diverse rol opnemen⁴²⁷:

- De overheid als financier of directe investeerder. Overheden kunnen budgetten vrijmaken om de ontwikkeling en diffusie van opkomende technologieën zoals AI te ondersteunen. Het betreft budgetten voor zowel projectoproepen of pilootaanbestedingen binnen de overheidssector als R&D-projecten van de private sector, waarvan de resultaten in de hele economie kunnen uitgerold worden.
- De bevordering van een digitaal ecosysteem voor AI. Overheden kunnen verbindinglijnen, kennisdelingsmechanismen en ecosystemen zowel binnen de publieke sector als met partners in de industrie en het maatschappelijk middenveld uitbouwen, om AI-experimenten bij de overheid te ondersteunen.
- De overheid als proactieve speler. De overheid kan de capaciteit van het ambtenarenapparaat versterken door middel van training, tools, recrutering, de aanleg van een topinfrastructuur en het aangaan van interne en externe samenwerkingsverbanden. Verder is het van belang dat de overheid zich bewust is van de toekomstige veranderingen en omwentelingen (bijvoorbeeld op de arbeidsmarkt) die AI mogelijk met zich kan meebrengen en hierop inspeelt via een anticipatieve innovatiebenadering die toelaat om het potentieel van AI op een systematische en dynamische wijze te onderzoeken en vorm te geven.
- De overheid als 'slimme' koper en mede-ontwikkelaar. Overheden kunnen door innovatieve inkoopmethoden optreden als slimme koper van bestaande oplossingen of als mede-ontwikkelaar in publiek-private partnerschappen (PPP) en andere vormen van samenwerking nieuwe of op maat gemaakte oplossingen ontwikkelen. Overheden kunnen innovatie tevens vanuit de vraagzijde stimuleren door de ontwikkeling van nieuwe oplossingen direct op haar behoeften af te stemmen.
- De overheid als regulator en regelgever. Opkomende digitale technologieën leiden tot versnelde innovatiecycli en vragen om bezinning over het te voeren beleid, de gebruikte regelgevingsinstrumenten en de wijze van implementatie. Als facilitator en gebruiker staan overheden voor de uitdaging om te bepalen hoe en in hoeverre ze opkomende digitale technologieën reguleren teneinde het innovatief potentieel van de technologie te maximaliseren en de risico's voor eindgebruikers te minimaliseren. Monitoring, evaluatie en handhaving van de naleving maken deel uit van deze rol.
- De overheid als netwerker en normsteller. Overheden hebben vaak het vermogen om stakeholders van het AI-ecosysteem samen te brengen (bijvoorbeeld burgers en inwoners, bedrijven, organisaties en academici) om hun doelstellingen te realiseren en diepgaandere kennis te verwerven over relevante aspecten. Overheden kunnen, in samenwerking met deze stakeholders, de ontwikkeling en invoering van standaarden (erkende normalisatie-

⁴²⁷ Berryhill, J., Kok Heang, K., Clogher, R., McBride, K., *Hello, World: Artificial Intelligence and its use in the public sector*, OECD, November 2019; Ubaldi, B., Le Fevre, E. M., Petrucci, E., Marchionni, P., Biancalana, C., Hiltunen, N., Intravaia, D. M., Yang, C., *State of the art in the use of emerging technologies in the public sector*, OECD Working Papers on Public Governance No. 31, 2019.

instituten) en informele normen (bedrijvenconsortia nemen het voortouw) voor technologie faciliteren.

- De overheid als databeheerder. Overheden bezitten of houden namens hun bevolking enorme hoeveelheden gegevens bij. Dergelijke data kunnen op AI gebaseerde technologieën aanwakkeren, in het bijzonder wanneer ze efficiënt worden beheerd.
- De overheid als gebruiker en dienstverlener. Overheden voorzien diensten en tools die worden ondersteund of mogelijk gemaakt door AI-technologieën, zowel voor het publiek als voor de back-office functies. Zij spelen dus ook een rol in het gebruik en de toepassing van de technologieën zelf.
- De overheid als ethisch rolmodel. Om het potentieel van AI ten volle aan te boren moet de overheid het gebruik ervan ethisch en zorgvuldig beheren en aspecten als nauwkeurigheid, menselijke controle, betrouwbaarheid, veiligheid, menselijke integriteit, transparantie, eerlijkheid, verklaarbaarheid, vooroordelen en discriminatie en de afweging tussen het collectieve en het individuele belang uitklaren. Op die manier kan de overheid als rolmodel fungeren in het ethisch gebruik van AI en de samenleving (burgers, bedrijven, werknemers) hierover sensibiliseren, inlichten en voorbereiden op de kansen en uitdagingen van AI. Een piste die naar voor geschoven wordt om deze rolmodelfunctie te realiseren, is de oprichting van een Centre of Excellence met focus op AI, samengesteld uit mensen van de bedrijfswereld, de overheid, de academische wereld en kennisinstellingen alsook het maatschappelijk middenveld, dat boogt op een multidisciplinaire en op samenwerking gebaseerde advisering over AI en het gebruik van algoritmes voor overheidsmaatregelen.⁴²⁸

Het huidige debat over AI wordt veelal gedomineerd door de rol van de overheid als regelgevende actor of in het beste geval als facilitator die erop moet toezien dat een raamwerk wordt voorzien voor private actoren en burgers om AI op een ethisch verantwoorde manier te ontwikkelen en te gebruiken. Daardoor komt de alternatieve rol van de overheid als rechtstreekse gebruiker en ontwikkelaar van AI minder aan bod. Het huidige beleidsdiscours focust m.a.w. op de governance 'van' AI en veel minder op de governance 'met' AI. Dit onevenwichtig rollenpatroon komt ook tot uiting in het AI-onderzoeksdomein: de focus van het onderzoek ligt bijna exclusief bij de ontwikkeling en toepasbaarheid van AI in de private sector. Slechts een klein deel van de artikelen gepubliceerd tussen 2000 en 2019 handelen over AI voor en in de overheidssector. Empirische studies over het gebruik van algoritmische modellen in beleidsprocessen zijn tot nog toe schaars, waardoor het wetenschappelijk inzicht in het gebruik en de effecten ervan nog beperkt is.⁴²⁹

14.4 Het Vlaamse beleid m.b.t. digitalisering en artificiële intelligentie

De grote opportuniteiten van AI voor het aangaan van maatschappelijke uitdagingen en de verwachte economische voordelen die ermee gepaard gaan, hebben in heel wat landen/regio's ertoe aan gezet nationale/regionale strategische beleidsplannen uit te werken voor de bevordering van AI. Hoewel de analyse en vergelijking van nationale beleidsplannen niet onder de scope van dit rapport valt, is het, vanuit sociaaleconomisch perspectief met focus op

⁴²⁸ MacDonald, K, Madzou, L., *AI is here. This is how it can benefit everyone*, World Economic Forum, 1 September 2020.

⁴²⁹ Misuraca, G., and van Noordt, C., European Commission, Joint Research Centre, *Overview of the use of and impact of AI in public services in the EU*, EUR 30255 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-19540-5, doi: 10.2760/039619, JRC120399.

Vlaanderen, obligatoir om het Vlaamse beleid en een daaraan gekoppelde stand van zaken met betrekking tot de uitrol te schetsen.

Eerst komt het algemeen digitaal beleid aan bod, vervolgens wordt ingezoomd op het beleid rond artificiële intelligentie.

Digitalisering

Digitale transformatie bij de overheid

De Vlaamse overheid wil digitalisering breed inzetten in Vlaanderen en heeft het Agentschap Informatie Vlaanderen hierin een belangrijke rol toevertrouwd. Dit Agentschap kreeg als missie een coherent overheidsbreed informatiebeleid uit te bouwen en de transitie van de Vlaamse overheid naar een informatiegedreven overheid te ondersteunen en mee te realiseren. Het ondersteunt daarbij de werking van het Stuurorgaan Vlaams Informatie- en ICT-beleid, dat het agentschap in zijn hoedanigheid van dienstenintegrator bijstaat in de vervulling van zijn opdrachten en daarbij voorstellen en aanbevelingen formuleert.

De beleidsnota 2019-2024 ICT en Facilitair Management stelt dat er nood is aan een nieuwe visie en een strategisch plan voor het Stuurorgaan Vlaams Informatie- en ICT-beleid, zodat dit orgaan maximaal een coördinerende rol kan opnemen, vertrekkend vanuit de ambities van de Vlaamse Regering inzake digitale transformatie van de overheid. De Vlaamse overheid heeft in 2015-2017 het investeringsprogramma Vlaanderen Radicaal Digitaal gefinancierd en zal een tweede fase van dit investeringsprogramma (VRD2) laten lopen in 2021-2023 (met een budget van €5 miljoen in 2021, €10 miljoen in 2022 en €15 miljoen in 2023). Het doel is om gerichte steun te bieden aan innovatieve digitalisatie projecten binnen de verschillende beleidsdomeinen en op de verschillende niveaus van de overheid in Vlaanderen. Het eerste investeringsprogramma is er in geslaagd de digitaliseringsgraad van de Vlaamse overheidsdiensten aanzienlijk te verhogen tot 66%. Naar verwachting zal het tweede investeringsprogramma nog dichterbij het doel van 100% komen tegen het einde van de huidige regeerperiode in 2024. Het VDR2-programma maakt deel uit van het strategisch plan 'Stuurorgaan Vlaams Informatie en ICT-beleid'⁴³⁰ en wordt beschouwd als een belangrijk instrument om de doelstellingen van dit plan te realiseren. Met dit strategisch plan wenst de Vlaamse Regering de prioriteiten vast te leggen wat betreft het informatie en ICT-beleid voor de Vlaamse administratie en lokale overheden voor de periode 2020-2024. De aansturing en opvolging van het strategisch plan wordt opgenomen door het Stuurorgaan Vlaams Informatie- en ICT-beleid. Daartoe werd een nieuwe organisatie voor dit Stuurorgaan gedefinieerd: *“Het Stuurorgaan Vlaams Informatie- en ICT-beleid wil een coherent beleid voeren om een radicale digitale dienstverlening te leveren zowel binnen de eigen overheid als voor burgers, verenigingen, ondernemingen, en andere overheden. Deze sturing steunt op gemeenschappelijke afspraken, die afgestemd zijn binnen de Vlaamse, lokale en (inter)nationale context.”*

Bij het bepalen van de prioriteiten van het strategisch plan wordt een onderscheid gemaakt tussen niet-functionele focusdomeinen, d.w.z. een aantal overkoepelende ICT-gerelateerde uitdagingen die geen welbepaalde functionele vereisten trachten in te vullen, en functionele focusdomeinen, d.w.z. de ontwikkeling van een aantal gemeenschappelijke functionaliteiten. De volgende 10 niet-functionele focusdomeinen worden als prioritair naar voren geschoven, gerangschikt in dalende orde van prioriteit:

⁴³⁰ Beslissing Vlaamse Regering 26 juni 2020, VR 2020 2606 DOC.0643/1

1. Service strategie
2. Data
3. Strategie digitaal instrumentarium
4. Cybersecurity
5. Privacy
6. Wetgeving 'designed for digital'
7. Interbestuurlijke samenwerking
8. Innovatie
9. Financiering
10. Digital upskilling

De volgende 4 functionele focusdomeinen komen als prioritair naar voren:

1. Het Stuurorgaan werkt op het verder stroomlijnen van sites en loketten
2. Het Stuurorgaan zet verder in op het ontwikkelen van gemeenschappelijke loketfunctionaliteiten
3. Het Stuurorgaan pakt generieke delen van business processen aan en automatiseert (delen van) user journeys (de verschillende stappen die een gebruiker doorloopt tijdens een dienstverlening)
4. Het Stuurorgaan zet verder in op een datagedreven beleid

Voor elk van deze niet-functionele focusdomeinen werd een ambitieniveau gedefinieerd.

Een datagedreven overheid

De Vlaamse overheid wil een datagedreven overheid worden die state-of-the-art digitale diensten levert aan haar burgers, ondernemingen en organisaties. Een belangrijke manier om de efficiëntie van die diensten te verhogen en de gebruiksvriendelijkheid ervan te verbeteren is door de handhaving van het "eenmalig opvragen" ("once only") principe. In plaats van burgers of ondernemingen voortdurend om dezelfde informatie te vragen, worden overheidsinstanties verplicht de gegevens waarover zij al beschikken, opnieuw te gebruiken. Daartoe blijft de Vlaamse overheid investeren in de Kruispuntbank Vlaanderen, een intelligent platform voor gegevensuitwisseling die toelaat gegevens te hergebruiken die zijn opgeslagen in zgn. authentieke gegevensbronnen. Dit zijn betrouwbare bronnen van overheidsgegevens die kunnen worden gebruikt in alle administratieve procedures.

De Vlaamse overheid wil het bestaande netwerk van Vlaamse authentieke gegevensbronnen uitbreiden met meer gegevensbronnen, met name realtime data afkomstig van IoT-sensoren in Vlaamse steden (m.b.t. bijv. luchtkwaliteit of verkeersstromen). Door artificiële intelligentie te gebruiken wil de Vlaamse overheid deze gegevens omzetten in slimme data die kunnen worden gebruikt om maatschappelijke problemen op het vlak van mobiliteit, gezondheidszorg en veiligheid aan te pakken. Door hierbij de datastandaarden van het OSLO-programma (Open Standards for Linking Organisations) te volgen, wil de overheid deze gegevens ook beschikbaar maken voor de particuliere sector zodat deze hiermee innovatieve toepassingen kan ontwikkelen.

Ten behoeve van de burger

De Vlaamse overheid biedt de burgers een portaal site aan, www.vlaanderen.be, waar de burger informatie kan vinden, online administratieve procedures kan starten en ondersteuning kan inroepen. Dit portaal is gebouwd in een web content management systeem, webplatform, dat de Vlaamse en lokale administraties toelaat om hun doelgroepen beter te informeren en hen te ondersteunen tijdens hun online transacties. Een essentieel onderdeel van dit webplatform is

“Mijn Burgerprofiel”, een online toegangsdeur die kan worden geïntegreerd in websites van Vlaamse of lokale administraties. Mijn Burgerprofiel geeft een overzicht van de gegevens die de overheid over iemand opslaat, de status van de administratieve dossiers die ze voor de burger afhandelt, de officiële e-mail die wordt opgeslagen in een voor de burger door de overheid verstrekte elektronische brievenbus, ... Hiermee kan de overheid zich houden aan het “overal welkom” (“no wrong door”) principe: het maakt niet uit welke overheidswebsite de burger bezoekt, hij/zij hebt altijd toegang tot zijn/haar essentiële persoonlijke gegevens en eigen dossiers.

Ten behoeve van de onderneming

De Vlaamse Regering plant in de huidige regeerperiode een Vlaamse agenda voor digitaal ondernemen en innoveren. De uitrol van 5G behoort tot haar topprioriteiten. De Vlaamse overheid is begonnen met de ontwikkeling van een digitaal platform, www.vlaanderenonderneemt.be, waarmee ondernemers hun administratieve dossiers kunnen opstarten vanuit een centraal punt en het verloop van deze dossiers kunnen opvolgen bij de betrokken Vlaamse administraties. Bedrijven kunnen nu al subsidies, premies, erkenningen en vergunningen aanvragen bij verschillende overheidsinstanties. Samen implementeren deze twee portaal sites het “voorrang aan digitaal” (“digital first”) principe, wat inhoudt dat de belangrijkste overheidstransacties volledig digitaal kunnen worden uitgevoerd.

Artificiële intelligentie

De rol van Informatie Vlaanderen

De Vlaamse overheid investeert in AI bijvoorbeeld via het gebruik van chatbots om de werking van het callcenter te ondersteunen en het gebruik van spraakassistenten zoals Siri of Alexa om vragen van burgers om informatie automatisch te beantwoorden. Het gebruik van blockchain wordt bekeken, in het bijzonder om sommige bestaande administratieve procedures volledig te herdenken, zoals bijv. geautomatiseerde betaling van subsidies aan burgers en organisaties ter ondersteuning van hun bosbeheeractiviteiten.

Informatie Vlaanderen draagt bij aan de verdere digitalisering van de Vlaamse overheden door te bekijken hoe artificiële intelligentie kan zorgen voor een digitale overheid die slimmer, gepersonaliseerder en autonomer is. Door het gebruik van gepaste algoritmes en betrouwbare authentieke gegevens kunnen binnen de digitale dienstverlening steeds meer beslissingen volledig automatisch genomen worden, rekening houdend met de wensen en behoeften van de burger of de onderneming (natuurlijk met respect voor privacy).

Informatie Vlaanderen onderzoekt daartoe vooral hoe artificiële intelligentie optimaal kan ingezet worden in haar bestaande producten en diensten. Er zijn daarbij vijf inhoudelijke sporen gedefinieerd:

- de menselijke computer (denkt en interageert zoals mensen dankzij chatbots en conversationale platforms),
- de computerassistent (hyperpersonalisatie in overheidsdienstverlening door data over burgers te verzamelen en vanuit die kennis een meer persoonlijke overheidsbeleving aan te bieden),
- de supersnelle (proactieve) computer (een slimme overheid dankzij tekst-, taal- en beeldherkenning en andere patroonherkenningen),
- de autonome computer (meer met minder: automatisatie van taken maakt dat ambtenaren andere taken kunnen opnemen),
- de morele computer (digital ethics, waarbij de Europese lijn op de voet wordt gevolgd).

Het programma Artificiële Intelligentie van Informatie Vlaanderen werkt samen met andere programma's van Informatie Vlaanderen zoals het programma Authentieke Bronnen (pilotproject automatisering van de kwaliteitsborging van correcte data), het programma Kruispuntbank.Vlaanderen (pilotproject Deep Learning), het programma Webplatform Vlaanderen (pilotproject Deep Learning bij Informeren op maat) en het programma Contactcenter en Vlaanderen.be (chatbots) en onrechtstreeks ook met programma Burgerloket (chatbots). Informatie Vlaanderen werkt daarnaast ook samen met andere overheidsdiensten die artificiële intelligentie willen inzetten om hun werking of dienstverlening te verbeteren. Er wordt daarbij in de eerste plaats ingezet op kennisdeling en ervaringsuitwisseling, maar er wordt ook meegewerkt aan projecten waarbij producten en diensten van Informatie Vlaanderen, aangevuld met AI mogelijkheden, kunnen ingezet worden. Informatie Vlaanderen past artificiële intelligentie reeds succesvol toe binnen een aantal van haar producten en diensten, zoals bijvoorbeeld:

- Deep Learning (computervisie) wordt toegepast binnen een aantal beeldherkennings- en beeldverwerkingsprojecten, op vraag van en in samenwerking met andere Vlaamse overheidsdiensten en kennisinstellingen. Een grote ambitie is het realiseren van een digital twin voor steden. Aldus kan uit een virtueel evenbeeld van een stad ingeschat worden welke impact bepaalde gebeurtenissen zullen hebben: hoe veranderen bijvoorbeeld luchtkwaliteit, mobiliteit en leefbaarheid wanneer een bepaalde straat wordt afgesloten? Het kwaliteitsvol verwerken van alle mogelijke gegevens – locatiegebonden, sensordata, luchtbeelden – is hierbij uiterst waardevol. Via Deep Learning en AI worden op die manier toepassingen ontwikkeld die veel verder gaan dan wat met het menselijk brein alleen kan gerealiseerd worden.
- Natural Language Processing (begrijpen van gesproken taal) wordt ingezet om bij de 1700 (Vlaamse Infolijn) binnenkomende telefonische vragen automatisch te klasseren, de gesprekken integraal te transcriberen en te documenteren, en antwoorden te suggereren.

Om bij te dragen aan de kennisopbouw binnen de Vlaamse overheid m.b.t. de mogelijkheden (en de beperkingen) van artificiële intelligentie organiseert Informatie Vlaanderen op geregelde tijdstippen evenementen over AI. Voorbeelden hiervan zijn:

- Kennishub Informatie Vlaanderen: AI-opleiding voor CEO's en CIO's - 30/09/2019
- Kennishub Informatie Vlaanderen: AI-cases uit de industrie voor CEO's en CIO's - 07/10/201

Beleidsplannen AI en aanverwante technologieën

- De Vlaamse overheid heeft in 2019 het beleidsplan AI en CyberSecurity in de steigers gezet. Het beleidsplan Artificiële Intelligentie (zie verder): de Vlaamse Regering voorziet jaarlijks €32 miljoen om te investeren in strategisch basisonderzoek (€12 miljoen), implementatie in de bedrijven (€15 miljoen) en flankerende maatregelen (vaardigheden, juridische en ethische aspecten, sensibilisering, €5 miljoen). Nauw verbonden met het beleidsplan AI is het beleidsplan Cybersecurity (CS): de Vlaamse Regering voorziet jaarlijks €20 miljoen om te investeren in strategisch basisonderzoek (€8 miljoen), implementatie in de bedrijven (€9 miljoen) en flankerende maatregelen (€3 miljoen).
- Tevens werden voorbereidende stappen ondernomen voor de uitwerking van een beleidsagenda Virtual Reality/Augmented Reality. Daartoe werd een projectteam samengesteld binnen VLAIO. Het projectteam heeft een aantal interviews afgenomen bij of gesprekken gevoerd met verschillende bedrijven die ofwel diensten leveren inzake VR/AR, of zaken recent geïmplementeerd hebben. Ook werd gesproken met enkele kennisinstellingen en hun ervaringen met de stand van zaken inzake AR/VR en de noden

van bedrijven vandaag. Op 27 februari 2019 organiseerde VLAIO een interne workshop om deze resultaten te verwerken en om te zetten in een voorstel dat inspeelt op de noden van de bedrijven. Binnen VLAIO werd een specifiek actie ontwikkeld rond augmented en virtual reality, nl. een projectoproep die op 7 mei 2019 werd gelanceerd om eXtended Reality (XR) te stimuleren. XR-technologie kan voor zowat alle sectoren opportuniteiten creëren, denk maar aan industrie, zorg, ontspanning, onderwijs, overheid, enzovoort. Ook kunnen XR-toepassingen zich richten op alle aspecten van de bedrijfsvoering gaande van HR, marketing, sales, opleiding, productie, productontwikkeling, kwaliteitszorg, onderhoud (op afstand), ... VLAIO wilde met deze oproep de creatie van specifieke demonstratoren of 'Proof of Concepts' ondersteunen. Deze demo-activiteiten moeten het Vlaamse bedrijfsleven in staat stellen om de opportuniteiten, voorwaarden en relevantie van XR te evalueren. De resultaten van de projecten zullen dan ook gebruikt worden om andere ondernemingen aan te zetten de sprong te wagen.

- Daarnaast heeft de Vlaamse Regering op 4 mei 2019 het Vlaams beleidsplan gepersonaliseerde geneeskunde goedgekeurd. Er worden vier kernthema's geïdentificeerd die gelieerd zijn aan een succesvolle uitrol van gepersonaliseerde geneeskunde in Vlaanderen. Deze thema's hebben te maken met data, analysecapaciteit, technologie en training. Met dit plan beoogt de Vlaamse Regering *"de uitmuntende positie die Vlaanderen heeft in het domein van Gepersonaliseerde Geneeskunde te versterken. Dit moet leiden tot kennis en technologie die enerzijds bijdragen tot een wezenlijke verbetering van de gepersonaliseerde geneeskunde, en anderzijds de competitiviteit van de betrokken economische actoren ondersteunen."*⁴³¹ Op basis van een initiële bevraging bij bedrijven en kennisinstellingen werd een voldoende groot draagvlak gedetecteerd en werden een aantal gemeenschappelijke noden gedefinieerd die een specifiek ondersteuningsprogramma voor de verdere uitbouw van het Innovatief BedrijfsNetwerk (IBN) flanders.health tot speerpuntcluster op het vlak van gepersonaliseerde geneeskunde verantwoordden. Er wordt voor twee jaar een budget voorzien, van telkens €5 miljoen op de begroting van wetenschap en innovatie. De middelen van het programma worden beheerd door het agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO).
- Een van de belangrijkste doelstellingen van de Vlaamse overheid is het omvormen van Vlaanderen tot een "slimme regio". Daartoe werden er al twee grote investeringsprogramma's opgezet: het Smart Flanders-ondersteuningsprogramma (2017-2019), gericht op de ontwikkeling van real-time open datatoepassingen, dat de 13 centrumsteden en de Vlaamse gemeenschapscommissie (VGC) voor Brussel begeleidde om te groeien naar slimme steden, en het City of Things-programma (2018-2019), gericht op testprojecten in "smart city"-toepassingen (op het vlak van omgeving, verkeersbeheer, gezondheidszorg, ...) en de experimenteeruimte die Imec in Antwerpen krijgt. Deze investeringen worden verdergezet om zo te komen tot de creatie van een levensvatbaar Vlaams ecosysteem met "slimme regio" toepassingen. Aldus wordt onder de huidige Vlaamse minister voor Binnenlands Bestuur het Smart Flanders-programma voortgezet. In het vervolgprogramma wordt ingezet op verschillende sporen. Deze drie sporen zijn het continueren van het netwerk en de dynamiek die is ontstaan binnen het oorspronkelijke Smart Flanders-programma, de ontwikkeling van een Vlaamse Open City Architectuur (VLOCA) en het verhogen van de maturiteit en de kennis van de steden en gemeenten om

⁴³¹ Vlaamse Regering, *Beleidsplan gepersonaliseerde geneeskunde*, Bisnota aan de Vlaamse Regering, VR 2019 0504 DOC.0537/1BIS.

Europese subsidieprogramma's binnen te halen. In het vervolgprogramma zullen ook de andere lokale besturen actief betrokken worden in het programma.

- In het vervolgprogramma Smart Flanders zet de Vlaamse overheid verder in op het netwerk en de dynamiek die is ontstaan binnen de eerste periode. Om de 6 weken komt de stuurgroep van afgevaardigden van de 13 centrumsteden, de Vlaamse Gemeenschapscommissie (VGC) voor Brussel, de Vereniging van Vlaamse Steden en Gemeenten (VVSG), het Kenniscentrum Vlaamse Steden (KCVS) en een aantal entiteiten van de Vlaamse overheid samen. De stuurgroep bespreekt hoe ze slimme toepassingen kan inzetten om problematieken waarmee de steden dagdagelijks worden geconfronteerd aan te pakken. Er wordt gekeken hoe ook andere steden en gemeenten betrokken kunnen worden in dit traject. Kennisdeling en praktijkuitwisseling zijn noodzakelijk om verder door te groeien tot slimme Vlaamse regio. Goede praktijken en ervaringen delen met andere (provincie)steden en gemeentebesturen via studiedagen, workshops en interactieve interviewsessies via het kennisdelingsnetwerk.
- Vlaanderen wil een Europese koploper zijn als slimme regio. De financiële slagkracht van steden en gemeenten zal een cruciale factor zijn om dat te verwezenlijken. Slimme programma's opzetten en implementeren kosten immers handen vol geld. Daarom wil de Vlaamse overheid de maturiteit van de steden en gemeenten vergroten om Europese subsidieprogramma's binnen te rijden. De Vlaamse overheid laat zich daarbij inspireren door de Finse 'Six Aika Strategy', waardoor de 6 grootste steden van Finland erin slagen om de financiële middelen van het EFRO-programma gezamenlijk en efficiënt in te zetten.
- De Vlaamse overheid en Imec/VITO werken samen om in een co-creatief traject met het bedrijfsleven en de lokale besturen een Vlaamse Open City Architectuur (VLOCA) uit te tekenen. Dit is een gedragen referentiekader, een soort van bouwplan om projecten te ontwikkelen in Vlaamse slimme steden, gemeenten of regio's. Dat referentiekader bevat afspraken en richtlijnen over interoperabiliteit (de mogelijkheid van verschillende systemen om met elkaar te communiceren) tussen verschillende IT-systemen en de uitwisseling van gegevens. Een gedeelde visie over een open digitale architectuur moet leiden tot efficiëntere, digitale oplossingen voor de lokale besturen.
- Voorts werden in 2019 verschillende thematische initiatieven en projecten opgestart die de digitalisering van de samenleving ten goede komen (Mobilidata, I-Learn, Internet of Water...):
 - €29 miljoen wordt geïnvesteerd in een dataplatform dat verkeersgegevens verzamelt en de verkeersdoorstroming moet verbeteren (Mobili-data);
 - €20 miljoen wordt geïnvesteerd in een project om gepersonaliseerd digitaal leren naar het ganse Vlaamse onderwijs te brengen (I-Learn);
 - €10 miljoen wordt geïnvesteerd in een project gericht op de ontwikkeling van een basis meet- en beheerinfrastructuur die bijdraagt aan het effectiever en efficiënter beheer van de zoetwater reserves (Internet of Water).
- Verder kan aangegeven worden dat de digitalisering van de overheid, en in het bijzonder AI, via het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (een N-project binnen het departement EWI) wordt ondersteund. Er wordt een 50% cofinanciering voorzien om via innovatieve overheidsopdrachten extra mogelijkheden te geven om, samen met ondernemingen en onderzoekscentra, de werking van de Vlaamse publieke sector te vernieuwen en innovatieve antwoorden te bieden op tal van maatschappelijke uitdagingen. Voorbeelden zijn:

- het project '1700 ondersteund door AI' van Informatie Vlaanderen dat de werking van de Vlaamse infolijn wil optimaliseren met behulp van AI door sneller, adequater en ook 'automatischer' antwoorden te suggereren aan de antwoordverstrekker, ongeacht het gekozen communicatiekanaal (mondeling of schriftelijk);
 - het project 'Alternative Use of Imaging Systems through Artificial Intelligence (ALTRUIS)' waarmee Digipolis de mobiliteitsproblematiek in en rond de stad Antwerpen mee wil aanpakken door het alternatief gebruik van camerabeelden en het inzetten van AI;
 - het project 'Automatische ondertiteling via spraakherkenning' van de VRT dat beoogt een tool te ontwikkelen die het ondertitelingsproces grotendeels automatisch te laten verlopen door video automatisch te transcriberen en daar automatisch ondertitels uit te distilleren;
 - het project 'Innovatieve functionaliteiten en AI voor energiebesparing in de publieke sector' waarbij er zal nagegaan worden waar artificiële intelligentie kan worden ingezet om o.a. sneller energiebesparingspotentieel te detecteren in publieke gebouwen en of een Software-as-a-Service (SaaS) model een meerwaarde kan bieden. Hiervoor werd op 30 september een online marktconsultatie georganiseerd als voortraject van het PIO-project om na te gaan welk potentieel aan inzichten en automatisering mogelijk is door het inzetten van (een combinatie van) vernieuwende technologieën.
 - het project 'Predictief onderhoud op sluisdeuren door middel van artificiële intelligentie (AI)' van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW) waarbij men op basis van artificiële intelligentie (AI) en eventueel bijkomend te verzamelen data relevante en voorspellende variabelen wil definiëren zodat men automatische waarschuwingen kan genereren over de noodzaak aan onderhoud bij sluizen;
 - de nieuwe overheidsopdracht 'AI-platform voor agrovoedingstoepassingen van veld tot vork' in het kader van de in mei 2020 gelanceerde oproep, waarbij het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) de door haar gegenereerde data beter wil gaan benutten door een innovatief platform te ontwikkelen met (1) toegewijde servers, (2) software om rapid AI-prototyping te testen en (3) software die het labelen van grote hoeveelheden data organiseert en versnelt. Dit AI4Agrifood platform zal eerst het onderzoek en ontwikkeling op ILVO versnellen en zal tegelijk dankzij onze Living Lab approach zorgen dat alle actoren in de agrovoedingssector de mogelijkheden van AI kunnen gebruiken.
 - Een volgende indiadatum voor innovatieve aankoopprojecten was voorzien op 22 oktober 2020.
- In 2017 reserveerde de Vlaamse overheid al €3,5 miljoen voor een eerste reeks proeftuinen⁴³² in het kader van Industrie 4.0. Een jaar later leveren deze gerichte diensten aan een breed scala van bedrijven. Begin 2019 werden 10 nieuwe proeftuinen geselecteerd, die vanaf april startten, voor een budget van €4 miljoen en met de doelstelling nog meer industriële sectoren en thema's te bestrijken.

AI-initiatieven van overheidsagentschappen

⁴³² <https://www.industrie40vlaanderen.be/proeftuinen>

- Flanders Investment and Trade (FIT) trekt de kaart van AI en digitalisering. In dit verband kan o.a. naar het S(tructural)R(eform)S(uport)P(rogram)-project⁴³³ worden verwezen. Het SRSP-project “Artificial Intelligence in Trade and Investment promotion agencies” binnen FIT voorziet een specifieke inspanning ter verbetering van: (1) de toegang tot data (beoordeling van het huidige gebruik van data binnen FIT, alsook een 'roadmap' met specifieke aanbevelingen voor verbetering), (2) investeringen in data en Artificial Intelligence (het aanreiken van een langetermijnstrategie dat toekomstige investeringen in zowel data als AI rechtvaardigt), (3) de digitale 'skills gap' (het opleveren van het huidige bewustzijn van AI (als digitale vaardigheid) en data doorheen alle lagen van de organisatie mede met het oog op het opstellen van specifieke opleidingstrajecten als richtlijn voor bijscholing van personeel) en (4) effectieve instellingen en kwaliteitsoverheden (het opstellen van een AI-strategie zal FIT de nodige richtlijnen geven om specifieke tools te ontwikkelen of organisatorische veranderingen door te voeren om optimaal te kunnen functioneren in een snel veranderende digitale omgeving en zo tegemoet te komen aan de toenemende eisen van de klant en als waarborg voor blijvende operationele excellentie).
- VDAB ontwikkelde een nieuwe online leermodule rond artificiële intelligentie. Het doel van deze module is om zoveel mogelijk mensen de basis rond artificiële intelligentie mee te geven (<https://www.vdab.be/wat-is-AI>). De bedoeling is jaarlijks 45.000 Vlamingen op te leiden in AI aan de hand van deze online beschikbare cursus in samenwerking met sectororganisaties en bedrijven. AI wordt ook ingezet voor de begeleiding op maat van kwetsbare groepen. De bedoeling is dat Vlaanderen nieuw ingeschreven werkzoekenden sneller gaat screenen (binnen twee maanden na inschrijving), en binnen drie maanden na inschrijving bindende afspraken zal maken over hun traject. Met behulp van artificiële intelligentie wordt ingeschat hoe groot hun afstand tot werk is. Zo kan VDAB efficiënt ondersteunen waar nodig, zodat het voorgestelde traject maximaal tegemoet komt aan hun noden. (zie hoger)
- In antwoord op de coronacrisis heeft de Vlaamse Regering het initiatief genomen tot oprichting van een taskforce “Vlaanderen Helemaal Digitaal” met strategische ondersteuning van het onderzoekscentrum Imec en betrokkenheid van diverse ondernemersverenigingen, academici en technologen. Deze taskforce biedt een matching platform om digitale oplossingen voor problemen en uitdagingen die ontstaan zijn, dicht bij elkaar te brengen. Daarbij wordt gedacht aan de mogelijkheden rond telewerk, het gebruik van videoconsultaties in de zorg, afstandsonderwijs en apps die de drukte in winkels monitoren.

Beleidsplan Artificiële Intelligentie

Het Beleidsplan Artificiële intelligentie, op 22 maart 2019 goedgekeurd door de Vlaamse Regering, bestaat uit drie delen die elkaar aanvullen en versterken. Het globale programma wordt opgevolgd door een Stuurgroep onder leiding van het departement EWI en VLAIO met een vertegenwoordiging van de relevante stakeholders uit het bedrijfsleven en het onderzoeksveld. De Stuurgroep telt 12 leden, aangeduid door de Vlaamse Regering op 7 juni 2019. De Stuurgroep evalueert de werking en de impact van het beleidsprogramma en stuurt waar nodig bij.

1. Strategisch basisonderzoek versterken

⁴³³ Het Steunprogramma voor Structurele Hervormingen (SRSP) is een programma dat EU-lidstaten ondersteunt bij institutionele, administratieve en groeigerichte structurele hervormingen. Het programma ondersteunt zowel de voorbereidingen als het ontwerp en de implementatie van de hervormingen.

Vlaamse onderzoeksinstituten, universiteiten en kenniscentra krijgen €12 miljoen per jaar voor AI-onderzoek. Zij behoren met hun state-of-the-art onderzoek en toonaangevende demonstratoren tot de wereldtop in AI en dragen ertoe bij dat Vlaanderen een voortrekkersrol speelt in de datagedreven vierde industriële revolutie. Het onderzoeksprogramma, gecoördineerd door Imec, is erop gericht een competitief voordeel uit te bouwen in vier AI-disciplines waarin Vlaanderen tot de top behoort en die gelinkt zijn aan vier grote uitdagingen op het vlak van artificiële intelligentie. Voor de praktische implementatie wordt voor elk van deze vier onderzoekslijnen een roadmap opgemaakt die door Vlaamse bedrijven en internationale experts gevalideerd zal worden.

Uitdaging 1: AI voor complexe beslissingen. Veel industriële processen en systemen in de samenleving leggen complexe randvoorwaarden op aan het maken van beslissingen. Deze onderzoekslijn richt zich op het maken van automatische analyses van beschikbare data, het formuleren van bestaande expertise en het genereren van nieuwe kennis door machine learning. En dat allemaal rekening houdend met de eisen op het vlak van veiligheid, ethiek en privacy.

Uitdaging 2: realtime en energie-efficiënte AI. Krachtige smartphones, auto's en robots kunnen taken van de cloud overnemen (edge computing), wat leidt tot snellere beslissingen, een lager energieverbruik en een betere bescherming van de privacy. Dit opent nieuwe mogelijkheden voor AI-toepassingen gebaseerd op intelligente systemen en componenten met een laag vermogen, vaak op batterijen. Dit onderzoek moet leiden tot toepassingsgerichte cases die ver vooruit lopen op de stand van de techniek voor gedistribueerde en hiërarchische AI-systemen, geavanceerde signaalprocessing en leeralgoritmes voor het extraheren van actiegerichte informatie uit de 'edge'.

Uitdaging 3: multi-actor en collaboratieve AI. In multi-actorsystemen interageren meerdere computers die elk autonoom beslissingen nemen. Het is fundamenteel dat geen van de computers het hele systeem kent, noch directe controle heeft over de andere computers. Dit is onder meer interessant voor zelfrijdende auto's, die zich aanpassen aan het gedrag van mensen of andere autonome voertuigen. Of voor privacygevoelige systemen waar één actor niet al zijn gegevens kenbaar kan maken aan de andere actoren. Bijvoorbeeld voor toepassingen in de bankwereld, de aandelenmarkt of voor netwerk-routing. Het onderzoek focust op de adaptiviteit, robuustheid, beheersbaarheid en randvoorwaarden voor een goede werking van multi-actorsystemen.

Uitdaging 4: Human-like AI. Deze onderzoekslijn focust op het ontwerpen van AI-systemen om zo natuurlijk mogelijk te communiceren en te interageren met mensen, onder andere via natuurlijke taal en beeldherkenning. Het AI-systeem moet in staat zijn om gelaagde menselijke redeneringen op te bouwen door de complexe omgeving te observeren en te begrijpen. Zo kunnen computers onafhankelijk problemen identificeren en oplossen. Mensen kunnen met hun intelligentie en fysische capaciteiten in harmonie werken met complementaire machines via intuïtieve en sociale interactie. Dit doel is nog veraf. Maar in veel praktische toepassingen, zoals het herkennen van patronen en het generaliseren van individuele taken, levert AI al een zeer interessante bijdrage.

Elk van deze uitdagingen ('Grand Challenges') omvat verschillende werkpakketten en groepeert tientallen nieuw gerekruteerde onderzoekers onder leiding van ervaren professoren. In de Grand Challenges zijn ook een twintigtal 'Proof of Concepts' opgenomen, met partners uit de SOC's, overheidsdiensten en clusters van bedrijven, met als bedoeling op korte termijn te komen met overtuigende proefprojecten en -demonstraties. ICON (Interdisciplinair Coöperatief Onderzoek)

is een formule voor vraaggedreven, coöperatief onderzoek. Multidisciplinaire onderzoeksteams van wetenschappers, industriepartners en/of social profitorganisaties werken samen om oplossingen te ontwikkelen die daarna hun weg vinden in het marktaanbod van de deelnemende partners en daarbuiten.

Het hele programma wordt gemonitord via zogenaamde 'key performance indicatoren'. Het uitgewerkte voorstel werd in het voorjaar 2019 voorgelegd aan een panel van een 200-tal bedrijven en in juni wetenschappelijk gevalideerd door een Internationale Adviesraad⁴³⁴, beide met een gunstig advies.

2. Gebruik van AI door bedrijven stimuleren

De essentiële doelstelling van het beleidsplan is dat bedrijven en andere actoren zo breed mogelijk gebruik gaan maken van artificiële intelligentie. Een voorwaarde daarvoor is dat alle actoren beschikken over voldoende digitale geletterdheid en een degelijke informatie- en datastructuur. Om dit te realiseren voorziet het beleidsplan, onder leiding van het Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO), jaarlijks €15 miljoen ter ondersteuning van de digitale transformatie van bedrijven.

VLAIO beoogt, samen met de partners uit het VLAIO Netwerk, bedrijven in zoveel mogelijk domeinen te sensibiliseren, informeren en adviseren over de mogelijkheden van artificiële intelligentie. En daarnaast wordt ook begeleiding voorzien bij hun eerste ervaringen met deze nieuwe technologie. Verder zet VLAIO bestaande subsidie-instrumenten (Onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten, ICON-projecten, Baekeland-mandaten, ...) in om bedrijven te ondersteunen bij het toepassen van AI in de eigen bedrijfsomgeving. VLAIO heeft daarnaast ook een Industrie 4.0 Wegwijzer⁴³⁵ ontworpen die maakbedrijven in staat stelt op zoek te gaan naar state-of-the-art expertise bij onderzoekspartners op het vlak van onder meer Internet of Things (IoT), AI of Virtual Reality (VR). De zoektocht kan op drie manieren verlopen: regionaal, technologisch (12 technologische bouwblokken) of naar categorie van onderzoeksinstelling (speerpuntclusters, IBN's, onderzoekscentra, Industrie 4.0 proeftuinen). Kortom, ondersteuning in de vorm van coaching en advies tot concrete toepassingen en onderzoekstrajecten op bedrijfsniveau.

De komende 4 jaar investeert de Vlaamse Regering €90 miljoen om ondernemerschap en innovatie in Vlaanderen te stimuleren. 11 geselecteerde organisaties zullen een waaier aan dienstverlening aan Vlaamse ondernemingen aanbieden. Zij engageren zich om ondernemers te sensibiliseren, te begeleiden en te ondersteunen op cruciale momenten in hun levenscyclus. De 11 dienstverleners zijn: Unizo, Voka, NSZ, Sirris, Agoria, Starterslabo, Scale-ups.eu, Netwerk Ondernemen, Netwerk voor Innovatieversnelling in de Bouw, Verso en Syntra West. Sirris, Agoria, Verso en Syntra West zijn nieuw. Innovatie staat voorop met thema's zoals Artificiële Intelligentie en Cybersecurity. Circulaire economie, klimaat & energie zijn nieuw binnen de dienstverlening. Zo zal Agoria het DigiCoach-programma mee inzetten bij het invullen van zijn rol als dienstverlener binnen het vernieuwde contract ondernemerschap en innovatieversnelling. Het DigiCoach-programma bestaat uit drie luiken: de DigiScan die de mogelijkheid geeft aan een onderneming om zichzelf te evalueren op het vlak van digitale transformatie, DigiSkills dat de werknemers van een onderneming inzicht geeft in hun eigen digitale vaardigheden en

⁴³⁴ Artificial Intelligence Research Flanders – Feedback from the International Advisory Board on the proposal, VR 2019 2806 DOC.0952/8

⁴³⁵ <https://www.industrie40vlaanderen.be/industrie-40-wegwijzer>

DigiConnect dat bedrijven voor de uitvoering van hun digitaliseringsproject helpt om op een gestructureerde manier de weg te vinden naar leveranciers van digitale technologie.

- Thematische ICON-projecten AI. Zoals reeds aangegeven, is er VLAIO-ondersteuning voor ontwikkelings- en onderzoeksprojecten op het vlak van AI. Daarnaast voorziet VLAIO ook steun voor thematische ICON-projecten AI. Met de thematische ICON projecten artificiële intelligentie (AI-ICON) wil VLAIO de brug slaan tussen onderzoeksresultaten op vlak van artificiële intelligentie en toepassingen hiervan in het Vlaamse bedrijfsleven. Er wordt prioriteit gegeven aan projecten met een grote meerwaarde voor Vlaanderen, aan projecten die sterk aansluiten bij het onderzoeksprogramma AI Vlaanderen, en aan projecten die sterk gerelateerd zijn aan AI. Er is een budget van €5 miljoen voorzien.
- Binnen de programma's COOCK (Collectief Onderzoek&Ontwikkeling en Collectieve Kennisverspreiding/-transfer) en TETRA (Technologietransfer door Instellingen voor Hoger Onderwijs) werden in 2019 projecten goedgekeurd voor collectieve uitdagingen voor groepen van bedrijven. De oproep Hogescholen AI van 27 mei 2019 was specifiek gericht op toepassingsgerichte digitaliseringsprojecten vanuit de hogescholen met aandacht voor de implementatie van AI bij ondernemingen en social profitorganisaties. Projecten die nauw aansluiten bij de doelstellingen uit het beleidsplan AI hadden daarbij de voorkeur. Deze oproep stond exclusief open voor onderzoeksgroepen van Vlaamse hogescholen die actief bezig zijn met praktijkgericht onderzoek. Zowel projecten in het kader van zorg als andere toepassingsdomeinen kwamen in aanmerking. De oproep werd gelanceerd op basis van het TETRA-kader. Dit betekent dat de projecten zich richten op het vertalen van beschikbare kennis naar gevalideerde en direct bruikbare concepten of prototypes die inspelen op de noden van en/of nieuwe marktopportunities bieden aan een ruime groep ondernemingen (kmo's) en/of social profitorganisaties. Er is daarnaast ook een kennisdoorstroming naar opleidingen aan hogescholen. Op 10 februari 2020 werd een tweede oproep TETRA Hogescholen-AI opengesteld. De oproep is gericht op digitaliseringsprojecten vanuit de hogescholen met specifiek aandacht voor AI bij ondernemingen en non-profitorganisaties. Op 16 juni 2020 werden in het kader van de tweede oproep in totaal 23 projectaanvragen ingediend voor een totale aangevraagde subsidie van ongeveer €8,8 miljoen. Na evaluatie en selectie werden finaal 5 projecten gesteund met €2,06 miljoen subsidie.
- Op 24 juli 2020 lanceerde VLAIO een eerste oproep 'Digitale transformatieprojecten' om kmo's de kans te geven een digitale transformatie te realiseren door ondersteuning van een externe deskundige. Het gaat om digitaliseringsprojecten met een hoge ambitie die vernieuwend en belangrijk zijn voor de onderneming en bovendien implementeerbaar zijn. Projecten kunnen zich richten op zowel producten, diensten als processen van ondernemingen en dienen een duidelijke bijdrage te leveren aan de overgang naar een data-gedreven organisatie. Het programma beoogt dus de digitale maturiteit van de Vlaamse kmo's te verhogen. Projecten kunnen 50% steun krijgen met een maximum van €50.000 per project. Er wordt voor deze oproep een totaalbudget van €2,5 miljoen voorzien.
- Ook voor (internationale) projecten in het kader van EFRO, Interreg of Eureka kan VLAIO-cofinanciering worden voorzien.

 - Het Vlaamse EFRO-programma subsidieert projecten die het concurrentievermogen vergroten en de werkgelegenheid stimuleren. Het beheer van EFRO Vlaanderen is in handen van VLAIO. In het kader van EFRO werd bijvoorbeeld binnen de prioriteit 1 (stimuleren van onderzoek, technologische ontwikkeling en innovatie) een oproep '*Laagdrempelige Digitale Experimenteeruimtes*' (Vlaamse Digital Experience Labs) gelanceerd. Het totale budget voor prioriteit 1 bedraagt €87,63 miljoen, voor de periode

van 2014 tot 2020. Daarmee zullen Vlaamse bedrijven en ook publieke actoren de kans krijgen om te experimenteren met toepassingen in Artificiële Intelligentie (AI) en de digitale ondersteuning van bedrijfsprocessen. Met deze oproep speelt het EFRO-programma in op deze vastgestelde nood en wordt beoogd dat Vlaamse kmo's op eenvoudige manier toegang hebben tot bijstand en advies voor hun projecten met het brede gamma aan datagedreven technologieën. Met deze oproep worden zowel de dienstverlening aan de kmo's (= kern van het project) als de eventuele noodzakelijke investeringen en werkingskosten,... in functie van deze dienstverlening ondersteund. Om bedrijven te helpen de stap te zetten en de nodige investeringen te doen, zal één digitale hub per provincie worden opgericht. Daar zullen bedrijven, en in het bijzonder kmo's, terecht kunnen voor advies en begeleiding om hun digitaliseringsprojecten vorm te geven. Hoe kan dat concreet werken? Denk aan een bedrijf dat zijn productieproces en voorraadbeheer wil digitaliseren door het gebruik van sensortechnologie. Dat bedrijf kan het vernieuwingsproces aan het lab voorleggen, testen laten uitvoeren en samen zoeken naar geschikte partners om samen mee te werken. Deze labs zullen tot stand komen via een samenwerking tussen onderzoeksorganisaties en kennisinstellingen zoals hogescholen die de nodige infrastructuur en kennis hebben en organisaties die toegang hebben tot een grote groep van bedrijven. De beoogde activiteiten worden gespreid over twee types van projecten. Aan Projecttype 1 (uitbouw van de laagdrempelige experimenteerruimtes oftewel het demonstreren, testen en experimenteren met nieuwe datagedreven digitale technologieën) is een maximaal (publiek) steunpercentage gekoppeld van 50%, voor Projecttype 2 (begeleiding van kmo's inzake innovatieve toepassingen rond digitalisering oftewel implementeren van smart data management) is dat maximaal 70% per begeleide kmo. Voor deze oproep wordt een budget voorzien van €3.000.000 EFRO-steun. Aan een consortium kan maximaal €600.000 EFRO-middelen toegekend worden. De uiterste indieningsdatum van de volledige projectaanvraag werd vastgelegd op vrijdag 20 november 2020.

- Gelijktijdig met deze EFRO-oproep is ook de selectieprocedure opgestart naar Vlaamse kandidaten voor de European Digital Innovation Hubs. In het nieuwe Digital Europe Programme (DEP)⁴³⁶ voor de Europese meerjarenbegroting staat het netwerk van European Digital Innovation Hubs (EDIH) centraal. Een EDIH is een (groep van) organisatie(s) die bedrijven, voornamelijk kmo's, en/of de publieke sector ondersteunen in hun digitale transformatie. Het moet de digitale transformatie van bedrijven en andere organisaties versnellen door minstens volgende diensten aan te bieden: testen voor het investeren, vaardigheden en training, ondersteuning om investering te vinden, innovatie ecosysteem uitbouwen en netwerken. De Hubs moeten daarbij ook vraag en aanbod bij elkaar brengen en zo het Vlaamse en Europese ecosysteem versterken. Elke European Digital Innovation Hub heeft een bepaalde focus gelinkt aan de drie sleuteltechnologieën van het DEP, zijnde supercomputing, AI en cybersecurity. In het najaar van 2020 gaat de Europese Commissie over tot de selectie van de eerste hubs, daaraan voorafgaand zijn de lidstaten aan zet via preselectie. In België zijn de gewesten bevoegd voor deze selectie. De lijsten met kandidaat-aanvragers van de gewesten zullen vervolgens samengebundeld worden tot één Belgische lijst. De zoektocht naar geschikte kandidaten voor de European Digital Innovation Hubs verliep in Vlaanderen via een

⁴³⁶ Voor meer info zie: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/commission-welcomes-agreement-digital-europe-programme-2021-2027>

Vlaamse preselectie. Deze werd eind juni 2020 geopend. Deadline voor het indienen van kandidaturen was 31 augustus 2020. De Vlaamse Regering maakte in oktober 2020 de geselecteerde kandidaten op Vlaams niveau bekend: Artificial Intelligence (trekker imec), Digitale transformatie Scale ups (trekker Sirris), digitalisatie van de industrie en Industrie 4.0 (DII4.0, trekker Flanders Make), Creative BANG Flanders (trekker VRT), EDIH4Agrifood (trekker ILVO), EdTech Station @Hangar K (trekker Hangar K), Energie in de bebouwde omgeving (trekker Energyville), Gezondheid en zorg (trekker DSP Valley) en Smart Cities and Smart Port & Logistics (trekker The Beacon).⁴³⁷ De Commissie zal voor elke hub jaarlijks tussen €0,5 en €1 miljoen op tafel leggen. Lidstaten staan in voor minstens evenveel financiering. Het DEP voorziet een digital hub-subsidie voor een periode van 3 jaar met de mogelijkheid tot heraanvraag op het einde van de 3 jaar, voor een bijkomende periode van 4 jaar. Ook zijn er mogelijkheden tot verdere financiering via Digital Europe, EFRO, Horizon Europe, EIB-instrumenten en het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. Finaal zal Europa tussen 4 en 11 Belgische hubs selecteren.

- Bijna gelijktijdig heeft VAIO een EFRO-oproep gelanceerd voor Digital Experience Labs. Hiermee zet Vlaanderen Europese middelen in voor het ondersteunen van digitaliseringsprojecten bij kmo's en bedrijven. Die moeten bij de Digital Experience Labs terecht kunnen voor laagdrempelig advies en begeleiding. Concreet gaat het dan bijvoorbeeld om het experimenteren met nieuwe datagedreven digitale technologie of het implementeren van smart datamanagement. Een Experience lab zal meer concreet volgende functies vervullen: het adviseren en begeleiden van kmo's bij het testen en experimenteren met digitale technologieën en de matchmaking met private technologieaanbieders. Er wordt gemikt op één Experience Lab per provincie. Een hub onderscheidt zich van een lab door de inbedding in een Europees netwerk, het uitvoeren van bijkomende functies (ondersteuning ecosysteem, aanbrenge van vaardigheden) en een focus die aansluit bij de Vlaamse digitaliseringsprioriteiten vermeld in de beleidsnota EWI 2019-2024 en specialisaties (daar waar labs brede, generieke instrumenten zijn). Vanuit Vlaanderen wordt gestreefd naar maximale, samenwerking tussen de actoren om de digitale transformatie bij kmo's en publieke overheden te ondersteunen. Gezien de complementariteit tussen hubs en labs, wordt verwacht dat er nauwe samenwerkingsverbanden ontstaan tussen de beide instrumenten.
- EFRO Interreg maakt deel uit van de Europese Structuur- en Investeringsfondsen (ESI-fondsen). Interreg is een verzamelnaam voor meerdere programma's die internationale samenwerkingsprojecten subsidiëren met als doel een kennisintensieve en koolstofarme economie. Het project Factory 4.0, dat wordt uitgevoerd binnen Interreg Frankrijk-Wallonië-Vlaanderen, versnelt de transformatie van bedrijven naar een Industrie 4.0 fabriek door automatisering en digitale technologie verder te integreren in de productiemethoden van bedrijven. Factory 4.0 streeft er m.a.w. naar om regionale kmo's performanter te maken door vier ontwikkelingsassen: nieuwe technologieën, processen, energie-efficiëntie en competentie management. Dankzij een aanpak in etappes krijgen kmo's met een productiecapaciteit informatie over de mogelijkheden van Industrie 4.0, de uitdagingen en de mogelijkheden tot het transformeren van hun productieapparaat. Vanuit Vlaanderen nemen POM West-Vlaanderen en SIRRIS deel

⁴³⁷ <https://www.vleva.eu/nl/eu-algemeen/project-limburg/eu-nieuws/vlaamse-preselectie-european-digital-innovation-hubs-bekend>

- aan dit project. Uiteindelijk zullen 180 bedrijven tegen het einde van het project in 2020 beroep kunnen doen op een volledige diagnose met actieplan. Uiteindelijk zullen 180 bedrijven tegen het einde van het project in 2020 beroep kunnen doen op een volledige diagnose met actieplan. Op 10 juni 2020 organiseerde het project Factory 4.0 een webinar over cybersecurity. Het webinar sloot af met een balans na 4 jaar Factory 4.0, aangevuld met enkele getuigenissen door bedrijven.
- Op het vlak van O&O&I-projecten in een internationaal consortium kan bijvoorbeeld verwezen worden naar de internationale oproep Artificiële intelligentie (Eureka Cluster call) van maart 2020. Een ontwikkelingsproject of een onderzoeksproject kan extra steun genieten voor samenwerking wanneer het wordt uitgevoerd als Vlaams deelproject in een EUREKA-project⁴³⁸. Het Vlaams deelproject komt in aanmerking voor extra steun voor samenwerking als (i) het project het EUREKA-label verkrijgt, (ii) de partners een ondertekende internationale Consortium Overeenkomst hebben ingeleverd, (iii) ten minste 2 lidstaten van de Europese Unie deelnemen aan het project en (iv) geen van de ondernemingen meer dan 70 % van de kosten van het samenwerkingsproject voor haar rekening moet nemen. De Eureka-clusters CELTIC-NEXT, EUROGIA, ITEA3 en PENTA-EURIPIDES hebben een gemeenschappelijke interesse vastgesteld in artificiële intelligentie in de verschillende domeinen. Deze clusters lanceren daarom samen met verschillende nationale en regionale overheidsinstanties een oproep voor innovatieve projecten in het domein van artificiële intelligentie. Het doel van deze oproep is om de productiviteit en het concurrentievermogen van de Europese ondernemingen te vergroten door de acceptatie en het gebruik van AI-systemen en -diensten. Het toepassingsdomein is ruim en omvat o.a. ICT, cyber security, eHealth, landbouw, koolstofarme energie, circulaire economie, smart cities, industrie 4.0, HMI, elektronische componenten, klimaat, engineering, software innovatie, veiligheid, transport & mobiliteit... Samenwerking is mogelijk met organisaties uit Oostenrijk, Denemarken, Hongarije, Nederland, Spanje, Finland, Luxemburg, Portugal, Zweden, Canada, Duitsland, Malta, Turkije en Zuid-Korea. In België is ook steun mogelijk in het Waals gewest. In Vlaanderen kunnen enkel ondernemingen steun ontvangen, onderzoeksinstellingen kunnen wel deelnemen mits co-financiering door het bedrijf. Het internationale projectvoorstel moest tegen ten laatste 15 juni 2020 ingediend worden. Naast de internationale aanvraag, is het nodig om een Vlaamse aanvraag in te dienen bij het VLAIO, met dezelfde deadline. De steunbeslissing wordt verwacht voor januari 2021. De Vlaamse aanvraag bij VLAIO verliep via de subsidiekanalen ontwikkelingsproject of onderzoeksproject.

3. Bewustmaking, opleiding en ethische omkadering

Kenniscentrum Data&Maatschappij

⁴³⁸ EUREKA is een intergouvernementele organisatie waarvan vandaag 41 landen en de Europese Unie lid zijn. Het initiatief is gericht op de bevordering van de internationale samenwerking in toegepast en marktgericht industrieel Onderzoek & Ontwikkeling. De organisatie werd in 1985 opgericht om de competitiviteit van de Europese industrie te versterken via het faciliteren van de opbouw en financiering van projecten voor de ontwikkeling van nieuwe producten, processen of diensten. EUREKA omvat ook 'Clusters', zoals ITEA, EURIPIDES, PENTA, CELTIC, SMART en EUROGIA. Deze ondersteunen de opbouw van (sub)projecten in een specifiek onderzoeksterrein of industriële sector. Hiertoe beschikken ze over een eigen organisatiestructuur.

De Vlaamse overheid is zich bewust dat acceptatie van AI in het industrieel en maatschappelijk weefsel samenhangt met veilige, betrouwbare en transparante AI. Daarom voorziet het Vlaamse beleidsplan jaarlijks €5 miljoen voor bewustmaking, opleiding en juridische en ethische omkadering rond artificiële intelligentie. Er werd daartoe ingevolge de beslissing van de Vlaamse Regering van 24 mei 2019 een Kenniscentrum Data en Maatschappij opgericht dat beleidsmakers, bedrijven en het grote publiek toepasbare richtsnoeren en adviezen zal aanreiken. Bijkomend moet dit kenniscentrum uitgroeien tot een toonaangevende stem in de maatschappelijk verantwoorde ontwikkeling van AI in Vlaanderen. De uitrol van dit Kenniscentrum werd goedgekeurd voor een budget van €750.000 per jaar bij beslissing van de Vlaamse Regering in april 2019.

Opleidingsinitiatieven

- Om een brede basis van de bevolking een basiskennis AI mee te geven, wordt samen met VDAB, SYNTRA en de opleidings- en onderwijsinstellingen een breed toegankelijk en laagdrempelig opleidingsaanbod uitgewerkt, op maat van de verschillende doelgroepen. Het is de ambitie van de regering om op drie jaar tijd 100.000 Vlamingen minstens een basiskennis AI mee te geven.
- Ook via ESF worden opleidingstrajecten voorzien. De Vlaamse Regering besliste eind november 2019 om samen met het Europees Sociaal Fonds €8,5 miljoen te investeren in opleidingen die Vlaamse ondernemingen klaarstomen voor de digitale toekomst.
 - In 2019 werd oproep 467 gelanceerd betreffende het voorbereiden van ondernemingen en hun werknemers op de implementatie en het gebruik van artificiële intelligentie. Via deze ESF-oproep van €1,7 miljoen werden ondernemingen (en hun werknemers) die in de toekomst gebruik gaan maken van Artificiële intelligentie (AI) en/of al aan de slag zijn met de implementatie van AI, ondersteund met een aanbod van praktijkgerichte opleidingstrajecten ter aanvulling van het bestaande aanbod. Daarom werd in deze oproep op zoek gegaan naar promotoren die een opleidingsaanbod ontwikkelen dat complementair is aan het bestaande aanbod en dit voor ondernemingen die vandaag nog geen AI toepassen en/of ondernemingen (en hun werknemers) die dit wel al doen. Op die manier kunnen ze gewapend met de juiste kennis en competenties de uitdagingen met betrekking tot AI aangaan. Enkel ontwikkelingskosten komen in aanmerking voor financiering, beheerskosten niet. Het oproepbudget voor de oproep bestaat uit €1.700.000 waarvan €700.000 ESF-financiering en €1.000.000 financiering vanuit VLAIO, met een maximale subsidie € 200.000 per project. De projecten in deze oproep hadden een looptijd van maximaal 18 maanden. De promotor moet zelf een minimale private cofinanciering voorzien van 15 %.
 - Oproep 469 betreffende het voorbereiden van ondernemingen en hun werknemers op de implementatie van cybersecurity kadert in de Vlaamse beleidsagenda cybersecurity die op 22 maart 2019 werd goedgekeurd en tot doel heeft de maturiteit inzake cybersecurity in Vlaanderen te verhogen. Het budget voor de oproep bestaat uit €420.000 euro waarvan €170.000 euro ESF-financiering en €250.000 financiering vanuit VLAIO, met een maximale subsidie € 200.000 per project waarvan maximaal €80.000 euro ESF en €120.000 euro VLAIO. De promotor moet zelf een minimale private cofinanciering voorzien van 15%. De oproep werd opengesteld op 1 juli 2019 en stond open tot en met 20 september 2019. Goedgekeurde projecten gingen van start op 1 december 2019. De projecten in deze oproep hadden een looptijd van maximaal 18 maanden.

- Eveneens in 2019 werd oproep 473 omtrent ‘*Opleidingen 21ste eeuwse vaardigheden in ondernemingen*’ in de steigers gezet. Doel van deze oproep was het stimuleren van opleidingen in ondernemingen in Vlaanderen. Deze oproep richtte zich hoofdzakelijk op kmo’s uit zowel de profit als social profit. In deze oproep kunnen opleidingen gefinancierd worden voor kort- en middengeschoolde werknemers van bedrijven en organisaties met vestiging(en) in het Vlaamse Gewest. Binnen deze oproep zijn enkel opleidingen mogelijk die kaderen binnen 8 clusters van 21^{ste}-eeuwse vaardigheden: digitale geletterdheid (ICT-basisvaardigheden, mediawijsheid, informatievaardigheden, computational thinking), communiceren, creatief denken en handelen, kritisch denken, probleemoplossend denken en handelen, samenwerken (bv. tussen mensen en intelligente machines), sociale en culturele vaardigheden, zelfregulering. Zowel opleidingen on-the-job als opleidingen via E-learning zijn subsidiabel maar voor deze laatste gelden extra criteria. Het oproepbudget voor de oproep ‘Opleiding in bedrijven’ bedraagt €6,4 miljoen waarvan €2.560.000,00 ESF (40%) en €3.840.000,00 van het Vlaams cofinancieringsfonds (60%). Er is een maximale subsidie van €80.000 per project, waarbij maximaal €32.000 euro afkomstig van het ESF en €48.000 van het Vlaams cofinancieringsfonds. De promotor moet een minimale private cofinanciering voorzien van 30% voor een kleine onderneming en 50% voor een middelgrote of grote onderneming. De oproep stond open vanaf 1 december 2019 tot en met 28 februari 2020. Na goedkeuring van het projectvoorstel kan men starten op 1 juni 2020 voor een periode van 15 maanden. De einddatum van deze projecten is bijgevolg 31 augustus 2021. Een verlenging van deze periode is niet mogelijk. In juni 2020 gingen 78 projecten van start met hun project. Deze oproep wil ESF Vlaanderen in het najaar 2020 herhalen.
- In 2020 werd oproep 488 gelanceerd gericht op het voorbereiden van ondernemingen en hun werknemers op de implementatie van cybersecurity. Via deze oproep beoogt men ondernemingen (en hun werknemers), met een aanbod van gerichte, efficiënte en toegankelijke opleidingen ondersteunen in het verhogen van hun maturiteit op vlak van cybersecurity. Dit aanbod moet zoveel mogelijk gestoeld zijn op CS-gerelateerde opleidingsformules die hun nut al bewezen hebben (internationaal, academisch, ...) en moet aanvullend zijn ten aanzien van het bestaande aanbod. Gezien de impact op vele processen in een onderneming is cybersecurity essentieel voor de brede digitaliseringsbeweging. De maturiteit en kennis van de Vlaamse ondernemingen (en hun werknemers) op vlak van cybersecurity verschilt sterk naargelang de onderneming. Naast het sensibiliseren van ondernemingen rond de verschillende cybersecurity-risico’s en de mogelijke impact ervan op hun onderneming en het aanzetten tot de implementatie van de juiste cybersecurity-oplossingen, is het van groot belang dat ondernemingen de juiste competenties en vaardigheden opbouwen rond cybersecurity en dataprivacy, zodat deze de mogelijke risico’s inzake CS voor hun ondernemingen in de toekomst kunnen beperken. De competentie- en opleidingsnoden situeren zich niet enkel rond de technische implementatie van cybersecurity-oplossingen, maar hebben bij uitbreiding betrekking op de 21ste -eeuwse strategische, ethische en juridische competenties die hiermee gepaard gaan. Deze oproep richt zich naar micro-, kleine en middelgrote ondernemingen. Het oproepbudget voor de oproep bestaat uit €840.000 euro waarvan €340.000 euro ESF-financiering en €500.000 euro financiering vanuit VLAIO, met een maximale subsidie €200.000 euro per project met maximaal €80.000 euro ESF en €120.000 euro VLAIO. De promotor moet zelf een minimale private cofinanciering voorzien van 15%. De oproep werd opengesteld op 1 mei 2020 en staat

- open tot en met 21 augustus 2020. Goedgekeurde projecten gaan van start op 1 november 2020.
- In 2020 werd verder een oproep van €1,7 miljoen georganiseerd, ESF-oproep AI 2020. De oproep 489 luidt voluit '*Begeleidingstrajecten menselijk kapitaal voor KMO's in digitale transformatie door implementatie van datagedreven digitale technologieën (AI 2020)*'. Het gaat om de ontwikkeling en uitrol van begeleidingstrajecten die KMO's ondersteuning bieden bij de integratie van datagedreven digitale technologieën die leiden tot een digitaal transformatieproces waarin ook diverse aspecten van HR meegenomen worden. Daartoe moet er een visie gevormd worden en een concrete aanpak uitgetekend worden die zich richt op alle profielen in een onderneming en die rekening houdt met een scala aan HR-thema's: gaande van arbeidsorganisatie, opleiding, betrokkenheid, aandacht voor kwetsbaardere werknemers, instroom-, doorstroom- en rekruteringsnoden, retentiebeleid, ... In de visie en de concrete aanpak wordt steeds zowel rekening gehouden met de noden van de onderneming als ook met de noden van de werknemers zelf. Deze begeleidingstrajecten situeren zich op het snijvlak van leren, werken, ondernemen en innoveren en bieden KMO's ondersteuning om innovatie op vlak van digitalisering en menselijk kapitaal op een mensgerichte wijze door te voeren. Het oproepbudget omvat €1.666.667 waarvan €666.667 ESF-financiering en €1 miljoen financiering vanuit VLAIO, met een maximale subsidie van €300.000 per project. De promotor moet zelf een minimale private cofinanciering voorzien van 15%. De oproep werd opengesteld op 1 juni 2020 en loopt tot en met 18 september 2020.
 - Verder kan ook nog verwezen worden naar oproep 516 '*Anders organiseren 2.0*'. Deze opdracht kadert binnen investeringsprioriteit 8.5 'Aanpassingen van werknemers, ondernemingen en ondernemers aan veranderingen' binnen prioriteit 4 '*partnerschapontwikkeling en mensgericht ondernemen*' van het ESF operationeel programma 2014-2020. Deze prioriteit heeft tot doelstelling het verbeteren van de werkbaarheid van jobs op de Vlaamse arbeidsmarkt. Innovatieve arbeidsorganisatie wordt aanzien als vehikel voor organisaties om zich aan te passen aan veranderingen, op een manier die een betere werkbaarheid voor de werknemers genereert. Deze oproep draagt tevens bij aan de strategische doelstelling 'Veerkrachtige ondernemingen in een toekomstbestendige arbeidsmarkt' en de bijbehorende operationele doelstellingen VI.3.1. '*Transities en transformaties op de arbeidsmarkt ondersteunen*' uit de beleidsnota 2019-2024 Werk en Sociale Economie. Organisaties dienen met steeds complexere uitdagingen om te gaan zoals bv. veranderend verwachtingspatroon van klanten om meer op maat te werken en snellere dienstverlening te leveren, wijzigingen in wetgeving, digitalisering, voorkeur van werknemers inzake privé-werkbalans,... Deze oproep focust op het leer- en aanpassingsvermogen van organisaties om op een effectieve manier (toekomstige) uitdagingen te detecteren en daar flexibel op in te spelen. Er wordt daarbij vooral gefocust op de capaciteit van teams om met problemen om te gaan, die als gevolg van bovenstaande uitdagingen hun werking verstoren. Teams hebben vaak directe toegang tot de relevante informatie in een organisatie en zijn daardoor een cruciale factor voor het leer- en aanpassingsvermogen van de organisatie. Ze worden vaak als eerste geconfronteerd met veranderingen en operationele problemen en zijn vaak het best geplaatst om inschattingen te maken over de haalbaarheid en adequaatheid van oplossingen. De verwachting is dat op deze manier een positieve impact wordt gegenereerd op de

werkbaarheid van jobs in deze organisaties. De projecten in deze oproep hebben een looptijd van 24 maanden, waarbij verlenging niet mogelijk is. Vervolgprojecten binnen deze oproep zijn ook niet mogelijk. Er is een maximale subsidie voorzien van €100.000 per project met maximaal €40.000 ESF (40%) en maximaal €60.000 euro Vlaamse cofinanciering (VCF) (60%). De promotor moet een minimale private cofinanciering voorzien van 30% voor een KMO en 50% voor een grote onderneming. Het oproepbudget voor deze oproep bedraagt €1.350.645,00 EUR, waarvan €1.200.000,00 EUR (€480.000 ESF en €720.000 VCF) voor de projecten en €150.645,00 (€60.258 euro ESF en €90.387 VCF) voor de omkadering (experten).

- VLAIO heeft IDEA Consult de opdracht gegeven om een 'actieprogramma digitale school' uit te werken. Het doel is om de middelen voorzien in de beleidsagenda's AI en CS voor coaching en begeleiding van scholen en leerkrachten voor de versnelde invulling van de eindtermen digitale competenties en mediawijsheid, gericht in te zetten. Concreet gaat het om €1,66 miljoen middelen om prikkels te geven voor sterkere digitale competentie-opbouw in het secundair onderwijs. IDEA beoogt daarom de ontwikkeling van een gedragen visie en actieprogramma voor de realisatie van de transformatie 'digitale school', als kader voor de inzet van de middelen binnen de beleidsagenda's AI en CS. De nadruk ligt op de professionalisering van leraren en andere onderwijsprofessionals.
- Verder werd in de beslissing van Vlaamse Regering van 22 maart 2019 €1 miljoen per jaar voorzien voor "*middelen om stimulansen te geven tot sterkere digitale competentieopbouw bij hogere schoolstudenten en doctorandi (in afstemming met het Beleidsdomein Onderwijs en Vorming en de instellingen)*". In het kader van dit opleidingsluit moet de oprichting door de Vlaamse Regering van de Vlaamse AI Academie⁴³⁹ gesitueerd worden, die zal bestaan uit een doctoraatschool AI en permanente vorming rond AI. Beide initiatieven zijn complementair en niet overlappend met het zogenaamde 'reguliere' onderwijsaanbod van de universiteiten en hogescholen met bachelor- en masteropleidingen die decretaal gebaseerd zijn en gefinancierd worden via de zogenaamde 'eerste geldstroom'. Het betreft dus een additioneel opleidingsaanbod dat moet leiden tot een versnelde competentie-opbouw inzake AI bij doctoraatsstudenten en andere onderzoekers enerzijds (over alle disciplines heen) en anderzijds tot een groter aanbod van bijkomende opleidingen in het kader van permanente vorming, richting het 'afnemend veld' van quasi alle maatschappelijke actoren en dimensies waarin AI een rol zal spelen.

⁴³⁹ Vlaams Beleidsplan AI – Luik opleidingen: de Vlaamse AI Academie, 19 juni 2020, VR 2020 1906 DOC.0610/1BIS, /2, /3 en /4.

15 BIJLAGE: Enkele cijfergegevens

15.1 Wereld/Europees

15.1.1 European enterprise survey⁴⁴⁰

De Europese Commissie heeft een eerste kwantitatieve overzicht gepubliceerd over de acceptatie van AI-technologieën onder Europese ondernemingen.

De bevraging wijst uit dat de kennis of besef van AI algemeen aanwezig is bij de ondernemingen: 78% van de ondernemingen geeft aan te weten wat het begrip AI inhoudt, 7% is er zich niet bewust van en 15% is onzeker. In België is de kennis van ondernemingen over AI lager dan het Europese gemiddelde, nl. 71%. 29% heeft geen weet van AI. In Duitsland bijvoorbeeld zijn ondernemingen (91,3%) zich veel meer bewust van AI.

Uit het onderzoek blijkt verder dat 42% van de ondernemingen ten minste één AI-technologie heeft toegepast en 18% plannen heeft om de komende twee jaar AI-technologieën toe te passen (maar dat nu nog niet doen). 40% van de 9.640 bevroegde ondernemingen geeft aan geen AI te gebruiken en dat ook niet van plan te zijn in de toekomst. Dit betekent dat momenteel 58% van de Europese ondernemingen geen AI-technologie toepast. Wat de intensiteit van de AI-adoptie betreft, gebruikt 25% van de ondernemingen ten minste 2 AI-technologieën. De intensiteit verschilt naargelang de dimensie van de onderneming: bijna twee keer zoveel grote ondernemingen (39%) gebruiken twee of meer AI-technologieën in vergelijking met micro- (5-9 werknemers, 21%) en kleine ondernemingen (10-49 werknemers, 22%). De adoptie van AI-technologieën verschilt ook naargelang de sector. Het hoeft niet te verwonderen dat de ICT-sector de hoogste AI-adoptiegraad (63%) heeft. Los hiervan, zijn de verschillen tussen de sectoren minder uitgesproken. Ook de intensiteit van de adoptie verschilt naargelang de sector. Er zijn sectoren zoals de IT en financiële sector die vooroplopen en experimenteren met alle mogelijke AI-technologieën. Sectoren als de bouwsector laten een zeer lage intensiteitsgraad zien in die zin dat zij weinig gebruik maken van verschillende AI-technologieën. Veel hangt samen met de doelstellingen die bedrijven en sectoren voor ogen hebben bij het gebruik van AI (bv. betere klantbeleving, verbetering van bedrijfsprocessen, automatiseren van administratieve taken,...). Industriële sectoren gebruiken AI voornamelijk om processen te optimaliseren en te automatiseren, terwijl dienstensectoren meer gevarieerde doelstellingen hanteren om AI te adopteren.

Kortom, er kan een dichotomie worden vastgesteld in het Europese bedrijfsleven inzake AI: het kamp van AI-adopters is maar net iets groter dan dat van de non-adopters (de groep van 18% niet meegerekend die AI nog niet toepassen maar het wel willen doen binnen 2 jaar). Wel kan een groeiende diversiteit worden vastgesteld in de aard van AI-technologieën die worden toegepast. Dit doet vermoeden dat er op termijn positieve groeivoorzichten in de adoptie van AI-technologieën mogen verwacht worden.

Hoe staat het met de adoptie van AI in de toekomst? Zoals reeds vermeld, is 18% van de ondernemingen van plan om binnen de 2 jaar AI te introduceren. Van de ondernemingen die reeds één of meer AI-toepassingen gebruiken, geeft meer dan de helft (56%) aan binnen de 2

⁴⁴⁰ European Commission, *European enterprise survey on the use of technologies based on artificial intelligence*, a study prepared by Ipsos and iCite, 2020.

jaar nog meer AI-technologieën te willen toepassen, is 37% van plan om het huidige niveau aan te houden en intendeert 4% er minder gebruik te willen van maken.

Voor het toepassen van AI-technologieën maken de meeste Europese ondernemingen gebruik van out-sourcing strategieën: 59% koopt software of gebruiksklare systemen en 38% huurt externe providers in om AI-toepassingen te ontwikkelen. Slechts een minderheid ontwikkelt AI volledig binnenshuis (20%) of modificeert AI-software (20% open source en 24% commercieel). In-house ontwikkeling van AI-oplossingen gebeurt vooral bij grote ondernemingen (28%), minder bij micro-ondernemingen (16%) en meer in technische sectoren zoals IT (36%) of technisch-wetenschappelijke sectoren (28%).

De studie vond ook drie belangrijke interne belemmeringen waarmee bedrijven worden geconfronteerd bij het toepassen van AI-technologieën: 57% ondervond moeilijkheden bij het aanwerven van nieuw personeel met de juiste vaardigheden terwijl 45% moet vaststellen dat het huidige personeelsbestand niet over de juiste vaardigheden beschikt. De vaardighedendrempel is een belangrijk gegeven aangezien zij niet gelieerd is aan de ondernemingsdimensie of sectoraal van aard is, maar zich manifesteert doorheen de hele arbeidsmarkt. Iets meer dan de helft (52%) geeft aan dat de kosten voor het toepassen van AI-technologie een belemmering vormt. Ook de kosten voor het aanpassen van operationele processen (49%) vormt een belangrijke interne drempel voor AI-adoptie. Verder wordt ook nog gewezen op de problematiek van onvoldoende externe of overheidsfinanciering (36%). Wat de externe drempels betreft, wijst de studie erop dat het wegnemen van onzekerheid voor de ondernemingen een gunstig effect kan hebben op AI-adoptie. Immers, ondernemingen beschouwen wettelijke obstakels (29%), strikte gegevensstandaardisatie (33%) en de aansprakelijkheid voor mogelijke schade (33%) als grote externe uitdagingen voor de acceptatie van AI.

15.1.2 Artificial Intelligence Index⁴⁴¹

Het rapport 2019 biedt relevante gegevens over de technische, economische en maatschappelijke vooruitgang van AI, waarbij 5 hoofdbevindingen domineren:

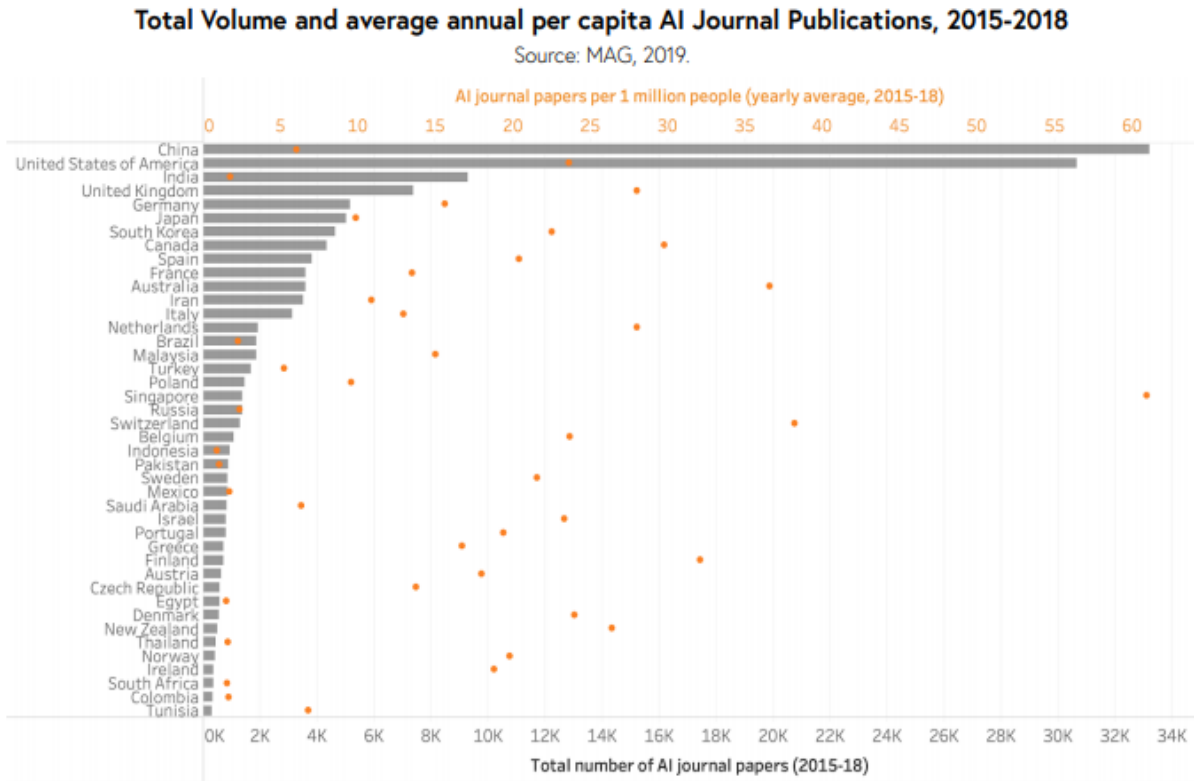
- Het AI-onderzoek blijft rap groeien. Het aandeel van peer-reviewed papers over AI is in de afgelopen 10 jaar verdrievoudigd en bedraagt thans 3% van de peer-reviewed tijdschriftpublicaties en 9% van de gepubliceerde conference papers. China en Europa publiceren nu meer AI-papers dan de VS.
- Het trainen van AI-systemen gaat steeds sneller en wordt steeds goedkoper.
- Het aantal AI-gerelateerde banen neemt toe. In de VS is het aandeel AI-gerelateerde banen gestegen van 0,26% van het totale aantal geposte vacatures in 2010 tot 1,32% in oktober 2019.
- Steeds meer bedrijven passen AI toe.
- AI heeft de potentie om bij te dragen aan het maatschappelijk welzijn.

Hieronder volgen enkele statistieken die betrekking hebben op wetenschappelijk onderzoek en economie en arbeidsmarkt.

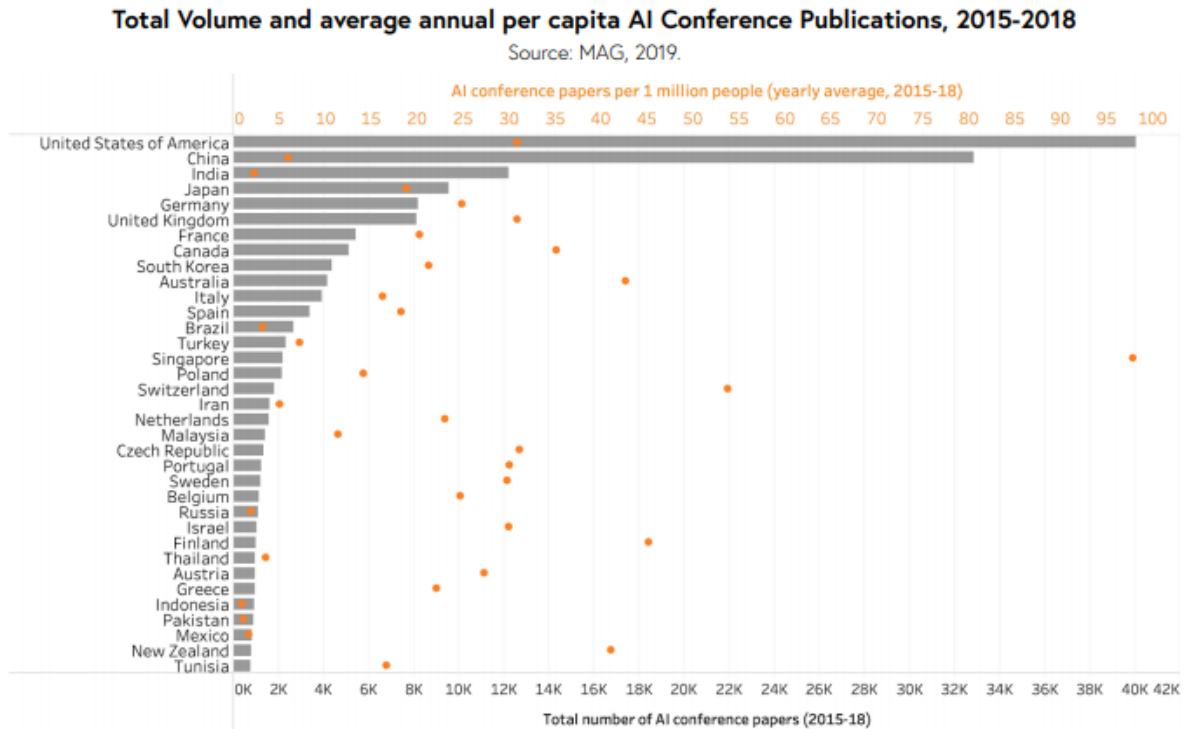
⁴⁴¹ Stanford University, *Artificial Intelligence Index Report 2019*.

Wetenschappelijk onderzoek

Figuur 139: tijdschriftpublicaties

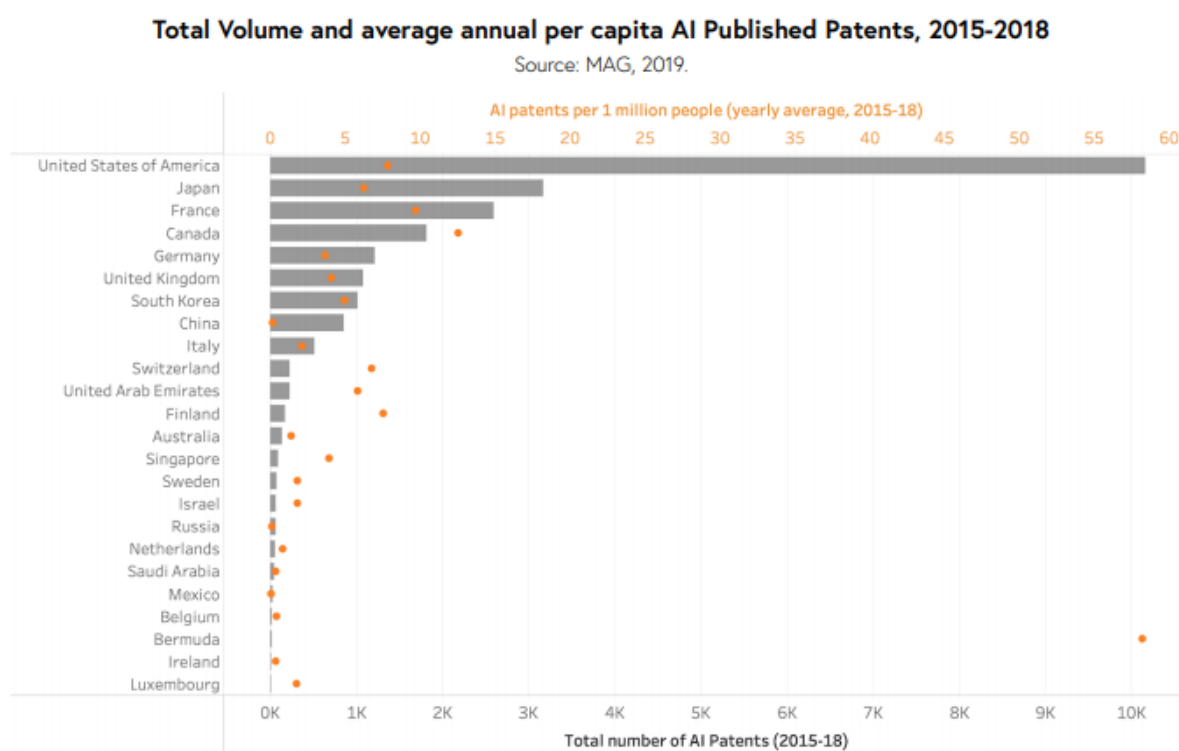


Figuur 140: conferentiepublicaties



China, de VS, India, VK, Duitsland en Japan zijn de koplopers voor tijdschrift- en conference publicaties. België bevindt zich in de middenmoot wat het totaal volume betreft, maar scoort op het vlak van tijdschriftpublicaties en conferentiepublicaties per 1 miljoen inwoners zeer goed respectievelijk goed. Vlaanderen beschikt over universiteiten met verschillende AI-gerelateerde laboratoria (bijvoorbeeld VUB AI Lab, SMIT, BruBotics, Centrum voor Computerlinguïstiek, Decraratieve Talen en Artificiële Intelligentie, Artificial Intelligence Data Analysys, PSI-ESAT, Advanced Database Research&Modelling,...) en onderzoeksgroepen en de verschillende AI-disciplines (machine learning, natuurlijke taalverwerking en spraakherkenning, zwermintelligentie, behavioural intelligence, visie en beeldverwerking, kennisrepresentatie/redneren, constraint processing, aanbevelingssysteem, big data/data science/deep learning, data en tekst mining, robotica, human-robot interaction) zijn goed vertegenwoordigd. Nadeel is wel dat er geen specifiek speerpunt naar voor kan geschoven worden.⁴⁴²

Figuur 141: AI-patenten

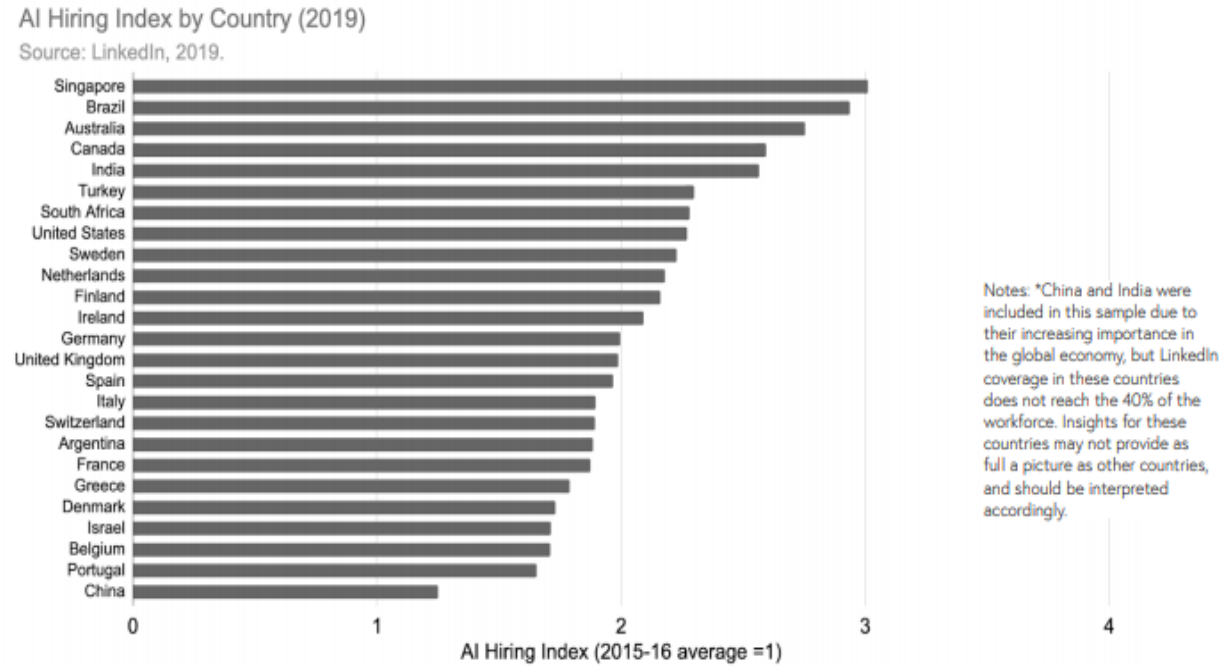


Patenten op AI-technologie bieden een beeld van industriële AI-activiteiten en de potentiële impact ervan op producten. Uit bovenstaande grafiek blijkt dat de VS met kop en schouders boven de andere landen uitsteekt en meer dan 3 keer zoveel patenten publiceert dan de 2^{de} in de rang, zijnde Japan. België scoort relatief zwak voor deze indicator, zowel voor totaal volume als per 1 miljoen inwoners.

⁴⁴² PwC, *Benchmarkstudie over artificiële intelligentie*, Departement Economie, Wetenschap en Innovatie, juli 2018.

Arbeidsmarkt

Figuur 142: AI-aanwervingsindex (AI hiring index), 2019



De AI-aanwervingsindex is het aantal LinkedIn-leden die AI-vaardigheden op hun profiel hadden staan en een nieuwe werkgever hebben toegevoegd aan hun profiel in dezelfde maand dat de nieuwe baan begon, gedeeld door het totale aantal LinkedIn-leden in het land. Deze verhouding wordt vervolgens geïndexeerd tegen de gemiddelde aanwerving in de periode 2015-2016. Een index van 3 voor Singapore in 2019 houdt in dat de AI-aanwervingsgraad in 2019 drie keer hoger ligt dan het gemiddelde in 2015-2016. Uit bovenstaande grafiek kunnen we afleiden dat de aanwervingsgraad in België in 2019 weliswaar goed is toegenomen ten aanzien van het gemiddelde 2015-2016 maar op een lager niveau ligt dan in Zweden, Nederland, Finland, Ierland, Duitsland en het VK.

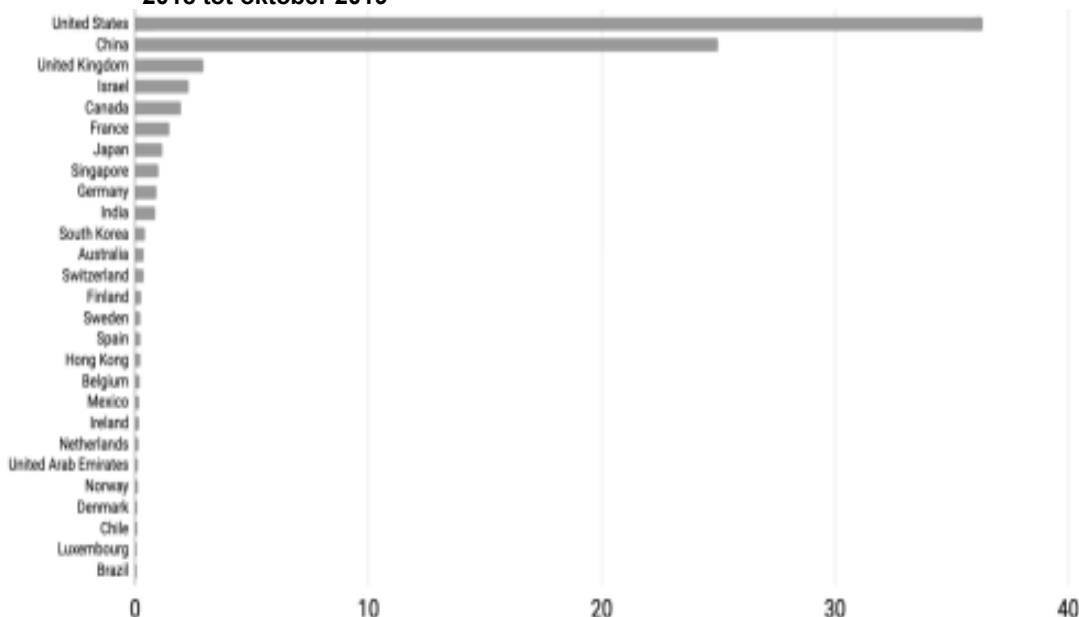
Figuur 143: relatieve AI-vaardigheidspenetratiegraad en aantal AI-beroepen, 2015-2018



De relatieve vaardigheidspenetratiegraad is een methode om voor elk land het aandeel van AI-vaardigheden in sectoren (Software & IT Services, Hardware and Networking, Education, Finance, Manufacturing) te vergelijken en af te zetten tegen een wereldwijd gemiddelde/benchmark voor een set van dezelfde beroepen. Voor een gegeven land, is de relatieve vaardigheidspenetratie de verhouding tussen de penetratiegraad van een bepaalde vaardigheidsgroep en de wereldwijde gemiddelde penetratiegraad. De gemiddelde penetratiegraad van AI-vaardigheden ligt in India bijvoorbeeld 2,6 keer hoger dan het wereldwijde gemiddelde voor dezelfde set van beroepen. India wordt gevolgd door de VS en China. De VS, India en China tellen ook het meest aantal beroepen met AI-skills. België bevindt zich in een middengroep, net boven de Scandinavische landen Zweden, Noorwegen en Denemarken, maar onder het Nederlandse niveau, zowel naar AI-vaardigheidspenetratieniveau als naar het aantal AI-beroepen. Ook de EU-lidstaten VK, Frankrijk, Spanje, Ierland en Finland gaan België vooraf.

Economie

Figuur 144: risicokapitaalinvesteringen private sector in AI startups, in lopende \$miljard, totaal van januari 2018 tot oktober 2019



De VS (\$36,3 miljard) en China (\$24,9 miljard) zijn de grote slokkoppen van private risicokapitaalinvesteringen in AI startups. Het VK bezet de derde positie met een investeringsvolume van \$2,9 miljard. Ook Duitsland (\$910,6 miljoen) en Frankrijk (\$1,5 miljard) zijn EU-lidstaten die een relatief grote som aan privaat risicokapitaal binnenrijven. Merk op dat België (\$201,3 miljoen) zich in het gezelschap bevindt van EU-landen zoals Finland (\$268,1 miljoen), Zweden (\$234,6 miljoen) en Spanje (\$226,7 miljoen) die de kaap van \$200 miljoen overschrijden. België doet daarbij beter dan Nederland (\$154,8 miljoen) en Ierland (\$160,9 miljoen).

In onderstaande tabel worden de totale private investeringen en het totaal aantal AI startups weergegeven. Als resultaat wordt ook het geïnvesteerd bedrag per onderneming vernoemd.

Tabel 31: private risicokapitaalinvesteringen in AI startups tussen 2014 en 2019

	Totaal investeringen 2014-2019 (in \$)	Aantal startups	Geïnvesteerd bedrag per startup (in \$)
VS	68.468.620.116	6.116	11.195.000,02
China	38.978.387.931	1.021	38.176.677,70
VK	5.163.312.544	857	6.024.868,78
Israël	3.849.615.703	477	8.070.473,17
Canada	2.867.037.274	473	6.061.389,59
Frankrijk	2.508.640.985	458	5.477.382,06
Japan	1.732.515.859	437	3.964.567,18
Duitsland	1.664.045.009	351	4.740.868,97

Hong Kong	1.484.155.691	219	6.776.966,63
Singapore	1.285.564.569	179	7.181.924,97
India	1.232.612.877	126	9.782.641,88
Zuid-Korea	583.955.926	125	4.671.647,41
Zwitserland	557.225.157	123	4.530.285,83
Nederland	507.611.712	103	4.928.269,05
Oostenrijk	483.520.154	97	4.984.743,86
Spanje	390.721.988	84	4.651.452,24
Zweden	348.937.482	72	4.846.353,92
Finland	348.503.673	61	5.713.174,97
Ierland	318.710.119	60	5.311.835,32
België	290.618.124	49	5.930.982,12
Denemarken	140.650.396	34	4.136.776,35
Portugal	102.854.494	28	3.673.374,79
Luxemburg	93.451.852	24	3.893.827,17
Polen	85.210.887	22	3.873.222,14
Italië	79.078.749	17	4.651.691,12
Oostenrijk	77.542.468	16	4.846.404,25
Hongarije	59.055.376	16	3.690.961,00
Tsjechië	36.008.452	16	2.250.528,25
Estland	34.661.661	12	2.888.471,75
Cyprus	26.360.236	10	2.636.023,60
Slovenië	19.618.011	9	2.179.779,00
Griekenland	15.704.284	7	2.243.469,14
Slovakije	11.471.348	6	1.911.891,33
Malta	7.173.102	4	1.793.275,50
Litouwen	6.791.831	4	1.697.957,75
Roemenië	5.110.067	3	1.703.355,67
Bulgarije	4.086.529	2	2.043.264,50

Uit bovenstaande tabel kunnen we afleiden dat de in VS relatief veel startups een relatief hoge investeringsinjectie hebben gekregen: meer dan 6.000 startups ontvingen elk gemiddeld meer dan \$11 miljoen. Merk op dat in China 6 keer minder startups werden bereikt maar dat het investeringsbedrag per startup meer dan 3 keer hoger ligt dan in de VS. Wat België betreft, werden over de periode 2014-2019 relatief weinig startups bereikt (49) maar het

investeringsbedrag per startup is relatief zeer hoog: bijna \$6 miljoen per startup. In Nederland werd in meer dan dubbel zoveel startups geïnvesteerd, zij het tegen een investeringsbedrag dat \$1 miljoen per onderneming lager lag. M.a.w. de verspreiding in AI startups is hoger in Nederland, zij het tegen een lagere financieringsinjectie. Overigens weze opgemerkt dat België in de periode 2018-2019 een sterke inhaalbeweging heeft gemaakt.

15.1.3 AI Readiness Index⁴⁴³

De totale impact van AI op het BNP en de werkgelegenheid is afhankelijk van de mate waarin een set van kernkatalysatoren aanwezig is en gefaciliteerd wordt. Deze drivers zijn niet in dezelfde mate aanwezig in de landen zodat een verschil in impact mag verwacht worden.

Het betreft drie macro- en vier micro-economische drijvers:

■ Macro

- Productiviteitspotentieel door AI en automatisering (automation potential). Dit potentieel varieert naargelang de hoogte van de lonen, de economie en de maatschappelijke acceptatie. Aldus hebben landen met relatief lagere lonen zoals Roemenië een lager automatiseringspotentieel dan bijvoorbeeld de Scandinavische landen.
- Investeringscapaciteit (investment capacity). Investeringscapaciteit in AI kunnen de ontwikkeling van nieuwe technologieën en ondernemingen faciliteren, alsook de directe en indirecte werkgelegenheid (gelinkt aan AI) aanzwengelen.
- Globale verbondenheid (connectedness). Landen halen een voordeel uit een sterke globale (digitale) netwerking naarmate zij leverancier zijn in de AI-waardeketen en wereldwijd kunnen innoveren en producten en diensten exporteren. Nederland bijvoorbeeld is volgens DHL-onderzoek⁴⁴⁴ één van de meest datageconnecteerde landen in de wereld.

■ Micro

- Digitale erfenis (digital legacy). Aangezien digitalisering het proces van AI-acceptatie en -verspreiding voorafgaat, kan de digitale maturiteit een goede waardemeter zijn voor het AI-potentieel.
- Innovatiebasis (innovation foundation). Het innovatievermogen van een land is bepalend voor de mate waarin het AI kan ontwikkelen en vermarkten.
- Menselijk kapitaal (human capital). Menselijk kapitaal (onderwijs en beroepsopleiding) is cruciaal voor de absorptie en toepassing van nieuwe kennis.
- Maturiteit van AI ecosysteem (AI ecosystem maturity). Een goed ontwikkeld digitaal ecosysteem met voldoende AI startups voor de lancering en exploitatie van platforms en applicaties is een belangrijke motor voor een levendige lokale ICT-sector met potentiële spillovers voor de economie.

Op basis van een set indicatoren gelinkt aan de zeven 'enablers' berekent McKinsey een AI readiness index voor EU-lidstaten, de VS en China (waarvoor vergelijkbare data konden verzameld worden). De AI readiness index berekent een positionering van landen op basis van de AI-drijvers (enablers): het aantal AI-startups per capita, automatiseringspotentieel van

⁴⁴³ McKinsey Global Institute. *Notes from the AI frontier. Tackling Europe's gap in digital and AI*, Discussion paper, February 2019.

⁴⁴⁴ DHL, *Global Connectedness Index: Globalization surpassed pre-crisis peak, advanced modestly in 2015*, 12 December 2016.

jobactiviteiten, digitale maturiteit, beschikbaarheid van wetenschappers en ingenieurs, ICT gedreven business modellen, R&D-uitgaven en ICT-netwerking.

Eén van de belangrijkste conclusies is dat er een grote spreiding is van de AI readiness in de EU en dat zelfs de meest geavanceerde EU-lidstaten achterlopen op de VS als koploper. Uit onderstaande tabel, die toegespitst wordt op de vergelijking EU-lidstaten, China en de VS, kan afgeleid worden dat België de 13^{de} rang bezet en daarmee binnen de EU de groep van lidstaten aanvoert die aansluiting zoekt met de lidstaten die bovengemiddeld scoren. België scoort benedengemiddeld voor het aantal AI start-ups (AI-ecosysteem), de investeringen en ICT-connectiviteit. België scoort zeer goed op het vlak van automatisering (AI-productiviteitspotentieel) en bovengemiddeld voor de indicatoren digitale maturiteit, innovatievermogen en menselijke vaardigheden. Het moet binnen de EU het VK, de Scandinavische landen, Ierland alsook de buurlanden Nederland, Duitsland en Frankrijk laten voorgaan.

Tabel 32: AI readiness Index, 2017

%

■ Top 25% rank in AI Readiness Index
 ■ Above average (next 25%)
 ■ Below average (but not in bottom 25%)
 ■ Bottom 25%

Components

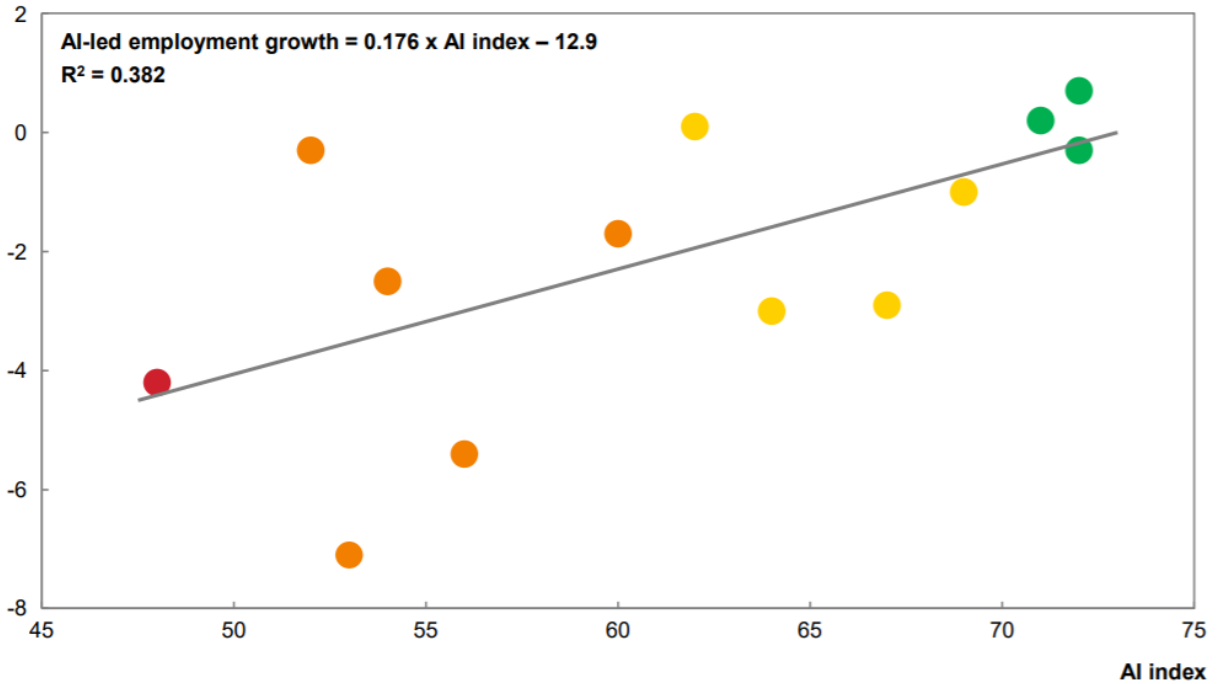
Countries ranked by AI readiness	AI index	AI startup	Auto- mation	Digital readiness	Innovation	Investment capacity	Human skills	ICT connect- edness
United States	Green	Green	Yellow	Green	Green	Orange	Green	Green
United Kingdom	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Yellow	Yellow
Sweden	Green	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Green	Orange
Finland	Green	Yellow	Green	Yellow	Green	Orange	Green	Orange
Ireland	Green	Yellow	Green	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Green
Estonia	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Orange
China	Yellow	Green	Red	Red	Orange	Green	Orange	Green
Netherlands	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
Denmark	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Orange
Germany	Yellow	Orange	Green	Green	Green	Yellow	Green	Yellow
Austria	Yellow	Orange	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
France	Yellow	Orange	Yellow	Green	Yellow	Orange	Orange	Yellow
Belgium	Orange	Orange	Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Orange
Spain	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red	Orange
Lithuania	Orange	Orange	Red	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange
Czech Republic	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Orange
Portugal	Orange	Orange	Orange	Orange	Yellow	Orange	Red	Orange
Italy	Orange	Orange	Yellow	Orange	Red	Orange	Orange	Orange
Latvia	Orange	Orange	Red	Orange	Red	Orange	Orange	Orange
Bulgaria	Orange	Orange	Red	Red	Red	Yellow	Orange	Orange
Hungary	Red	Orange	Red	Red	Red	Orange	Red	Orange
Croatia	Red	Orange	Red	Orange	Red	Orange	Red	Orange
Poland	Red	Orange	Red	Red	Red	Orange	Red	Orange
Greece	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Red	Orange
Romania	Red	Orange	Red	Red	Red	Orange	Red	Orange
Correlation with AI index (%)		91	71	61	90	31	77	61

NOTE: The AI Readiness Index measures where countries stand across a range of AI enablers, including the number of AI startups per capita, automation potential of job activities, digital maturity, the availability of scientists and engineers, ICT business model creation, R&D expenditure, and ICT connectedness.

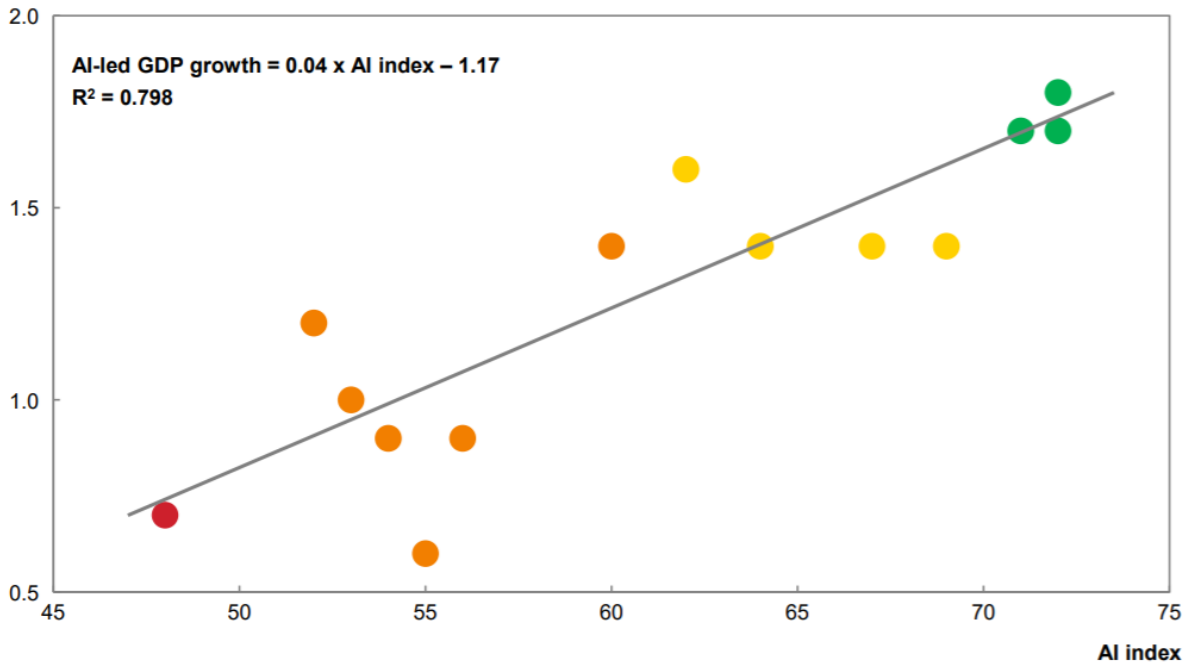
SOURCE: Eurostat; INSEAD; Directorate-General for Research and Innovation, European Commission; Programme for International Student Assessment (PISA); UNESCO; McKinsey Global Institute AI Diffusion Model; McKinsey Global Institute analysis

Hoe hoger de AI-maturiteit, hoe groter de verwachte impact op economische groei en werkgelegenheid.

Figuur 145: Werkgelegenheidsgroei, 2030 versus 2017



Figuur 146: Jaarlijkse AI-gedreven groei



Op basis van een gelijkaardige studie van McKinsey in 2018⁴⁴⁵ worden wereldwijd vier categorieën van landen onderscheiden naarmate hun AI-maturiteit: (i) de actieve wereldwijde koplopers, (ii) landen met een sterke uitgangspositie (Australië, België, Canada, Estland, Finland,

⁴⁴⁵ McKinsey Global Institute, *Notes from the AI frontier. Modelling the impact of AI on the world economy*, Discussion Paper, September 2018.

Frankrijk, Duitsland, IJsland, Israël, Japan, Nederland, Nieuw-Zeeland, Noorwegen, Singapore, Zuid-Korea, Zweden, VK), (iii) landen met een matige basis (Chili, Costa Rica, Tsjechië, India, Italië, Litouwen, Maleisië, Zuid-Afrika, Spanje, Thailand, Turkije) en (iv) landen die dringende maatregelen moeten treffen om de voordelen van AI nog te kunnen benutten (Brazilië, Bulgarije, Cambodja, Colombia, Griekenland, Indonesië, Pakistan, Peru, Tunesië, Uruguay, Zambia). De categorie van de wereldwijde koplopers is voorbehouden voor de VS en China. België/Vlaanderen vallen net zoals de meeste andere West-Europese en ontwikkelde economieën in de categorie van landen met een sterke uitgangspositie. Voor veel indicatoren bevindt België zich in de middenmoot, met uitzondering van bovengemiddelde posities voor digitale connectiviteit (afwijkend van de studie van 2019 waar België benedengemiddeld scoort, zie tabel hierboven) en het AI-productiviteitspotentieel. Landen zoals Nederland, Duitsland en zeker Zweden en Finland ranken in vele categorieën beter.

15.1.4 AI in Europe⁴⁴⁶

Dit rapport is gebaseerd op enquêtes en/of interviews van AI-leiders in 277 bedrijven, verspreid over 7 sectoren (Life Science, Industrial Products, Finance, Services, Consumer products and Retail (CPR), Technology, Media&Entertainment and Telecom (TMT), Infrastructure (transport, energie, bouw, real estate)) en 15 landen in Europa.

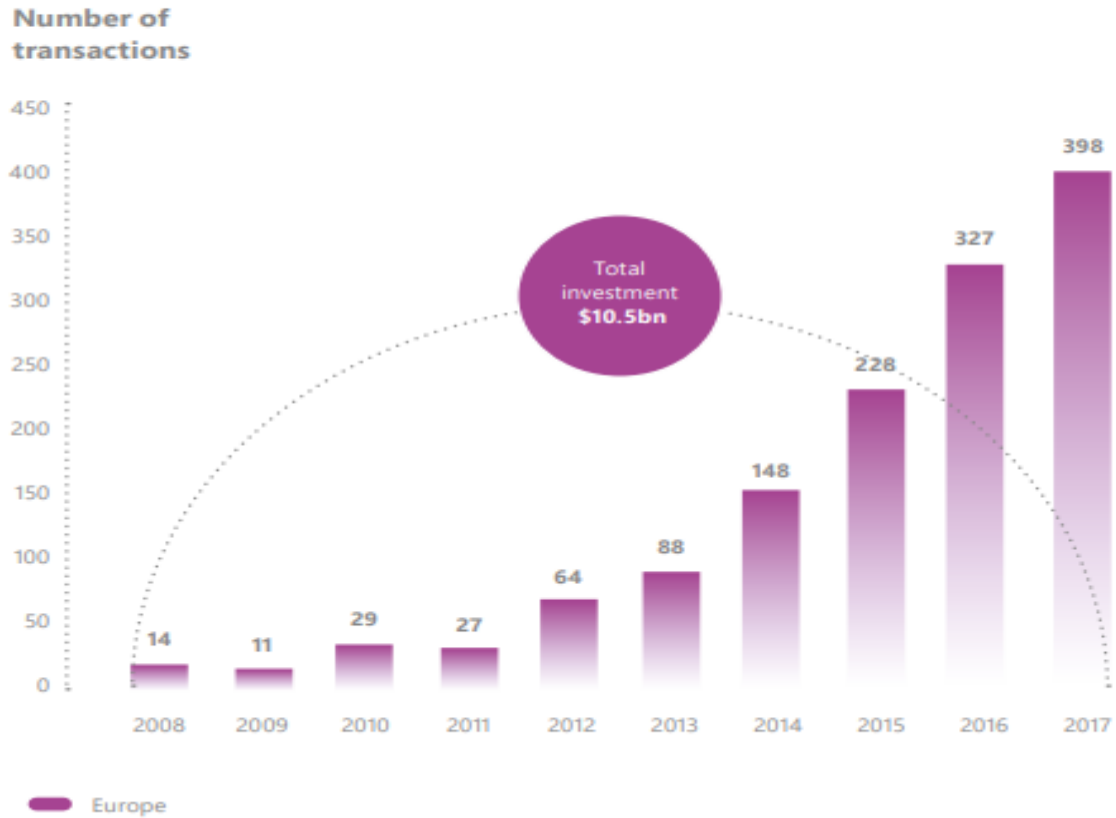
Artificiële intelligentie is in Europa aan een opmars bezig. Het voorbije decennium (2008-2018) is er voor \$10,5 miljard geïnvesteerd in de technologie via acquisities of kapitaalinjecties.

⁴⁴⁶ Ernst & Young, *Artificial Intelligence in Europe: Belgium & Luxembourg. Outlook for 2019 and beyond*, Report commissioned by Microsoft, 2018.

Figuur 147: Groei AI-investeringen in Europa, 2008-2018 (met inbegrip van overheidsinvesteringen)

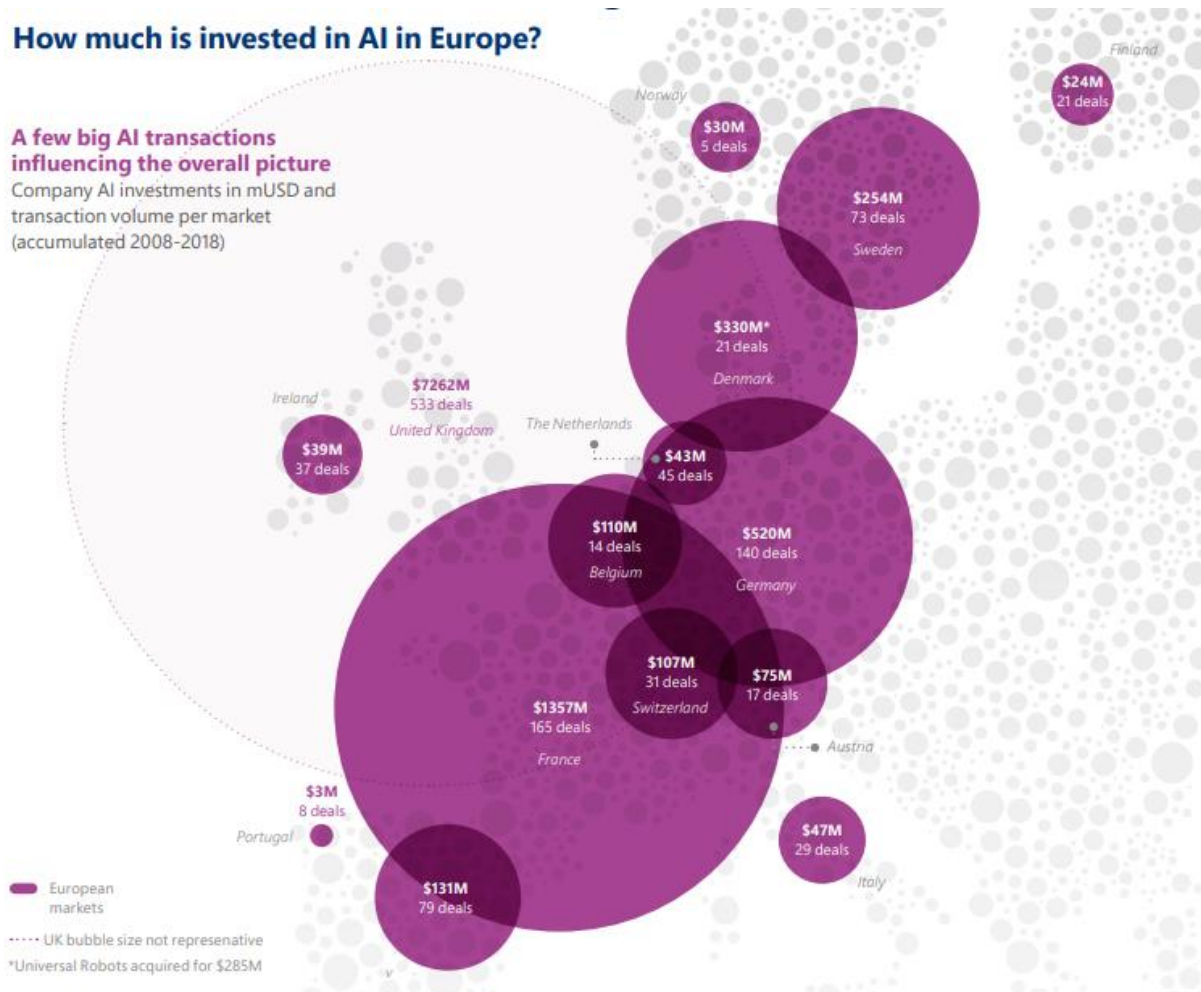
Steady increase in European AI investment

AI companies invested into, transaction volume, Europe (from 2008-2018)**



Het VK, Frankrijk en Duitsland zijn de koplopers. Zij trokken gezamenlijk 87% van de investeringen aan. Het VK steekt met 533 van de in totaal 1.362 deals er met kop en schouders bovenuit. België bevindt zich met een 7^{de} positie in de middenmoot. In de voorbije 10 jaar werd \$110 miljoen geïnvesteerd in startups die met AI werken. In dit onderzoek laten we Nederland qua investeringsvolume achter ons, zij het dat het aantal deals in Nederland hoger is.

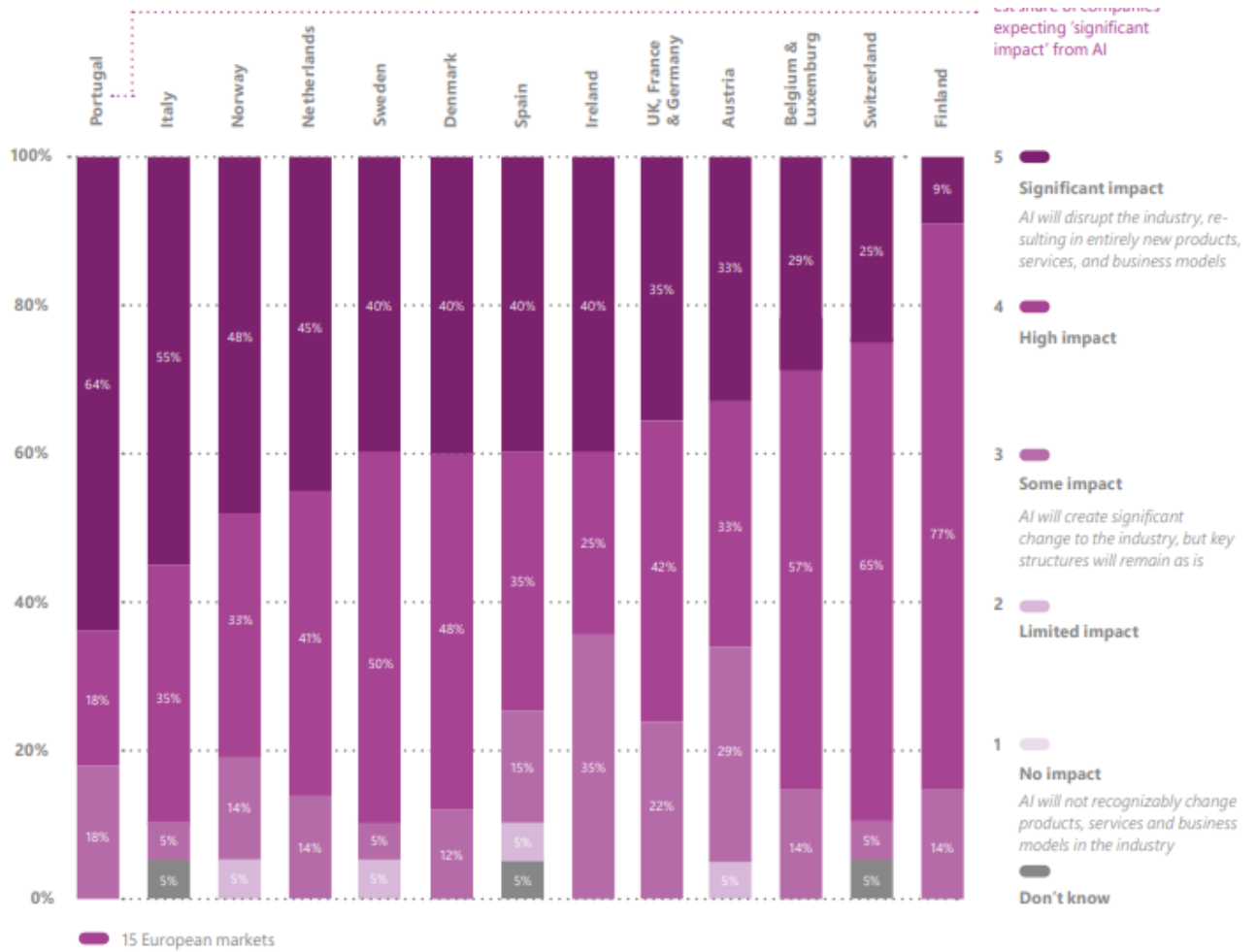
Figuur 148: Investerings in AI in Europa, 2008-2018



Terwijl op Europees niveau machine learning (77%), intelligente robots (44%) en natural language processing (40%) als meest nuttige technologieën naar voor worden geschoven, ligt aandeel bij Belgische bedrijven nog hoger: 81% wijst machine learning met stip als meest nuttige technologie aan, terwijl ook intelligente robots (62%) en natural language processing (48%) sterker scoren. Toepassingen van AI gebeuren vooral in de IT- (52%, Europa 47%) en de R&D-afdeling (43%, Europa 36%) van de Belgische onderneming. Ook de logistiek, marketing en klantenafdeling van de ondernemingen maken relatief veel gebruik van AI (elk 33%). AI krijgt veel aandacht van het topmanagement van de bevroegde Belgische bedrijven (90%), veel meer dan in de rest van Europa (71%). Dit staat in sterk contrast met het relatief lage belang van AI als topic voor de werknemers (19% tegenover 29% op Europees niveau), hetgeen doet vermoeden dat AI vooral gedreven wordt door het C-niveau.

Wanneer wordt gevraagd naar de verwachte impact op de activiteit waarin ze actief zijn, blijkt dat Belgische bedrijven de significante impact ervan eerder als laag inschatten: slechts 29% verwacht een significante disruptieve impact. Alleen Zwitserse (25%) en Finse (9%) bedrijven verwachten een nog lagere significante impact. Voegt men ook de 'hoge impact' toe, dan is het gezamenlijke gevoel van aanzienlijke impact het sterkst aanwezig in Zwitserland, Zweden en Italië (elk 90%).

Figuur 149: Verwachte impact op bedrijfsactiviteit binnen 5 jaar



Verder werd aan de bevroagde ondernemingen een lijst van 8 essentiële bedrijfskenmerken/eigenschappen voor succesvolle integratie van AI in de onderneming voorgelegd, waarbij zij de bedrijfscompetentie voor elk van die kenmerken alsook de belangrijkheid ervan dienden te quoteren op een schaal van 1 tot 5: advanced analytics (verwerven en ontwikkelen van gespecialiseerde data science skills door opleiding van werknemers, het aantrekken van talent en co-creatie met externe partners), data management (het verkrijgen, opslaan, structureren, labelen, toegankelijk maken en interpreteren van data om met AI aan de slag te kunnen gaan), AI leiderschap (de bekwaamheid om AI-technologie als transformatiehefboom te introduceren door inzicht in AI en een duidelijke AI-visie), open cultuur (creëren van een open cultuur waarin mensen verandering van AI omarmen, vol vertrouwen navigeren in onzekerheid en ambiguïteit, werken aan het afbreken van silo's en naadloos samenwerken in de hele organisatie), opkomende technologieën (het organisatiebrede vermogen om permanent opportuniteiten te zien in nieuwe technologieoplossingen, toepassingen en dataplatforms), flexibele ('agile') ontwikkeling (een experimentele aanpak waarbij cross-functionele teams samenwerken in korte, iteratieve projectcycli om effectief AI-oplossingen te ontwikkelen), externe samenwerkingsverbanden (deelnemen aan partnerships en allianties met kennisinstellingen, externe providers, AI specialisten en bedrijfsadviseurs met het oog op toegang tot technische knowhow, beste praktijken en talent) en emotionele intelligentie (toepassen van gedragswetenschappen om het menselijk gedrag te begrijpen en na te bootsen, menselijke

behoefden te identificeren, mens-machine interacties te verbeteren en meer mensachtige toepassingen te ontwikkelen).

Tabel 33: Bedrijfscompetenties voor AI-integratie (gemiddelde score en in % van de bedrijven) en belangrijkheid ervan (gemiddelde score)

	Advanced analytics	Data-management	AI-leiderschap	Open cultuur	Opkomende technologieën	Flexibele (agile) ontwikkeling	Externe samenwerking	Emotionele intelligentie
Europa								
<i>Belang</i>	4,4	4,4	4,2	3,9	3,9	3,8	3,7	3,3
<i>Competentie</i>	3,3	3,2	2,9	3,2	3,3	3,2	3,2	2,4
<i>Niet</i>	4%	3%	10%	4%	3%	6%	3%	14%
<i>Matig</i>	18%	19%	24%	18%	13%	16%	18%	29%
<i>Gemiddeld</i>	36%	38%	32%	41%	42%	37%	37%	34%
<i>Bovengem.</i>	27%	31%	23%	23%	29%	30%	28%	15%
<i>Hoog</i>	14%	8%	9%	13%	12%	10%	12%	2%
België&Lux.								
<i>Belang</i>	4,7	4,5	4,3	4,0	3,9	4,0	4,0	3,5
<i>Competentie</i>	3,2	3,3	2,7	3,6	3,2	3,3	3,4	2,4
<i>Niet</i>	0%	0%	5%	0%	0%	0%	5%	24%
<i>Matig</i>	19%	19%	33%	5%	19%	14%	14%	19%
<i>Gemiddeld</i>	52%	48%	32%	48%	57%	52%	43%	33%
<i>Bovengem.</i>	19%	19%	24%	33%	10%	24%	14%	19%
<i>Hoog</i>	10%	14%	0%	14%	14%	10%	24%	0%
Nederland								
<i>Belang</i>	4,6	4,4	4,6	4,2	3,8	4,0	4,0	3,6
<i>Competentie</i>	3,2	3,1	2,9	3,3	3,5	3,3	3,3	2,6
<i>Niet</i>	5%	0%	5%	5%	0%	5%	0%	9%
<i>Matig</i>	9%	23%	27%	18%	9%	14%	18%	32%
<i>Gemiddeld</i>	58%	41%	45%	32%	45%	36%	41%	27%
<i>Bovengem.</i>	14%	36%	18%	36%	32%	40%	32%	27%
<i>Hoog</i>	14%	0%	5%	9%	14%	5%	9%	0%
Duitsland								
<i>Belang</i>	4,4	4,3	4,0	4,0	3,8	3,8	4,0	3,1
<i>Competentie</i>	3,1	3,2	2,9	3,0	3,2	3,1	3,4	2,7
<i>Niet</i>	14%	9%	11%	14%	9%	9%	9%	17%

<i>Matig</i>	14%	11%	34%	9%	20%	23%	11%	23%
<i>Gemiddeld</i>	31%	49%	14%	46%	31%	31%	31%	37%
<i>Bovengem.</i>	31%	17%	34%	29%	26%	23%	17%	23%
<i>Hoog</i>	9%	14%	6%	3%	14%	14%	29%	0%
Finland								
<i>Belang</i>	4,5	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	3,8	3,1
<i>Competentie</i>	3,6	3,2	3,5	3,5	3,3	3,3	3,5	2,4
<i>Niet</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%
<i>Matig</i>	14%	18%	18%	14%	18%	27%	27%	32%
<i>Gemiddeld</i>	36%	50%	27%	36%	41%	27%	27%	41%
<i>Bovengem.</i>	27%	27%	45%	41%	32%	32%	32%	9%
<i>Hoog</i>	23%	5%	10%	9%	9%	14%	14%	0%
Zweden								
<i>Belang</i>	4,5	4,4	4,6	4,4	3,8	4,3	4,0	3,4
<i>Competentie</i>	3,2	3,0	3,1	3,3	3,2	3,4	3,1	2,2
<i>Niet</i>	0%	5%	10%	5%	0%	5%	5%	15%
<i>Matig</i>	15%	20%	20%	15%	25%	15%	15%	20%
<i>Gemiddeld</i>	45%	20%	10%	30%	25%	15%	40%	35%
<i>Bovengem.</i>	15%	50%	45%	20%	25%	45%	20%	10%
<i>Hoog</i>	20%	0%	10%	25%	20%	15%	15%	5%
Denemarken								
<i>Belang</i>	4,5	4,7	4,1	3,8	3,9	3,9	3,6	3,1
<i>Competentie</i>	3,2	3,0	2,9	2,9	2,9	3,2	2,9	2,0
<i>Niet</i>	0%	0%	12%	0%	0%	4%	4%	24%
<i>Matig</i>	20%	36%	20%	32%	28%	8%	20%	32%
<i>Gemiddeld</i>	36%	36%	24%	36%	48%	44%	36%	28%
<i>Bovengem.</i>	28%	16%	32%	24%	12%	28%	20%	8%
<i>Hoog</i>	12%	12%	8%	4%	8%	12%	12%	nb
Noorwegen								
<i>Belang</i>	4,5	4,3	4,2	4,0	4,1	4,2	4,1	3,4
<i>Competentie</i>	3,0	3,2	3,0	3,2	3,6	3,7	3,5	2,5
<i>Niet</i>	6%	0%	10%	0%	0%	0%	5%	5%
<i>Matig</i>	33%	24%	29%	19%	5%	10%	14%	38%

<i>Gemiddeld</i>	33%	38%	33%	57%	48%	28%	19%	29%
<i>Bovengem.</i>	15%	33%	14%	5%	33%	48%	48%	14%
<i>Hoog</i>	15%	5%	14%	19%	14%	18%	14%	5%
Spanje								
Belang	4,2	4,2	4,2	3,6	3,6	3,6	3,4	3,4
Competentie	3,2	3,2	3,2	3,2	3,4	3,1	3,5	2,4
<i>Niet</i>	10%	0%	10%	0%	5%	5%	0%	15%
<i>Matig</i>	15%	15%	20%	25%	5%	25%	10%	40%
<i>Gemiddeld</i>	35%	35%	30%	35%	40%	40%	40%	30%
<i>Bovengem.</i>	25%	45%	20%	30%	45%	15%	35%	15%
<i>Hoog</i>	15%	5%	20%	10%	5%	5%	15%	0%

Belgische (en Luxemburgse) ondernemingen raten – binnen de 8-delige set van bedrijfscompetenties - data analytics en data management als de belangrijkste succesfactor voor succesvolle integratie van AI. Zij beschouwen deze competenties belangrijker dan het Europese gemiddelde. Ondanks het hoge belang ervan, blijken de Belgische ondernemingen maar nipt boven het gemiddelde competentieniveau (schaalpunt 3) te scoren nl. 3,2 voor data analytics en 3,3 voor datamanagement. Daarmee scoren ze iets onder respectievelijk iets boven het Europese competentieniveau (3,3 voor data analytics en 3,2 voor data management). Enkel Finland heeft beduidend een hoger competentieniveau voor data analytics (score van 3,6). Dit impliceert dat er nog heel wat ruimte is voor Belgische bedrijven om stappen vooruit te zetten in het verwerven van de nodige AI-skills en het ontwikkelen van een efficiënte data beheersstructuur.

AI-leiderschap wordt door Belgische ondernemingen als de derde belangrijkste succesfactor op het niveau van de onderneming bestempeld (gemiddelde score van 4,3) en hoger ingeschat dan op Europees niveau (gemiddelde score van 4,2). Finland, Zweden en Nederland achten het belang ervan nog hoger. Nochtans blijken Belgische ondernemingen niet zo vertrouwd te zijn met AI-leiderschap: de beslagenheid om een AI-visie uit te tekenen met daaraan gekoppelde strategische doelstellingen wordt met een gemiddelde score van 2,7 als de op één na laagste van de acht bedrijfscompetenties ingeschat. Daarmee scoort België onder het gemiddelde competentieniveau van schaalpunt 3 en onder het gemiddelde Europese competentieniveau (score van 2,9). AI-leiderschap is vooral in Finland relatief goed ingeburgerd (gemiddelde competentiescore van 3,5), terwijl ook Zweden en Spanje het gemiddelde competentieniveau van schaalpunt 3 overschrijden.

Op het vlak van open cultuur staat België het verst met een gemiddelde score van 3,6 (tegenover een Europees gemiddelde van 3,2). Liefst van 95% van de bevroagde ondernemingen beschouwt zichzelf als gemiddeld of bovengemiddeld bekwaam in het organiseren van een open AI-cultuur. Finland (score 3,5), Nederland en Zweden (beide een score van 3,3) volgen op de voet. Een open bedrijfscultuur wordt gemiddeld ook belangrijk geacht (score van 4,0) in België. Enkel in Nederland (4,2), Finland (4,3) en Zweden (4,4) wordt nog meer belang gehecht aan deze bedrijfscompetentie.

Belgische bedrijven zijn licht bovengemiddeld (gemiddelde score van 3,2) vertrouwd met opkomende technologieën maar iets minder dan op Europees niveau (gemiddelde score van 3,3).

Bedrijven in Noorwegen (score 3,6), Nederland (3,5), Spanje (3,4) en Finland (3,3) schatten hun bekwaamheid in opkomende technologieën hoger in. Het bewustzijn van het belang van deze technologieën bevindt zich bij de Belgische ondernemingen op het Europees niveau (gemiddelde score van 3,9). Enkel in Finland (score van 4,3) en Noorwegen (score van 4,1) is dit bewustzijn groter.

86% van de Belgische ondernemingen ziet zich bovengemiddeld competent op het vlak van experimentele bedrijfsorganisatie. Dit resulteert in een gemiddelde competentiescore van 3,3 (Europees gemiddelde is 3,2). Nederland en Finland bevinden zich op hetzelfde competentieniveau. Zweedse (gemiddelde score van 3,4) en Noorse ondernemingen (3,7) schatten hun competenties in dit domein hoger in.

24% van de Belgische ondernemingen beschouwen zichzelf als zeer competent in het aangaan van externe samenwerkingsverbanden. Dit aandeel ligt enkel in Duitsland hoger (29%). De gemiddelde score van 3,4 duidt echter op een slechts licht bovengemiddeld competentieniveau, dat weliswaar het Europees niveau van 3,2 overschrijdt. Bedrijven in Spanje, Noorwegen en Finland schatten hun competentieniveau iets hoger in met een gemiddelde score van 3,5. Niettemin achten de Belgische bedrijven (gemiddelde score van 4,0) het belang van samenwerkingsverbanden hoger in dan doorsnee in Europa (gemiddelde score van 3,7). De kloof tussen de inschatting van het belang enerzijds en het competentieniveau anderzijds wijst er mogelijk op dat bedrijven zich nog in een groeiproces bevinden met betrekking tot de integratie van AI in hun interne organisatie en het geschikte tijdstip afwachten op externe allianties aan te gaan.

Van de 8 bedrijfscompetenties wordt het toepassen van gedragswetenschappen met een gemiddelde score van 3,5 als de minst belangrijke beschouwd, zij het nog bovengemiddeld. Enkel in Nederland wordt emotionele intelligentie belangrijker ingeschaald (gemiddelde score van 3,6). Het competentieniveau bevindt zich met een gemiddelde score van 2,4 op Europees niveau, zij het onder de gemiddelde schaalpuntscore van 3. Overigens scoren ook de andere landen ondergemiddeld. De beste competentiescores zijn er voor Duitsland (2,7), Nederland (2,6) en Noorwegen (2,5).

15.1.5 The global talent competitiveness Index (GTCI)⁴⁴⁷

GTCI is een jaarlijks benchmarkingsrapport dat landen meet en rangschikt op basis van hun vermogen om talent te laten groeien, aantrekken en behouden. De GTCI werd voor het eerst geïntroduceerd in 2014 en biedt een waaier aan gegevens en analyses, bedoeld om beleidsmakers te helpen bij het ontwikkelen van talentstrategieën, het oplossen van talentmismatches en het concurrerender worden op de wereldmarkt.

De GTCI is een samengestelde index, gebaseerd op een Input-Output-model, bestaande uit zes pijlers, vier aan de Input-zijde en twee aan de Output-zijde. De GTCI genereert drie hoofdindexen namelijk:

- ▀ De talentenconcurrentievermogen Subindex (de Inputzijde), die bestaat uit vier pijlers die het beleid, de middelen en de maatregelen beschrijven die een bepaald land kan inzetten om zijn talentconcurrentievermogen te bevorderen.

⁴⁴⁷ INSEAD, Adecco Group, Google, *The global talent competitiveness index 2020. Global talent in the age of artificial intelligence*, 2020.

- Activeren ('enable', pijler 1) weerspiegelt de mate waarin de regelgevende, markt- en businessomgevingen een gunstig klimaat creëren voor talent om zich te ontwikkelen en te gedijen. Het gaat dan om het regelgevend landschap (effectiviteit van de overheid, de relaties tussen overheid en bedrijfsleven, politieke stabiliteit, regelgevingskwaliteit,...), de marktomgeving (het gemak van zaken doen, clusterontwikkeling, R&D-uitgaven, technologiegebruik, ICT-infrastructuur) en de businessomgeving (werkloosheid hoger opgeleiden, actief arbeidsmarktbeleid, relatie werknemer-werkgever, technologiegebruik, investering in opkomende technologieën, ...)
- De andere drie pijlers beschrijven de drie hefboomen van talentconcurrentievermogen, die respectievelijk focussen op wat landen doen om talent aan te trekken ('attract', pijler 2: directe buitenlandse investeringen en technologietransfer, migrantenbestand, brain gain, internationale studenten, overwicht buitenlandse beslissingscentra, tolerantie t.a.v. minderheden en migranten, sociale mobiliteit, genderontwikkelingskloof,...), te laten groeien ('grow', pijler 3: formele opleiding, levenslang leren, toegang tot ontwikkelingsopportuniteiten zoals delegatie van bevoegdheden, persoonlijke rechten, gebruik van virtuele sociale en professionele netwerken, samenwerking binnen en tussen organisaties) en te behouden ('retain', pijler 4: pensioensysteem, sociale bescherming, levensstijlindicatoren zoals ecologische performantie, veiligheid, sanitaire voorzieningen).
- De talentenconcurrentiepositie Subindex (de Outputzijde), die bedoeld is om de kwaliteit van het talent in een land te beschrijven en te meten, dat voortvloeit uit bovengenoemde beleidsmaatregelen, middelen en inspanningen. Het bestaat uit twee pijlers die de huidige situatie van een bepaald land beschrijven in termen van beroeps- en technische vaardigheden (pijler 5: beroepsbevolking met secundair onderwijs, technici en verwante professionals, arbeidsproductiviteit per werknemer, het gemak om geschoold personeel te vinden, relevantie onderwijssysteem voor de economie, skills match secundair onderwijs respectievelijk hoger onderwijs) en wereldwijde kennisvaardigheden (pijler 6: werknemers met hoger onderwijs, bevolking met hoger onderwijs, professionals, onderzoekers, beschikbaarheid van wetenschappers en ingenieurs, leidinggevende ambtenaars en managers, innovatieoutput, hoogtechnologische export, nieuwe productontwikkeling, artikelen in wetenschappelijke tijdschriften).
- De Global Talent Competitiveness Index (GTCI), die wordt berekend als het eenvoudige rekenkundige gemiddelde van de scores die zijn geregistreerd op elk van de zes hierboven beschreven pijlers.

Het meest recente GTCI-model werd verfijnd en verbeterd. Sommige variabelen zijn verwijderd of vervangen en een paar nieuwe zijn toegevoegd. Een van de belangrijkste nieuwe functies is de introductie van een component 'Technologie-acceptatie' die een maatstaf geeft voor hoe landen gebruik maken van en investeren in nieuwe technologieën, waaronder AI. Als gevolg hiervan is het totale aantal indicatoren gestegen van 68 naar 70. De landendekking in de GTCI 2020 is ook uitgebreid en de index omvat nu 132 landen - een stijging ten opzichte van de 125 landen van vorig jaar, rekening houdend met een spreiding over alle inkomensgroepen en ontwikkelingsniveaus.

De studie stelt vast dat er een positieve correlatie is tussen de economische performantie van een land en de mate waarin dat land competitief is op het vlak van talenten.

Figuur 150: relatie economische performantie en beschikbaarheid talenten



Daarbij neemt de kloof tussen de talentklopers – praktisch allen zijn zij hoge inkomenslanden – en de rest van de wereld toe.

Hieronder wordt de GTCI top 20 van de wereld weergegeven:

Tabel 34: Top 20 GTCI

	Score	Enable	Attract	Grow	Retain	Vocational and technical skills	Global knowledge skills
Zwitserland	81,26	2	6	2	1	2	4
VS	79,09	3	11	1	12	1	2
Singapore	78,48	1	1	8	24	5	1
Zweden	75,82	4	10	6	9	7	5
Denemarken	75,18	6	14	7	3	10	6

Nederland	74,99	5	15	3	7	6	16
Finland	74,47	10	13	4	8	4	15
Luxemburg	73,94	9	2	19	4	16	11
Noorwegen	72,91	11	16	12	2	8	13
Australië	72,53	17	7	9	11	20	9
Duitsland	72,34	7	19	13	10	3	23
VK	72,27	15	12	5	17	24	3
Canada	71,26	14	6	11	20	19	14
IJsland	70,90	16	18	18	6	14	7
Ierland	70,45	21	9	14	13	11	12
Nieuw-Zeeland	69,84	12	5	15	18	26	17
Oostenrijk	68,87	13	24	16	5	9	25
België	68,87	18	21	10	15	18	18
Japan	66,06	8	40	20	16	13	24
Israël	65,66	19	48	21	21	12	8

De wereldtop wordt gedomineerd door Europa (13 landen). Slechts 7 niet-Europese landen maken deel uit van de top-20: de VS (2^{de}), Singapore (3^{de}), Australië (10^{de}), Canada (13^{de}), Nieuw-Zeeland (16^{de}), Japan (19^{de}) en Israël (20^{ste}). Zoals gezegd, betreft het allemaal hoge inkomenslanden. De positie van deze landen maakt dat zij goed geplaatst zijn om ook in het tijdperk van AI voldoende talent te ontwikkelen, aan te trekken en te behouden. België behoort met haar 18^{de} rang tot de top-20 landen met een competitief talentecosysteem, hetgeen goed oogt vanuit mondiaal perspectief. Het situeert zich voor elk van de onderdelen tussen de 10^{de} en 20^{ste} rang, met uitzondering voor de parameter 'attract' (21^{ste} positie). Binnen de parameter 'enable' wordt onder meer ingezoomd op de investeringen in opkomende technologieën en de robotdensiteit. België positioneert zich voor deze criteria op de 20^{ste} (score van 67,5) respectievelijk 9^{de} positie (score van 55,75) binnen de groep van geselecteerde landen.

Wanneer we echter het speelveld verkleinen tot de hoge inkomenslanden van Europa, dient dit beeld enigszins genuanceerd. België situeert zich dan op de 13^{de} rang op 28 landen, iets beter dan de middelste positie die bezet wordt door Frankrijk. De top-5 wordt gevormd door Zwitserland, Zweden, Denemarken, Nederland en Finland. De meeste buurlanden (Nederland, Luxemburg, Duitsland, VK) en de Scandinavische landen scoren dus beter. Enkel Frankrijk vervoegt België in de middenmoot. Hieronder worden de landen voor elk van de parameters geherpositioneerd binnen de groep van de Europese hoge inkomenslanden. België positioneert zich voor elk van de parameters rond de middenmoot, behalve voor de parameter 'grow' (7^{de} positie).

Tabel 35: de positie binnen de Europese hoge inkomenslanden

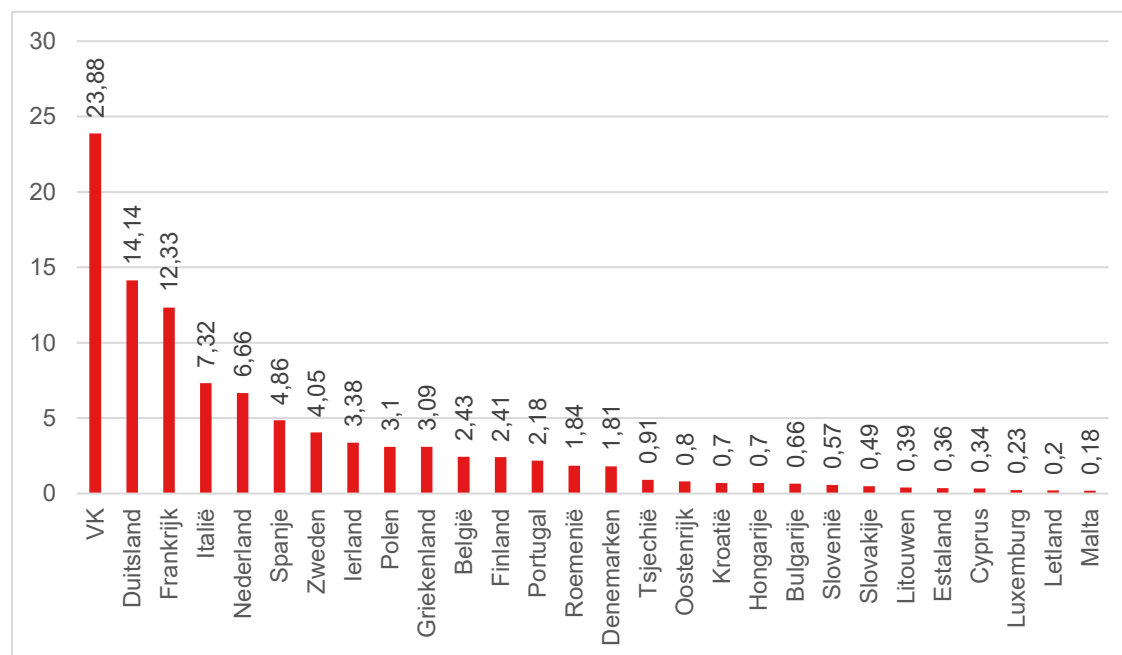
	Rang	Enable	Attract	Grow	Retain	Vocational and technical skills	Global knowledge skills
Zwitserland	1	1	2	1	1	1	2
Zweden	2	2	4	5	9	5	3
Denemarken	3	4	7	6	3	8	4
Nederland	4	3	8	2	7	4	11
Finland	5	7	6	3	8	3	10
Luxemburg	6	6	1	14	4	11	7
Noorwegen	7	8	9	8	2	6	9
Duitsland	8	5	11	9	10	2	15
VK	9	10	5	4	14	15	1
IJsland	10	11	10	13	6	10	5
Ierland	11	13	3	10	11	9	8
Oostenrijk	12	9	14	11	5	7	16
België	13	12	13	7	13	13	12
Frankrijk	14	14	18	12	15	12	14
Malta	15	17	12	22	12	20	13
Estland	16	15	16	16	22	17	6
Tsjechië	17	16	17	15	16	14	20
Portugal	18	18	15	19	18	23	22
Slovenië	19	19	22	18	19	16	18
Spanje	20	21	21	17	17	26	21
Letland	21	22	20	23	24	19	19
Litouwen	22	20	19	21	26	28	17
Italië	23	24	25	20	20	18	25
Slovakije	24	23	23	24	23	21	26
Polen	25	25	26	25	25	22	27
Griekenland	26	27	27	26	21	25	23
Hongarije	27	26	24	28	27	24	24
Kroatië	28	28	28	27	28	27	28

15.1.6 AI talent in de Europese arbeidsmarkt⁴⁴⁸

Uit deze studie blijkt dat Europa internationaal achterop loopt op het vlak van AI-talent (individuen met vaardigheden om AI te ontwikkelen en toe te passen). De VS stellen tweemaal zoveel AI-vaardige personen te werk dan de EU, alhoewel hun beroepsbevolking slechts half zo groot is als die van de EU. Daarbij komt dat de helft van het AI-talent geconcentreerd is in drie EU-lidstaten, zijnde het VK (een aandeel van 24% van de totale Europese AI-talentenvijver tegenover een aandeel van 13,4% in de totale Europese beroepsbevolking), Duitsland (14%) en Frankrijk (12%). De tewerkstelling van AI-talenten is ook sectoraal geconcentreerd: twee derde (77%) is actief in de ICT-sector ('software&IT services', meer dan 40%), de academische (onderzoeks)wereld ('education', rond de 25%) en de productiesectoren ('manufacturing sectors', waaronder de automobiel 3%, mechanische en industriële engineering 2%, industriële automatisering 1,8%, lucht- en ruimtevaart 2%, defensie 0,819%, hernieuwbare energie&milieusectoren 0,45%). Daarnaast is een significant aandeel van AI-talent terug te vinden in de financiële, hardware&networking en gezondheidssector. Verder wordt vastgesteld dat er een grote genderkloof is: slechts 16% van de AI-talenten zijn van het vrouwelijk geslacht.

Tenslotte wordt aangegeven dat de grote gevestigde ondernemingen uit de topsectoren de 'first adapters' van AI zijn in Europa en dus ook het eerst profiteren van de verspreiding van deze nieuwe technologie: de auto-industrie in Duitsland (de helft van de totale Duitse AI-talenten), de financiële sector in het VK, de telecommunicatie in Finland, de telecommunicatie en auto-industrie in Zweden bijvoorbeeld plukken nu reeds de vruchten van hun investeringen in AI-technologieën. Men vindt in Europa weinig ondernemingen wier hoofdactiviteit bestaat in het ontwikkelen van AI-applicaties of het leveren van AI-diensten, en als ze er al zijn betreft het kleine ondernemingen. Dit staat in schril contrast met de Amerikaanse markt waar de AI-marktplaats mede wordt gedomineerd door nieuwe instromers en 'digital natives'.

Figuur 151: aandeel in totaal AI-talenten in EU

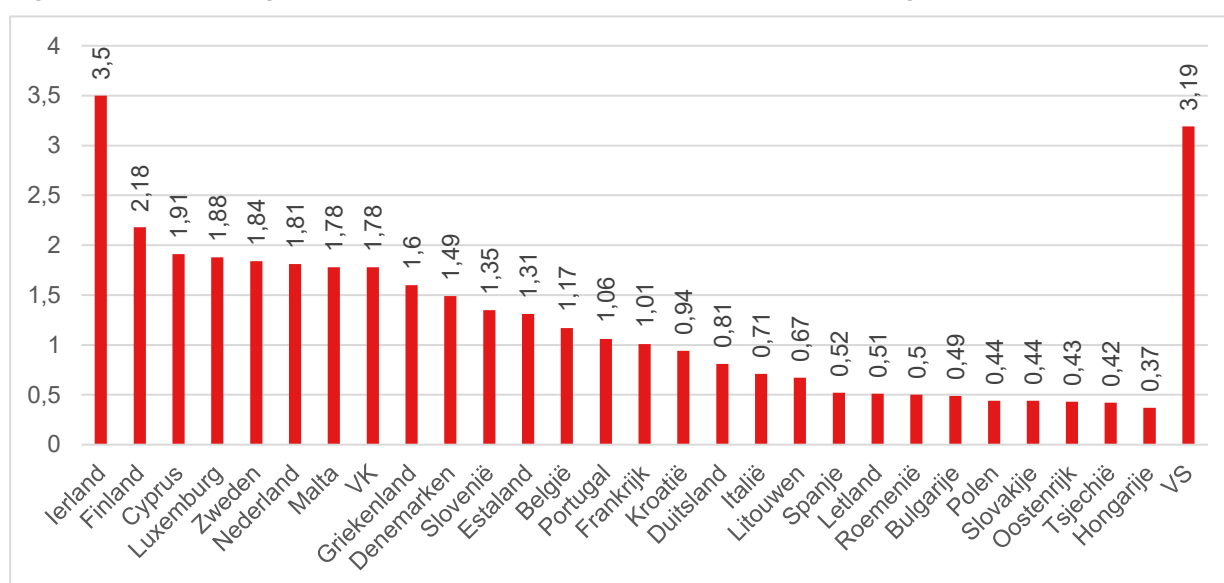


⁴⁴⁸ LinkedIn Economic Graph, *AI talent in the European labour market*, November 2019.

Zoals reeds gezegd, bezetten het VK (24%), Duitsland (14%) en Frankrijk (12%) de top drie positie in de EU. Samen zijn ze goed voor de helft van het in de EU aanwezige AI-talent. Italië en Nederland volgen met een aandeel van 7,3% respectievelijk 6,7%. Naar verhouding met hun bevolkingsomvang scoren Nederland (17,2 miljoen inwoners), Zweden (10,2 miljoen inwoners) en Ierland (4,9 miljoen inwoners) goed. België bevindt zich stevig in de middenmoot met een aandeel van 2,43%. Het bevindt zich daarmee op het niveau van Finland (2,41%), al moet vermeld worden dat de bevolkingsomvang in België (de 8^{ste} bevolkingsrijke EU-lidstaat met 11,45 miljoen inwoners) dubbel zo groot is dan in Finland (bevolkingsaantal van 5,5 miljoen inwoners).

Om een beter inzicht te verkrijgen in de mate waarin EU-lidstaten AI-talent kunnen voortbrengen en aantrekken, is de AI-intensiteit een betere maatstaf. Daarmee wordt het aantal AI-werkers vergeleken met de omvang van de actieve bevolking (onderstaande figuur).

Figuur 152: verhouding aandeel AI-talenten in EU tot aandeel beroepsbevolking in AI



Uit de maatstaf van AI-intensiteit kan afgeleid worden dat zes landen toonaangevend zijn in de ontwikkeling en aantrekking van AI-talenten: Ierland, Finland, Cyprus, Luxemburg, Zweden en Nederland. In verhouding met het aandeel van hun beroepsbevolking in de EU-beroepsbevolking is hun aandeel in de totale omvang van Europese AI-talenten bijna dubbel zo groot (1,80 of meer). Malta en het VK sluiten hier nauw bij aan. In geval van Finland bedraagt die ratio meer dan 2 (dus het aandeel in Europese AI-talenten is meer dan dubbel zo groot als het aandeel in de EU-beroepsbevolking), voor Ierland bedraagt de ratio 3,5.

In Frankrijk, Portugal en België is de ratio nauwelijks hoger dan 1, d.w.z. dat het aandeel in Europese AI-talenten evenredig is met hun aandeel in de EU-beroepsbevolking, hetgeen duidt op een middelmatige penetratiegraad.

15.1.7 The revolution of AI at work⁴⁴⁹

Dit onderzoek is gebaseerd op online interviews van minstens 1.000 personen boven de 18 jaar die deel uitmaken van de beroepsbevolking. De vragenlijst focust op AI, meer in het bijzonder op technologieën die het machines en software applicaties mogelijk maken om problemen op te lossen en taken uit te voeren die vroeger enkel door de mens konden worden volbracht.

Eén van de vragen peilt naar het gebruik van AI-tools door werknemers op de werkvloer. Hieruit blijkt dat er in weinig landen zoveel tools en applicaties op basis van AI worden gebruikt als in België. Bijna een kwart van de Belgen (24%) werkt nu al in zo'n omgeving. Dit is ook het geval in de VS. Enkel in Canada (26%) en China (31%) zijn nog meer werknemers nu reeds actief in een AI-omgeving. Gemiddeld gebruiken 22% van de werknemers AI-tools. Meer dan de helft (53%) verwacht dat dit in de komende twee jaar het geval zal zijn op de werkplek. In België verwacht 54% van de werknemers de introductie van AI binnen de 2 jaar. Dit is beduidend meer dan in de buurlanden Frankrijk (44%), Duitsland (45%) en het VK (47%). Enkel in Spanje (57%) en China (78%) verwachten de werknemers een groter gebruik van AI-tools binnen de 2 jaar.

Tabel 36: "Gebruikt u al tools met AI?"

	België	Frankr.	Duitsl.	Spanje	VK	VS	Canada	China	Totaal*
Sommige al in gebruik	24%	16%	15%	18%	20%	24%	26%	31%	22%
Nog niet in gebruik maar in ontwikkeling	14%	16%	14%	21%	12%	11%	14%	29%	17%
Nog niet in gebruik maar wel in de komende 2 jaar	16%	12%	16%	18%	15%	11%	11%	18%	14%
Nog niet in gebruik en staat ook niet gepland	46%	56%	55%	43%	53%	54%	49%	22%	47%

* In het totaal aantal respondenten zijn de Belgische deelnemers niet meegeteld.

Bij de werknemers die al toegang hebben tot AI-tools werd tevens gepeild naar de impact van AI op het werk. Uit de resultaten blijkt dat de impact van AI positiever wordt beoordeeld in de VS en China dan in Europa, in het bijzonder Frankrijk en vooral België. Het verschil van België met de globale positieve inschatting is groot. Niettemin staat ook in België een meerderheid van de werknemers positief tegenover de impact van AI-tools.

Tabel 37: "Wat is de impact van AI op...?"

	België	Frankr.	Duitsl.	Spanje	VK	VS	Canada	China	Totaal*
Jouw efficiëntie	62%	62%	65%	72%	74%	77%	72%	91%	75%
Jouw resultaten	60%	62%	68%	70%	67%	76%	75%	92%	75%
Hoe je werk is georganiseerd	55%	61%	71%	69%	69%	76%	72%	89%	74%
Jouw niveau van welzijn op het werk	52%	57%	63%	64%	62%	68%	66%	87%	69%
De aantrekkelijkheid van je werk	51%	59%	67%	67%	66%	68%	65%	86%	70%

⁴⁴⁹ Ipsos&Boston Consulting Group, *Artificial Intelligence: have no fear. The revolution of AI at work*, June 2018.

Een meerderheid van de werknemers, in het bijzonder van hen die reeds vertrouwd zijn met AI-tools, verwacht dat AI hen zal helpen om efficiënter te werken. De werknemers verwachten vooral minder saaie taken dankzij AI (72%). Dit is ook voor de Belgische werknemer het geval (71%). Vooral in China en Spanje verwachten werknemers efficiëntiewinsten bij de uitoefening van de job.

Tabel 38: “Hoe kan AI helpen?”

	België	Frankr.	Duitsl.	Spanje	VK	VS	Canada	China	Totaal*
De tijd verminderen die aan vervelende taken wordt besteed	71%	67%	68%	73%	66%	71%	70%	92%	72%
Het risico op fouten verminderen	65%	59%	62%	73%	61%	64%	62%	90%	67%
Het meer mogelijk maken om dingen sneller te doen	64%	56%	65%	70%	63%	66%	63%	90%	68%
Meer tijd creëren voor taken met toegevoegde waarde	62%	54%	64%	64%	61%	63%	61%	80%	64%
De kwaliteit van je werk opkrikken	62%	54%	59%	67%	53%	59%	58%	93%	63%
Het meer mogelijk maken om te innoveren in je werk	58%	49%	57%	66%	56%	62%	58%	81%	61%

* In het totaal aantal respondenten zijn de Belgische deelnemers niet meegeteld.

Uit de bevraging blijkt verder dat iets meer dan de helft van de bedrijven (52%) overtuigd is van het strategisch belang van AI. In België is dat niet eens de helft van de ondernemingen: 47% van de werknemers geeft aan dat AI niet behandeld wordt als een strategisch issue. In Spanje (55%) en China (85%) zijn al meer ondernemingen overtuigd van het strategisch belang van AI. Ook blijkt uit de bevraging dat de meeste bedrijven (62%) in België nog niet van plan zijn om speciale opleidingen rond AI te voorzien.

Tabel 39: Bewustzijn over strategisch belang van AI. “Op mijn werk is AI een gespreksonderwerp...”

	België	Frankr.	Duitsl.	Spanje	VK	VS	Canada	China	Totaal*
dat gepresenteerd wordt als van strategisch belang	47%	40%	49%	55%	44%	43%	46%	85%	52%
dat resulteert in het rekruteren van nieuwe profielen	46%	30%	46%	47%	40%	42%	40%	73%	46%
dat zorgt dat veel projecten worden gelanceerd	39%	32%	38%	41%	37%	37%	37%	73%	42%
dat zorgt dat meer opleidingen worden aangeboden	38%	27%	45%	43%	35%	41%	37%	78%	44%
dat jouw managers met jou bespreken	35%	28%	39%	42%	28%	31%	33%	79%	40%

* In het totaal aantal respondenten zijn de Belgische deelnemers niet meegeteld.

Ondanks tal van positieve aspecten, spelen er ook heel wat bezorgdheden over AI. In het bijzonder wordt er gevreesd dat AI zal uitmonden in meer controle en toezicht (76%) en zal leiden tot jobverlies (68%). Deze bekommernissen zijn nog meer uitgesproken in China (84% respectievelijk 76%). Ook in Spanje (81%) en Duitsland (79%) doet de vrees voor meer controle en toezicht zich sterk gevoelen. In België overheersen de bezorgdheid voor een verminderd groepsgevoel (70%) en voor de daling van de werkgelegenheid (69%). De bezorgdheid is het kleinst (64%) over ethische aspecten in verband met de privacy. Dit geldt ook voor de Belgische werknemer (62%). In China (70%) en Frankrijk (69%) is deze bekommernis meer uitgesproken.

Tabel 40: “Baart AI jou ook zorgen? Zo ja: waarom?”

	België	Frankr.	Duitsl.	Spanje	VK	VS	Canada	China	Totaal*
Het zal werk minder menselijk maken en groepsgevoel verminderen	70%	71%	68%	70%	65%	63%	64%	54%	65%
Het zal leiden tot jobverlies door een kleinere werklast	69%	69%	66%	67%	66%	66%	65%	76%	68%
Het zal uitmonden in meer controle en toezicht	66%	73%	79%	81%	72%	74%	71%	84%	76%
Het zal ethische problemen stellen mbt de bescherming van persoonlijke data	62%	69%	58%	63%	63%	64%	62%	70%	64%

* In het totaal aantal respondenten zijn de Belgische deelnemers niet meegeteld.

Tenslotte gelooft 4 op de 10 werknemers dat AI-gedreven machines en computers op middellange termijn (binnen de 13 jaar) de meeste taken zullen kunnen uitvoeren die nu door hen gebeuren. Ook in de VS leeft dit aanvoelen bij 4 op de 10 werknemers, in Spanje bij bijna 5 op de 10 werknemers. In China speelt dit zelfs bij 70% van de werknemers. In België denkt slechts 35% van de werknemers dat zijn taken kunnen worden overgenomen. Of met andere woorden, denkt 65% dat AI zijn taken nooit zal kunnen overnemen.

Tabel 41: “Wanneer denk je dat een computer of machine al jouw taken of toch de meeste zal kunnen overnemen dankzij AI?”

	België	Frankr.	Duitsl.	Spanje	VK	VS	Canada	China	Totaal*
Is nu al het geval	2%	1%	1%	1%	2%	3%	2%	4%	2%
Over 2 jaar	2%	2%	1%	2%	4%	4%	3%	4%	3%
Over 3 à 5 jaar	10%	8%	8%	10%	9%	13%	11%	21%	11%
Over 6 à 10 jaar	11%	10%	11%	16%	11%	9%	12%	22%	13%
Over meer dan 10 jaar	10%	10%	12%	17%	11%	11%	10%	19%	13%
Totaal: AI zal taken overnemen	35%	31%	33%	46%	37%	40%	38%	70%	42%
Nooit: AI kan de taken die ik uitvoer nooit overnemen	65%	69%	67%	54%	63%	60%	62%	30%	58%

* In het totaal aantal respondenten zijn de Belgische deelnemers niet meegeteld.

15.1.8 Government Artificial Intelligence Readiness Index 2019⁴⁵⁰

De Government AI-index brengt in kaart in welke mate nationale overheden (van 194 landen) erin slagen de mogelijkheden van AI aan te wenden bij publieke dienstverlening. Tal van criteria worden daartoe ondergebracht in 4 hoofdclusters: governance, infrastructuur en data, vaardigheden en onderwijs, overheid en publieke dienstverlening. Het doel van de AI-readiness index van de overheid is niet om een wereldwijde concurrentiewedloop inzake AI te voeden, maar wel om de beleidsmakers inzichten te bieden waarin ze reeds goed presteren, en op welke domeinen ze in de toekomst hun aandacht kunnen vestigen.

De rangschikking wordt aangevoerd door Singapore en verder gedomineerd door Westerse economieën. Merk de goede positie op van de Scandinavische landen (5^{de}, 6^{de}, 9^{de} en 12^{de}), het VK (2^{de}), en onze buurlanden Duitsland (3^{de}), Frankrijk (8^{ste}) en Nederland (14^{de}). België bekleedt de 24^{ste} positie met een score van 6,86.

Tabel 42: Government AI readiness index, 2019

Land	Score
Singapore	9,18
VK	9,06
Duitsland	8,81
VS	8,80
Finland	8,77
Zweden	8,67
Canada	8,67
Frankrijk	8,60
Denemarken	8,60
Japan	8,58
Australië	8,12
Noorwegen	8,07
Nieuw-Zeeland	7,87
Nederland	7,65
Italië	7,53
Oostenrijk	7,52
India	7,51
Zwitserland	7,46
Verenigde Arabische Emiraten	7,44

⁴⁵⁰ Oxford Insights&International Development Research Centre

China	7,37
-------	------

Algemeen beschouwd, kan Noord-Amerika beschouwd worden als de best presterende regio, terwijl de slechtst presterende regio's Afrika en Azië-Pacific zijn. De Index brengt de huidige ongelijkheid in AI-readiness tussen nationale overheden naar boven, waarbij landen de hogere inkomenslanden het, zoals verwacht, beter doen in de ranglijst dan de midden- en lagere inkomenslanden. Dit reveleert een relatief ongelijke toegang tot de mogelijkheden van AI, ook inzake publieke dienstverlening, die samenhangt met de wereldwijde inkomensverdeling.

15.1.9 Global Cities' AI Readiness Index⁴⁵¹

Het Oliver Wyman Forum heeft internationaal onderzoek uitgevoerd in 105 steden om een beter inzicht te verkrijgen in het disruptieve potentieel van AI. De readiness index deelt de steden in in vier cohorten op basis van de bevolkingsomvang en rangschikt vervolgens de steden op basis van een globale readiness-score waarin vier vectoren worden gecapteerd die de paraatheid van steden reflecteren om zich aan te passen aan en mee te gaan in de ontwikkelingen van AI: (i) visie, prioritisering en mindset (heeft de stad een goed begrip van de potentiële kansen en risico's van technologische disruptie en heeft het een gestructureerd en geïntegreerd plan om de uitdagingen aan te gaan?), (ii) activering en implementatie (zijn de stad en haar stakeholders goed gepositioneerd om toekomstgerichte plannen uit te voeren en is er een efficiënte governance om de samenwerking tussen de stakeholders te sturen?), (iii) basisactiva/hulpbronnen (beschikt de stad over bestaande activa die kunnen fungeren als ondersteunende elementen om haar visie uit te voeren? Heeft de stad bijvoorbeeld een reservoir aan talent op hogescholen en universiteiten, een geschoolde beroepsbevolking, hoogwaardig STEM-onderwijs in het basis- en hoger onderwijs, een track record voor innovatie en het aantrekken van baanbrekende bedrijven, en de nodige infrastructuur?), (iv) traject en ontwikkeling (is de stad op de goede weg? Heeft de stad de afgelopen jaren haar operationele organisatie verbeterd en haar activa beter afgestemd op wat nodig is om in de toekomst te slagen?). Elk van deze categorieën bevat meerdere subdimensies die zelf zijn samengesteld uit verschillende individuele statistieken en data.

⁴⁵¹ <https://www.oliverwymanforum.com/city-readiness/global-cities-ai-readiness-index-2019.html>

Tabel 43: megasteden (> 10 miljoen inwoners, 27 onderzochte steden)

#	stad	Rang ↑	globaal	Visie	activering	Middelen	Ontwikkeling
1	Londen	1	75.6	78.9	79.2	89.2	55.2
2	New York	2	72.7	76.4	74.8	79.3	60.3
3	Parijs	3	71.0	73.4	81.9	76.2	52.4
4	Los Angeles	4	65.2	68.9	73.6	59.7	58.3
5	Beijing	5	64.3	69.2	46.9	66.2	74.8
6	Sjanghai	6	59.2	54.2	53.5	55.3	73.7
7	Tokyo	7	58.4	57.0	70.3	73.6	32.7
8	Shenzhen	8	54.3	54.2	47,0	39.2	76.6
9	Osaka	9	54.1	57.0	71.8	47,0	40.7
10	Moskou	10	51,0	29.2	47.6	60.6	66.8
11	Guangzhou	11	50.8	46.7	48.3	34.6	73.8
12	Delhi	12	45.0	46.1	39.5	31.7	62.7
13	Chengdu	13	43.7	39.2	44.9	27.3	63.3
14	Jakarta	14	42.3	28.2	48.1	27.7	65.1
15	Chongqing	15	42.2	39.2	42.3	24.5	62,8
16	Bangalore	16	40.3	31.1	40.2	28.5	61.4
17	Istanbul	17	39.4	29.9	50.2	39.9	37.3
18	Mumbai	18	39.1	16.1	40.0	36.9	63.4
19	Rio de Janeiro	19	38.6	43.8	39.7	26.4	44.6
20	Mexico Stad	20	37.9	22.6	48.6	39.1	41.4

Tabel 44: Grote steden (5-10 miljoen inwoners, 29 onderzochte steden)

#	stad	Rang ↑	globaal	Visie	activering	Middelen	Ontwikkeling
1	Singapore	1	75.8	98.4	79.0	66.7	59.0
2	Berlijn	2	67.3	69.5	86.6	53.6	59.7
3	Chicago	3	65.1	61.4	74.6	65.4	59.0
4	Seoul	4	65.1	48.9	71.9	74.2	65.4
5	Washington, DC	5	64.5	61.4	76.3	63.6	56.5
6	Hong Kong	6	63.9	54.2	60.5	70.0	71.0
7	Toronto	7	61.9	49.6	84.0	64.2	49.8
8	Dallas	8	61.8	68.9	74.1	54,0	50.3
9	Houston	9	58.7	61.4	76.2	53.8	43.5
10	Atlanta	10	57.4	46.4	73.6	56.4	53.3
11	Philadelphia	11	56.4	46.4	74.4	47.1	57.7
12	Miami	12	56.4	53.9	72.0	46.9	52.7
13	Barcelona	13	55.4	43.1	76.6	47.7	54.2
14	Kuala Lumpur	14	55.0	49.4	61.7	47.5	61.2
15	Madrid	15	54,0	28.1	76.5	59.9	51.4

Tabel 45: Middelgrote steden (3-5 miljoen inwoners, 20 onderzochte steden)

#	stad	Rang ↑	globaal	Visie	activering	Middelen	Ontwikkeling
1	San Francisco	1	71.9	68.9	76.8	73.8	68.0
2	Boston	2	68.5	68.9	76.1	68.8	60.0
3	Sydney	3	67.3	65.0	83.8	64.3	56.2
4	Hamburg	4	63.2	62.0	87.8	51.6	51.5
5	Seattle	5	61.8	53.9	76.6	61.4	55.1
6	Montreal	6	60.9	57.1	84.3	51.3	50.8
7	Abu Dhabi	7	58.8	77.5	74.5	26.1	57.0
8	Melbourne	8	56.8	42.5	83.9	54.7	46.0
9	Manchester	9	56.4	56.4	77.8	41.3	50.0
10	Minneapolis	10	56.0	46.4	75.1	52.2	50.4
11	Detroit	11	53.4	46.4	72.7	42.2	52.1
12	Busan	12	53.3	56.4	68.3	40.0	48.7
13	Feniks	13	53.3	46.4	72.4	43.4	51.0
14	Tel Aviv	14	51.6	39.3	61.2	53.0	53.1
15	Milaan	15	51.6	30.8	75.0	53.5	47.0
16	Rome	16	47.5	30.8	71.8	43.1	44.4
17	Warschau	17	45.4	15.4	70.4	43.3	52.7
18	Kaapstad	18	38.7	37.3	45.2	24.5	47.8
19	Nairobi	19	33.0	40.8	19.8	9.9	61.4
20	Curitiba	20	28.9	21.3	38.4	13.8	42.1

Tabel 46: Kleine steden (< 3 miljoen inwoners, 29 onderzochte steden)

#	stad	Rang ↑	globaal	Visie	activering	Middelen	Ontwikkeling
1	Stockholm	1	70.4	70.5	89.5	66.9	54.6
2	Amsterdam	2	68.6	75.6	85.7	62.1	51,0
3	München	3	66.6	69.5	89.4	55.1	52.4
4	Dublin	4	66.2	62.7	88.1	57.2	56.8
5	Auckland	5	65.7	82.7	86.1	42.9	50.9
6	San Jose	6	64.1	46.4	79.0	65.3	65.7
7	Dubai	7	63.9	85.0	70.9	45.3	54.4
8	Calgary	8	63.5	79.7	83.9	44.8	45.6
9	Zurich	9	63.4	52.4	87.5	59.4	54.3
10	Kopenhagen	10	63.0	59.6	87.2	53.8	51.7
11	Keulen	11	62.2	62.0	87.2	49.6	49.8
12	Pittsburgh	12	61.8	76.4	74.1	44.3	52.3
13	Edinburgh	13	60.8	71.4	81.5	41.4	48.7
14	Wenen	14	60.1	58.6	86.4	46.7	48.7
15	Vancouver	15	59.7	49.6	84.6	51.5	53.2
16	Denver	16	59.6	61.4	74.3	48.7	54.1
17	Ottawa	17	59.5	64.7	84.1	45.5	43.9
18	Raleigh	18	58.5	53.9	74.7	49.7	55.6
19	Austin	19	58.0	53.9	74.0	52.0	52.2
20	Brussel	20	57.2	49.2	78.5	50.9	50.3
21	Taipei	21	56.5	37.5	73.7	58.2	56.6
22	Praag	22	55.1	61.2	72.3	45.9	40.8
23	Portland	23	55.0	46.4	74.9	46.4	52.3
24	Frankfurt	24	54.5	39.5	88.0	40.6	50.2
25	Lyon	25	54,5	43.4	82.6	43.3	48.6

Algemeen beschouwd moeten steden nog aanzienlijke stappen zetten om zich voor te bereiden op de volgende generatie van technologieën. Geen enkele stad komt voor elk van de vier vectoren voor in de top 20 en geen enkel stad haalt de top 10 voor drie van de vier vectoren. Kleinere steden kunnen bovendien even competitief zijn als mega steden. Vijf van de top 10 steden hebben minder dan 5 miljoen inwoners. Amsterdam en Stockholm zijn voorbeelden van kleinere steden die het technologietijdperk volledig omarmen en tot de wereldleiders kunnen gerekend worden. Tenslotte blijkt uit een analyse van 250 stadsvisie- en planningsdocumenten dat de meeste steden niet ingaan op grote maatschappelijke ontwikkelingen die worden aangedreven door AI en andere technologieën. De steden richten zich eerder op slimme stadsontwikkelingen en op opportuniteiten, zonder de ermee gepaard gaande uitdagingen voldoende uit te diepen.

België telt enkel kleine steden. In het onderzoek werd dan ook hoofdzakelijk gefocust op Brussel. Brussel bekleedt de 20^{ste} positie (op 29 onderzochte kleine steden) met een score van 57,2.

15.1.10 AI en de consument⁴⁵²

Het beursgenoteerde Pegasystems Inc., een Amerikaans softwarebedrijf gevestigd in Cambridge, Massachusetts voerde een wereldwijd onderzoek uit over hoe klanten denken over en omgaan met service bots, recommendation engines en virtuele assistenten. Er werden 6.000 klanten geënquêteerd in Noor-Amerika, EMEA (Europa, Midden-Oosten en Afrika) en APAC (Azië-Pacific regio). Het onderzoek brengt aan het licht dat de klanten een ambigüe houding aannemen ten aanzien van AI: meer dan 1/3 (35%) geeft aan zich comfortabel te voelen met AI-toepassingen van bedrijven, terwijl iets minder dan 1/3 (28%) het tegenovergestelde beweert. 37% heeft geen uitgesproken voor- of afkeer.

De aanhangers omarmen enthousiast de voordelen van AI en zien een veelbelovende toekomst in het verschiet. Maar sommigen koesteren diepgewortelde angsten over AI, en de meesten van hen geven nog steeds de voorkeur aan de vertrouwdheid van de menselijke omgang boven een gezichtsloze machine, wanneer hun de keuze wordt voorgeschoteld. Voor anderen voldoet de AI-ervaring nog niet aan hun verwachtingen. En over de hele lijn brengt de studie aan het licht dat de consumenten AI gewoon niet goed begrijpen en niet beseffen hoe het nu reeds hun leven elke dag raakt.

Ondanks deze schijnbare tegenstellingen onthullen de onderzoeksgegevens ook een grote opportuniteit. Vooruitstrevende bedrijven kunnen van de onzekerheid gebruik maken om hun aanpak van klanten aan te passen aan hun AI-preferenties en bezorgdheden. Door dit op een transparante wijze te doen, kunnen ze AI demystificeren en de best mogelijke klantervaringen bieden.

Een eerste vraag die de onderzoekers voorlegden, slaat op de kennis over AI “Wat weet u eigenlijk over AI?” Uit de studie blijkt dat heel wat klanten hun kennis overschatten. Meer dan 70% van de respondenten gaf te kennen dat zij AI, één van de meest complexe en snel evoluerende technologieën, begrijpen. Wanneer dieper wordt gegraven, blijkt dat veel consumenten zelfs niet enkele van de meest elementaire principes van AI (her)kennen. Bijna de helft weet niet dat AI-oplossingen machines in staat stellen nieuwe dingen te leren en nog minder klanten weten niet dat het problemen kan oplossen of spraak kan begrijpen. Voor het bedrijfsleven impliceert deze kenniskloof een belangrijk waarschuwingssignaal, vermits zij in belangrijke mate de perceptie over AI kan beïnvloeden, en niet altijd ten goede. In combinatie met allerlei mediaverhalen over de opkomst van robotmachines kan het vacuüm dat momenteel gecreëerd wordt door een gebrek aan kennis, opgevuld worden met angstgevoelens. Uit het onderzoek blijkt dat meer dan 70% van de consumenten een soort angst koestert ten aanzien van AI. Een kwart van hen maakt zich zelfs zorgen dat machines de wereld zullen overnemen. Dit getuigt van een fundamenteel wantrouwen dat bedrijven het hoofd moeten bieden en moeten overwinnen. Dit vergt tijd en een goed doordachte strategie om de voordelen van AI geleidelijk te introduceren en het comfort van de consument te verhogen.

De vrees van de consument is echter niet altijd even gegrond. Dat komt omdat de meerderheid van de respondenten vandaag reeds gebruik maakt van door AI aangedreven apparaten en

⁴⁵² Pega, *What consumers really think about AI: a global study*, 2020.

services, alleen weten ze het gewoon niet. Slechts 34% van de respondenten denkt dat zij recent geageerd hebben met één of andere vorm van AI-technologie. Maar wanneer gevraagd wordt naar het gebruik van technologieën in het dagelijks leven, komt een ander verhaal naar boven. Het onderzoek toont aan dat maar liefst 84% van de respondenten recent minstens een AI-gedreven dienst of apparaat heeft gebruikt, zoals virtuele thuisassistenten, intelligente chatbots of voorspellende productsuggesties. Dit impliceert een kenniskloof van 50 procentpunten. Zelfs het gebruik van Google of een spamfilter veronderstelt de toepassing van één of andere AI-toepassing.

Zoals aangegeven, voelt slechts 1 op de 3 respondenten (35%) zich comfortabel met AI. De opinie van de klant wordt echter sterk vertroebeld door een gebrek aan kennis en misinformatie. Indien de resultaten worden gefilterd op basis van het gebruik van een AI-dienst of -apparaat, kan een duidelijke sprong waargenomen worden in het comfortniveau met AI. Van de respondenten die aangeven nog nooit met een AI-toepassing te maken te hebben gehad, voelt slechts 25% zich comfortabel met bedrijven die AI gebruiken. Voor de groep die wel kan bogen op een AI-ervaring, bedraagt het aandeel dat zich comfortabel voelt met AI-bedrijven 55% - een verschil van 30 procentpunten. Hoe meer een klant begrijpt en (goede) ervaring heeft met AI, hoe meer hij open staat voor nieuwe AI-toepassingen om de klantbeleving te verbeteren.

Veel zorgen over AI vallen weg wanneer consumenten beter begrijpen wat er voor hen in zit. Aan de deelnemers werd gevraagd of ze meer voor open zouden staan AI als het hen hielp in hun dagelijks leven, zoals het besparen van tijd of geld. Bijna 70% was het ermee eens dat AI gunstig zou zijn in dergelijke situaties. Toch geeft nog steeds 32% aan zich ook dan niet comfortabel te voelen met AI.

Wat het toekomstpotentieel van AI inzake klantbeleving betreft, gelooft 38% van de respondenten dat AI de klantervaring kan verbeteren. Tegelijkertijd gelooft 38% niet dat AI vandaag de dag dezelfde of betere diensten levert als mensen. Slechts 27% gelooft dat dit het geval is.

Eén van de grootste uitdagingen voor de bedrijfswereld is de sterke voorkeur van de klant voor menselijke interactie: ongeveer 80% geeft de voorkeur aan een online chat met een mens en niet met een machine. Velen (ongeveer 60%) denken dat ze een AI-aangedreven chat van mijlenver kunnen herkennen. De staat van de meeste chatbots is tegenwoordig nog grotendeels rudimentair en niet geavanceerd genoeg om context, sentiment of emotie op het moment zelf op te pikken. 88% van de consumenten vraagt trouwens dat bedrijven transparant zouden zijn over hoe en wanneer ze geautomatiseerde bots inzetten. AI-transparantie is nog steeds van cruciaal belang om het vertrouwen van klanten te winnen. En last but not least is er de privacy-thematiek. Data vormen de levensader van elk AI-systeem. Maar terwijl 70% van de consumenten wil dat AI hun leven comfortabeler maakt, is slechts 27% bereid om hun persoonlijke gegevens vrij te geven in ruil voor een betere klantenservice.

Het onderzoek geeft ook een beeld van de sectoren die op het vlak van AI-gedreven klantbeleving het meest vertrouwen opwekken bij klanten. Online retail is het meest vertrouwde scenario omdat product recommendation engines steeds vaker voorkomen en de foutenmarge relatief laag is. Ondanks deze voordelen wekt online retail slechts bij 34% van de klanten het nodige vertrouwen op. Op de tweede plaats komt de healthcare sector (27%) met het beeld van een geneesheer die AI gebruikt voor een aanbeveling over een gezondheidstherapie. Gezien de enorme hoeveelheid beschikbare onderzoeksgegevens, zijn consumenten misschien van mening dat AI beter in staat is om al die gegevens te doorploegen en te analyseren teneinde de diagnose van de geneesheer te verbeteren. Maar nog steeds staat de betrokkenheid van de dokter centraal. De combinatie

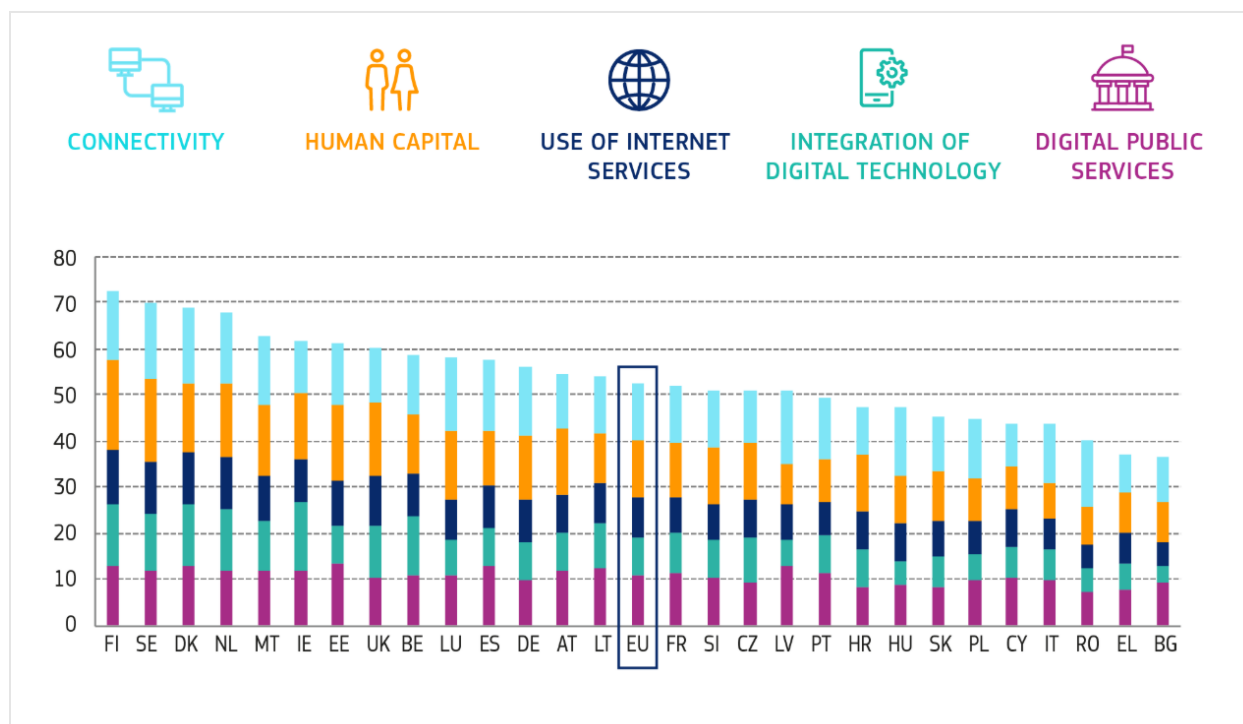
van AI met een vertrouwenspersoon om het te interpreteren is een krachtig recept. Daarna volgen de telecom- (25%), de bank- (20%), de financiële consultancy- (20%), de verzekerings- (15%) en de autodealerssector (15%). Op de laatste plaats figureert de overheidssector. Slechts 10% van de respondenten voelt zich comfortabel met de overheid die AI inzet om de openbare dienstverlening te verbeteren en meer te personaliseren.

Kortom, het onderzoek komt tot een ontvondende vaststelling over de klantervaring: de meeste AI-systemen zijn gewoon nog niet goed genoeg. Klanten ervaren veelbelovende maar inconsistente interacties die niet genoeg waarde toevoegen aan de algehele klantbeleving. Dit geldt grotendeels voor de meeste sectoren.

15.1.11 De Digital Economy and Society Index⁴⁵³

De Digital Economy and Society Index (DESI) is een samengestelde index die relevante indicatoren voor de digitale prestaties van Europa samenvat en de evolutie van EU-lidstaten in digitale competitiviteit opvolgt. De DESI 2020 is gebaseerd op cijfers van 2019.

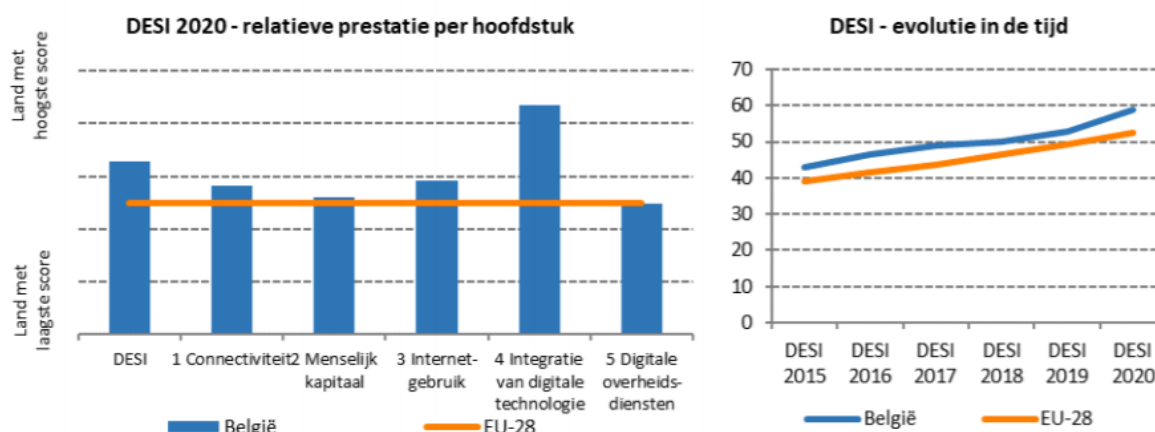
Figuur 153: de DESI index 2020



Het afgelopen jaar hebben alle EU-landen hun digitale prestaties verbeterd. Finland, Zweden, Denemarken en Nederland scoorden het hoogst in DESI 2020 en behoren tot de wereldleiders in digitalisering. Deze landen worden gevolgd door Malta, Ierland en Estland. Sommige andere landen hebben echter nog een lange weg te gaan en de EU als geheel moet verbeteren om op het wereldtoneel te kunnen concurreren. België bekleedt de negende positie in de DESI-rangschikking met een score van 58,7 tegenover een EU-gemiddelde van 52,6. Sommige andere landen hebben echter nog een lange weg te gaan en de EU als geheel moet worden verbeterd om op mondiaal niveau te kunnen concurreren.

⁴⁵³ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

Figuur 154: positie van België tena aanzien van EU-gemiddelde



Uit het DESI-rapport voor België blijkt dat er nog een aantal verbeterpunten zijn. Op basis van gegevens van vóór de pandemie toont België wisselende prestaties op het gebied van connectiviteit. De prestaties van België bij de uitrol van snelle netwerken met zeer hoge capaciteit zijn goed, maar het land loopt achter met 5G-paraatheid.

De Belgische autoriteiten, op zowel federaal als gewestniveau, hebben duidelijke inspanningen geleverd om de brede kloof op het gebied van digitale vaardigheden te dichten – zowel in de onderwijsstelsels als op de arbeidsmarkt. Ondanks de bestaande initiatieven en het succes van verschillende kleinschaligere projecten, laten de cijfers nog steeds geen aanmerkelijke verbetering op dit zeer belangrijke gebied zien.

Het aantal burgers in België dat nog nooit gebruik heeft gemaakt van internet is in 2019 blijven dalen. Er is een langzame maar gestage verbetering van onlineactiviteiten – voor zowel werk als vrije tijd. België behoort tot de belangrijkste lidstaten van de EU wat betreft het gebruik van digitale technologie voor het bedrijfsleven. Initiatieven op federaal en gewestniveau hebben bedrijven geholpen om steeds digitaler te worden.

De cijfers van de DESI die de vooruitgang op het gebied van e-overheid meten, geven wisselende resultaten te zien. De Belgische autoriteiten hebben de digitale overheidsdiensten bevorderd, wat ertoe heeft geleid dat België op hetzelfde niveau staat als andere lidstaten. Het gebruik van deze diensten door de burgers blijft echter duidelijk achter bij het potentieel. In 2019 zijn de meeste indicatoren enigszins verbeterd.

Met het oog op de toekomst scoort België, wat betreft de DESI-indicatoren die in het bijzonder relevant zijn voor het economisch herstel na de Covid-19-crisis, goed op netwerken met zeer hoge capaciteit en op de digitalisering van ondernemingen. Daar staat tegenover dat het hoegenaamd nog geen 5G-spectrum heeft toegewezen en een relatief zwakke prestatie op het gebied van digitale overheidsdiensten laat zien.

België heeft, met een globale connectiviteitsscore van 52,0, zijn positie verbeterd en staat nu op de 13e plaats in de ranglijst van EU-landen. België heeft de streefcijfers voor 2020 bijna gehaald. Bijna alle huishoudens hebben vaste netwerken waarmee diensten van 30 Mbps kunnen worden geleverd (99 % sinds 2019) en 4G-dekking heeft reeds in 2019 100 % bereikt. Wat betreft de introductie van vaste breedband, is 79 % van alle huishoudens geabonneerd op enigerlei vorm van vaste internettoegang, iets meer dan het EU-gemiddelde van 78 %. België ontleent zijn sterke

positie aan het feit dat breedband van ten minste 100 Mbps zeer veel wordt gebruikt, en aan de dekking van netwerken met zeer hoge capaciteit die werd bereikt door de upgrade naar DOCSIS.3.1. België staat met 45 % van de huishoudens die geabonneerd zijn op een aanbod van ten minste 100 Mbps, op de 6e plaats in de EU-ranglijst. Een zwak punt van België is het lage aantal abonnementen op mobiele breedband (78 per 100 mensen) vergeleken met het EU-gemiddelde (100). De prijzen in België liggen consequent hoger dan het EU-gemiddelde, en dit komt tot uiting in zijn breedbandprijsindex van 52 op een schaal van 100, waarmee België de 23e plaats inneemt op de EU-ranglijst. België zal hoogstwaarschijnlijk de streefcijfers voor 2020 van zijn nationale plan “Digital Belgium – Plan voor ultrasnel internet in België 2015-2020” halen, ondanks enkele hardnekkige witte plekken (slechts 50 % van de huishoudens heeft toegang tot de Gbps breedbandsnelheid). België loopt echter achter wat betreft de uitrol van zeer hogesnelheidsnetwerken. Er is momenteel geen overheidsfinanciering voor de verwezenlijking van de doelstellingen van het nationale breedbandplan, die volkomen afhankelijk is van particuliere investeringen.

België scoort 0% bij de indicator voor paraatheid voor 5G.⁴⁵⁴ In België is slechts 27% van het op EU-niveau geharmoniseerde spectrum voor draadloze breedbandcommunicatie toegewezen. De tijdige uitrol van 5G zal naar verwachting problematisch zijn. Voor de banden 700 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz en 3600 MHz is een simultane multibandveiling met meerdere biedronden gepland, maar naar verwachting zal deze niet vóór 2021 plaatsvinden. Of de veiling plaatsvindt of niet, hangt af van een politiek akkoord tussen de federale regering en de gewesten over de verdeling van de veilingopbrengsten en het veilingontwerp, met inbegrip van overwegingen in verband met het reserveren van spectrum voor een nieuwkomer. Andere obstakels hinderen de tijdige uitrol van 5G-netwerken, zoals: i) de stringente grenswaarden voor straling (met name in Brussel), die in elk van de drie gewesten verschillend zijn; ii) de verschillende termijnen voor de afgifte van milieuvergunningen om antennes te plaatsen (een gewestelijke verantwoordelijkheid); en iii) de belasting op antennes door gemeenten, met name in Brussel, die kan oplopen tot €10.000 per jaar per antenne. In maart 2020 zijn de Belgische autoriteiten een openbare raadpleging gestart over tijdelijke nationale vergunningen voor de 200 MHz aan beschikbaar spectrum in de 3600-3 800 MHz frequentieband als tijdelijke oplossing.

Wat het menselijk kapitaal betreft, staat België met een score van 50,4 op de 12e plaats van de 28 EU-landen, net iets boven het EU-gemiddelde (49,3). In ieder geval zijn de digitale basisvaardigheden vier achtereenvolgende jaren ongewijzigd gebleven (61% van de bevolking), waarmee ze nog steeds boven het EU-gemiddelde (58% van de bevolking) liggen, vergelijkbaar met de softwarebasisvaardigheden (62 % van de bevolking tegenover 61% op EU-niveau). Er is sprake van een kleine maar veelbelovende verbetering op het gebied van de meer geavanceerde vaardigheden (34%, vergeleken met 31 % in het vorige onderzoek en met 33% op EU-niveau). Het aandeel ICT-specialisten vertegenwoordigt een hoger percentage van de beroepsbevolking dan het EU-gemiddelde (4,8% tegenover 3,9% in de EU in totaal) en dit cijfer neemt jaarlijks iets

⁴⁵⁴ De indicator van de gereedheid voor 5G-spectrum is gebaseerd op de hoeveelheid spectrum die in 2020 in elke lidstaat binnen de 5G-pioniersbanden reeds is toegewezen voor 5G-gebruik. Voor de 3,4-3,8 GHz-band betekent dit dat alleen vergunningen die in overeenstemming zijn met de technische voorwaarden van de bijlage bij Uitvoeringsbesluit (EU) 2019/235 van de Commissie als 5G-klaar worden beschouwd. Voor de 26 GHz-band worden alleen toewijzingen in aanmerking genomen die voldoen aan de technische voorwaarden in de bijlage bij Uitvoeringsbesluit (EU) 2019/784 van de Commissie. Het percentage geharmoniseerd spectrum daarentegen houdt rekening met alle toewijzingen in alle geharmoniseerde banden voor elektronische-communicatiediensten (met inbegrip van 5G-pioniersbanden), zelfs als dit niet voldoet aan de voorwaarden van de indicator van 5G-gereedheid.

toe. Het percentage vrouwelijke ICT-specialisten was iets gedaald, hoewel België met 1,6% (van de vrouwelijke beroepsbevolking) nog steeds iets boven het EU-gemiddelde (1,4%) scoort. Ondanks de zeer trage verbetering die in de afgelopen jaren is gemeten, ligt het aantal ICT-afgestudeerden (1,9% van het aantal afgestudeerden volgens de meest recente cijfers) nog steeds onder het EU-gemiddelde (3,6%), waarmee België zeer laag in de rangorde van EU-lidstaten staat. De behoefte aan meer digitaal geschoolde arbeidskrachten blijft in België een probleem. De bevindingen van de Agoria-studie van 2018⁴⁵⁵ gelden nog steeds: de digitale en bijhorende vaardigheden van 4,5 miljoen werkenden moeten worden versterkt. Er zijn verschillende projecten en initiatieven (in voorbereiding of reeds bestaand) om mensen te helpen deze vaardigheden te verwerven, die door de Belgische autoriteiten worden gesteund.

Hoewel België nog geen nationale alomvattende strategie voor digitale vaardigheden heeft aangenomen, beschikken de verschillende gemeenschappen en gewesten wel over hun eigen specifieke beleidsinstrumenten, die ten doel hebben de tekortkomingen op het gebied van digitale vaardigheden op verschillende onderwijsniveaus weg te nemen. De meer recente van die instrumenten⁴⁵⁶ hebben nog wat meer tijd nodig om hun effect te sorteren, maar de reeds langer lopende, zoals de digitale school in Wallonië of het actieplan voor wetenschap, technologie, engineering en wiskunde (STEM) in Vlaanderen laten veelbelovende resultaten zien: scholen in de Franstalige gemeenschap worden beter van digitale apparatuur voorzien en, sinds het STEM-actieplan wordt uitgevoerd, volgen 1300 meer leerlingen in Vlaanderen een STEM-opleiding, waarbij opvalt dat steeds meer meisjes een STEM-opleiding volgen. Verder was België actief in de EU Code Week met 265 evenementen in 2019. Er zijn duidelijke inspanningen om inclusie en een beter genderevenwicht in de digitale sector te bevorderen. In april 2019 ondertekende België de Europese verklaring over “bevordering van een grotere participatie van vrouwen aan het digitale tijdperk” en lanceerde het ook het nationale actieplan “Women in Digital”, waarin de federale en gewestoverheden samenwerken om hun doelstellingen te verwezenlijken. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest heeft in 2019 bovendien een coördinatrice voor digitale inclusie in dienst genomen.

Ondanks de bovengenoemde inspanningen blijft het volgens de Europese Commissie belangrijk dat er een meer gecoördineerde actie van alle belanghebbenden komt – zowel publieke als private – om de specifieke uitdaging van een tekort aan digitale vaardigheden als gevolg van de digitale transformatie het hoofd te bieden.

Wat het internetgebruik betreft, situeert België met een score van 61,2 op de 10^{de} positie en boven het EU-gemiddelde van 58. Internetdiensten worden in België over het algemeen iets meer gebruikt dan gemiddeld in de EU: het aantal mensen dat nog nooit internet heeft gebruikt, blijft langzaam dalen (7% van de bevolking tegenover 9% op Europees niveau), terwijl het aantal mensen dat internet gebruikt (89% van de bevolking), langzaam toeneemt. Opmerkelijk is dat de deelname aan activiteiten met betrekking tot online-amusement (nieuws, muziek, video's, games en video-on-demand) onder het EU-gemiddelde liggen. De populariteit van videogesprekken door internetgebruikers is echter aanzienlijk toegenomen. In België worden sociale netwerken en internetbankieren veel vaker gebruikt dan in de EU als geheel, terwijl andere onlineactiviteiten, zoals winkelen, verkoop of het volgen van cursussen online, ongeveer net zo vaak of iets vaker dan het EU-gemiddelde worden gedaan.

⁴⁵⁵ <https://www.agoria.be/nl/Agoria-Zonder-aangepast-beleid-zijn-er-584-000-openstaande-vacatures-in-2030>

⁴⁵⁶ <http://enseignement.be/index.php?page=28101&navi=4540>

Tabel 47: Internetgebruik België versus EU-gemiddelde

	België			EU
	DESI 2018 waarde	DESI 2019 waarde	DESI 2020 waarde	DESI 2020 waarde
3a1 Mensen die nog nooit internet hebben gebruikt % bevolking	10 % 2017	9 % 2018	7 % 2019	9 % 2019
3a2 Internetgebruikers % bevolking	86 % 2017	87 % 2018	89 % 2019	85 % 2019
3b1 Nieuws % internetgebruikers	64 % 2017	64 % 2017	65 % 2019	72 % 2019
3b2 Muziek, films en spelletjes % internetgebruikers	72 % 2016	74 % 2018	74 % 2018	81 % 2018
3b3 Video on demand % internetgebruikers	12 % 2016	24 % 2018	24 % 2018	31 % 2018
3b4 Videogesprekken % internetgebruikers	46 % 2017	44 % 2018	64 % 2019	60 % 2019
3b5 Sociale netwerken % internetgebruikers	82 % 2017	82 % 2018	84 % 2019	65 % 2019
3b6 Volgen van een onlinecursus % internetgebruikers	9 % 2017	9 % 2017	10 % 2019	11 % 2019
3c1 Bankieren % internetgebruikers	76 % 2017	78 % 2018	79 % 2019	66 % 2019
3c2 Winkelen % internetgebruikers	67 % 2017	67 % 2018	72 % 2019	71 % 2019
3c3 Verkoop via internet % internetgebruikers	23 % 2017	21 % 2018	26 % 2019	23 % 2019

Op het vlak van de integratie van digitale technologieën in de activiteiten van bedrijven scoort België met een 3^{de} positie (score 65,9) zeer goed en ligt het duidelijk boven het EU-gemiddelde van 41,4. De vooruitgang voor een aantal indicatoren in vergelijking met het voorgaande jaar is echter klein, behalve wat het gebruik van sociale media en de grensoverschrijdende verkoop betreft, die respectievelijk een aanzienlijke toename met 10 procentpunten en een lichte toename met 3 procentpunten te zien gaven. Belgische bedrijven scoren zeer goed bij het gebruik van technologieën van meer strategisch belang, zoals de cloud en big data. Wat de elektronische uitwisseling van informatie betreft, heeft België zijn positie als best presterende EU-lidstaat gehandhaafd.

Tabel 48: Integratie van digitale technologieën in Belgische bedrijven

	België			EU
	DESI 2018 waarde	DESI 2019 waarde	DESI 2020 waarde	DESI 2020 waarde
4a1 Delen van elektronische informatie % ondernemingen	54 % 2017	54 % 2017	53 % 2019	34 % 2019
4a2 Sociale media % ondernemingen	24 % 2017	24 % 2017	34 % 2019	25 % 2019
4a3 Big data % ondernemingen	17 % 2016	20 % 2018	20 % 2018	12 % 2018
4a4 Cloud % ondernemingen	nvt 2017	31 % 2018	31 % 2018	18 % 2018
4b1 Verkoop via internet door kmo's % kmo's	23 % 2017	28 % 2018	29 % 2019	18 % 2019
4b2 Omzet e-commerce % kmo-omzet	15 % 2017	13 % 2018	14 % 2019	11 % 2019
4b3 Grensoverschrijdende onlineverkoop % kmo's	12 % 2017	12 % 2017	15 % 2019	8 % 2019

België wil werk maken van het stimuleren van nieuwe digitale technologieën en van het doen van strategische investeringen in digitale technologieën, via programma's die door de EU worden gecoördineerd. België is bijvoorbeeld lid van de gemeenschappelijke onderneming EuroHPC en medeondertekenaar van de verklaring tot oprichting van een Europees blockchainpartnerschap en van de verklaring inzake samenwerking op het gebied van kunstmatige intelligentie. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest participeert in LUMI (Large unified modern infrastructure), een pan-Europese high-performance supercomputer. In april 2019 heeft België zich ook aangesloten bij de nieuwe Europese initiatieven inzake samenwerking ter bevordering van de digitalisering van het cultureel erfgoed en de digitalisering van de landbouw en de plattelandsgebieden.

De Europese Commissie wijst er verder op dat de Belgische overheden in de afgelopen jaren voortdurend hebben gewerkt aan de uitvoering van verschillende federale en geweststrategieën om de integratie van digitale technologie in economische sectoren te bevorderen. Zowel de EU- als de Belgische fondsen worden voor deze doeleinden gebruikt innovatiehubs in alle gewesten zijn actief betrokken bij de ondersteuning van digitale innovatie en ondernemerschap. België gaat door met het vergroten van het bewustzijn op het gebied van de digitale technologie, om de digitale transformatie van zijn nationale en gewestelijke economie te stimuleren, rekening houdend met de behoeften van kmo's en start-ups.

In 2019 zijn belangrijke actieplannen en -strategieën goedgekeurd om de ontwikkeling van AI te bevorderen (bv. AI4Belgium, DigitalWallonia4AI en het Vlaams actieplan Artificiële Intelligentie). Op het gebied van cyberbeveiliging zijn soortgelijke initiatieven voorgesteld (zoals het Vlaams beleidsplan cybersecurity), die financieel worden gesteund. Wallonië was actief in het Interreg Europe Cyberproject⁴⁵⁷. Ook is het programma "e-logistics by Digital Wallonia" van start gegaan om bedrijven te helpen hun toeleveringsketen te optimaliseren. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is verder gegaan met de invoering van het "Next Tech-plan"⁴⁵⁸ om de digitale transformatie van ondernemingen te ondersteunen, en het Gewestelijk Data Center is naar een

⁴⁵⁷ <https://www.interregeurope.eu/cyber/>

⁴⁵⁸ <https://nexttech.brussels/wp-content/uploads/2017/01/PlanNextTech-2017-2020-fr.pdf>

nieuwe locatie verhuisd. Vlaanderen heeft de “Open Science Board” opgezet en Wallonië is actief geweest op het gebied van “slimme regio” en “slimme landbouw”.

Het Belgische start-up-ecosysteem bleef zowel financiële als professionele ondersteuning genieten van specifieke programma’s en organen (zoals de Vlaamse Strategische Onderzoekscentra en W.I.N.G. in Wallonië⁴⁵⁹). De Belgische autoriteiten en universiteiten werkten samen om de samenwerking en de overdracht van kennis en innovatie met bedrijven te vergemakkelijken.

Ondanks deze inspanningen blijven de discrepanties tussen gevraagde en aangeboden vaardigheden nog steeds bestaan, waardoor niet alle voordelen van de invoering van digitale technologieën kunnen worden benut.

Op het vlak van digitale overheidsdiensten bezet België de 15^{de} positie (score van 71,7) waarmee het onder het EU-gemiddelde score van 72 duikt. Voor twee van de indicatoren scoort België dicht bij het EU-gemiddelde voor digitale openbare diensten: de totstandbrenging van open data (65% van de maximumscore) en online diensten (score van 88). De digitale openbare diensten die aan bedrijven worden aangeboden – zowel binnenlands als grensoverschrijdend – liggen iets boven het EU-gemiddelde, namelijk 5 procentpunten. Ondanks deze tamelijk gemiddelde prestaties is er wel sprake van een opwaartse trend, met name op het gebied van e-government diensten voor bedrijven, met een indrukwekkende stijging van 12 procentpunten. Het gebruik van vooraf ingevulde formulieren is gedaald ten opzichte van DESI 2019, maar heeft geen invloed op de algemene positie van België. Ondanks deze resultaten is het percentage gebruikers van e-overheid echter zeer laag en ligt het aanzienlijk onder het EU-gemiddelde.

Tabel 49: Digitale overheidsdiensten in België en EU

	België			EU
	DESI 2018 waarde	DESI 2019 waarde	DESI 2020 waarde	DESI 2020 waarde
5a1 Gebruikers van e-overheid	50 %	51 %	53 %	67 %
% internetgebruikers die formulieren moeten indienen	2017	2018	2019	2019
5a2 Vooraf ingevulde formulieren	68	73	70	59
Score (0 tot 100)	2017	2018	2019	2019
5a3 Volttooiing van diensten via internet	85	86	88	90
Score (0 tot 100)	2017	2018	2019	2019
5a4 Digitale openbare diensten voor ondernemingen	81	81	93	88
Score (0 tot 100) — binnenlandse en grensoverschrijdende	2017	2018	2019	2019
5a5 Open data	nvt	nvt	65 %	66 %
% van de maximumscore			2019	2019

15.1.12 Digital Riser Report⁴⁶⁰

De Covid-19-pandemie heeft het belang van digitale technologieën onderstreept en de digitale revolutie versterkt. De manier waarop overheden deze overgang managen en sturen, zullen bepalend zijn voor de toekomstige concurrentiekracht en de welvaart van hun economieën. Met nieuwe technologieën zoals 3D-printen, Augmented en Virtual Reality, sensoren, AI, kwantumcomputers en robotica, worden nieuwe kansen op toekomstige groei geboden. Er zijn

⁴⁵⁹ <https://www.wing-digitalwallonia.be/>

⁴⁶⁰ European Center for Digital Competitiveness, *Digital Riser Report 2020*,

echter ook landen die er minder goed in slagen om te navigeren doorheen deze complexe transitie en mogelijkwijze aanzienlijke opportuniteiten mislopen.

Om de noodzakelijke transformatie te stimuleren, zijn twee dimensies van bijzonder belang: de mentaliteit en het ecosysteem van elk land. Alleen als beide dimensies voldoende ontwikkeld zijn om digitale en technologische vooruitgang mogelijk te maken, kan er een effectieve transformatie plaatsvinden. Aangezien alle landen inzetten op digitale transformatie, zijn de snelheid en effectiviteit van implementatie erg belangrijk. Zij zijn dan ook voorwerp van onderzoek in de digitale Riser-ranglijst.

Op basis van gegevens van de Global Competitiveness Report van het World Economic Forum wordt geanalyseerd hoeveel vooruitgang landen hebben geboekt ten opzichte van hun wereldwijde tegenspelers in de afgelopen drie jaar (2017-2019). De ranglijst biedt op die manier een dynamisch perspectief op het snel veranderende terrein van digitale transformatie en laat zien hoeveel vooruitgang/achteruitgang er in relatief korte tijd kan worden gemaakt.

In het rapport wordt het digitale concurrentievermogen van een land bepaald langs twee hoofdassen: zijn ecosysteem en zijn mentaliteit/attitude inzake digitalisering. Voor elk van de twee dimensies, omvat het Digital Riser Report vijf criteria uit het Global Competitiveness Report. Voor het ecosysteem zijn deze criteria

- Beschikbaarheid van durfkapitaal
- Kosten om een bedrijf te starten
- Tijd om een bedrijf te starten
- Soepele aanwerving van buitenlandse arbeidskrachten
- Skillset van afgestudeerden

Voor de mentaliteit/attitude zijn de criteria:

- Digitale vaardigheden bij actieve bevolking
- Houding ten opzichte van ondernemersrisico
- Diversiteit van beroepsbevolking
- Mobiele breedbandabonnementen
- Bedrijven die disruptieve ideeën omarmen.

Aan elk van de criteria wordt een gelijk gewicht gegeven en het resultaat wordt bepaald als de som van de absolute, geaccumuleerde positieveranderingen in de respectieve criteriarankings.

Uit onderstaande tabel kan afgeleid worden dat België voor de tien individuele criteriarankings gezamenlijk 75 plaatsen achteruit is gegaan. Vooral op het vlak van mentaliteit/attitude is de achteruitgang frappant (-60 plaatsen). Van de buurlanden gaan vooral Frankrijk (+95 plaatsen) en Luxemburg (+50 plaatsen) vooruit. Beide landen hebben duidelijk geïnvesteerd in het digitale ecosysteem (onderwijs, innovatie en ondernemerschap) en vooral de attitude (vaardigheden en ondernemerschaps- en innovatiecultuur) ten aanzien van digitalisering. Ook Spanje is als belangrijke economie in de EU sterk vooruitgegaan, vooral door een versterking van het ecosysteem. Nederland is praktisch status quo gebleven.

Tabel 50: de digital riser rangschikking voor Europa en Noord-Amerika

Rank	Overall	Ecosystem	Mindset
1	Bulgaria 130	Montenegro 50	Bulgaria 109
2	Montenegro 111	France 38	Romania 65
3	France 95	Latvia 29	Montenegro 61
4	Latvia 78	Albania 27	France 57
5	Romania 71	Spain 26	Latvia 49
6	Lithuania 62	Lithuania 25	Luxembourg 40
7	Luxembourg 50	Greece 22	Lithuania 37
8	Hungary 44	Bulgaria 21	Hungary 34
9	Spain 42	Ireland 12	Denmark 31
10	Canada 13	Netherlands 11	Poland 27
11	Denmark 8	UK 11	Spain 16
12	Netherlands -2	Luxembourg 10	Canada 6
13	Ireland -4	Hungary 10	Slovenia 0
14	Slovenia -5	Switzerland 9	Iceland -3
15	UK -6	Canada 7	Netherlands -13
16	Iceland -8	Romania 6	Malta -14
17	Poland -17	Slovenia -5	USA -14
18	Switzerland -19	Iceland -5	Austria -15
19	Malta -25	Malta -11	Finland -15
20	Austria -30	Austria -15	Ireland -16
21	Greece -32	Belgium -15	Estonia -16
22	USA -33	Italy -17	UK -17
23	Finland -41	USA -19	Sweden -17
24	Germany -52	Portugal -21	Bos. & Herz. -23
25	Portugal -63	Denmark -23	Switzerland -28
26	Estonia -67	Germany -24	Germany -28
27	Belgium -75	Finland -26	Slovak Rep. -38
28	Italy -77	Norway -32	Portugal -42
29	Bos. & Herz. -82	Czech Rep. -33	Cyprus -43
30	Sweden -83	Cyprus -41	Czech Rep. -51
31	Cyprus -84	Poland -44	Greece -54
32	Czech Rep. -84	Estonia -51	Croatia -57
33	Norway -100	Bos. & Herz. -59	Belgium -60
34	Slovak Rep. -102	Slovak Rep. -64	Italy -60
35	Albania -121	Sweden -66	Norway -68
36	Croatia -142	Croatia -85	Albania -148

15.1.13 De Europese datamarkt

Het Europese instrument voor datamarktmonitoring (the European Data Market Monitoring Tool)⁴⁶¹ is gebouwd rond een kernset van kwantitatieve indicatoren om een reeks beoordelingen te geven over de opkomende datamarkt, en dit voor de periode 2018-2020 en met prognoses tot 2025. De belangrijkste indicatoren hebben betrekking op:

- De dataprofessionals en de kloof tussen vraag en aanbod van datavaardigheden
- De databedrijven en hun inkomsten
- De gebruikers van data en hun uitgaven voor datatechnologieën
- De datamarkt (de markt van digitale producten en diensten)
- De data-economie en de effecten ervan op de Europese economie
- Voorspellingsscenario's voor alle indicatoren.

Daarnaast presenteert de studie, als product van een tweede grote werkstroom, ook een reeks beschrijvende verhalen die een complementair verhaal bieden voor het verhaal dat wordt aangeboden door de Monitoring Tool (bijvoorbeeld "Hoe big data AI aansturen" of "Datagestuurde innovatie in de Europese gezondheidszorg"), met nieuwe concrete informatie rond kwantitatieve indicatoren. Door te focussen op specifiek kwesties en aspecten van de datamarkt, bieden de verhalen een eerste, indicatieve 'catalogus' van goede praktijken van wat er vandaag in Europa gebeurt in de data-economie en wat de vermoedelijke ontwikkeling van de data-economie zal zijn op de middellange termijn.

Ten slotte werd, als derde werkstroom van de studie, een landschapsoefening over het EU-data-ecosysteem uitgevoerd, samen met enkele activiteiten om belanghebbenden uit alle segmenten van de datawaardeketen samen te brengen.

Hierna worden de belangrijkste kwantitatieve bevindingen uit het studierapport weergegeven voor de EU27 en EU28 (met inbegrip van VK) als geheel.

Tabel 51: The European Data Market Monitoring Tool – kerncijfers 2019 en scenario's 2025 voor EU27

	2018	2019	Groei '19/'18		Scenario's 2025		
					basis	optimistisch	pessimistisch
Indicator 1: dataprofessionals (miljoenen)	5,7	6	6%	Aandeel in de totale werkgelegenheid '19: 3,3%	9,3 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 7,5%	11 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 10,3%	8,5 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 5,8%
Indicator 6: vaardighedenkloof	321	399	24,5%	De potentiële kloof tussen vraag en aanbod van	759	1.138	484

⁴⁶¹ European Commission, *The European Data Market Monitoring Tool. Key Facts&Figures, first policy conclusions, data landscape and quantified stories*, D2.9 Final Study Report, June 2020.

dataprofessionals (duizenden)				datavaardigheden, uitgedrukt als het aandeel in de totale vraag '19 naar talent: 6,2%	Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 11,3% Aandeel in totale vraag naar talenten: 8,2%	Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 19,1% Aandeel in totale vraag naar talenten: 10,5%	Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 3,3% Aandeel in totale vraag naar talenten: 5,7%
Indicator 2: databedrijven							
Leveranciers (duizenden): productie en levering van digitale data gerelateerde producten, diensten en technologieën	145	149	2,4%	Aandeel in totaal aantal ICT- en professionele dienstenbedrijven '19: 11,5%	173 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 2,6% Aandeel in totaal aantal ICT- en professionele dienstenbedrijven '25: 12,8%	193 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 4,4% Aandeel in totaal aantal ICT- en professionele dienstenbedrijven '25: 14%	163 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 1,5% Aandeel in totaal aantal ICT- en professionele dienstenbedrijven '25: 12,2%
Gebruikers (duizenden): organisaties die intensief digitale data genereren, exploiteren, verzamelen en analyseren en hun bevindingen gebruiken om hun business te verbeteren	532	535	0,6%	Aandeel bedrijven in totaal aantal bedrijven '19: 5,9%	583 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 1,4% Aandeel bedrijven in totaal aantal bedrijven '25: 6,3%	627 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 2,7% Aandeel bedrijven in totaal aantal bedrijven '25: 7%	562 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 0,8% Aandeel bedrijven in totaal aantal bedrijven '25: 6%
Indicator 3: inkomsten leveranciers (miljard €)	59	64	9%	De geaggregeerde waarde van alle data gerelateerde producten en diensten gegenereerd door Europese dataleveranciers	99 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 6,8%	136 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 14%	80 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 2,4%

Indicator 4: waarde van de datamarkt (miljard €)	55	58	5%	De marktplaats waar digitale data worden verhandeld als 'producten' of 'diensten' die voortkomen uit ruwe data	83 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 6%	107 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 10,7%	72 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 3,7%
Indicator 5: waarde van de data-economie (miljard €)	302	325	7,7%	De totale impact van de datamarkt op de economie als geheel = aandeel in het BNP EU '19: 2,6%	550 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 9,2% Aandeel in het BNP EU '25: 4%	827 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 17% Aandeel in het BNP EU '25: 6%	432 Samengestelde jaarlijkse groeivoet '25/'19: 5% Aandeel in het BNP EU '25: 3,3%

De waarde van de EU27 data-economie bedroeg in 2019 €325 miljard, een stijging met 7,7% ten aanzien van 2018, en goed voor 2,6% van het EU27 BNP. Belangrijke kanttekening is dat de marktomvang sterker toeneemt, indien het VK als lid van de EU zou beschouwd worden: de omvang van de Europese data-economie zou dan de €400 miljard overschrijden oftewel €81 miljard hoger liggen dan in de EU27.

Het belang van de Britse data-economie voor de EU komt ook in andere indicatoren tot uiting. In de EU27 wordt het aantal dataleveranciers in 2019 geschat op 149.000 bedrijven. Met het VK erbij verdubbelt dit aantal praktisch naar 290.000. Ook het aantal organisaties dat gebruik maakt van data ligt met 532.000 in de EU27 merkelijk lager dan in de EU28 met 716.000 eenheden. De inkomsten die door dataleveranciers worden gegenereerd bedroegen in 2019 €64 miljard in de EU27. Met het VK erbij zouden die inkomsten oplopen tot €84 miljard. Samen met Duitsland, Frankrijk en Italië is het VK goed voor 66% van de data-inkomsten in de EU28.

Volgens de laatste schattingen waren er in 2019 6 miljoen dataprofessionals in de EU27, wat neerkomt op 3,3% van de totale beroepsbevolking. Met het VK zouden er 1,6 miljoen dataprofessionals meer zijn en het aandeel in de totale werkgelegenheid oplopen tot 3,6%. Met het VK erbij zou de kloof tussen vraag en aanbod kleiner zijn en het aandeel van de openstaande vacatures voor dataprofessionals in het totaal aantal vacatures 5,7% bedragen in plaats van 6,2%. Los van de vaststelling over de belangrijke positie van het VK in de Europese data-economie, moet opgemerkt worden dat de kloof tussen de vraag naar en het aanbod van dataprofessionals in de drie toekomstscenario's minstens gelijk blijft of alleen maar groter wordt (basisscenario: 8,2%, optimistisch scenario: 10,5%, pessimistisch scenario: 5,7%).

In het studierapport worden ook drie scenario's geschetst voor de toekomstige ontwikkeling van de data-economie in de EU-27:

- Het basisscenario (baseline scenario): dit scenario wordt gekenmerkt door een gezonde groei van data-innovatie, een matige machtsconcentratie bij enkele dominante databedrijven met een data-governancemodel dat de persoonlijke data beschermt, en een ruime – zij het weliswaar ongelijke – verspreiding van de voordelen van de data-innovaties in de samenleving.

- Het optimistisch scenario (high growth scenario): dit scenario wordt gekenmerkt door een hoog niveau van data-innovatie, een lage data machtsconcentratie, een open en transparant data governance model met een hoge mate van gegevensdeling, en een ruime verspreiding van de voordelen van de data-innovaties in de samenleving.
- Het pessimistisch scenario (challenging scenario): dit scenario gaat uit van een laag niveau van data-innovatie, een matig niveau van data machtsconcentratie ten gevolge van fragmentatie van de digitale markten en een ongelijke verspreiding van de voordelen van dat-innovaties in de samenleving.

In het basisscenario zal de samengestelde jaarlijkse groeivoet voor het BNP (+1,5%) in de periode 2020-2025 de investeringen in de digitale economie en de consumentenuitgaven stutten. Hierdoor zou de omvang van de datamarkt in 2025 €82,5 miljard bedragen met een samengestelde jaarlijkse groeivoet van 5,8%. De data-economie zal sterker groeien dan de datamarkt dankzij een positief hefboomeffect van de data-innovaties op de economie en in 2025 zo'n €550 miljard bedragen in de EU27. Het aandeel in het BNP van de EU27 zal hierdoor stijgen van 2,8% in 2020 naar 4% in 2025.

In het optimistisch scenario ligt de samengestelde jaarlijkse groeivoet van het BNP in de periode 2020-2025 1,5 keer hoger dan in het pessimistisch scenario en 40% hoger dan in het basisscenario. In dit scenario zullen de investeringen in de digitale economie versnellen en de bereidheid van de consumenten om uit te geven versterkt worden. Meer concreet zullen in de EU de publieke en private investeringen in AI, geavanceerde robotica, automatisering en nieuwe vaardigheden versneld worden. Hierdoor zal de omvang van de datamarkt in de EU27 €107 miljard bedragen met een samengestelde jaarlijkse groeivoet van 11,5% tussen 2025 en 2020. De data-economie zal sneller groeien dan de datamarkt en een omvang van €827 miljard bereiken, goed voor een aandeel van 5,9% in het BNP van de EU27 (tegenover een aandeel van 4% in het basisscenario).

In het pessimistisch scenario bedraagt de samengestelde jaarlijkse groeivoet van het BNP in de periode 2020-2025 slechts 0,9%. Hierdoor zal de omvang van de datamarkt (€72 miljard) kleiner zijn dan in de andere scenario's, met een samengestelde jaarlijkse groeivoet van 3% tussen 2020 en 2025. De data-economie zal aanzwellen tot €432 miljard met een aandeel van 3,3% in het BNP van de EU27. Ook in het pessimistisch scenario zal het leger dataprofessionals toenemen tot 8,4 miljoen in 2025, een toename met 1,8 miljoen in de periode 2020-2025. Het aantal vacatures (484.000) blijft niettemin oplopen tegen 2025 wegens een sterkere groei van de vraag naar dan het aanbod van dataprofessionals. Het aandeel datavacatures in het totaal aantal zal 5,7% bedragen.

Het rapport geeft ook cijfers weer over de omvang van de data-economie op het niveau van de lidstaten. Hieronder wordt België vergeleken met haar buurlanden en de Scandinavische landen.

Tabel 52: de omvang van de data-economie in België en enkele andere lidstaten

	Omvang (€ miljard)			CAGR	Groei	Impact BNP			Prognoses 2025 impact BNP		
	2018	2019	2020	'20/'18	'19/'18	2018	2019	2020	Pessimistisch	Basis	Optimistisch
BE	10.132	10.919	12.287	10,1%	7,8%	2,5%	2,7%	2,9%	3,8%	4,6%	6,9%
NL	22.548	24.285	27.457	10,4%	7,7%	3,1%	3,3%	3,7%	4,5%	5,6%	8,3%

DE	93.114	100.380	108.791	8,1%	7,8%	3,1%	3,4%	3,6%	4,1%	5,0%	7,2%
DK	8.177	8.757	9.467	7,6%	7,1%	2,9%	3,1%	3,3%	3,8%	4,5%	6,5%
FI	5.999	6.020	6.482	7,6%	7,5%	2,8%	2,9%	3,1%	3,6%	4,3%	6,2%
FR	47.681	51.324	55.582	8,0%	7,6%	2,2%	2,3%	2,5%	2,8%	3,5%	5,0%
IT	32.346	34.754	37.761	8,0%	7,4%	2,0%	2,1%	2,3%	2,6%	3,2%	4,8%
VK	76.234	81.610	88.816	7,9%	7,1%	3,5%	3,7%	4,0%	4,5%	5,2%	8,4%
ZW	12.738	13.818	16.152	12,6%	8,5%	2,9%	3,1%	3,5%	4,6%	6,1%	9,1%

Hoewel België de laatste jaren sterke groeicijfers laat optekenen, is de omvang van de data-economie in verhouding tot het BNP relatief kleiner dan in de buurlanden en de Scandinavische landen. Enkel in Frankrijk en Italië is de data-economie verhoudingsgewijs kleiner dan in België. Wat de vooruitzichten naar 2025 betreft, bevindt België zich in elk van de scenario's in de middenmoot. Duitsland, het VK, Nederland en Zweden zijn de koplopers, zowel in groeicijfers als in relatieve omvang van de data-economie.

De kloof tussen de vraag naar en het aanbod van dataprofessionals zal in het basisscenario alleen maar toenemen tegen 2025, zoals blijkt uit onderstaande tabel. Opmerkelijk is dat Duitsland de kloof in 2020 bijna wist te halveren en die ook tegen 2020 min of meer onder controle weet te houden. Ook in het VK deed zich een belangrijke kentering voor in 2020. Samen met Duitsland (5,4%) slaagt het VK (5,5%) er in 2025 in om de kloof ver onder het EU28-gemiddelde van 7,6% te brengen. In Frankrijk (10,3%), Italië (11%) en Polen (10,6%) loopt de kloof in 2025 op tot meer dan 10%. In de rest van de EU27 verdubbelt de kloof in 2025 (7,8%) ten aanzien van 2020 (3,9%).

Tabel 53: Kloof tussen vraag en aanbod dataprofessionals

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025
	Basisscenario						
Frankrijk	4,2%	4,9%	5,4%	5,6%	6,8%	7,1%	10,3%
Duitsland	6,0%	4,2%	5,6%	4,2%	7,1%	3,8%	5,4%
Italië	6,3%	9,3%	7,9%	7,7%	8,3%	9,2%	11%
Polen	4,2%	14,7%	8,9%	6,2%	6,5%	5,7%	10,6%
Spanje	8,6%	8,7%	9,0%	6,6%	5,6%	5,3%	7,8%
Rest EU27	7,5%	4,5%	6,6%	4,6%	4,7%	3,9%	7,8%
Totaal EU27	6,3%	6,2%	6,7%	5,2%	6,2%	5,2%	8,2%
VK	4,1%	6,0%	5,8%	5,2%	4,4%	3,1%	5,5%
Totaal EU27 + VK	5,9%	6,2%	6,5%	5,2%	5,7%	6,0%	7,6%

15.1.14 eGovernment Benchmark⁴⁶²

In een jaarlijkse studie wordt in opdracht van de Europese Commissie geëvalueerd hoe de EU-landen vooruitgang boeken met de prioriteiten uit het EU-actieplan inzake eGovernment 2016-2020. Het rapport 2020 presenteert een aantal vaststellingen op basis van gegevens verzameld in 2018 en 2019. Het onderzoek peilt naar de graad van digitalisering bij de 27 EU-lidstaten, aangevuld met IJsland, Noorwegen, het VK, Montenegro, Servië, Zwitserland, Turkije, Albanië en Macedonië (in het rapport aangeduid als EU27+). Elke prioriteit wordt gemeten aan de hand van één of meer indicatoren, die zijn opgenomen in de zogenaamde top-level benchmarks:

- User centricity. Deze parameter geeft aan in hoeverre een dienst online wordt geleverd, de mobiele gebruiksvriendelijkheid ervan en de buikbaarheid ervan (in termen van beschikbare online ondersteuning en feedbackmechanismen).
- Transparantie. Transparantie geeft aan in hoeverre overheden transparant zijn over het proces van dienstverlening, de verantwoordelijkheden en prestaties van publieke organisaties en het gebruik van persoonlijke data.
- Grensoverschrijdende mobiliteit. Dit geeft aan in hoeverre gebruikers van overheidsdiensten uit een ander Europees land gebruik kunnen maken van de onlinediensten.
- Key enablers. Deze parameter geeft aan in welke mate technische en organisatorische randvoorwaarden voor de levering van e-diensten aanwezig zijn, zoals elektronische identificatie en authentieke bronnen.

Naar bedrijven toe kijkt de benchmark naar de mate waarin alledaagse bedrijfsactiviteiten digitaal ondersteund worden wanneer contact met de overheid nodig is. Ook de mate waarin een bedrijf digitaal kan opgestart worden, telt mee. Voor burgers analyseert het rapport een breder veld van parameters, gaande van jobgerelateerde aspecten en studeren over familiale administratie zoals een paspoort aanvragen, verhuizen of een kind inschrijven tot specifiekere zaken zoals een claim starten via het vredegerecht.

De dienstverlening binnen Europese landen is digitaal dan ooit: eGovernment ondersteunt de Europese burgers en bedrijven in tijden van social distancing steeds beter. 68% van de overheidsdiensten binnen Europa is nu gedigitaliseerd, 3 procentpunten meer dan het jaar het ervoor en de kloof tussen het meest en het minst digitale land verkleint. Dit is mede te danken aan het eGovernment actieplan 2016-2020 van de EU. Niettemin is verdere implementatie van digitale bouwstenen nodig, zoals eID en het hergebruik van data, om de digitale dienstverlening nog een stap verder te brengen.

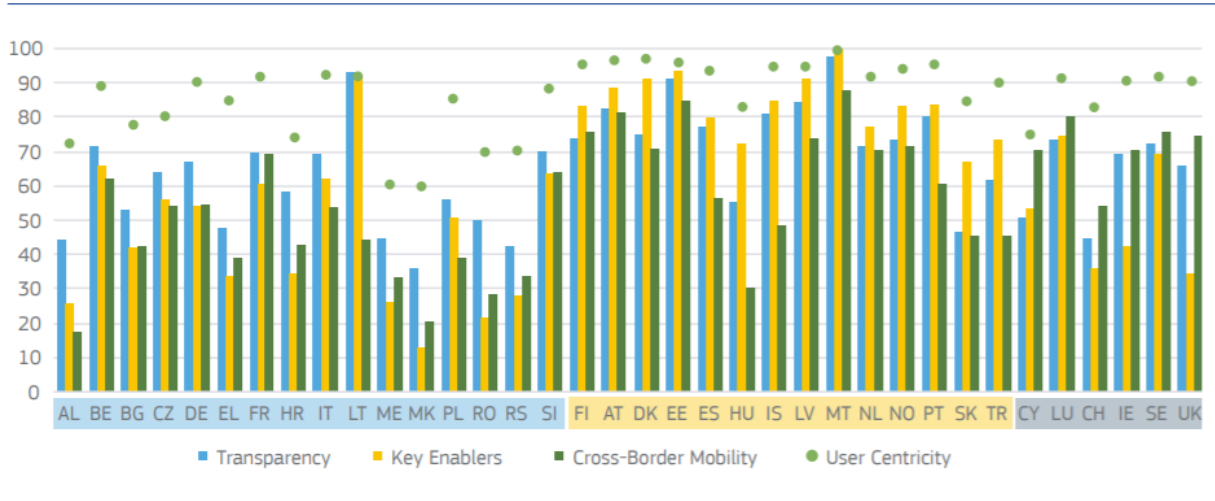
De Europese koplopers op het gebied van e-overheid zijn Malta (algemene score van 97%), Estland (92%), Oostenrijk (87%) en Letland (87%). Deze landen scoren het hoogst op alle vier de benchmarks, op de voet gevolgd door Denemarken (84%), Litouwen (83%) en Finland (83%).

Op één parameter scoren zowat alle landen even slecht en dat is veiligheid. Capgemini testte de eGovernmentportalen van de verschillende lidstaten op enkele eenvoudig meetbare beveiligingsindicatoren via Internet.nl. De focus ligt daarbij op het gebruik van jpv6, DNSSEC en het HTTPS-protocol. Ongeveer 90% van de websites voldoet niet aan de vereisten van een modern internetportaal vandaag. Capgemini wijst erop dat de sites daarmee niet noodzakelijk onveilig zijn, maar de norm wordt in ieder geval niet gevolgd. Een ander werkpunt is cross border

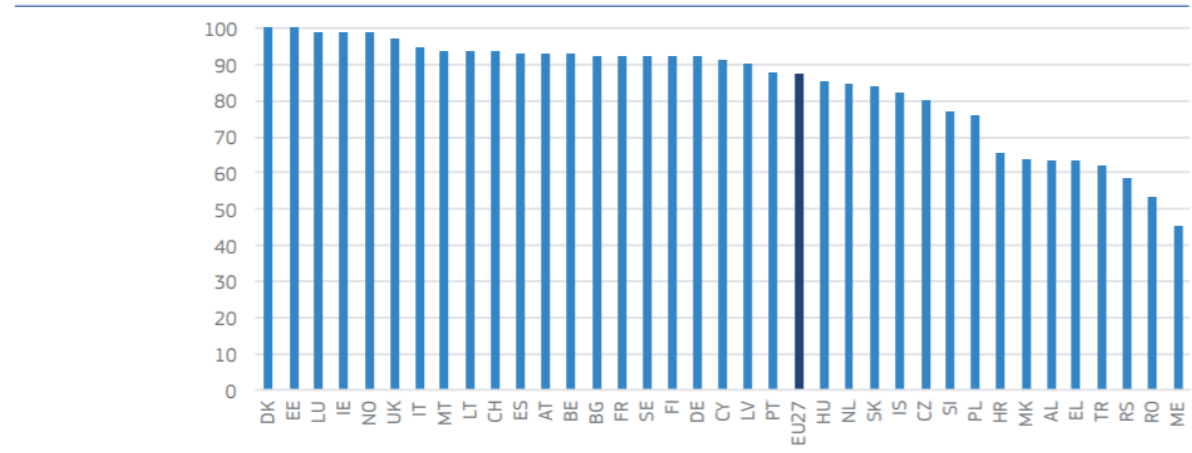
⁴⁶² Capgemini, IDC & Politecno di Milano, *eGovernment Benchmark 2020. eGovernment that works for people*, Document prepared for the European Commission, 2020.

mobility. Het blijft moeilijk om de eGovernment diensten te bereiken buiten het thuisland. In zowat alle landen is de beschikbaarheid van dienstverlening voor buitenlanders een stuk lager dan voor de eigen burgers en bedrijven. Daarnaast blijkt dat gebruiksvriendelijkheid een punt te zijn dat in België voor verbetering vatbaar is.

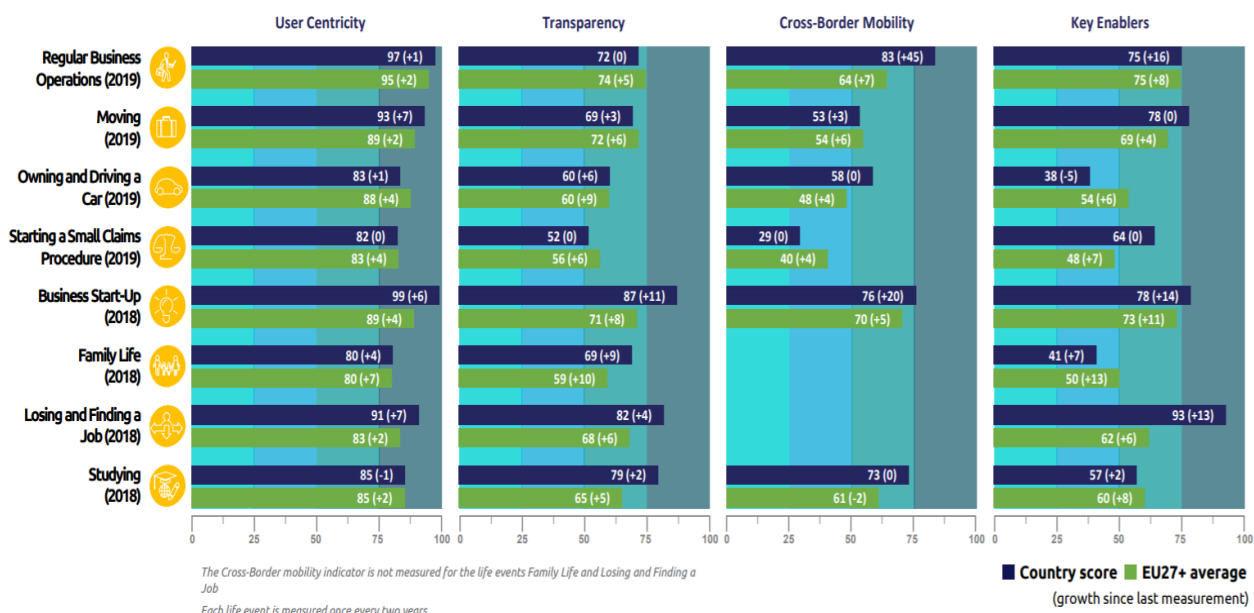
Figuur 155: eGovernment benchmark



Figuur 156: Digitale overheidsdiensten voor bedrijven (2019 tweejaarlijks gemiddelde)



Figuur 157: eGovernmentperformantie in levensdomeinen, vergelijking België en EU+-gemiddelde



15.1.15 Digital Government Index⁴⁶³

De Digital Government Index met resultaten voor het jaar 2019 is een eerste poging om het OESO-beleidskader voor digitale overheid te vertalen in een meetinstrument om de uitvoering van de OESO-aanbeveling over digitale overheidsstrategieën te beoordelen en om de voortgang van digitale overheidshervormingen te benchmarken in de OESO-lidstaten en de belangrijkste partnerlanden.

Het rapport presenteert de algemene rangschikkingen en resultaten alsook de belangrijkste beleidsboodschappen en biedt een gedetailleerde landenanalyse voor elk van de zes dimensies van het OESO-beleidskader Digitale Overheid (Digital Government Policy Framework), nl. een mature digitale overheid is digital by design, is data-driven, ageert als een platform, is open by default, is vraaggedreven en is proactief.

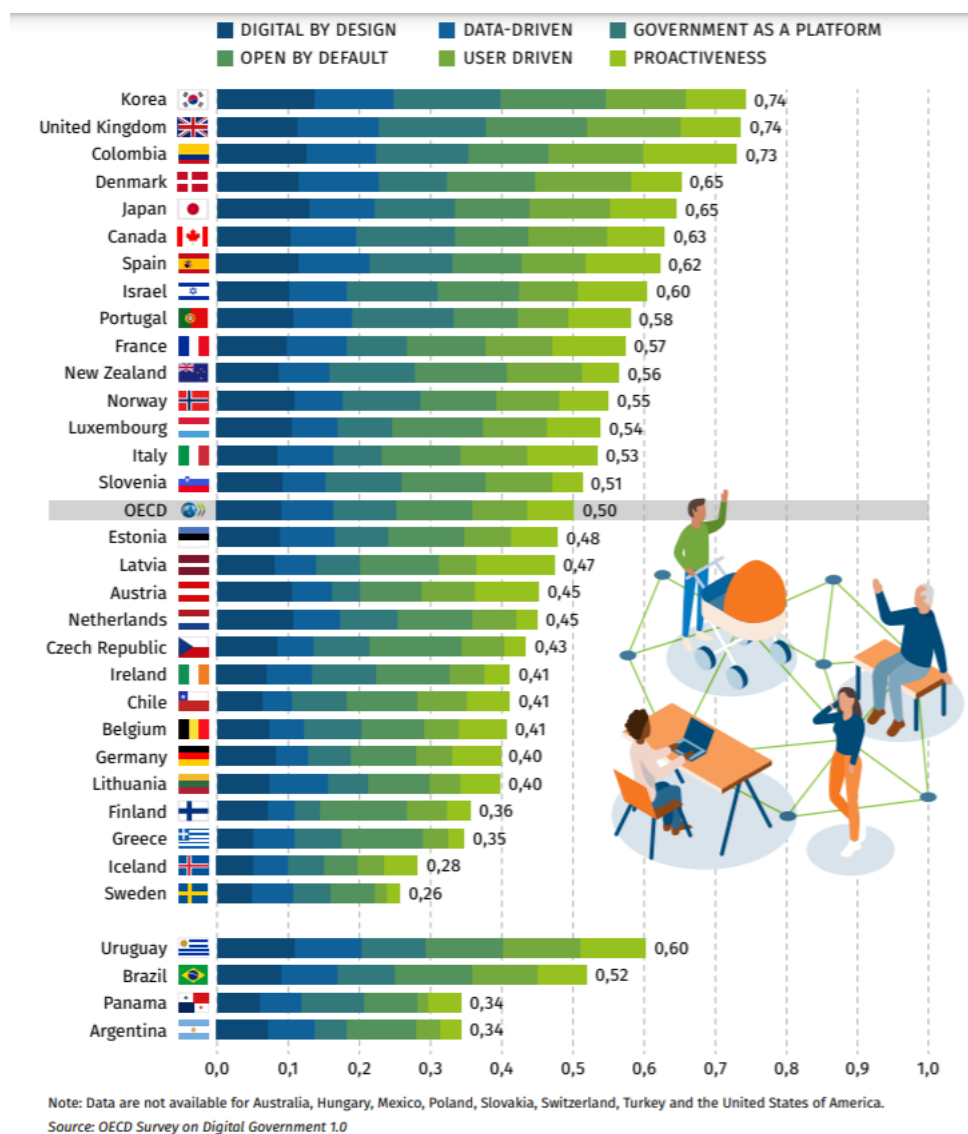
De resultaten van de OESO-index 2019 zijn veelbelovend maar nog bescheiden. Slechts een beperkt aantal landen maken progressie richting een volwassen digitale overheid. Terwijl de meeste landen institutionele modellen hebben geïntroduceerd die de nodige politieke en operationele ondersteuning bieden voor digitale overheidshervormingen, zijn er beperkte inspanningen geleverd om de voordelen van digitale overheid ten volle te benutten en de huidige e-government kaders te overstijgen. Dit komt duidelijk tot uiting in de gemiddelde prestaties voor de vraaggedreven en datagestuurde dimensies, veelal te wijten aan een gebrek aan strategische visie en leiderschap.

Alle landen laten betere prestaties optekenen voor de dimensies open by default, digital by design en de overheid als een platform. Open by default is de dimensie die het hoogst scoort en kan gekaderd worden in de digitale overheidshervormingen met betrekking tot open data. Het open databeleid zou moeten gekaderd worden binnen een bredere hervorming van datagedreven

⁴⁶³ OECD, *OECD Digital Government Index (DGI): 2019*, OECD Policy Papers on Public Governance No 3, October 2020.

overheidsbeleid. Tevens ligt in de meeste landen nog werk op de plank inzake proactieve betrokkenheid van gebruikers en stakeholders.

Figuur 158: Digital Government Index 2019 – algemene rangschikking



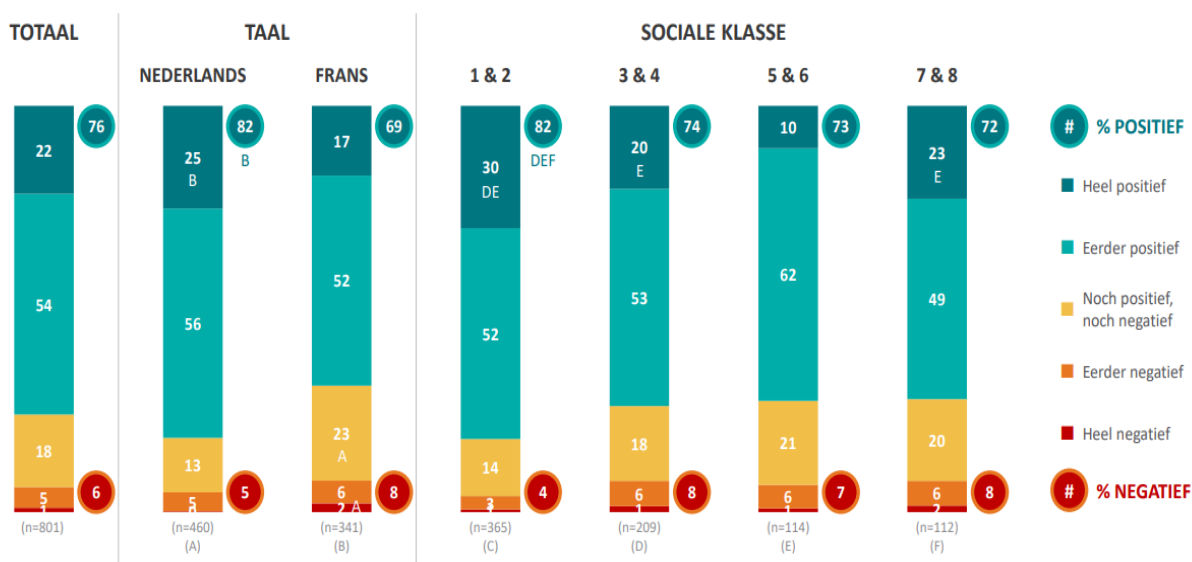
Korea, het Verenigd Koninkrijk, Colombia, Denemarken en Japan scoren over het algemeen hoog (index van 0,65 en meer) en beduidend boven het OESO-gemiddelde van 0,50. Zij excelleren in de dimensie digital by design gecombineerd met goede prestaties voor de vraaggedreven en data-driven dimensies. Met een score van 0,41 presteert België matig en onder het OESO-gemiddelde. De matige prestaties gelden voor elk van de zes dimensies.

15.2 België/Vlaanderen

15.2.1 AI4BELGIUM Coalition & IPSOS⁴⁶⁴

76% van de Belgen staat positief ten aanzien van nieuwe ontwikkelingen van de technologie en de digitale wereld. Vlamingen en de hogere sociale klassen⁴⁶⁵ staan hier het meest voor open.

Figuur 159: Attitude t.o.v. technologische ontwikkelingen (totale steekproef: n = 801)

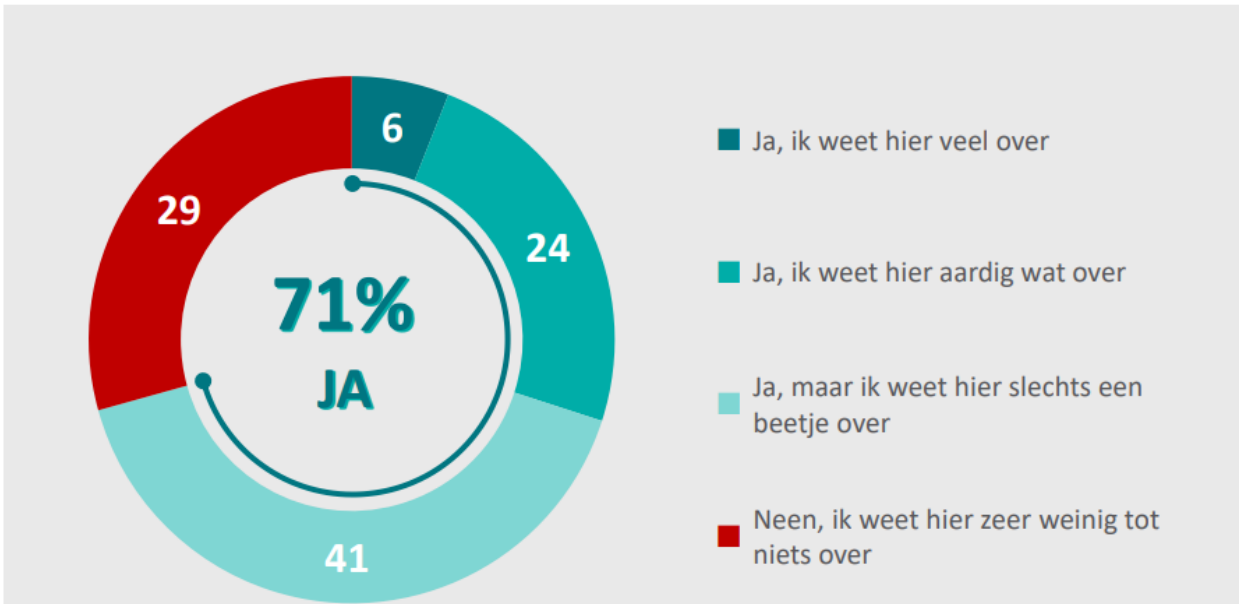


Op de vraag “Weet u wat artificiële intelligentie is?” antwoordt 71% positief. Een groot aantal daarvan, nl. 41%, geeft echter toe dat de kennis over AI zeer beperkt is. Daarnaast is er ook een vrij grote groep (29%) die aangeeft hierover weinig tot niets over te weten.

⁴⁶⁴ IPSOS, *Perceptie Artificiële Intelligentie*, Een studie voor FOD Economie, Middenstand en Energie, februari 2019.

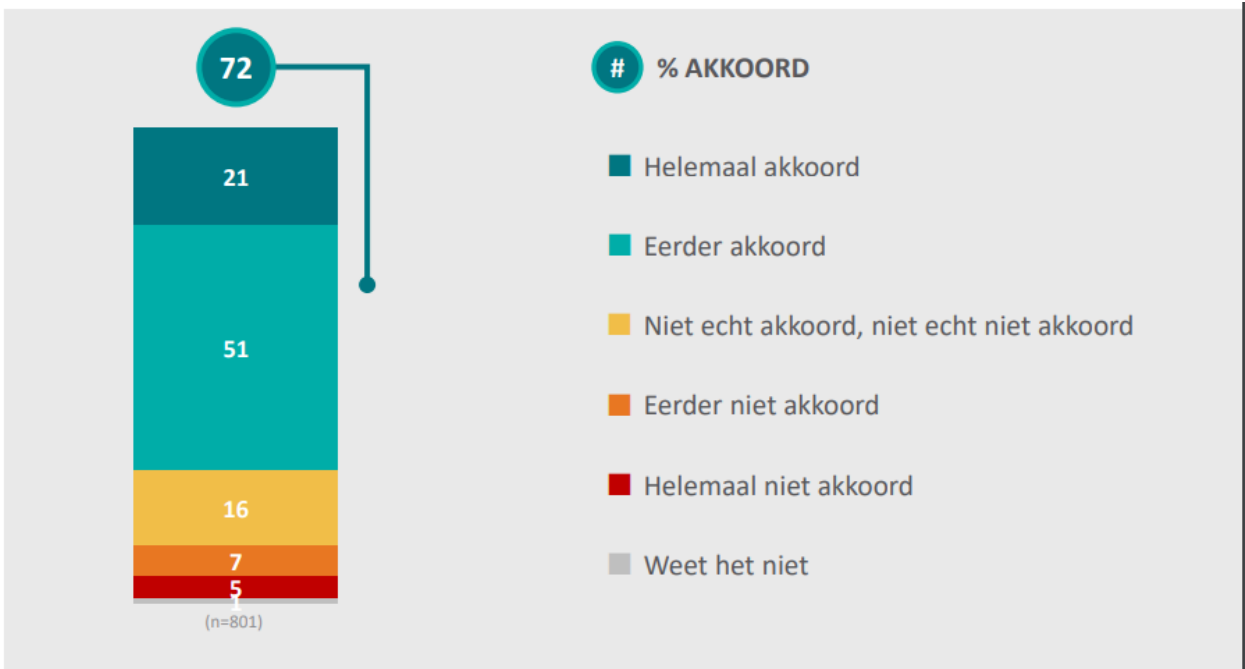
⁴⁶⁵ De bepaling van de sociale groepen gebeurt op basis van een ratio berekend op het beroep van de voornaamste verantwoordelijke voor het gezinsinkomen en zijn opleidingsniveau. De bevolking wordt gerangschikt in functie van de waarde die de combinatie van deze twee variabelen oplevert om vervolgens opgedeeld te worden in acht ongeveer gelijke groepen. De groep die overeenstemt met het gebied van de hoogste waarden (en bijgevolg het hoogste professionele en/of opleidingsniveau) wordt “groep 1” genoemd terwijl “groep 8” de groep is die overeenstemt met de laagste waarden.

Figuur 32: Bekendheid definitie AI



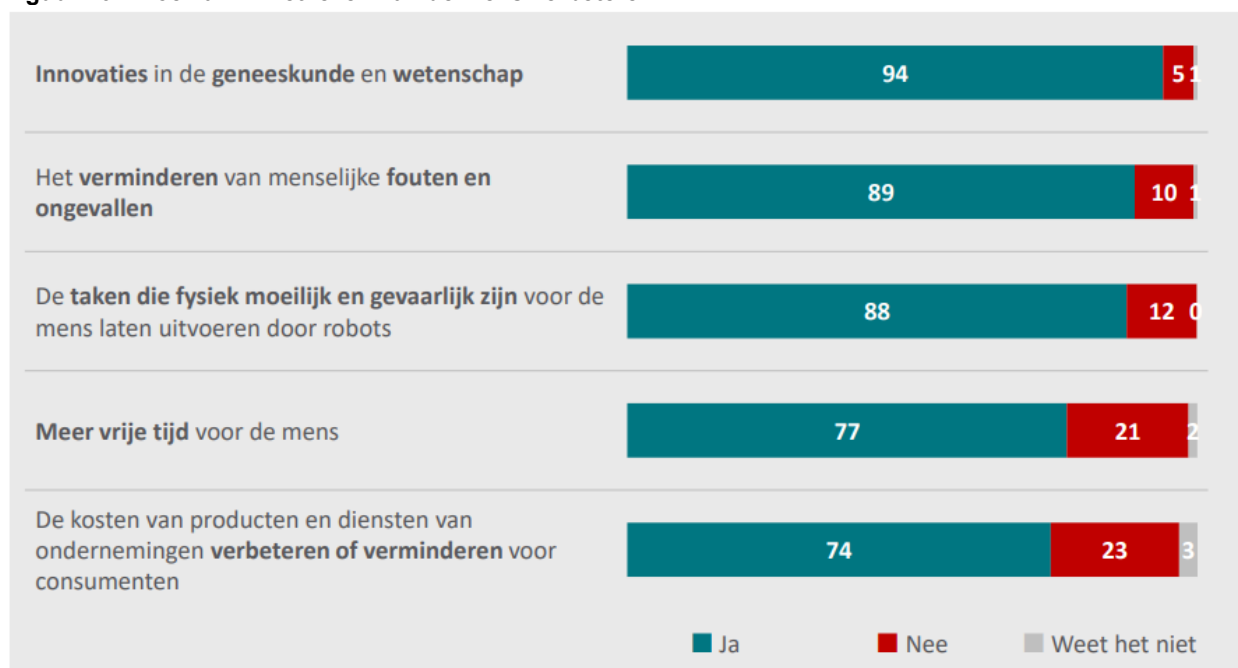
Verder blijkt dat vooral mannen (79% tegenover 62% van de vrouwen) en Belgen tot 54 jaar, vooral in de leeftijdsklasse van 35-44 jaar (77%) vertrouwd zijn met de term AI. Franstaligen (79%) kennen AI beduidend beter dan Nederlandstaligen (64%). Vooral de hogere sociale klassen (groep 1&2) zijn bekend (89%) met AI.

Figuur 160: Stelling “AI kan bijdragen tot een verbetering van de samenleving”



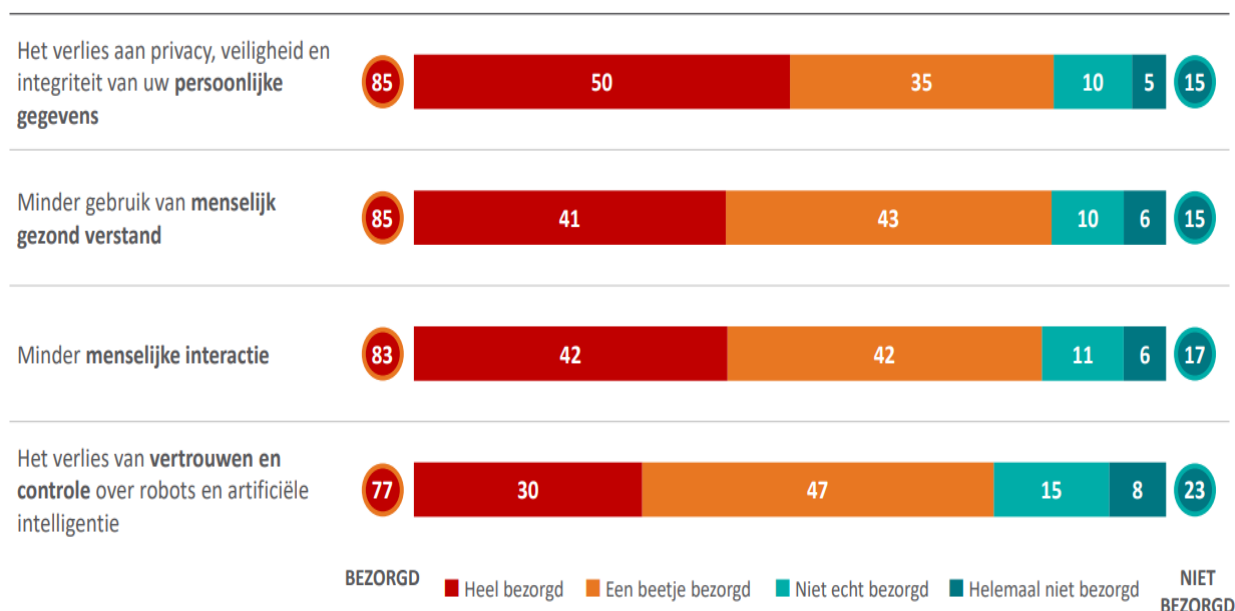
AI wordt over het algemeen (72%) gezien als een positieve ontwikkeling met een nut een plaats in de samenleving. Slechts een beperkte groep (12%) is het hier niet mee eens.

Figuur 161: hoe kan AI het leven van de mens verbeteren?



Er wordt veel belang gehecht aan de mogelijkheden van AI, vooral met het oog op de gezondheid van de mens (innovaties in geneeskunde/wetenschap, verminderen van, menselijke fouten en ongevallen, gevaarlijke taken door robots laten uitvoeren). Naast het potentieel van AI tot verbetering van de levenssituatie van de mens, heerst er niettemin bezorgdheid over de mogelijke gevolgen, vooral rond het gebruik van persoonlijke gegevens en het gebruik van het menselijk gezond verstand.

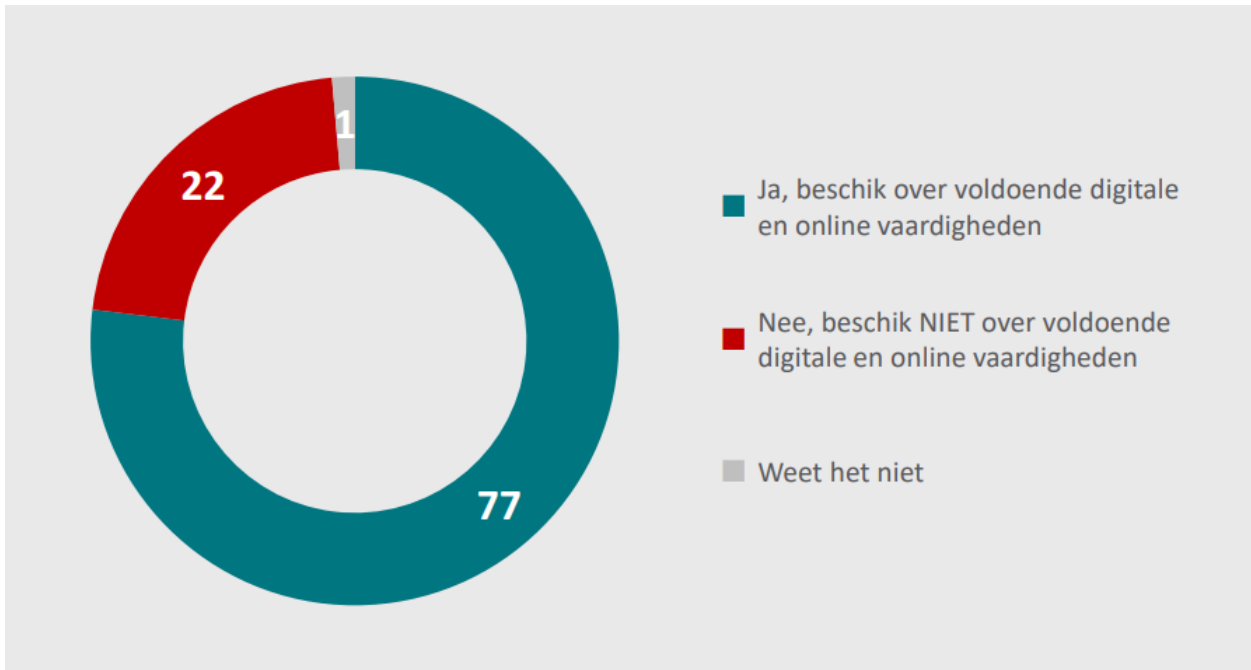
Figuur 162: Bezorgdheid over mogelijke gevolgen van AI



Belgen zijn ook bezorgd om hun digitale vaardigheden: 1 op 5 Belgen denkt over niet voldoende digitale en online vaardigheden te beschikken om de komende jaren zijn of haar werk goed uit te voeren. Vooral vrouwen (27%) en de oudere leeftijdsgroepen van 45-54 jaar (30%) en 55-64 jaar

(32%) vrezen niet de nodige digitale vaardigheden te bezitten. De bezorgdheid is ook veel groter bij de Franstaligen (31%) dan bij de Nederlandstaligen (15%).

Figuur 163: Inschatting eigen digitale vaardigheden



Een meerderheid (61%) denkt dat AI een impact zal hebben op zijn of haar werk. 1 op 5 verwacht dat dit binnen de 5 jaar zal gebeuren. Daartegenover staat een groep van 39% die denkt dat AI nooit de meeste van zijn/haar taken zal overnemen.

Actieve mannen hebben een licht positiever gevoel (72%) over AI op de werkvloer dan vrouwen (70%). Echter, 43% van de mannen en maar liefst 60% van de vrouwen geeft aan hierover toch ook bezorgd te zijn. Het positieve gevoel is lager (62%) en de bezorgdheid over AI op de werkvloer is hoger bij de lagere sociale klassen (groepen 5&6 en 7&8). Bovendien versterkt de onzekerheid over zijn/haar eigen digitale vaardigheden de negatieve gevoelens over AI.

Figuur 164: Gevoelens over gevolgen AI

	TOTAAL (n=662)	GENDER		TAAL		SOCIALE KLASSE			
		MAN (n=340) – A	VROUW (n=322) – B	NL (n=384) – C	FR (n=278) – D	1 & 2 (n=337) – E	3 & 4 (n=170) – F	5 & 6 (n=90) – G	7 & 8 (n=65) – H
Nieuwsgierigheid	71	72	70	72	70	79 GH	73	62	62
Bezorgdheid	51	43	60 A	52	50	42	53 E	61 E	56 E
Vertrouwen	37	44 B	30	40	34	49 FG	31	22	42 G
Angst	17	15	20	16	19	12	19 E	26 E	14
Onverschilligheid	15	17	13	13	17	13	14	20	13
Afkeuring	8	9	7	6	11 C	5	10 E	10	14 E
Ten minste 1 positief gevoel	79	82 B	76	81	77	86 FG	79 G	67	84 G
Enkel positieve gevoelens	29	34 B	24	31	27	42 FGH	26	17	19
Ten minste 1 negatief gevoel	61	55	68 A	61	61	48	66 E	71 E	72 E
Enkel negatieve gevoelens	16	12	20 A	14	19	11	16	26 E	13

Leidinggevende functies staan over het algemeen positiever ten opzichte van en geven blijk van minder bezorgdheid over AI op de werkvloer, zoals blijkt uit onderstaande figuur.

Figuur 165: Gevoelens over AI naargelang beroep

	TOTAAL (n=662)	BEROEP	
		MANAGERS & PROFESSIONALS (n=219) – A	OVERIGE BEROEPEN (n=443) – B
Nieuwsgierigheid	71	78 B	69
Bezorgdheid	51	36	57 A
Vertrouwen	37	53 B	31
Angst	17	11	20 A
Onverschilligheid	15	15	15
Afkeuring	8	7	9
Ten minste 1 positief gevoel	79	87 B	76
Enkel positieve gevoelens	29	45 B	23
Ten minste 1 negatief gevoel	61	46	67 A
Enkel negatieve gevoelens	16	7	19 A

Verder vreest 17% dat zijn/haar beroep en 20% dat zijn/haar functie in de komende 10 jaar niet meer zal bestaan. 71% respectievelijk 67% verwacht minstens dat zijn/haar beroep respectievelijk functie ingrijpende wijzigingen zal ondergaan. Daartegenover verwacht 72% dat AI nieuwe banen zal creëren.

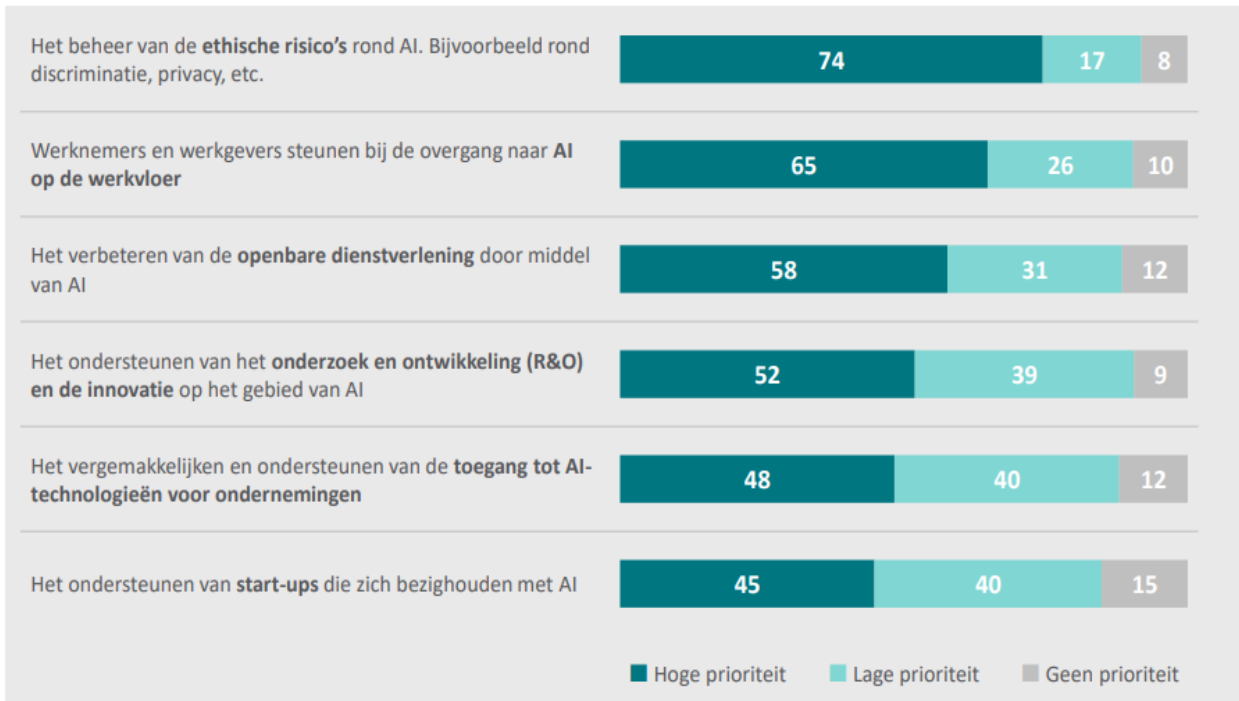
De vrees voor het einde van de job/functie is aanzienlijk hoger bij de laagste sociale klasse (zie onderstaande figuur).

Figuur 166: Geschatte impact van AI op eigen werk in de komende 10 jaar

% VEEL IMPACT (Zeker + Waarschijnlijk)	TOTAAL (n=662)	TAAL		SOCIALE KLASSE			
		NEDERLANDS (n=384) – A	FRANS (n=278) – B	1 & 2 (n=337) – C	3 & 4 (n=170) – D	5 & 6 (n=90) – E	7 & 8 (n=65) – F
Nieuwe banen worden gecreëerd	72	72	72	81 DEF	67	67	64
Uw beroep zal ingrijpende veranderingen ondergaan	71	70	72	76 F	74 F	65	60
Uw functie zal ingrijpende transformaties ondergaan	67	63	72 A	72 F	65	65	59
Uw functie zal niet meer bestaan	20	18	23	14	17	24 C	36 CD
Uw beroep zal niet meer bestaan	17	16	18	12	17	20	27 C

Wanneer gepeild wordt naar de prioritaire rol van de overheid, blijkt dat de integriteit van persoonlijke gegevens een gevoelig punt is waar de overheid zou moeten over waken (74%). Ook bij de overgang naar AI op de werkvloer wordt van de overheid verwacht dat zij de betrokken werkgevers en werknemers de nodige ondersteuning biedt (65%).

Figuur 167: Prioriteiten voor de overheid



Tenslotte verwacht 66% dat AI en de toepassingen ervan bijdraagt aan de ongelijkheid tussen hoogopgeleiden en laag- of niet-opgeleiden. 60% gaat ervan uit dat de ongelijkheid tussen personen met een bevoorrechte achtergrond en personen met een niet-bevoorrechte achtergrond

toeneemt. Slechts 13% geeft aan te verwachten dat AI ook de ongelijkheid tussen man en vrouw zal vergroten.

15.2.2 Imec.aibarometer⁴⁶⁶

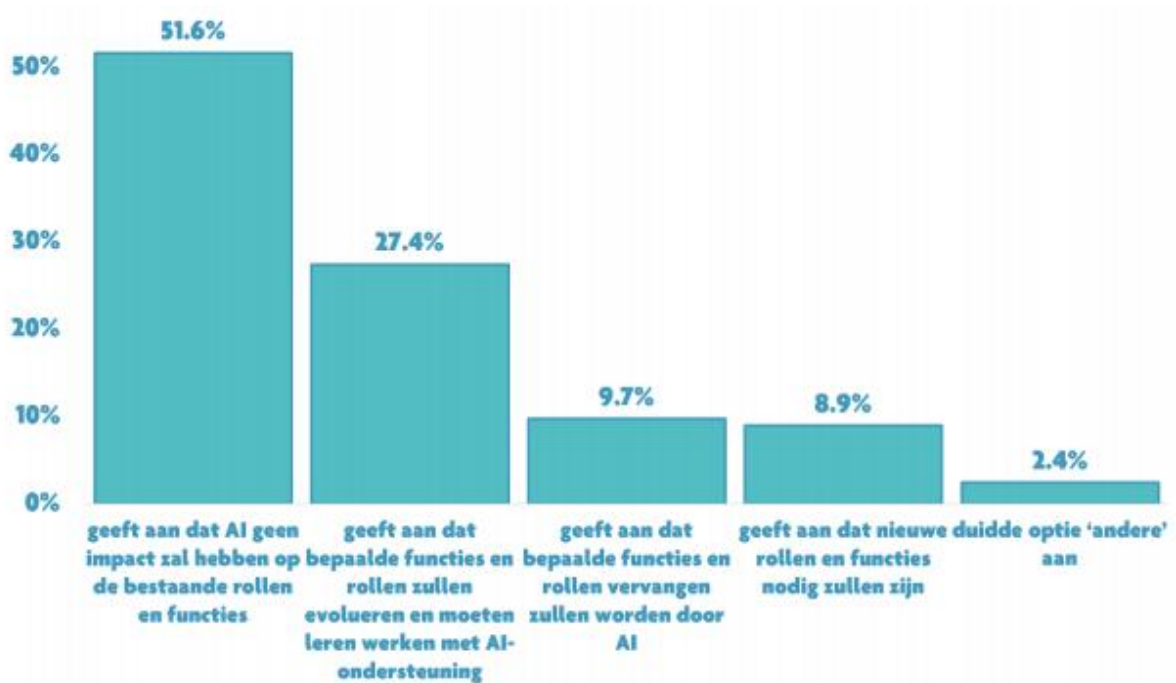
De Imec-barometer peilt naar de kennis en het gebruik van AI bij enerzijds consumenten en anderzijds bedrijven.

Enkele opmerkelijke vaststellingen:

- Hoewel 7 op 10 consumenten AI kent, is het voor hen niet altijd duidelijk of zij AI al effectief hebben gebruikt: 30,5% is er niet zeker van of ze ooit een AI-toepassing hebben gebruikt. Kennis van het begrip AI staat dus los van het besef over welke toepassingen en diensten ook effectief AI gebruiken.
- 76,6% van de bevraagde bedrijven geeft aan geen expertise rond AI te hebben. Bedrijven die wel reeds over interne competenties beschikken (23,4%), doen bovendien vaker beroep op externe AI-expertise (69%). Ook hebben deze bedrijven vaak een AI-strategie (89,7%), terwijl bij bedrijven die niet over AI-competenties beschikken, slechts zelden AI vermelden in hun strategie (17,9%). Bovendien hebben bedrijven zonder AI-competenties vaak weinig plannen (82%) om hun competentie op te bouwen, in tegenstelling met AI-bedrijven die aanwervingen plannen (31%), beroep willen doen op externe AI-expertise (28%) of in opleiding voorzien van bestaande teams (31%). Tenslotte hebben veruit de meeste ondernemingen zonder AI-competenties nog geen AI-toepassingen uitgerold en plannen die ook niet te doen op korte termijn (80%). 86,2% van de AI-bedrijven daarentegen heeft al een AI-toepassing getest of uitgerold of heeft plannen daartoe, op korte termijn. Er dreigt m.a.w. een toenemende AI-kenniskloof tussen bedrijven te ontstaan: zij die competenties in huis hebben, versterken die en breiden die verder uit (het zelfversterkend effect), zij die de competenties niet in huis hebben, blijven meestal ter plaatse trappelen en zijn niet van plan om veel te investeren in AI.
- Het zijn vooral micro-ondernemingen met minder dan 10 werknemers (93,9%) en middelgrote ondernemingen (90%) die te kennen geven geen AI-expertise te hebben. Ook van de kleine ondernemingen geeft bijna 60% aan geen AI-kennis te hebben. Bij grote ondernemingen bedraagt het aandeel ondernemingen zonder AI-expertise 'slechts' 23,8%.
- Bedrijven zien het meeste potentieel in AI op het vlak van operationele efficiëntie, gevolgd door interactie met de klant, het ontdekken van nieuwe markten en klantensegmenten, productinnovatie en tot slot business model innovatie. Aspecten zoals productie en het reduceren van risico's werden niet bevraagd in het onderzoek.
- Meer dan de helft van de bedrijven (51,6%) geeft aan dat AI geen impact zal hebben op bestaande rollen en functies binnen de onderneming.

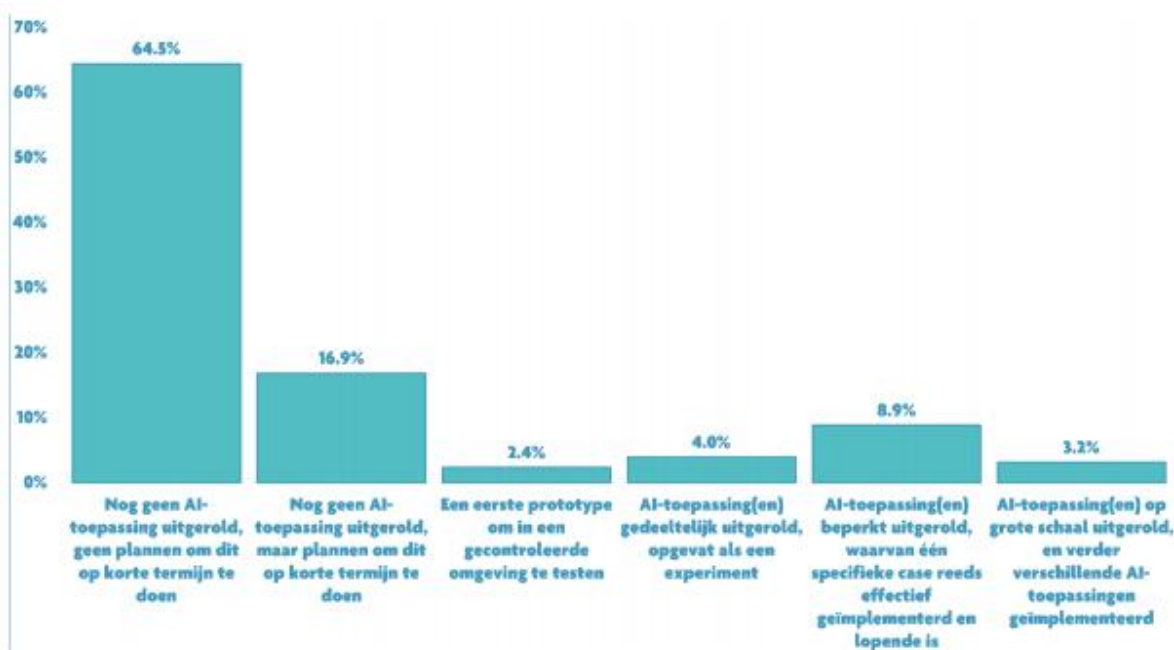
⁴⁶⁶ Imec, *imec.aibarometer*, 2019.

Figuur 168: Impact AI op bestaande rollen en functies



- Wat de effectieve implementatie van AI binnen de onderneming betreft, kan vastgesteld worden dat 64,5% nog geen AI-toepassing heeft uitgerold en ook geen plannen heeft om dit op korte termijn te doen. Slechts 13,2% heeft beperkt of op grote schaal reeds AI-toepassingen uitgerold en geïmplementeerd. Wordt gekeken naar de impact van deze initiatieven dan blijkt dat het ofwel nog te vroeg is om die te bepalen, ofwel dat er een licht positieve impact is op vlak van omzet, operations en kostenreductie. Tevens blijkt dat er nog redelijk wat bezorgdheden spelen binnen bedrijven over de uitrol van AI-toepassingen, onder meer op het vlak van privacy, veiligheid en bescherming van data, transparantie en betrouwbaarheid van AI-technologie, jobverlies, verminderen van sociaal contact, beperkte AI-kennis binnen bedrijven, change management voor werknemers en de afweging tussen de meerwaarde van het inzetten van AI-toepassingen en de kost van de implementatie.

Figuur 169: Effectieve implementatie AI in bedrijf



- Er manifesteert zich een disconnectie in de attitude en perceptie op het vlak van dataprivacy en transparantie tussen de bedrijven en de consumenten. Consumenten hechten meer en meer belang aan een correcte omgang met hun persoonsgegevens en transparantie over de manier waarop dit gebeurt. Waar GDPR voor de consument eerder een minimumgarantie biedt op transparantie, zien bedrijven GDPR vooral als het maximum aan te nemen maatregelen op vlak van privacy en transparantie. Dit impliceert een structurele vertrouwensbreuk die mogelijk impact kan hebben op de attitude en adoptie van AI door consumenten. Aangezien er voor AI-toepassingen vaak heel wat persoonlijke data gebruikt wordt, is deze groeiende vertrouwensbreuk een mogelijk gevaar voor de toekomst van AI.

15.2.3 Imec.digimeter⁴⁶⁷

De imec-digimeter monitort het bezit en gebruik van (nieuwe) media en ICT in Vlaanderen en peilt naar de attitude van de bevolking ten opzichte van technologische ontwikkelingen. Daarvoor bevraagt imec jaarlijks een representatief staal van minstens 1.500 inwoners uit Vlaanderen van 16 jaar of ouder. In dit rapport wordt enkel ingezoomd op het onderdeel AI van de digimeter.

De digimeter 2019 maakt een segmentatie van de Vlaamse bevolking op basis van spanningsvelden, attitudes en vaardigheden die de Vlaming heeft omtrent digitale technologieën. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vijf profielen die op een 'haat-liefde'-continuüm geplaatst worden: van een zeer gespannen relatie met technologie tot het hartstochtelijk omarmen van technologie. Deze vijf profielen geven weer hoe Vlamingen nu, maar ook in de toekomst staan tegenover digitalisering en technologische innovatie.

- De passionele minnaar (18%). De passionele minnaar is een overwegend mannelijk segment (73%) met een gemiddelde leeftijd van 49 jaar en geniet vaak een hogere opleiding. Dit profiel heeft een grote voorliefde voor technologie, gelooft in de voordelen en

⁴⁶⁷ Vandendriessche K., De Marez, L. *Imec.digimeter 2019. Digitale mediatrends in Vlaanderen, 2020.*

opportuniteiten ervan en maakt zich weinig zorgen over mogelijke negatieve aspecten. Deze groep vertrouwt in zijn vaardigheden om met digitale technologie om te gaan.

- De dichte vriend (16%). De dichte vriend is zo goed als gelijk verdeeld over mannen (54%) en vrouwen (46%). Het is een jonge groep Vlamingen van rond de 25 tot 34 jaar. Het betreft vooral studenten en jonge professionals met vaak een hogere opleiding. Deze groep vertoont een haat-liefde verhouding met technologie, maar uiteindelijk weegt de 'liefdeskant' of het voordeel van de twijfel door. De Dichte vriend is net zoals de passionele minnaar iemand die veel technologie bezit; veel kennis heeft over digitale technologie en vertrouwen heeft in zijn digitale vaardigheden.
- Het is ingewikkeld (25%). Dit profiel is het jongste profiel, is vaak nog student, woont meestal nog in het ouderlijk huis en is voornamelijk vrouwelijk (60%). Net als de dichte vriend vertoont dit profiel een haat-liefde verhouding met technologie, maar de negatieve aspecten wegen zwaarder door. Deze groep geeft toe dat er voordelen verbonden zijn aan sociale media, smartphone en andere technologie, maar geeft ook aan wakker te liggen van de negatieve aspecten die gelinkt zijn aan deze digitale technologieën. Vooral het lagere vertrouwen in zijn/haar eigen digitale vaardigheden valt op in vergelijking met de vorige profielen. Dit profiel heeft een stuk minder kennis over digitale technologieën en scoort eerder gemiddeld op het bezit van digitale technologie.
- De blijde singel (20%). Het tweede profiel dat naar de kant van de negatieve attitudes (of 'haat') ten aanzien van technologie overhelt, is de blijde singel. Het gaat over een ouder segment van gemiddeld 55 jaar, dat gemiddeld is opgeleid en waarvan een deel al gepensioneerd is. De verdeling man-vrouw is gelijk in dit profiel. De blijde singel heeft een uitgesproken negatieve houding ten opzichte van technologie en behoudt daarom graag wat afstand in zijn/haar relatie met die technologie. Het vertrouwen in zijn/haar eigen digitale vaardigheden is niet optimaal. Dit segment scoort gemiddeld op de adoptie van technologie. De negatieve attitudes lijken niet voort te komen uit onwetendheid. Net als 'het is ingewikkeld'-profiel heeft deze groep wel wat kennis over technologie, maar minder dan de twee liefdesprofielen.
- De verre kennis (20%). Deze groep Vlamingen is het oudst en bestaat hoofdzakelijk uit gepensioneerde mannen met een lage opleiding. Dit segment omvat echter ook jongeren (10% 16 tot 24-jarigen bijvoorbeeld of 7% 25 tot 34-jarigen). Het onderzoek beschouwt de licht opgaande trend van vooral lager opgeleide jongeren die 'afhaken' als een indicatie van een potentieel nieuw soort digitale kloof. Dit profiel staat onverschillig tegenover technologie en distantieert er zich als het ware van. De verre kennis heeft hoofdzakelijk negatieve gevoelens omtrent digitale technologie, sociale media en privacy. Dit profiel heeft ook het minst vertrouwen in de eigen digitale vaardigheden en de laagste kennis over digitale technologie.

Kortom: bijna één op vijf Vlamingen (18% om precies te zijn), geeft aan over voldoende kennis, vaardigheden en vertrouwen te beschikken om de steeds verder digitaliserende maatschappij probleemloos te omarmen. Het merendeel van de Vlamingen (61%) ontbreekt het echter nog steeds aan één van die elementen, waardoor ze kampen met twijfels bij deze digitale evoluties. Ze beschikken over onvoldoende kennis of vaardigheden, of kampen met een deuk in het vertrouwen in technologie, of de merken achter die technologie. Het laatste 'vijfde' van de Vlamingen bevindt zich helemaal aan de andere kant en laat de digitalisering liever aan zich voorbij gaan. Dit houdt het gevaar in dat verdere digitale transformaties ervoor kunnen zorgen dat deze groep digitale technologie volledig los laat en de digitale transformatietrein volledig mist.

Wat AI betreft, is het aantal Vlamingen dat er positief tegenover staat, gestegen van 37% in 2018 naar 45% in 2019. Een even groot deel (46%) blijft echter twijfelend tegenover AI staan, 10% ronduit negatief. Voor 31% van de Vlamingen gaat nieuwsgierigheid naar de toepassingen en mogelijkheden van AI gepaard met een uitgesproken bezorgdheid om de negatieve impact die AI kan hebben. Meer dan vier op tien Vlamingen geeft ook aan bezorgd te zijn over de mogelijke negatieve impact van AI op hun privacy (43%). Opvallend is dat die bezorgdheden groter zijn bij wie van zichzelf aangeeft voldoende AI-kennis te hebben - of denkt te hebben. Iets meer dan de helft (56%) stelt te weten wat AI is, wat een stijging van 3 procentpunten is in vergelijking met 2018. Toch is slechts 25% van hen er zeker van dat een spraakassistent zoals Siri een AI-toepassing is. Voor 44% van Vlaanderen is AI dus nog een nobele onbekende (en dus ook onbemind); en bij wie het denkt te kennen, is de kennis wellicht nog niet altijd volledig en correct. Dit duidt dus op een AI-kenniskloof die zich ook duidelijk manifesteert in de profielen. Er is duidelijk meer kennis bij de Passionele Minnaar (90%) en de Dichte Vriend (88%), dan bij de overige drie profielen (gemiddeld 39%). Opmerkelijk is dat deze kenniskloof zich over de leeftijden heen manifesteert. Ook bij de allerjongsten (16 tot 24-jarigen) stellen we niet noodzakelijk een hogere AI-kennis vast. Slechts 52% van hen stelt te weten wat AI is, wat laag is voor de zogenaamde 'digital natives'. Verder kan vastgesteld worden dat de kennis over AI samenhangt met het opleidingsniveau: hoe hoger het opleidingsniveau, hoe groter de kennis van AI. Pas vanaf het opleidingsniveau 'hoger secundair' bedraagt het aandeel leerlingen met kennis over AI meer dan 50%.

Tabel 54: AI-kennis en AI-perceptie – evolutie

	AI-kennis		AI-perceptie	
	2018	2019	2018	2019
Ja	53%	56%	37%	45%
Neen	26%	26%	46%	46%
Helemaal niet zeker	21%	18%	17%	10%

Tabel 55: AI-kennis naar leeftijd

	16-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65+	Totaal
Ja	52%	75%	71%	68%	53%	31%	56%
Neen	32%	15%	15%	17%	26%	42%	26%
Helemaal niet zeker	17%	10%	14%	15%	21%	27%	18%

Tabel 56: AI-kennis – split op haat-liefdeprofielen

	Passionele minnaar	Dichte vriend	Het is ingewikkeld	Blije single	Verre kennis	Totaal
Ja	90%	88%	40%	62%	15%	56%
Neen	2%	4%	36%	18%	58%	26%
Helemaal niet zeker	8%	9%	24%	20%	27%	18%

Tabel 57: AI-kennis – split op opleidingsniveau

	Geen diploma of lager onderwijs	Lager secundair	Hoger secundair	Bachelor/hogeschool	Master/(post)universitair	Totaal
Ja	17%	25%	57%	74%	80%	56%
Neen	61%	41%	23%	12%	3%	26%
Helemaal niet zeker	23%	24%	20%	14%	9%	18%

Tabel 58: Attitude over AI

	16-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65+	Totaal
Ik maak me zorgen over de impact van AI op mijn privacy	40%	43%	40%	47%	42%	56%	43%
Ik ben nieuwsgierig over de toepassingen en mogelijkheden van AI	61%	73%	69%	65%	54%	43%	60%
Ik ben bezorgd over de negatieve impact die AI kan hebben	40%	50%	45%	50%	40%	44%	45%
Technologie die AI gebruikt, kan discriminerend werken	27%	38%	39%	35%	26%	26%	31%
Ik zou het erg vinden als ik tijdens het chatten of bellen geen verschil zou kunnen merken tussen een mens en een robot	68%	67%	71%	72%	80%	86%	75%

15.2.4 Barometer digitale inclusie⁴⁶⁸

In deze barometer wordt een driedimensionale digitale kloof blootgelegd, zijnde:

- De ongelijke toegang tot digitale technologieën of ‘de digitale kloof van de eerste graad’.
- Ongelijkheid op het vlak van digitale competenties of ‘de digitale kloof van de tweede graad’.
- Ongelijkheid op het vlak van het gebruik van essentiële diensten of ‘de digitale kloof van de derde graad’.

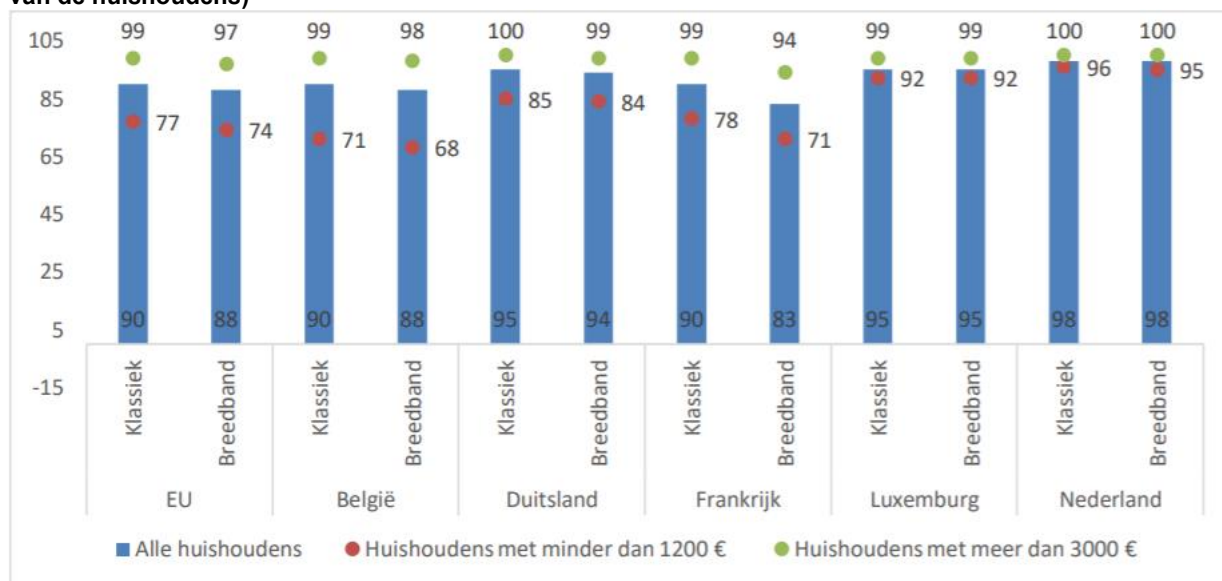
⁴⁶⁸ Brotcorne, P., Mariën, I., *Barometer digitale inclusie 2020*, Koning Boudewijnstichting in samenwerking met VU Brussel en UCLouvain, Juni 2020.

De cijfergegevens lijken volgens de barometer aan te tonen dat de voordelen van de toenemende digitalisering van onze samenleving vooral ten goede komen van de groepen die sociaal, cultureel en economisch bevoordeeld zijn. Hierdoor wordt de kloof tussen de sociale groepen in onze samenleving dieper.

De ongelijke toegang tot digitale technologieën of ‘De digitale kloof van de eerste graad’

- Een grote meerderheid van de Belgen heeft thuis een internetverbinding: het ging in 2019 om 90% van de huishoudens. 88% van hen heeft een breedbandaansluiting. Dat betekent ook dat 10% van de Belgische bevolking thuis niet over een internetverbinding beschikt.
- De kwaliteit van de internetverbinding wisselt naargelang van de gewesten. In Wallonië blijven er gebieden (zones blanches) die niet zijn uitgerust met een glasvezelkabel of waar de verbinding van slechte kwaliteit is.
- In 2019 waren de gezinnen met een laag inkomen en de alleenstaanden het minst met het internet verbonden:
 - Bijna drie huishoudens op tien met een laag inkomen beschikken thuis niet over een internetverbinding. In vergelijking met onze buurlanden en het Europese gemiddelde vertoont België inzake internettoegang volgens het inkomen de grootste ongelijkheid.

Figuur 170: percentages internetverbinding en breedbandaansluiting thuis, volgens het gezinsinkomensniveau. Vergelijking met de buurlanden en met het Europese gemiddelde in 2019 (in % van de huishoudens)



Legende: maandelijks netto-inkomen in euro van alle leden van het huishouden samen. De huishoudens die leven van minder dan 1200 euro per maand behoren tot het eerste inkomenskwartiel. De huishoudens die leven van meer dan 3000 euro per maand behoren tot het vierde inkomenskwartiel.

Bron: Eurostat 2019, berekeningen door CIRTES

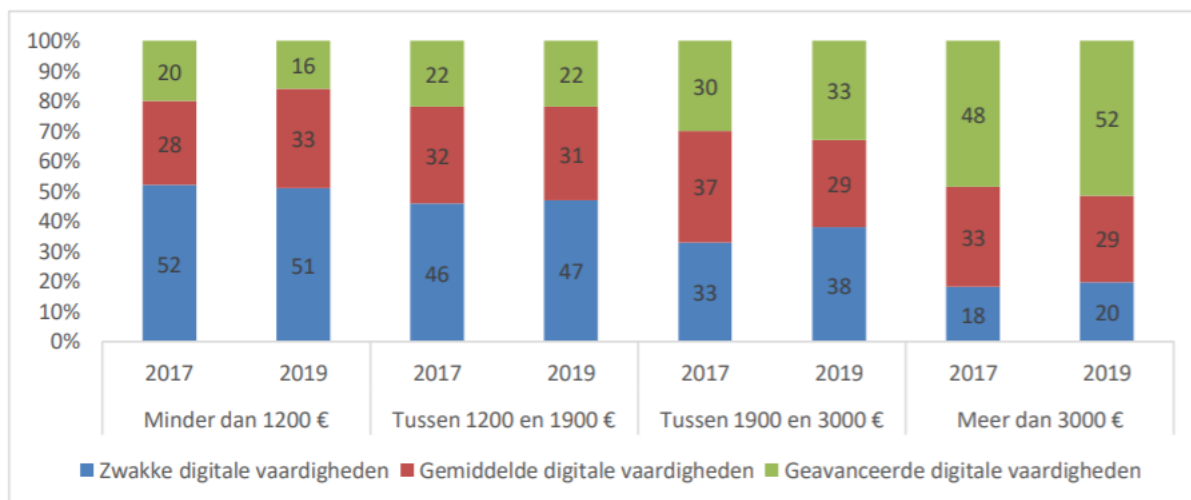
- 22% van de alleenstaanden en 9% van de koppels zonder kinderen hebben thuis geen internetverbinding. Alleenstaande vrouwen in Wallonië zijn het meest kwetsbaar: 30% van hen beschikt thuis niet over een internetverbinding.

- De manieren waarop mensen met het internet zijn verbonden worden steeds mobieler. De smartphone wordt dé drager waarmee mensen op het internet gaan, onafhankelijk van hun inkomen, opleidingsniveau of leeftijd.
 - De individuen die economisch en sociaal-cultureel het meest bevoordeeld zijn, zijn ook het vaakst multi verbonden. Anders gezegd: hoe lager het inkomen en hoe lager het opleidingsniveau, hoe meer de smartphone de enige drager is waarmee men z'n internetverbinding tot stand brengt. Het type drager heeft echter een belangrijke invloed op zowel de gebruiksmogelijkheden en -vormen als op de ontwikkeling van digitale competenties.
- In 2019 was slechts 8% van de Belgen tussen 16 en 74 jaar een niet-gebruiker van het internet. Dat cijfer was in 2015 nog bijna het dubbele (14%). Dit percentage van 8% is lager dan het Europese gemiddelde (11%), maar wel nog altijd hoger dan in onze buurlanden (met uitzondering van Frankrijk).
 - Bijna een kwart (24%) van de mensen met een laag inkomen is een niet-gebruiker. De kloof volgens inkomen is de jongste vier jaar kleiner geworden, maar blijft in België groter dan in onze vier buurlanden en dan het Europese gemiddelde.
 - Meer dan één Belg op vijf (21%) die respectievelijk laaggeschoold is en tussen 55 en 74 jaar oud, gebruikt het internet niet. Dat percentage stijgt tot 28% bij de mensen tussen 65 en 74 jaar.
 - Deze tendensen zijn in Wallonië meer uitgesproken dan in Vlaanderen.

Ongelijkheid op het vlak van digitale competenties of 'De digitale kloof van de tweede graad'

- In 2019 beschikte slechts 38% (+ 2% sinds 2016) van de Belgen over gevorderde digitale vaardigheden.
- 32% van de individuen heeft zwakke digitale vaardigheden. Als daar de 8% niet-gebruikers aan toegevoegd worden, dan kan gesteld worden dat 40% van de Belgische bevolking kwetsbaar is voor de toenemende digitalisering van de samenleving.
- Deze kwetsbaarheid stijgt tot 75% van de mensen met een laag inkomen en die laaggeschoold zijn. Ook 79% van de vrouwen tussen 55 en 74 jaar, en 54% van de werkzoekenden, zijn digitaal kwetsbaar.

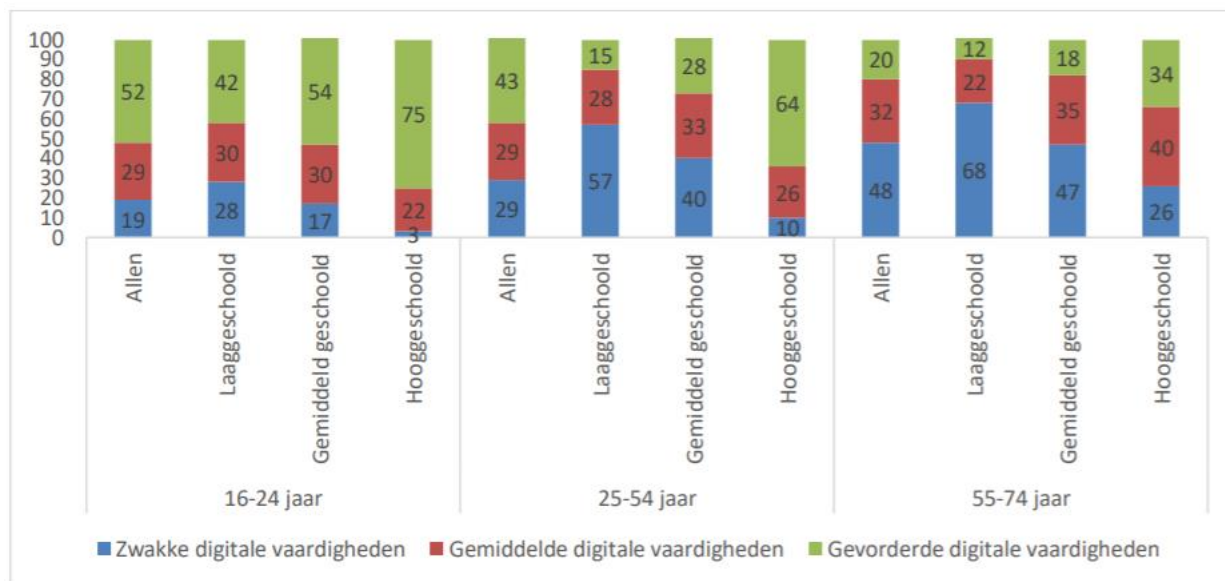
Figuur 171: Evolutie van de algemene digitale vaardigheden volgens inkomen in België (in % van de regelmatige gebruikers)



Legende: maandelijks netto-inkomen in euro van alle leden van het huishouden samen. De huishoudens die leven van minder dan 1200 euro per maand behoren tot het eerste inkomenskwartiel.

Bron: Eurostat 2017 en 2019, berekeningen door CIRTES

Figuur 172: Niveau van de digitale vaardigheden volgens leeftijd en opleidingsniveau in België in 2019 (in % van de gebruikers)



Legende: laag opleidingsniveau = max. diploma lager secundair onderwijs; gemiddeld opleidingsniveau = max. diploma hoger secundair onderwijs; hoog opleidingsniveau = diploma hoger onderwijs (universitair of andere).

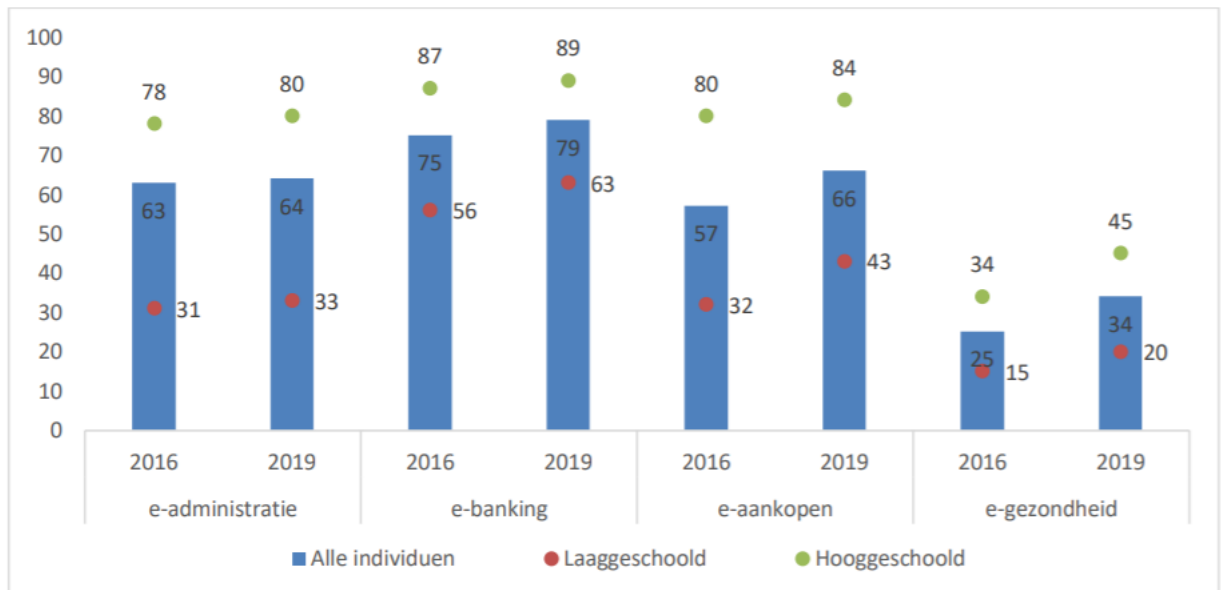
Bron: Eurostat 2019, berekeningen door CIRTES

- Kenmerkend voor digitale vaardigheden is dat ze voortdurend moeten worden bijgesteld. De snelle en permanente digitale innovaties verplichten iedereen om zijn vaardigheden continu op peil te houden. Wie dat niet doet, raakt achterop.

Ongelijkheid op het vlak van het gebruik van essentiële diensten of 'De digitale kloof van de derde graad'

- In 2019 gebruikten negen Belgen op tien tussen 16 en 74 jaar regelmatig het internet, thuis of op andere plaatsen⁴⁶⁹, van wie de grote meerderheid dagelijks (85%). De frequentie in het gebruik is globaal genomen dezelfde in de drie Belgische gewesten.
- Internetbankieren en e-commerce hebben de Belgen zich in grote mate eigen gemaakt. Het gebruik van digitale overheidsdiensten lijkt daarentegen sinds enkele jaren op hetzelfde peil te blijven.
 - In het Vlaams Gewest worden de diverse onlinediensten het vaakst gebruikt, zowel e-banking (82%) als onlineaankopen (76%). Ter vergelijking: de percentages voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bedragen respectievelijk 67% en 66%, en voor het Waals Gewest 77% en 67%. Alleen voor e-administratie zijn de gebruikspersentages globaal genomen vergelijkbaar in de drie gewesten.
 - De groepen die sociaal-economisch en cultureel meer zijn achtergesteld maken minder online gebruik van essentiële diensten dan de groepen uit meer bevooroordeelde milieus. 51% van de internetgebruikers met een laag inkomen en 57% van degenen met een laag opleidingsniveau deden nog nooit een onlineaankoop. 37% van hen hebben nog nooit e-banking gebruikt en 55% en 67% heeft nog nooit gebruik gemaakt van e-administratie.

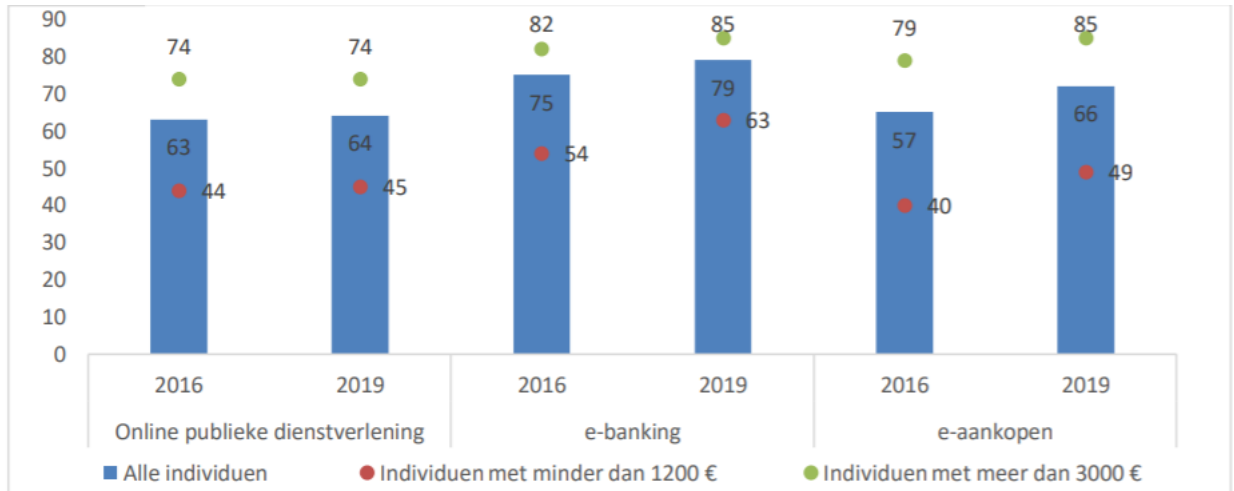
Figuur 173: Evolutie in het soort internetgebruik volgens opleidingsniveau, in België (in % van de gebruikers)



Legende: de cijfers over het gebruik van onlinebank- en gezondheidsdiensten worden uitgedrukt in % van de personen die in de drie maanden vóór de enquête het internet hebben gebruikt. De cijfers over e-aankopen en e-administratie daarentegen worden uitgedrukt in % van de personen die in het jaar vóór de enquête het internet hebben gebruikt.
Bron: Eurostat en Statbel, 2016 en 2019, berekeningen door CIRTES

⁴⁶⁹ Volgens de enquête van Statbel-Eurostat is een regelmatige gebruiker iemand die in de drie maanden voorafgaand aan de bevraging minstens één keer het internet heeft gebruikt.

Figuur 174: : evolutie in het soort internetgebruik volgens het inkomen in België (in % van de gebruikers)



Legende: de cijfers over het gebruik van onlinebank- en gezondheidsdiensten worden uitgedrukt in % van de personen die in de drie maanden vóór de enquête het internet hebben gebruikt. De cijfers over e-aankopen daarentegen worden uitgedrukt in % van de personen die in het jaar vóór de enquête het internet hebben gebruikt.

Bron: Eurostat en Statbel, 2016 en 2019, berekeningen door CIRTES

- 56% van de internetgebruikers met een laag inkomen en 57% van degenen met een laag opleidingsniveau kiezen ervoor om online geen formulieren te bezorgen aan administraties, terwijl ze nochtans deze administratieve stap (bv. tax on web) moesten zetten. De belangrijkste reden die hiervoor wordt aangehaald is dat men dan hulp moet vragen aan een derde. Dat wordt gevolgd door: te weinig vaardigheden en de complexiteit van de administratieve stappen.

15.2.5 Kennis en perceptie AI⁴⁷⁰

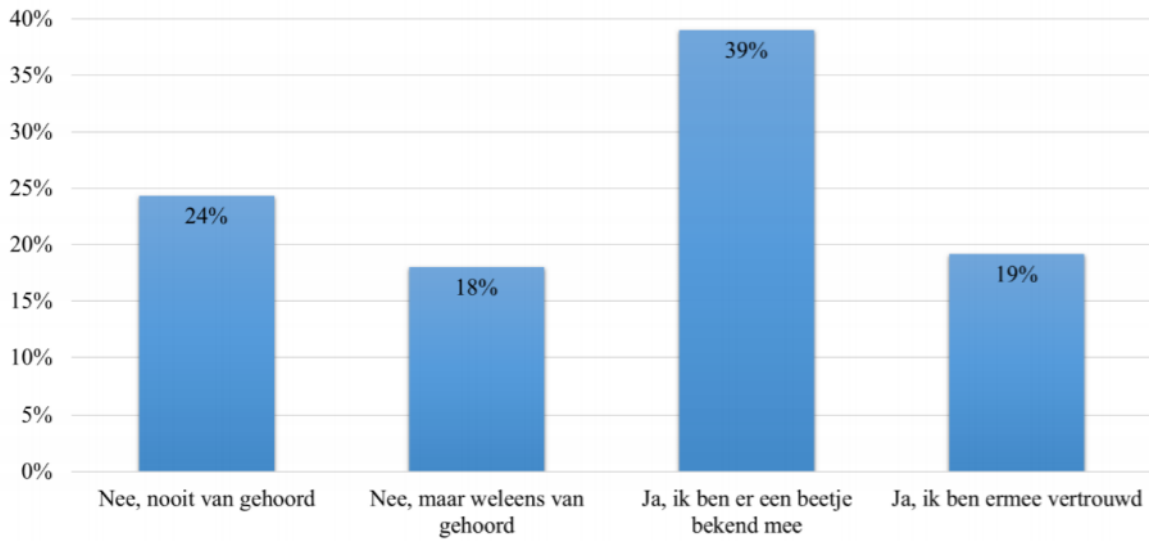
In deze studie, gebaseerd op een representatieve bevolkingsbevraging in Gent, onderzoeken de auteurs de kennis over artificiële intelligentie (AI) en de perceptie over het gebruik ervan in concrete toepassingen zoals door veiligheidsdiensten.

Kennis AI

De kennis van AI werd in kaart gebracht door respondenten de volgende vraag voor te leggen: “Weet u wat kunstmatige intelligentie, of artificial intelligence, is?” De respondenten hadden de keuze uit vier antwoordmogelijkheden, te weten: (1) nee, nooit van gehoord; (2) nee, maar weleens van gehoord; (3) ja, ik ben er een beetje bekend mee; en (4) ja, ik ben ermee vertrouwd. In onderstaande figuur wordt weergegeven hoe de respondenten op deze vraag antwoordden. De meerderheid van de respondenten (58,2%) geeft aan een beetje bekend of vertrouwd te zijn met AI.

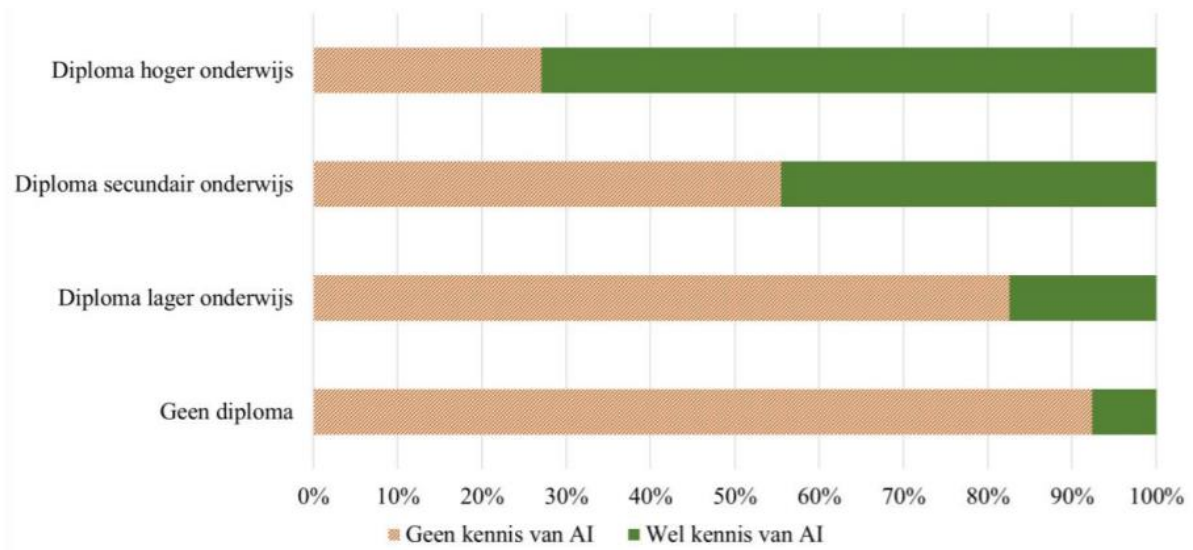
⁴⁷⁰ Thom Snaphaan, Wim Hardyns & Koen Ponnet, *Kennis en perceptie van de bevolking ten aanzien van AI*, UGent en CiTiP KULeuven, 18 november 2020.

Figuur 175: Kennis van AI

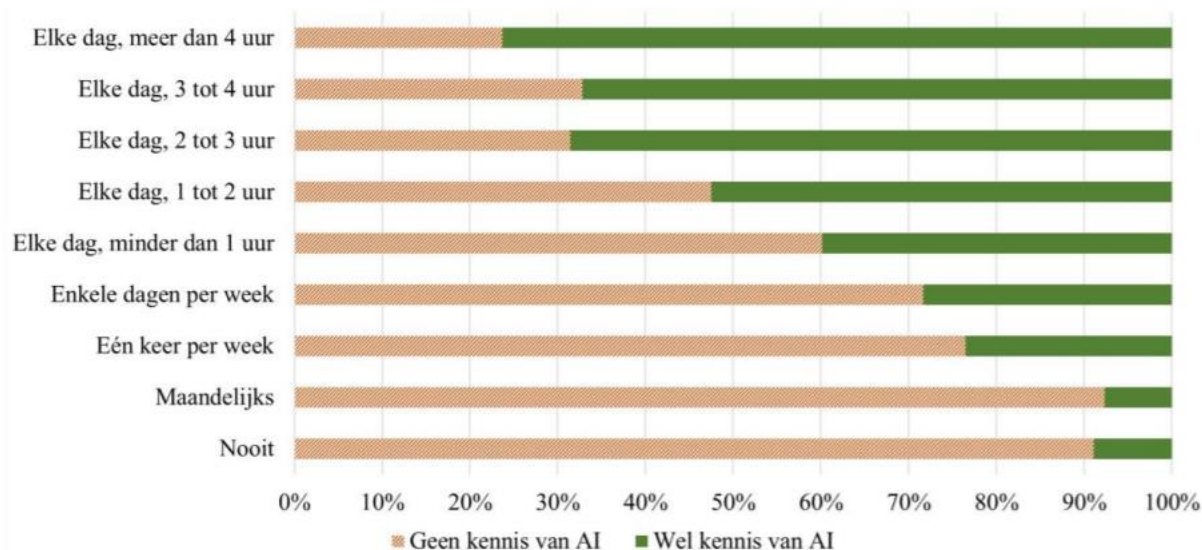


Er werden significante verschillen vastgesteld onder meer met betrekking tot het opleidingsniveau van de respondenten en de relatie tussen het netto-gezinsinkomen: hoe hoger het opleidingsniveau en hoe hoger het netto gezinsinkomen, hoe hoger de kennis van AI. Ook wordt een samenhang gedetecteerd tussen het internetgebruik en de kennis van AI.

Figuur 176: Kennis van AI naar opleidingsniveau



Figuur 177: Kennis van AI naar internetgebruik



Perceptie ten aanzien van AI

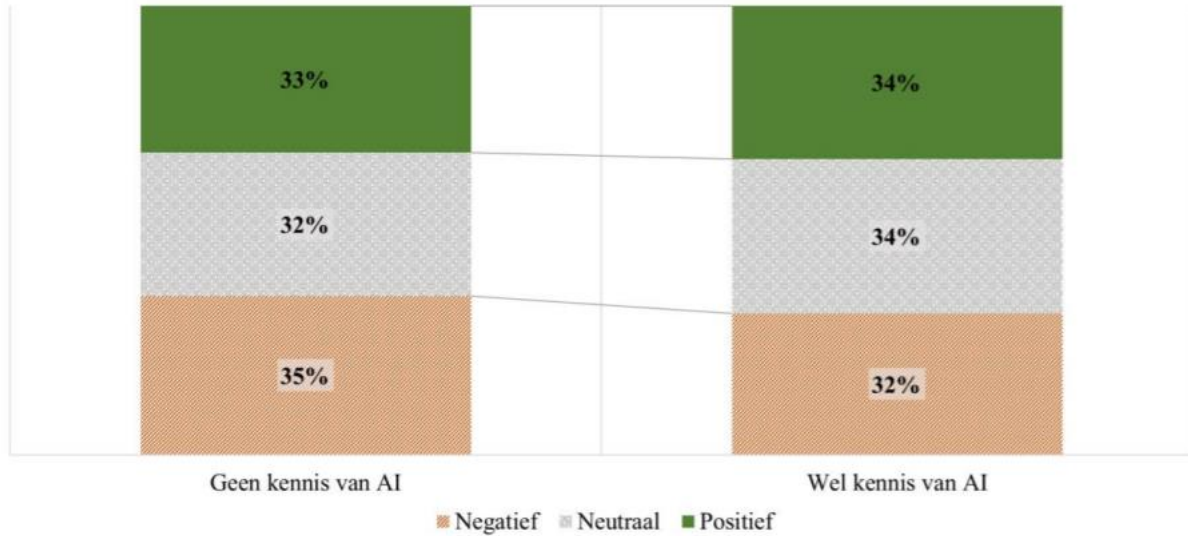
De perceptie ten aanzien van AI werd gepeild door middel van een stelling. De respondenten werd gevraagd aan te geven in welke mate ze akkoord gingen met de volgende stelling: *“Tegenwoordig worden veel (persoonlijke) gegevens verwerkt door complexe computergestuurde systemen die worden gebruikt door veiligheidsdiensten. De samenleving zal hier in de toekomst beter van worden.”*

Er wordt een sterke verdeeldheid vastgesteld: 33,1% geeft aan negatief te staan tegenover AI ('helemaal niet akkoord' en 'niet akkoord'), 33,3% geeft aan neutraal te staan tegenover AI ('noch akkoord, noch niet akkoord') en 33,5% geeft aan positief te staan tegenover AI ('akkoord' en 'helemaal akkoord').

Daar waar er bij de kennisbevraging over AI significante verschillen naar opleidingsniveau, netto-gezinsinkomen en internetgebruik konden worden vastgesteld, worden diezelfde verschillen niet of alleszins niet in dezelfde mate teruggevonden bij de perceptie ten aanzien van AI.

Wanneer tot slot de kennis en perceptie van de bevolking ten opzichte van elkaar worden bekeken, valt op dat er weinig verschillen bestaan in de perceptie ten aanzien van het gebruik van AI door veiligheidsdiensten naar de kennis van de bevolking hieromtrent.

Figuur 178: Kennis van AI en perceptie ten aanzien van AI



Conclusies

De onderzoekers besluiten dat de ongelijke spreiding van de kennis over AI over de populatie allerhande implicaties heeft, bijvoorbeeld dat de toepassingen door overheden slechts begrepen Inzicht in en begrip van de werking van systemen is niettemin essentieel om er vertrouwen in te (kunnen) hebben.

Tevens wordt geconcludeerd dat, aangezien de perceptie ten aanzien van AI niet verschilt naargelang de kennis van AI, voorvechters of sceptici niet per definitie meer of minder kennis hebben over AI, maar dat het andere factoren zijn die deze perceptie in de hand werken.