

Inhoudsopgave

1. Achtergrond	3
2. Inleiding	7
2.1 Wanneer kunnen we wat verwachten?	7
2.2 Probleemstelling	7
2.3 Context	8
2.4 Definities	9
3. De digitale revolutie	10
3.1 Inleiding	10
3.2 Digitale technologische ontwikkelingen	10
3.2.1 De versmelting van technologieën, sectoren en datastromen	12
3.2.2 Voorspellingen over het tempo van de technologische veranderingen	13
3.3 Toekomstverwachtingen	15
4. De verwachte effecten op de arbeidsmarkt	16
4.1 Inleiding	16
4.2 Meer of minder werkgelegenheid?	16
4.3 De aard van het werk verandert	18
4.3.1 Het middensegment staat onder druk	19
4.3.2 Overstappen vanuit krimpende beroepen	20
4.3.3 Mensen gaan juist <i>naast</i> robots en software werken in plaats van <i>met</i>	21
4.3.4 Vaste banen maken steeds meer plaats voor tijdelijke contracten en zzp'ers	22
4.3.5 De ICT-intensiteit in sectoren en beroepen neemt toe	23
4.3.6 Ontwikkelingen ICT-beroepen	24
4.3.7 ICT-kansberoepen	26
4.4 Conclusie verwachte effecten op de arbeidsmarkt	27
5. Aansluiting vraag en aanbod op de arbeidsmarkt	29
5.1 Mismatch met aanbod op de arbeidsmarkt	29
5.2 Conclusie aansluiting vraag en aanbod op de arbeidsmarkt	30
6. Conclusies en aanbevelingen arbeidsmarktbeleid	32
6.1 Conclusies	32
Literatuur	37

1. Achtergrond

De centrale onderzoeksvraag is de volgende:

Welke ontwikkelingen liggen ten grondslag aan de verdergaande digitalisering van de globale economie en wat zijn daarvan de gevolgen voor de arbeidsmarkt ICT?

Sub-vragen:

- Wat vormen de kernthema's voor toekomstig arbeidsmarktbeleid?
- Wat betekent dit voor duurzame inzetbaarheid van de werkenden op de arbeidsmarkt ICT?
- Hoe kan het onderwijs hierop anticiperen?

Arbeidsmarkt ICT en opleidingen duurzame inzetbaarheid

Digitalisering en ICT

ICT is de grootste aanjager van economische groei van de afgelopen decennia. Het voornaamste gevolg van de 'elektronische' ICT van de afgelopen decennia is dat de omgang met informatie en data exponentieel goedkoper, sneller, compacter en intelligenter is geworden. Dit geldt voor zowel opslag en transmissie als bewerking van data. Omdat elke economische sector steeds meer informatie-intensief wordt heeft ICT groeiende impact op alle sectoren en daarmee op de totale economie. De verdergaande ontwikkeling van ICT leidt tot een transformatie van de economie in de volle breedte. Het verandert wat de economie produceert, de manier waarop wordt geproduceerd, de manier waarop de productie wordt georganiseerd en bestuurd, de locatie van (productie-) activiteiten, de benodigde vaardigheden voor productieactiviteiten, de benodigde infrastructuur om het te ondersteunen, en de wet- en regelgeving die nodig is om het systeem optimaal te laten functioneren. ICT kan daarom gezien worden als een General Purpose Technology, zoals elektriciteit en daarvoor de stoommachine dit waren. Deze fundamenteel nieuwe technologieën hebben een zwaarwegend effect op samenleving en economie.

Technologische innovaties hebben onze samenleving en ons dagelijks leven in de afgelopen jaren in een enorm tempo veranderd. Een tempo dat, naar het zich laat aanzien, de komende jaren alleen maar verder zal toenemen. De enige zekerheid die we hebben is de onzekerheid over hoe de toekomst er precies uit gaat zien.

Arbeidsmarkt

Er gaat bijna geen dag voorbij zonder dat aandacht wordt besteed in de media aan de invloed van digitalisering, kunstmatige intelligentie, robotisering en virtual reality op onze maatschappij en de invloed daarvan op ons werk. Er wordt wel gesteld dat bijna 45 procent van al het werk dat mensen vandaag de dag doen met de huidige technologieën geautomatiseerd kan worden. We hebben ons al eerder aangepast aan veranderingen op de arbeidsmarkt: van kantoorklerken naar klantcontactcentermedewerkers, van typistes naar tekstverwerkers en personal assistants. Disruptie, het verdwijnen van banen, de herverdeling van werk, het ontstaan van nieuwe functies: dat is allemaal niet nieuw. Maar nooit eerder was de levenscyclus van kennis en vaardigheden zó kort en voltrokken de veranderingen zich op zo'n grote schaal. De impact wordt soms wat overschat, maar naarmate het makkelijker en goedkoper wordt om nieuwe technologieën in te voeren, gaan die ontwikkelingen sneller. Dat is de verandering die nu gaande is. Hierbij is de invloed van de ontwikkeling en toepassing van kunstmatige intelligentie in combinatie met data science en robotisering het belangrijkste. Een proces waarin algoritmen de richting duiden.

Onderwijs en ontwikkeling

De genoemde ontwikkelingen gaan gepaard met het verdwijnen van banen en een verhoging van de arbeidsproductiviteit. Zij vormen de basis van een nieuwe digitale industriële revolutie. Het gaat voor een belangrijk deel ook om het veranderen van banen. Een functie bestaat uit een of meerdere taken en daarvoor zijn competenties nodig. De competentie kan vervuld worden door een mens of technologie. Dit kan ertoe leiden dat bepaalde taken door technologie worden uitgevoerd en dat de nadruk dus op de andere taken komt te liggen (die nog wel steeds door de mens worden uitgevoerd). Hierbij hoort onderwijs dat mensen voorbereidt op die uitdagende en onzekere toekomst. Onderwijs dat is gericht op de set aan 21^e-eeuwse vaardigheden en competenties. Niet als dogma, maar als nuttige bouwstenen voor een leven lang ontwikkelen.

ICT heeft een flink effect op de maatschappij en zo ook op de arbeidsmarkt. ICT biedt mogelijkheden om de (thans beperkte) werkloosheid terug te dringen, omdat werkgever en werknemer elkaar beter kunnen vinden en ICT de werkomgeving flexibiliseert. ICT kan echter ook nadelige effecten hebben. In het huidige debat staan bijvoorbeeld de thema's robotisering, kunstmatige intelligentie en spanning op de arbeidsmarkt (werkloosheid) centraal. Er zijn argumenten voor en tegen de constatering dat robotisering tot (structurele) werkloosheid zal leiden. Wat vaststaat, is dat het voor de Nederlandse

economie belangrijk blijft dat mensen de juiste competenties bezitten om de volledige potentie van ICT te kunnen benutten.

Er zijn veel voorspellingen gedaan: technologie zou zorgen voor meer banen, andere banen of minder banen. Er zijn zelfs prognoses die uitgaan van een baanloos tijdperk. Maar bijna nooit gaat het over de noodzaak voor werknemers om - steeds opnieuw – kennis en vaardigheden op te doen, zodat ze geschikt blijven voor de arbeidsmarkt. Geschikt voor banen die nu nog niet bekend zijn. Duurzaam inzetbaar in modern Nederlands.

Convergentie sectoren

Onderwijs met aandacht voor digitalisering en ICT speelt hierin een hoofdrol in het proces van toenemende convergentie tussen sectoren. Digitalisering en ICT vragen om een sterke verbondenheid tussen sectoren en versmelting van sectorspecifieke competenties. In 2018 kwam de term ICT niet voor in het curriculum voor onderwijs in zorgberoepen, dit is inmiddels iets verbeterd. Hetzelfde geldt ook voor andere beroepsdomeinen, terwijl iedereen inmiddels wel begrijpt of ervaart dat juist digitalisering en ICT cruciaal zijn voor de verdere ontwikkeling van onze maatschappij en van de toegevoegde waarde die werknemers daardoor leveren. Software engineers zijn in allerlei sectoren gevraagd; data science en kunstmatige intelligentie kennen geen sectorgrenzen. Het is juist daarom dat er veel meer samenwerking moet komen tussen beroepsopleidingen op alle niveaus, dwars door alle sectoren. Juist om die reden richt het CA-ICT zich op de arbeidsmarkt ICT.

Leven Lang Ontwikkelen

Een leven lang ontwikkelen is geen straf, leren is leuk, zeker in een omgeving waarin je niet weet hoe het er morgen uit ziet. De uitdaging om samen de toekomst te verkennen en erbij te blijven is een houding die niet voldoende wordt aangeleerd in ons onderwijssysteem. Te vroeg moeten keuzes worden gemaakt die later moeilijk bijgesteld kunnen worden. Gelukkig zijn er tal van initiatieven om binnen het primair en voortgezet onderwijs het systeem te vernieuwen waardoor wellicht meer jongeren inzien dat techniek en ICT juist kansen bieden. De digitalisering van de samenleving heeft een enorm gevolg voor leer- en werkprocessen. In vrijwel alle beroepen en functies, van de aannemerij tot de gezondheidszorg zijn ICT-vaardigheden en -kennis onmisbaar. Voorbeelden die worden genoemd zijn de operatierobot in het ziekenhuis of de hulp van big data voor de analyse van bezoekersstromen bij evenementen (en het analyseren van het sentiment onder deze grote stromen mensen).

Er zijn veel uitdagingen om te zorgen dat de aansluiting tussen onderwijs en arbeidsmarkt op het domein van digitalisering en ICT verbetert. Er moet meer uitdaging zijn voor digitaal talent, waarnaast ondernemerschap en zelfbewust gedrag versterkt moeten worden. Hierbij kan worden gedacht aan kort-cyclische toepassingen binnen diverse toegepaste wetenschapsgebieden. Het gaat om een omvangrijk vraagstuk met uiteenlopende toepassingsmogelijkheden. Daarbij staan centraal: kennisbundeling, aansluiting vinden bij bestaande netwerken en vraag gestuurd handelen.

Zoals eerder aangegeven is de arbeidsmarkt ICT sterk groeiende, de verwachting is dat dit de komende jaren doorzet. Van een natuurlijke instroom is door de krappe arbeidsmarkt geen sprake meer. De arbeidsmarkt ICT is buitengewoon aantrekkelijk door de integratie van ICT in alle sectoren. Juist de context waarbinnen ICT wordt toegepast kan zorgen voor instroom van doelgroepen waaraan traditioneel niet wordt gedacht. Met name vrouwen, die sterk ondervertegenwoordigd zijn op de arbeidsmarkt voor ICT'ers, vormen een belangrijke doelgroep (de cijfers van pr-eDICT laten zien dat het percentage vrouwen op de arbeidsmarkt ICT de laatste jaren toeneemt). Daarnaast wordt gestreefd om een betere afstemming te realiseren van de arbeidsmarktstromen tussen sectoren waar ICT wordt gebruikt en toegepast naast de traditionele ICT-domeinen (hardware, software, services, datacom, telecom).

Door de verdergaande digitalisering van de samenleving, de enorme economische groei in de jaren '10 en de daarmee gepaard gaande enorme groei van ICT-gerelateerde ondernemingen heeft het investeren in werknemers niet de aandacht gekregen die past bij de noodzakelijke anticipatie op veranderingen. Er is de facto een knelpunt ontstaan wat heeft geleid tot de merkwaardige situatie dat bedrijven forse budgetten kwijttraken aan reorganisaties en afscheid nemen van werknemers terwijl enorme investeringen moeten worden gedaan in werving van nieuwe medewerkers. Het CA-ICT is sinds 1997 actief betrokken bij diverse scholingsprojecten. Gezien de krapte op de arbeidsmarkt is het noodzakelijk om vooral te investeren in het actueel houden van competenties van werknemers en dient duurzame inzetbaarheid een hoge prioriteit te krijgen binnen het personeelsbeleid.



2. Inleiding

2.1 Wanneer kunnen we wat verwachten?

De komende tien jaar bevindt Nederland zich in een overgangperiode waarin de digitale technologische ontwikkelingen bepalend zullen zijn voor de eisen die aan werknemers worden gesteld. Om internationaal in de top concurrerend te zijn en te blijven is het van cruciaal belang dat Nederland voldoende geschikte mensen heeft om het potentieel aan innovatief vermogen en economische groei in Nederland ten volle te benutten. Het tijdperk van digitale transformatie verlangt dat mensen in staat zijn om (nieuwe toepassingen van) digitale technologieën te helpen ontwikkelen en dat (potentiële) werknemers goed voorbereid zijn om met nieuwe technologieën en de gevolgen daarvan om te gaan, zodat ze voor de arbeidsmarkt niet verloren gaan. Immers, niet kunnen participeren betekent voor (potentiële) werknemers dat ze op een onoverbrugbare afstand tot de arbeidsmarkt komen te staan.

Momenteel is er nog onvoldoende inzicht in de gevolgen van de digitale technologische ontwikkelingen op werk en de benodigde kennis en vaardigheden van werknemers op de arbeidsmarkt ICT. Het algemene beeld is, zoals in de achtergrond beschreven, dat de arbeidsmarkt door digitale ontwikkelingen in rap tempo verandert en dat digitalisering, robotisering en automatisering zorgt voor het verdwijnen en veranderen van bestaande banen en het ontstaan van nieuwe banen. Het heersende beeld is dat deze veranderingen tot gevolg hebben dat werkgevers een steeds groter beroep gaan doen op de digitale kennis en vaardigheden van werknemers.

Het is echter de vraag welke banen verdwijnen, hoe bestaande banen veranderen en welke nieuwe banen ontstaan en in welk tempo. Ook is het de vraag wat dit betekent voor de benodigde (digitale) kennis en vaardigheden van werknemers. Nader inzicht in deze ontwikkelingen is nodig om passende arbeidsmarktmaatregelen te kunnen treffen die voorzien in de behoefte op de arbeidsmarkt in deze periode van digitale transformatie.

2.2 Probleemstelling

Het zorgen voor voldoende geschikte mensen in de periode van digitale transformatie vraagt om een diepgaand inzicht in de richting waarin werk en de ICT-, digitale en overige relevante kennis en vaardigheden zich de komende jaren gaan ontwikkelen. Daarom heeft het CA-ICT in de periode 2019 – 2021 in samenwerking met NLdigital, het CIO Platform Nederland en de topsectoren onderzoek uitgevoerd om dit inzicht te verwerven.

2.3 Context

De onderzoeken zijn uitgevoerd in de context van de digitaliserende economie. Alle sectoren en beroepen ondervinden de gevolgen van digitalisering. Volgens gezaghebbende internationale en nationale instanties zoals het World Economic Forum (WEF), de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO), de Sociaal Economische Raad (SER) en het Rathenau Instituut, zitten we midden in de vierde industriële revolutie waarin technologische innovaties gebaseerd op ICT de wereld van ons leven, werken en ondernemen gaan veranderen.

Volgens de SER is Nederland relatief goed voorbereid op de komende industriële revolutie. Ons land beschikt over een goede digitale infrastructuur en scoort bovengemiddeld op de kwaliteit van het wetenschappelijk onderzoek, de samenwerking binnen de universiteiten, de industrie en patenten. Daar tegenover staat een tekort aan ICT-professionals, wat een belangrijk knelpunt vormt. Volgens de SER is het van belang om te blijven investeren in onze *state-of-the-art* infrastructuur (vanwege het *catching up-effect* van andere landen), onszelf te beschermen tegen een toenemende cyberdreiging en zo snel mogelijk het rendement van de Nederlandse investeringen in de ICT te verhogen, gezien Nederland op internationaal niveau achterblijft (SER, 2016).

Het jaarlijks onderzoek naar de stand van de digitale economie door de Europese Commissie bevestigt dit beeld. Volgens dit onderzoek scoort de Nederlandse digitale economie als geheel hoog, maar niet zo hoog als Denemarken, Zweden en Finland. Dat komt met name doordat nog lang niet alle bedrijven, met name het midden- en kleinbedrijf (MKB), de mogelijkheden van digitale technologie ten volle benutten (The Digital Economy and Society Index, 2018). Ondanks het feit dat Nederland tot de beste performers hoort qua basis digitale vaardigheden en internetgebruik, doen het Verenigd Koninkrijk, Zweden, Finland en Ierland het beter waar het gaat om het aantal ICT-specialisten en afgestudeerden in STEM (Science, Technology Engineering en Mathematics) disciplines (Digital Economy and Society Index Report Human Capital, 2018, p. 3).



2.4 Definities

<i>Arbeidsmarkt:</i>	Vraag naar en aanbod van personeel op de externe en interne arbeidsmarkt
<i>Arbeidsmarktbeleid:</i>	Beleid gericht op het bij elkaar brengen van vraag en aanbod van personeel op de arbeidsmarkt. Arbeidsmarktbeleid in dit onderzoek beperkt zich tot het snijvlak van onderwijs en arbeidsmarkt.
<i>Automatisering:</i>	Het gebruik van ICT om een bestaand proces te ondersteunen en de efficiëntie daarvan te verhogen. Dit betekent generiek een snellere manier om dingen te doen zonder menselijke interactie. Vaak toegepast in fabrieken (robots bij autofabricage), kantoren (ERP en CRM-implementaties), maar ook benut in ons dagelijks gebruik.
<i>Cybersecurity:</i>	Het streven naar het voorkomen van schade door verstoring, uitval of misbruik van ICT en, indien er toch schade is ontstaan, het herstellen hiervan. De schade kan bestaan uit: aantasting van de betrouwbaarheid van ICT, beperking van de beschikbaarheid en schending van de vertrouwelijkheid en/of integriteit van de in ICT opgeslagen informatie en de herkomst hiervan. (Cyber Security Raad, 2018, p. 2).
<i>Digitalisering:</i>	De adoptie en toepassing van digitale technieken in de maatschappij, in onze huizen, bedrijven of organisaties. De integratie van OT (operationele technologie) en IT (informatietechnologie) creëert niet slechts verbeteringen op hetgeen toch al gedaan wordt, maar ook volstrekt nieuwe mogelijkheden; Met alle potentie van waarde toevoeging. Maar ook met maatschappelijke, institutionele en ethische consequenties.
<i>Digitale technologie:</i>	Technologie die gebaseerd is op of gebruik maakt van geavanceerde ICT.
<i>Digitale vaardigheden:</i>	De vaardigheden die nodig zijn om actief én bewust te kunnen omgaan met de recente ontwikkelingen op het gebied van digitalisering en te kunnen deelnemen aan de digitaliserende samenleving. Digitale vaardigheden bestrijken het hele spectrum van specialistische ICT-vaardigheden tot basis digitale vaardigheden. Onderscheid kan worden gemaakt in digitale operationele en digitale strategische vaardigheden.
<i>Informatie en Communicatie Technologie (ICT):</i>	Het samenspel van de afzonderlijke onderdelen (hardware, software, netwerken en data) die automatiseren en digitaliseren mogelijk hebben gemaakt. En met name ten aanzien van digitalisering nog veel meer mogelijkheden zal gaan bieden.
<i>ICT-professionals:</i>	ISCO ¹ code 25 (Information and Communications Technology Professionals) en ISCO code 35 (Information and Communications Technicians).
<i>Leiding gevenden:</i>	ISCO code 11 (Chief Executives, Senior Officials, Legislators), ISCO code 12 (Administrative & Commercial Managers), ISCO code 13 (Production & Specialized Services Managers), ISCO code 14 (Hospitality, Retail & Other Services Managers).

¹ ISCO is de afkorting voor International Standard Classification of Occupations

3. De digitale revolutie

3.1 Inleiding

Informatie- en communicatietechnologie (ICT) is de dominante technologie van deze tijd en de spil waar alles om draait in de vierde industriële revolutie. Zoals wij iedere dag merken is deze al aan de gang, maar volgens het World Economic Forum krijgt de digitale revolutie de komende twintig jaar pas echt vorm. De verwachting is dat deze digitale revolutie de complete economische en sociale structuren gaat veranderen en dat de impact hiervan misschien zelfs groter is dan die van de industriële revolutie.

In dit hoofdstuk wordt op zoek gegaan naar het antwoord op de volgende vraag:

Van welke digitale technologische ontwikkelingen wordt de kans het grootst geacht dat deze sectoren en organisaties in Nederland de komende jaren gaan transformeren, op welke wijze en in welk tempo?

Voor het beantwoorden van deze vraag is gebruikt gemaakt van literatuuronderzoek en van de visies van experts. Allereerst volgt een korte uiteenzetting van de belangrijkste trends in digitale technologische ontwikkelingen vanuit de literatuur. Daarna worden de verwachtingen van de experts voor Nederland beschreven.

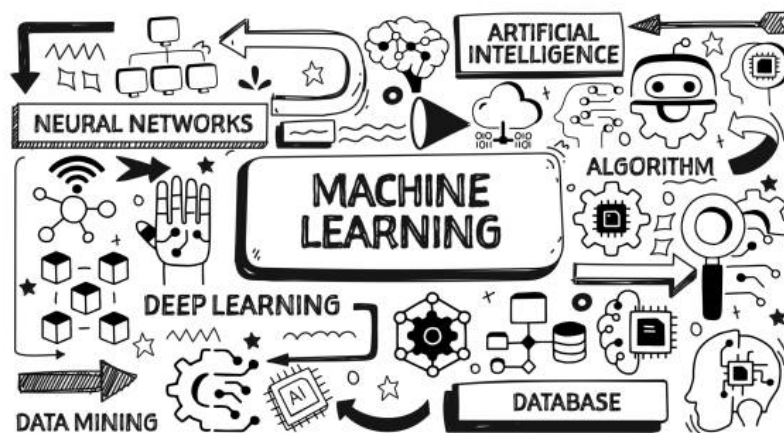
3.2 Digitale technologische ontwikkelingen

ICT is een ‘disruptieve’ technologie, die leidt tot grote economische dynamiek. ICT is zelf een algemeen toepasbare technologie (general purpose technology), maar ook de key enabler voor vrijwel alle andere key enabling technologies (Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie, 2015). De ontwikkelingen in ICT worden gedreven door miniaturisatie van hardware, toenemende rekenkracht, toenemende (draadloze) verbinding van componenten, en aan de gebruikerskant automatisering van gegevensverwerking. In het algemeen kan gesteld worden dat steeds meer apparaten “slim” en “vernetwerkt” worden. Het gevolg van deze ontwikkelingen is een stortvloed aan data die wordt gegenereerd.

Uit een kwalitatieve analyse blijkt dat verschillende digitale technologische ontwikkelingen steeds weer worden genoemd wanneer het gaat om technologieën die de bestaande orde binnen economieën in meer of mindere mate gaan veranderen of zelfs ontregelen. Het betreft de volgende (potentieel disruptieve) digitale technologische ontwikkelingen (in alfabetische volgorde):

- Artificiële Intelligentie (AI)
- Autonome voertuigen en apparaten
- Blockchain
- Big data analytics
- Cloud computing
- Cybersecurity
- 3D-printen
- Digitale platformen
- Digital twins
- Fotonica
- 5e generatie communicatietechnologie (5G)
- Genomics (volgende generatie)
- Geavanceerde materialen
- The Internet of Things (IoT)
- Kwantum- en nanotechnologie
- Opslagssystemen voor elektriciteit
- Robotica
- Smart grids
- Virtual en augmented reality
- Wearables

Van de bovenstaande digitale technologische ontwikkelingen staan AI, big data analytics, blockchain, cybersecurity en 5G expliciet op het programma van de nationale wetenschapsagenda (NWA). Volgens het NWA zijn er weinig technologieën die zich zo snel ontwikkelen als deze vijf. Blockchain wordt momenteel als een nieuwe, potentiële disruptieve digitale technologie gezien, maar staat net als 5G nog in de kinderschoenen, volgens de NWA. Deze vijf technologieën zijn ook randvoorwaardelijk voor de impact van tal van andere technologieën, zoals robotica en sensortechnologie. De NWA benadrukt dat ook andere technologieën (nu en mogelijk in de toekomst) een rol spelen, zoals kwantumtechnologie en fotonica. In 2021 is door de NWA het belang van kunstmatige intelligentie nadrukkelijk aan de orde gesteld. Met haar rapport 'Opgave AI. De nieuwe systeemtechnologie (2021)' benadrukt de WRR het belang van Kunstmatige Intelligentie.

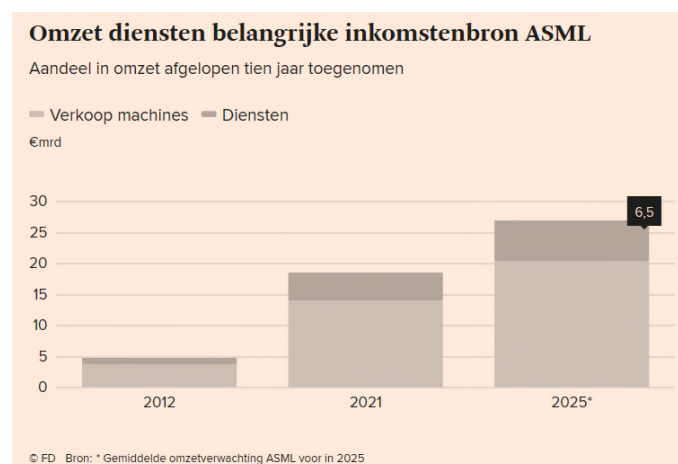


3.2.1 De versmelting van technologieën, sectoren en datastromen

De verwachte impact van de digitale technologische ontwikkelingen komt vooral tot stand door een versmelting van technologieën. Big data analytics, IoT en cybersecurity zijn in ieder geval al onlosmakelijk met elkaar verbonden. Er ontstaan steeds meer combinaties van ICT met andere technologieën die in onderlinge verbondenheid en in wisselende samenstelling bepalend gaan zijn voor nieuwe vaak disruptieve ontwikkelingen. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- De combinatie van ICT en mechatronica die smart robots en smart machines levert. Machines in de fabriek van de toekomst zijn voorzien van de allernieuwste sensoren en via een lokaal 5G netwerk aan elkaar verbonden, waarbij data *realtime* wordt uitgewisseld via een eigen veilige cloudomgeving. Opslag in de cloud heeft de kosten van dataopslag flink verminderd.
- De combinatie van ICT met fotonica zit in camera's, kijkers en medische apparatuur.
- De combinatie van ICT met energietechnologie die resulteert in smart grids.
- De combinatie van ICT met nanotechnologie die leidt tot onder meer tot nanosensoren, die bijvoorbeeld in de medische wereld gebruikt worden om bloedwaarden te bepalen (Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie, 2015, p. 13).
- De combinatie van 5G, blockchain, IoT en kwantum technologie vormt de opmars van digitale platformen drijven.
- De combinatie van 5G, geïntegreerde fotonische chips, IoT, sensortechnologie en AI die de realisatie van autonome auto's mogelijk maakt.

De versmelting van technologieën leidt ook tot de versmelting van sectoren. Door digitale technologische ontwikkelingen vervaagt het onderscheid tussen industriële sectoren en dienstensectoren steeds meer. Bedrijven in de maakindustrie leveren steeds meer diensten bij hun producten, en deze diensten leveren een steeds groter aandeel in de toegevoegde waarde. Voorbeeld ASML, het gaat hierbij om software updates en onderhoudsdiensten:



Mede dankzij ICT benutten ook nieuwe spelers de huidige infrastructuren: oude en nieuwe aanbieders dringen door in bestaande sectoren, zoals de mobiliteit, de zorg, of de maakindustrie. In deze nieuwe wereld concurreren bedrijven op hun vermogen om kwantificeerbare resultaten te leveren die voor hun klanten op een specifieke plaats en tijd van belang zijn. Om deze doelen te bereiken, zullen bedrijven in toenemende mate vertrouwen op zakelijke partners, verbonden ecosystemen, geavanceerde analyses en nieuwe datastromen van slimme producten om tijdig inzicht te krijgen in de behoeften en het gedrag van klanten.

Een ander kenmerk van digitale innovatie die dwingt tot samenwerking is dat het nooit af is, maar altijd aangevuld kan worden met nieuwe mogelijkheden. Dat vraagt ook om een andere manier van werken en organiseren, bijvoorbeeld in platformen en ecosystemen. Het lineaire denken zoals in een stap-voor-stap proces gaat hierbij niet op. Je weet niet altijd precies wat je nodig hebt en er is interactie en verbinding met andere partijen nodig om tot oplossingen voor gemeenschappelijke problemen te komen. Over het algemeen zal de verknoping van verschillende sectoren en branches toenemen en zullen klassieke marktgrenzen zich meer en meer opheffen (De Thouars, 2018).

3.2.2 Voorspellingen over het tempo van de technologische veranderingen

Voor wat betreft het tempo van de digitale technologische ontwikkelingen is de gedeelde opvatting in de literatuur dat dit niet valt te voorspellen. Volgens de Wet van Amara² hebben mensen wel altijd de neiging om de effecten van nieuwe technologie op korte termijn te overschatten en op lange termijn juist te onderschatten (Ratcliffe, 2016). Volgens World Economic Forum-oprichter Klaus Schwab ligt het tempo waarin de veranderingen plaatsvinden veel hoger dan in de vorige drie revoluties en bevinden wij ons pas in de beginfase. Overal om ons heen zien wij dat de digitale transformatie in gang is gezet, maar de verwachting is dat deze de komende jaren in een stroomversnelling komt en zich over tien tot twintig jaar over de volle breedte gaat ontvouwen (Schwab, 2017).

De onvoorspelbaarheid van het tempo komt met name door het feit dat de ontwikkelingen van veel (digitale) technologieën afhankelijk zijn van elkaar. Daarnaast is de toename van de capaciteit van digitale technologieën over het algemeen niet lineair, maar exponentieel. Ondanks het feit dat digitale technologie exponentieel aan het veranderen is, denken veel mensen nog steeds op een lineaire manier over groei. Mensen hebben geleerd om groei te zien als een lineair proces waarover zij met enige zekerheid verwachtingen kunnen uitspreken. Exponentiële groei is in ons denken over de verwachtingen van de toekomst vaak nog moeilijk te bevatten. Een poitentielle ‘game changer’ is

² Amerikaanse wetenschapper en futuroloog Roy Amara.

bijvoorbeeld ChatGPT, van OpenAI waarvan in januari 2023 bekend werd gemaakt dat Microsoft van plan is 10 miljard dollar in ChatGPT te investeren (zie Kennisnet).

Digitale technologische ontwikkelingen hebben weliswaar de eigenschap om exponentieel te groeien, maar de vaart waarmee deze ontwikkelingen hun beslag krijgen in organisaties is niet alleen maar afhankelijk van de snelheid waarmee nieuwe technologieën beschikbaar komen. Zij hangt ook af van het tempo waarmee deze nieuwe technologieën door organisaties worden geadopteerd. Bijvoorbeeld bedrijven in de maakindustrie, vooral het mkb, vinden het volgen en implementeren van digitale technologieën complex en risicovol (Berenschot, 2018). Het benutten van nieuwe technologie betekent vaak ook investeringen in nieuwe productiemiddelen, nieuwe kennis en vaardigheden, het aanpassen van infrastructuur en complementaire technologie, het door ontwikkelen van organisaties, procedures en regels, het accepteren van nieuwe arbeidsroutines en arbeidsverhoudingen en het ontwikkelen van nieuwe verdienmodellen. Het feitelijke tempo van technologische verandering in een economie wordt vooral bepaald door economische en sociale processen (Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie, 2015).



3.3 Toekomstverwachtingen

Het beeld dat op basis van de literatuur en kennis van experts naar voren komt, is dat ontwikkelingen op het gebied van vooral AI, big data analytics, cybersecurity en IoT in onderlinge verbondenheid en in samenhang met aanverwante technologieën in de jaren twintig organisaties en werk gaan veranderen. Hoe sterk en wellicht zelfs disruptief deze veranderingen zullen zijn en hoe snel deze veranderingen zich zullen door zetten is niet te voorspellen.

Op lange termijn zal kwantum computing naar verwachting voor revolutionaire doorbraken en ontwrichtende veranderingen gaan zorgen, maar deze technologische ontwikkeling staat nog in de kinderschoenen.

De algemene opvatting in de literatuur is dat de invloed van digitale platformen op de arbeidsmarkt groot en groeiende is. Daarom zal bij het effect van de digitale technologische ontwikkelingen op de arbeidsmarkt in dit rapport ook aandacht worden besteed aan het effect van digitale platformen.

Het volgende hoofdstuk gaat in op de verwachte effecten van de hiervoor beschreven digitale technologische ontwikkelingen op de omvang en de aard van werk en de benodigde vaardigheden.

De belangrijkste zekerheid van het heden is de toenemende onvoorspelbaarheid van de toekomst.

4. De verwachte effecten op de arbeidsmarkt

4.1 Inleiding

De voornaamste reden waarom werk er nu compleet anders uitziet dan honderd jaar geleden is de technologie (De Beer, 2016). Volgens de deelnemers aan de SER-dialoogbijeenkomsten over de arbeidsmarkt van de toekomst verandert de arbeidsmarkt in een rap tempo (SER, 2015). De drijvende kracht achter deze transitie zijn de digitale technologische ontwikkelingen zoals beschreven in het vorige hoofdstuk.

In dit hoofdstuk staat het effect van de digitale technologische ontwikkelingen op de arbeidsmarkt centraal. Behalve technologische ontwikkelingen zijn uiteraard ook andere factoren van invloed op de arbeidsmarkt, waaronder economische en demografische ontwikkelingen en het effect van globalisering. Vanwege de onderlinge afhankelijkheid van deze ontwikkelingen is het niet mogelijk om een volledig zuiver beeld te geven van de invloed van de digitale technologische ontwikkelingen op de arbeidsmarkt afzonderlijk. Niettemin hebben de technologische ontwikkelingen belangrijke gevolgen voor de omvang van de werkgelegenheid en voor de aard van het werk (De Beer, 2016). De technologische ontwikkelingen waarvan de meeste impact wordt verwacht op organisaties en werk, zijn ICT-gedreven.

De focus in dit hoofdstuk ligt op de verwachtingen voor de toekomst in de literatuur en van de bij het onderzoek betrokken experts, ten aanzien van de gevolgen van de digitale technologische ontwikkelingen op de omvang en de aard van werk en de benodigde vaardigheden. Tevens worden de resultaten uit het kwantitatieve onderzoek van Centerdata in dit hoofdstuk betrokken.

De centrale vraag die in dit hoofdstuk wordt beantwoord is:

Wat zijn de verwachte effecten van de digitale technologische ontwikkelingen op de omvang van de werkgelegenheid, de aard van werk en de benodigde vaardigheden?

4.2 Meer of minder werkgelegenheid?

Is er in de toekomst, als gevolg van digitale technologische ontwikkelingen, meer of minder werkgelegenheid te verwachten in Nederland? Deze vraag komt in diverse publicaties over de toekomstige arbeidsmarkt aan de orde.

In 2015 heeft het Rathenau Instituut in opdracht van de Tweede Kamer een rapportage opgesteld waarin duidelijk wordt wat binnen de wetenschap bekend is over de invloed van technologische

ontwikkelingen op de arbeidsmarkt en op de welvaart in de loop der tijd (Est & Kool, 2015). Uit het rapport blijkt onder andere dat onder wetenschappers consensus bestaat over de relatie tussen ICT en werk in het recente verleden. De meerderheid van economen is het erover eens dat de vooruitgang in automatisering in het verleden niet tot (macro) verlies aan banen heeft geleid. Voor de werkgelegenheidsontwikkeling in het verleden lijkt in ieder geval te gelden dat technologische innovatie goed is, zelfs als deze op het eerste oog arbeidsbesparend is (SER, 2016, p. 64). De SER stelde dat het moeilijk is te voorspellen wat de precieze gevolgen van technologische ontwikkelingen voor de arbeidsvraag en het arbeidsaanbod zullen zijn op het niveau van bedrijven, sectoren en opleidingsniveaus. De uitkomsten van ramingen hierover lopen nogal uiteen (SER, 2016, pp. 66-72).

Groei of krimp van werkgelegenheid door technologische ontwikkelingen valt onder te verdelen in twee visies. Volgens de eerste visie zorgt de inzet van nieuwe technologie voor een hogere productiviteit per werknemer, waardoor voor gelijke productieresultaten minder mensen nodig zijn. Dit betekent een potentiële vernietiging van werkgelegenheid. Bekende publicaties die voorspellen dat grote hoeveelheden werkgelegenheid gaan verdwijnen als gevolg van digitalisering en automatisering zijn 'The Second Machine Age' (Brynjolfsson & McAfee, 2014) of studies als *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization?* van de economen Frey & Osborne (2013) van de Oxford Martin School. De studie van Frey & Osborne bracht internationaal onrust teweeg, omdat deze voorspelt dat in de Verenigde Staten de komende twintig jaar bijna de helft van het huidige aantal banen wordt overgenomen door computers of robots. Deloitte projecteerde de resultaten van Frey & Osborne op de Nederlandse situatie en kwam tot vergelijkbare resultaten (Deloitte, 2014). De Brusselse denktank Bruegel (2014) berekende de cijfers voor heel Europa; in Nederland is 49,5% van de banen gevoelig voor automatisering, en dit percentage is vergelijkbaar met dat van andere Noord-Europese landen (België, Duitsland, Frankrijk, Verenigd Koninkrijk, Ierland en Zweden) en de Verenigde Staten (Van Est & Kool, 2015, p. 126).

Volgens de tweede visie worden producten goedkoper door de productiviteitsstijging, waardoor consumenten met hetzelfde inkomen meer producten kunnen kopen. Dat kan juist weer nieuwe banen scheppen (De Beer, 2016, p. 26). Naast productiviteitsstijging creëert de technologische vooruitgang ook nieuwe beroepen (en daarmee banen) waar we nu nog geen weet van hebben. App-ontwikkelaars, dronepiloten en cloud computing-specialisten zijn werkzaam in beroepen die twintig jaar geleden nog niet bestonden. Daarnaast zorgt de vraag naar nieuwe technologie voor nieuwe banen (Arntz, Gregory, & Zierahn, 2016). Het WRR stelt in haar rapport 'De robot de baas' dat negatieve werkgelegenheidsscenario's zoals beschreven in de studie van Oxford door Frey & Osborne onrealistisch zijn, omdat deze projecties negeren dat de verwachte verhoogde productiviteit door

moderne technologieën ook nieuwe banen creëert (Went, Kremer & Knottnerus, 2015). Aan de andere kant zwakt de arbeidsproductiviteitsgroei in Nederland wel af. Sinds 2014 is de arbeidsproductiviteitsgroei verder gedaald ten opzichte van de periode voor de crisis (Adema & Van Tilburg, 2018, p. 3). Overheidsbeleid zou een bijdrage kunnen leveren aan een snellere toename van de arbeidsproductiviteit. Zowel beleid op het gebied van menselijk kapitaal en innovatie als beleid gericht op aanpassingen van productmarkt- en arbeidsmarktinstituties (Adema et al., 2018, p. 3) kunnen een positief effect teweegbrengen.

De OESO acht het ook onwaarschijnlijk dat er grote hoeveelheden werkgelegenheid gaan verdwijnen als gevolg van digitalisering en automatisering. De redenering van het OECD is dat banen bestaan uit verschillende taken. Banen die deels uit routinematig werk bestaan, en dus eenvoudig te automatiseren lijken, hebben vaak ook elementen die alleen een mens van vlees en bloed kan uitvoeren. Bovendien is de introductie van nieuwe technologie een tijdrovend proces. Gedurende dat proces kunnen taken aangepast worden en kunnen werkenden zich op hun beurt aan die nieuwe taken aanpassen. Tenslotte ontstaan door technologische ontwikkelingen ook nieuwe toepassingen en behoeften, hetgeen weer werkgelegenheid creëert (SER, 2016, p. 67). Deze manier van kijken levert een veel lagere schatting op van het aantal beroepen dat op de middellange termijn bedreigd wordt door robotica en computers. Op basis van dezelfde onderzoeksmethodiek als Frey & Osborne raamt de OESO het effect voor alle OECD-landen op gemiddeld 9% van alle banen. Voor Nederland wordt het aandeel banen dat het risico loopt om te verdwijnen op 10% geraamd, voor Duitsland 12% en voor België 7% (SER, 2016, p. 67). De conclusie is dat niemand echt weet of het werkgelegenheidssaldo als gevolg van de digitale transformatie positief of negatief uitpakt. Het is wel zeker dat de aard van het werk veranderd en dat de arbeidsmarkteffecten van digitalisering per sector verschillend kunnen en zullen uitpakken. Gegeven de huidige krapte op de arbeidsmarkt is het zeer de vraag of dit problematisch is. Het Centraal Plan Bureau (2023) stelt: Technologische verandering leidt ook tot dynamiek op de arbeidsmarkt. Automatisering zorgt voor een aanzienlijke afname van een aantal bestaande banen en taken voor werkenden, ook in Nederland. Maar tegelijkertijd ontstaan er door nieuwe technologie en door de toename in de welvaart ook weer nieuwe banen en taken voor werkenden.

4.3 De aard van het werk verandert

Zoals gezegd is een ander belangrijk effect van de digitale technologische ontwikkelingen dat de aard van het werk verandert. Niet alleen voor het niveau van werk, maar ook de wijze waarop werk wordt

georganiseerd, de manier van werken en de ook inhoud (taken en benodigde competenties) van werk. De volgende paragrafen zoomen in op de belangrijkste ontwikkelingen.

4.3.1 Het middensegment staat onder druk

Er bestaat onder deskundigen vrij brede consensus dat digitalisering gaat zorgen voor polarisatie op de arbeidsmarkt. Polarisation is de (relatieve) afname van beroepen in het middensegment en de vraag naar middelbaar opgeleiden (Van den Berge & Ter Weel, 2015). Technologie leidt vooral tot hoogwaardig werk (De Beer, 2016, p. 28). Over het algemeen lijken onderzoekers het erover eens te zijn dat de vraag naar hoger opgeleiden nog behoorlijk gaat toenemen de komende jaren (SER², 2015, p. 15). Routinematige banen op het niveau van mbo-2 en mbo-3 komen sterk onder druk te staan door verdergaande automatisering, digitalisering en robotisering. Onder druk houdt in dit geval in: minder en andere arbeid. Vooral banen met een gemiddeld vaardigheidsniveau lopen groot risico om vervangen te worden door computers, want het is veel moeilijker om low-skill en high-skill banen te automatiseren (Elliott, 2017). Niet-routinematige taken kunnen, vooralsnog, niet (efficiënt) door computers en robots worden overgenomen. Voor de uitvoering van de taken heb je competenties nodig (bijv. *creativiteit, navigatie*). Voor elk van deze competenties is het de vraag in hoeverre technologie presteert ten opzichte van de mens. Er zijn namelijk competenties waar technologie net zo goed (of beter) presteert dan de mens maar ook competenties waarbij dit juist andersom is. De snelle ontwikkeling van kunstmatige intelligentie zal hierop zeker invloed uitoefenen. Dit geldt ook voor bepaalde laaggeschoolde niet-routinematige eenvoudige taken die vooralsnog niet te robotiseren zijn i.v.m. afwisseling of sociale interactie bijvoorbeeld: stewardess, conciërge, kapper.

Uit diverse onderzoeken blijkt dat met name de financieel-administratieve banen onder druk staan. Door de enorme vraag op de arbeidsmarkt rekent het UWV (2022 www.werk.nl) de economisch-administratieve beroepen niet langer tot de zogenaamde kansarme beroepen (aan een krimp te verwachten van Door de digitale ontwikkelingen zal een grote groep mbo'ers in vooral financieel-administratieve beroepen in de problemen komen. Op die manier gaan veel administratieve banen in de financiële sector verloren, maar tegelijkertijd zoeken banken en verzekeraars duizenden mensen die data-analist zijn of iets van machine learning afweten. Ook bij gemeenten staan banen op het middenniveau onder druk door toenemende digitalisering (A+O fonds Gemeenten, 2018, p. 31). Uit diverse onderzoeken blijkt dat met name de financieel-administratieve banen onder druk staan. Zo geeft UWV aan dat per saldo sprake is van krimp cijfers van het UWV blijkt dat er per saldo sprake is van krimp. Dit wordt bevestigd in onderzoeken van Deloitte en het Ministerie van Binnenlandse Zaken (Van Uitert & Kalkhoven, in SER, 2016, p. 73). Voor deze groep zal een arbeidsmarktoplossing

moet worden gevonden. Omscholing van administratief personeel naar andere, kansrijke beroepen of bijscholen naar een hoger niveau ligt daarbij voor de hand.

4.3.2 Overstappen vanuit krimpende beroepen

Centerdata geeft in haar kwantitatieve onderzoeken (2019 – 2021) antwoord op de vraag naar welke beroepen werknemers in krimpende beroepen als gevolg van digitalisering, kunnen overstappen, om zo een stabiele loopbaan te kunnen voortzetten. De haalbaarheid van een overstap naar een ander beroep heeft Centerdata bepaald door te kijken naar de gelijkenis tussen de startberoepen en potentiële overstapberoepen.

Uit het dataonderzoek blijkt dat voor de grote meerderheid van beroepen in krimpende sectoren of beroepsklassen overstapmogelijkheden te vinden zijn. In het meest negatieve scenario, vanuit het beleidsperspectief waarin de onderzoekers veronderstellen dat werknemers in een krimpend beroep alleen maar willen overstappen naar een beroep met hetzelfde of een hoger salarisniveau, kan voor bijna 80% van de werknemers een overstap worden gevonden. Als de onderzoekers voorgaande aanname loslaten en werknemers uit een krimpberoep ook laten overstappen naar een ander beroep met minder salaris, kan voor 91% een overstapberoep worden gevonden (Prüfer, Den Uijl, & Kumar, (2019, pp. 46-47).

De onderzoekers benadrukken dat dit theoretische berekeningen zijn die vooral aangeven dat er vaak overstapmogelijkheden te vinden zijn waar men het niet zou verwachten. Deze bevindingen hebben niet tot gevolg dat een overstap voor de 80 of 91% van werknemers ‘zomaar’ te realiseren is. Voor een succesvolle overstap spelen ook andere factoren een rol, zoals bijvoorbeeld competenties en de intrinsieke motivatie van een werknemer om de overstap te maken (Prüfer, et al., 2019, p. 47).

Vanuit individueel perspectief – dus beredeneerd vanuit het perspectief van één enkele werknemer en diens persoonlijke mogelijkheden – zijn in veel gevallen opties om een overstap te maken naar een ander, toekomstbestendig beroep. Er kan voor slechts 7% van de beroepen en dus werknemers geen transitiemogelijkheid gevonden worden. Gemiddeld heeft een werknemer maar liefst 24 opties voor een overstapberoep, waarvan 11 met meer en 13 met een gelijk of minder hoog salaris. Deze positieve bevindingen gelden zowel voor vrouwen als voor mannen (Prüfer, et al., 2019, p. 47).

Het onderzoek toont aan dat er over alle sectoren heen veel overstapmogelijkheden zijn voor personen in krimpende sectoren en beroepen, dat deze overstappen vaak betrekking hebben op verschillende beroepsklassen én dat daarbij geldt dat er maximaal 1 skill-level verschil zit tussen het startberoep en het overstapberoep (Prüfer, et al., 2019, p. 64). Dat betekent dat het van veel werknemers in

krimpberoepen – in theorie – een relatief beperkte scholingsinspanning vergt om de loopbaan in een ander beroep te kunnen voortzetten.



4.3.3 Mensen gaan juist *naast* robots en software werken in plaats van *met*

Een deel van het fysieke werk en kenniswerk wat nu door mensen wordt uitgevoerd kan wellicht uitgevoerd worden door robots (fysieke arbeid) of via software (hoofdarbeid). Er lijkt onder deskundigen consensus te bestaan dat robots en software mensen niet zullen gaan vervangen, maar vooral specifieke (belastende?) taken zullen overnemen. Mensen gaan dus juist *naast* robots en software werken in plaats van *met*. Hierdoor zal de hoeveelheid handvaardige en routinematige repetitieve taken afnemen, maar de hoeveelheid interactieve taken en analytische taken juist toenemen. Daarnaast zal variatie in het werk groter worden. Tevens is er sprake van een verhoging van eisen aan beroepsbeoefenaren op alle niveaus. Er komen nieuwe taken voort uit geautomatiseerde machineprocessen die programmering, software-updates, bediening en, in het geval van technische problemen, het oplossen van problemen en noodmaatregelen vereisen. Dit schept nieuwe banen voor mensen met gemiddelde tot hoge kwalificaties.

Digitale technologie gaat mensen helpen concentreren op de taken die ze goed kunnen en zo de kwaliteit van het werk verhogen. Algoritmes kunnen kleine deeltaken duizend keer beter of in ieder geval sneller uitvoeren. Door de digitalisering van niet-zorgtaken, zoals de administratieve taken, kunnen zorgprofessionals zich meer op hun zorgtaken richten. In de juridische dienstverlening is bijvoorbeeld de *artificial intelligence* tool *ROSS* ontwikkeld. “Zoals *Siri* vragen van Apple-gebruikers

beantwoordt, kan *ROSS* advocaten vliegensvlug te hulp schieten bij complexe *juridische* vraagstukken door te zoeken in wetboeken en jurisprudentie. Het is een tool die *realtime* met je meedenkt. Dat maakt het eindeloos doorploegen van vuistdikke wetboeken overbodig. Dat is werk dat veel beter gedaan kan worden door een stukje software” (Stolze, 2017).



4.3.4 Vaste banen maken steeds meer plaats voor tijdelijke contracten en zzp'ers

De opmars van digitale platformen zorgt er voor dat vaste banen steeds meer plaats maken voor zelfstandigen die op klusbasis werken (gig economie). De meerderheid van de participanten in de visie-sessie van 30 november 2017 gelooft overigens niet dat in hun sector vaste banen in de periode tot 2025 steeds meer plaats gaan maken voor zelfstandigen. Niettemin denken arbeidsmarktdeskundigen dat de flexibilisering van de arbeidsmarkt in Nederland een structurele ontwikkeling is. De wenselijkheid hiervan valt te betwisten, maar volgens de deskundigen kan alleen regelgeving die echt leidt tot arbeidsmarkthervormingen deze ontwikkeling stoppen (Van der Schrier, 2018).

Digitale platformen zullen volgens deskundigen een steeds grotere rol spelen in het samenbrengen van vraag en aanbod, ook op de arbeidsmarkt (Walma van der Molen & Kirschner, 2017, p. 12) en (Wilthagen, 2018, p. 24). Dit heeft ook gevolgen voor de aard van werk. Digitale technologie geeft mensen immers de mogelijkheid om op afstand te werken en de vraag naar en het aanbod van werk eenvoudig te matchen. Dankzij cloudservices heeft de medewerker altijd en overal, veilig, toegang tot alle applicaties en data.

Naast de aard van het werk heeft de ontwikkeling van digitale platformen ook invloed op de samenstelling van de werkgelegenheid. De opkomst van digitale platformen zal deels ten koste gaan van mensen met een vaste baan. Hierbij moet gedacht worden aan horeca-, schoonmaak- en

taxibedrijven die failliet gaan en mensen moeten ontslaan, vanwege de opkomst van zelfstandigen die zelf horeca- en taxidiensten gaan aanbieden via een platform. Eenzelfde ontwikkeling zou kunnen optreden bij thuiszorg en arbeidsbemiddeling. In dit geval zorgt de technologische ontwikkeling er dus enerzijds voor dat (vaste) banen verdwijnen, maar anderzijds maakt diezelfde technologie het mogelijk om hetzelfde werk relatief eenvoudig als zelfstandige op te pakken.

De verdere ontwikkeling van deel- en klusplatformen is te duiden aan de hand van een aantal technologische ontwikkelingen, zoals robotisering en IoT en maatschappelijke trends. Dit leidt ertoe dat een steeds groter deel van de bevolking freelance werk verricht (Frenken, Van Waes, Smink, & Van Est, (2017, p. 12). Volgens het economisch bureau van ING kan de platformeconomie leiden tot forse groei van het aantal zelfstandigen in Nederland. Het economisch bureau van ING rekent in een conservatieve schatting op 200.000 extra platformbanen voor zzp'ers en in een extreem scenario op 1 miljoen extra banen voor zzp'ers (ING, 2018). Ook LinkedIn ziet in haar data een snelle opkomst van parttime freelancers (Strauss, 2017). Nieuw beleid dient rekening te houden met deze ontwikkelingen. Zo rijzen er met betrekking tot platformen steeds meer juridische en maatschappelijke vragen (Smink, Gerritsen, Van Waes, Peters & Van Est, 2018). In december 2022 rapporteerde het Financiële dagblad dat het aantal 'ZZp-ers eigen arbeid' is gestegen tot boven de 1 miljoen. Dat is 10% van het aantal werkenden in Nederland.

De groei van het aantal zzp'ers op de arbeidsmarkt geeft aanleiding tot de vraag of de kwaliteit van het arbeidsaanbod hiermee onder druk komt te staan. Flexwerkers volgen namelijk minder scholing. Met name van de personen met een niet-regulier contract, zoals een nul-urencontract of oproepkrachten, volgt een relatief klein gedeelte een opleiding of cursus. Dit geldt ook voor zelfstandigen. Het aandeel mensen met een niet-vast contract dat scholing volgde, is de afgelopen decennia behoorlijk teruggelopen, in elk geval veel sterker dan het aandeel werkenden met een vast contract dat scholing volgde. Volgens recente publicaties, bijvoorbeeld in Flexmarkt zal het aantal werkende ICT'ers stijgen tot 1 op 10 in 2030 (<https://www.flexmarkt.nl/arbeidsmarkt/de-strijd-om-iter-op-de-arbeidsmarkt-is-in-volle-gang/>). Eind 2021 bedroeg dit percentage ongeveer 7%.

4.3.5 De ICT-intensiteit in sectoren en beroepen neemt toe

Uit onderzoek blijkt dat het deel van de werkzame beroepsbevolking dat afhankelijk is van ICT voor het uitvoeren van haar primaire taak in de periode tot 2022 aanzienlijk is toegenomen. Het totale

digitale potentieel aan werkgelegenheid ligt op 3,7 miljoen. In 2021 is de digitale beroepsbevolking³ met ruim een kwart toegenomen tot 1,9 miljoen werkzame personen. In dit getal zitten alle ICT-professionals plus de werkzame personen met een ICT-gedreven baan. De onderzoekers achten het waarschijnlijk dat onder invloed van nieuwe technologieën als IoT, 3D printing, machine learning, zelfrijdende auto's, blockchain en virtual en augmented reality, het totale digitale potentieel nog verder zal toenemen (Bilderbeek, De Bruin & Warmerdam, 2017).

De toename van de ICT-intensiteit blijkt uit een forse toename van ICT-professionals in alle sectoren, waarbij het onderzoek van Centerdata ook uitwijst dat het aandeel digitale vaardigheden binnen de ICT-professies toeneemt (Prüfer, et al., 2019, p. 45). De ICT-intensiteit in de professies van oorspronkelijk niet-ICT gerelateerde beroepen neemt ook toe (Jager & Vankan, 2017). In deze beroepen wordt dus een groter beroep gedaan op digitale vaardigheden van niet-ICT personeel dan voorheen. Dit blijkt zowel uit het onderzoek van Centerdata als uit eerder onderzoek van Dialogic (Jager et al., 2017) en McKinsey (Bughin et al., 2018). Uit het laatste onderzoek blijkt dat werknemers in alle functies binnen bedrijven hun digitale vaardigheden zullen moeten verbeteren; van het kunnen gebruiken van digitale hulpmiddelen tot meer geavanceerde digitale vaardigheden (Bughin et al., 2018, p. 17). Centerdata komt in haar onderzoek tot soortgelijke bevindingen (Prüfer, et al., 2019, p. 45).

Daarnaast blijkt uit het onderzoek van Centerdata dat er sprake is van een toename in de vraag naar overige vaardigheden. Deze ontwikkeling heeft ook betrekking op de gehele arbeidsmarkt en geldt voor alle sectoren, beroepen, opleidingsniveaus en functietypen. Communicatievaardigheden en self-starter vaardigheden zijn zeer belangrijk, net als planning en organisatie-vaardigheden waaronder ook de vaardigheden 'agile' en 'scrum'. Dit is het geval voor leidinggevenden, ICT-professionals en niet-ICT-professionals. Daarnaast worden kwaliteiten als leiderschap, flexibiliteit en goed kunnen samenwerken vaak gevraagd in vacatures. Er is sprake van een gestegen vraag naar met name creativiteit, samenwerking, communicatie en computational thinking. In feite is over de hele breedte van 21st century skills sprake van een toename in de vraag (Prüfer, et al., 2019, p. 42).

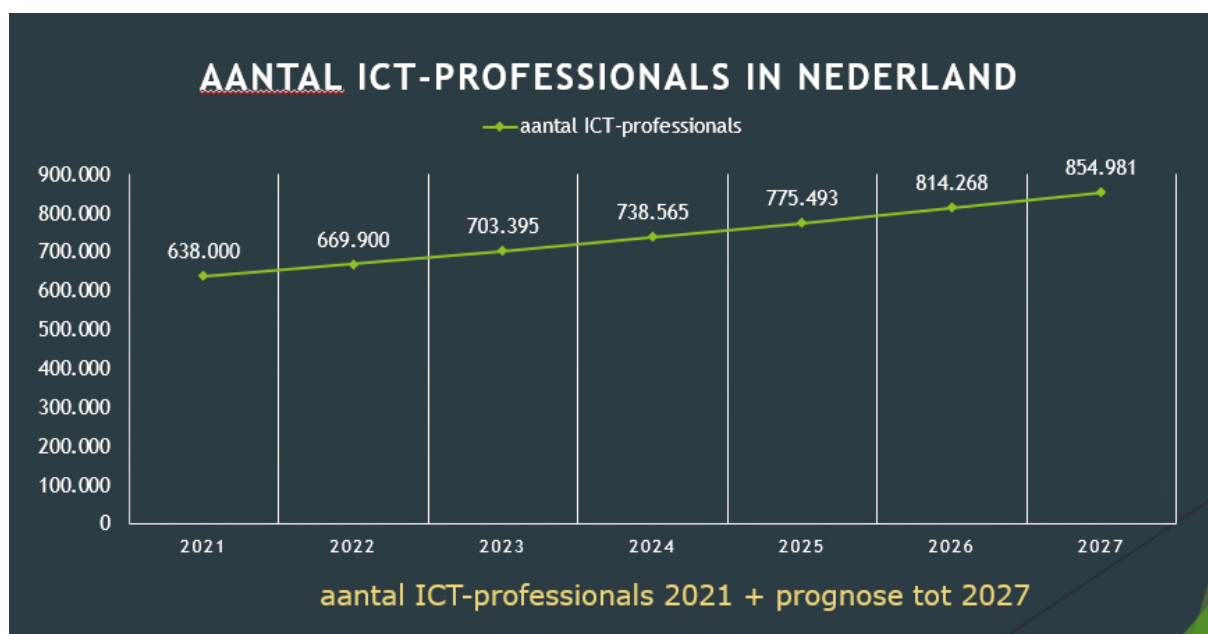
4.3.6 Ontwikkelingen ICT-beroepen

Tussen 2013 en 2016 groeide de beroepsgroep van ICT'ers met 49.000 personen naar een totaal van 337.000 werkzame personen (+17%). Deze groei zette zich de jaren daarna nog sterker door. In 2017

³ Digitale beroepsbevolking is het aantal werkzame personen die voor het uitvoeren van hun primaire taak voor meer dan 50% van hun werktijd afhankelijk is van ICT (dus inclusief ICT-professionals).

schatte ROA dat er tussen 2017 en 2022 23.300 ICT-beroepen bij zouden komen (ROA, 2017, p. 29). Volgens de cijfers van Pr-eDICT zijn er eind 2021 in totaal 628.000 ICT'ers in Nederland, aanzienlijk meer dan de inschatting van ROA. De verwachting is dat deze groei door zet tot een met een groei van ongeveer 5% per jaar. Tegelijkertijd is sprake van bijna 111.000 uitgezette/ontstane ICT-vacatures (pr-eDICT 2022). Mede door de toenemende behoefte aan ICT-professionals in alle sectoren, zullen werkgevers de komende jaren grotere moeilijkheden ondervinden bij het vinden van personeel voor ICT-beroepen.

Groei aantal ICT-professionals in Nederland (voor 2021 – 2027 wordt uitgegaan van gemiddeld 5% per jaar, bron 2018 – 2021 Pr-eDICT 2022). Dit groeipercentage is, gezien de eerder geschetste technologische ontwikkelingen aan de voorzichtige kant.



Verwacht wordt dat het aantal werkenden in Nederland in 2027 ongeveer 9,5 miljoen bedraagt (bron CBS), het aantal ICT'ers zou dan 763.000 bedragen wat overeenkomt met ongeveer 8%.

Het percentage vrouwen is sinds 2020 (18,5%) aan het toenemen, als die trend zich doorzet zou het percentage vrouwen in 2027 richting 40 % kunnen gaan.

4.3.7 ICT-kansberoepen

Voor wat betreft ICT-kansberoepen geldt dat voornamelijk dat de vraag naar werkenden binnen de beroepsgroep software- en applicatieontwikkelaars en databank- en netwerkspecialisten zal stijgen, mede door een grote verwachte uitbreidingsvraag (ROA, 2017, p. 57). Voor wo-informatica zijn de baanperspectieven zeer goed. Er is niet alleen een hoge vervangingsvraag maar ook een hoge uitbreidingsvraag voor informatici met een wo diploma en de verwachte instroom vanuit de opleidingen is al jaren te gering om aan de almaar groeiende vraag te voldoen (ROA, 2017, p. 54).

Volgens een TNO-rapport voor het UWV zijn er op het gebied van ICT (systeembeheer en service) de komende jaren kansen voor (goede) programmeurs, analisten, ontwikkelaars ('engineers') en architecten op hoger en wetenschappelijk niveau en in specifieke talen. Tevens zijn er kansen voor testers en security-specialisten en voor servicemedewerker ICT, netwerk- en systeembeheer (Oeij, Van der Torre, Van de Ven, Sanders & Van der Zee, 2017). Het onderzoek bestempelt de functie van ICT-servicemedewerker op mbo-niveau 3 en 4 zelfs als kans beroep (Oeij, et al., p. 75). De functie systeembeheerder is op mbo-niveau kwetsbaar. Maar ook voor de systeembeheerder zijn er kansen na bijscholing en zeker na opscholing tot hbo-niveau (Oeij, et al., p. 7). Het meest actuele overzicht is gepubliceerd door UWV – kansrijke beroepen 2022.

Sterkst stijgende functiebenamingen in
ICT beroepen (bron: CentERdata) 2019

(bron CentERdata 2021)

Sterkst stijgende functiebenamingen in ICT beroepen

Functiebenaming	# vacatures in 2012	# vacatures in 2019	# vacatures in 2020
Devops Expert	13	4829	6901
Data engineer	158	2871	4230
Data Scientist	2	2556	2535
Product owner	51	2033	2506
Scrum master	162	1563	1720
Data Specialist	174	1124	1164
Digital consultant	35	571	543
Digital mediaspecialist	52	267	266
Ethical Hacker/ Pen Tester	21	255	237
Digital Transformation Leader	4	152	186
Chief information officer	10	154	136
Business information manager	8	61	56
Information securityspecialist	4	12	37

ICT
Middelbaar beroepsniveau / gespecialiseerd vakmanschap
ICT-servicedeskmedewerkers
Hoger / wetenschappelijk beroepsniveau
BI (business intelligence) specialisten, data analisten, data scientists
Adviseurs / consultants ICT (m.n. ERP- en CRM-systemen)
Applicatie-, systeem- en functioneel beheerders
Database- en datawarehouse ontwikkelaars
Database- en netwerkbeheerders
Netwerkspecialisten / netwerkengineers
Ontwerpers / architecten ICT-systemen
Programmeurs / developers ICT
Securityspecialisten ICT
Software testers, testmanagers ICT
Webdevelopers (backend/technisch)
GEO / GIS specialisten (geografisch informatiesysteem)

4.4 Conclusie verwachte effecten op de arbeidsmarkt

De effecten op de werkgelegenheid als gevolg van digitale technologische ontwikkelingen en ICT zijn niet helemaal duidelijk. Het is afwachten of de groei van nieuwe banen gelijke tred houdt met, achterblijft bij of voorbij rent aan de afname van banen. Het lijkt wel duidelijk dat ondanks eerdere voorspellingen het verloren gaan van banen ten gevolge van digitale technologische ontwikkelingen niet omvangrijk zal zijn, maar vooral kwalitatieve gevolgen zal hebben voor de inhoud van werk.

Als gevolg van de digitale technische ontwikkelingen in Nederland is er sprake van een toename in de vraag naar digitale vaardigheden naast overige vaardigheden. Dit heeft betrekking op de gehele arbeidsmarkt en geldt voor alle sectoren, beroepen en opleidingsniveaus. Door verdergaande digitalisering vervagen de grenzen tussen ICT-beroepen en niet-ICT-beroepen.

Het tempo waarin de vraag naar deze vaardigheden gaat toenemen binnen Nederlandse sectoren en organisaties en welke vraag naar nieuwe vaardigheden als gevolg van nieuwe producten en diensten zich op welk moment voor doet, zijn moeilijk te voorspellen. Het zal afhangen van het tempo en de adoptiegraad en -snelheid van de digitale technologische ontwikkelingen. Niettemin is er op de huidige arbeidsmarkt al sprake van een groot tekort aan technisch en ICT-personeel, terwijl de huidige

beroepsbevolking vergrijsst. Dit groeiende tekort remt organisaties in hun groei en vertraagt de Nederlandse economie in haar ontwikkeling. En dat terwijl er goede kansen liggen op het gebied van IoT, big data en cybersecurity, waarmee Nederland haar sterke internationale concurrentiepositie verder kan uitbouwen.

Door digitalisering, automatisering en robotisering komen vooral routinematige banen in het middensegment onder druk te staan. Vanwege de oplopende arbeidsmarktekorten kan Nederland zich niet veroorloven deze mensen voor de arbeidsmarkt te verliezen (los van de morele en sociale aspecten). Mensen die te lang buitenspel staan komen snel (te) ver van de arbeidsmarkt af te staan. De Nederlandse economie en samenleving zijn erbij gebaat dat mensen in krimpberoepen worden bij- of omgeschoold naar banen met (meer) toekomstperspectief. Zoals gezegd zijn voor de meerderheid van de beroepen in krimpsectoren overstapmogelijkheden te vinden. Vaak waar men het niet zou verwachten.

5. Aansluiting vraag en aanbod op de arbeidsmarkt

In de voorgaande hoofdstukken zijn de belangrijkste digitale technologische ontwikkelingen en hun impact op sectoren en de arbeidsmarkt in kaart gebracht. Dit heeft geleid tot een inzicht in de behoefte op de toekomstige arbeidsmarkt aan kennis en vaardigheden voor ICT-professionals, niet-ICT-professionals en leidinggevenden. Inzichten zijn dat het aandeel ICT-beroepen binnen sectoren stijgt en dat de ICT-intensiteit van niet-ICT beroepen stijgt doordat er meer digitale vaardigheden van niet-ICT-professionals worden gevraagd. Tevens neemt het aandeel overige (soft skills) vaardigheden in het werk van alle professionals toe, dus ook in het werk van ICT-professionals.

Dit alles samen zal de komende jaren leiden tot een grote kwalitatieve en kwantitatieve vraag op de arbeidsmarkt naar digitaal- en sociaalvaardig talent, zowel binnen het terrein van ICT-professionals, als dat van niet-ICT-professionals en leidinggevenden. Het is bekend wat de arbeidsmarkt de komende jaren van Nederland vraagt om deze ontwikkelingen te trotseren, of zelfs voorop te lopen in de digitale transformatie. De vraag is wat de aanbodkant van de arbeidsmarkt daar de komende jaren tegenover zet. Op de huidige arbeidsmarkt is sprake van (te) veel open posities, vooral in nieuwe kennisgebieden waar vraag en aanbod nog onvoldoende op elkaar zijn afgestemd.

Vanuit het oogpunt van werkgevers zijn onderwijs en andere werkgevers de belangrijkste leveranciers van (potentieel) personeel. Door de structurele flexibilisering van de arbeidsmarkt (waar digitale technologie een belangrijke motor van is), worden zelfstandigen voor werkgevers ook een steeds belangrijkere bron voor personeel. Om te kunnen voorzien in een arbeidsaanbod dat is afgestemd op de arbeidsvraag zal zowel in het onderwijs als bij werkgevers én bij werknemers het nodige moeten gebeuren. Uit kwalitatief onderzoek blijkt dat sprake is van een mismatch tussen wat de arbeidsmarkt aan competenties vraagt en wat de arbeidsmarkt aan competenties biedt. De volgende paragraaf zal daar dieper op ingaan.

5.1 Mismatch met aanbod op de arbeidsmarkt

Het is een alom bekend gegeven dat veel sectoren te kampen hebben met een tekort aan technisch en ICT-personeel. In de traditionele IT-sector is ook sprake van een nijpend tekort aan IT'ers, vooral op hbo-niveau (Van der Avoird, 2018). Uit onderzoek van het UWV in 2021 bleek dat 8 uit 10 ICT-werkgevers met een personeelstekort de vacatures gevuld kreeg omdat sollicitanten niet over de juiste kwalificaties beschikken (UWV, 2021). Daarnaast wijst onderzoek van McKinsey uit dat juist de

meest geautomatiseerde functies, waaronder data analytics, IT/mobile/webdesign, de grootste competentie-mismatch vertonen.

Niet alleen op de hoge digitale competentieniveaus van ICT-professionals is sprake van een mismatch. Leidinggevend en niet-ICT-professionals schieten vaak tekort in hun digitale kennis en vaardigheden. Zij moeten de ‘IT-taal’ leren begrijpen. Zeker leidinggevend, in welk bedrijf dan ook, moeten echte hybride professionals worden met gedegen kennis van de mogelijkheden die digitale technologieën hun organisatie en mensen biedt. Leidinggevend moeten leren om sneller te anticiperen op nieuwe digitale ontwikkelingen. Zij moeten in staat zijn deze om te zetten in marktkansen en goed kunnen inschatten wat deze ontwikkelingen betekenen voor de werkprocessen en benodigde competenties van hun werknemers. Gesteund door hun leidinggevend zullen werknemers zich op hun beurt moeten voorbereiden op hun werkzame toekomst waarbij zij rekening houden met de gevolgen van digitale technologische ontwikkelingen.

Zoals in dit rapport geschetst gaan de digitale ontwikkelingen gecombineerd met de stijgende vraag naar kennis en vaardigheden op het gebied van snel evoluerende digitale technologieën (op het gebied van AI, IoT, big data analytics en cybersecurity) de spanning op de arbeidsmarkt de komende jaren verder opvoeren. Zeker wanneer de komende jaren, aanvullend op de behoefte aan ICT’ers sprake is van een stijgende algemene behoefte aan personeel met voldoende digitale vaardigheden voor het uitoefenen van ‘niet-ICT werk’. Deze spanning wordt nog eens versterkt door een steeds verder vergrijzende en sinds 2021 krimpende beroepsbevolking. Niet alleen de traditionele ICT-sector wordt hierdoor geraakt, maar ook alle andere sectoren. Door de digitale ontwikkelingen zal iedere werkgever in iedere sector vroeg of laat transformeren naar een door ICT gedreven organisatie. Begin 2023 publiceert het Ministerie EZK een plan voor de aanpak van het personeelstekort in techniek en ICT (<https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2023/02/03/aanpak-personeelstekort-in-techniek-en-ict>)

5.2 Conclusie aansluiting vraag en aanbod op de arbeidsmarkt

Uit onderzoek blijkt dat er sprake is van een behoorlijke mismatch tussen wat werkgevers aan kennis en vaardigheden vragen en wat de arbeidsmarkt te bieden heeft. Het verkleinen van de mismatch op de arbeidsmarkt vergt maatregelen aan zowel de vraagzijde als de aanbodzijde van de arbeidsmarkt. Aan de vraagzijde is het voor werkgevers van groot belang om stevig in te zetten op de implementatie van (digitale) technologieën en het bij- en omscholen van bestaand personeel om met deze technologieën om te kunnen gaan.

Aan de aanbodzijde van de arbeidsmarkt moet urgent actie worden ondernomen en hier ligt een grote opgave voor het onderwijs op alle niveaus. Het algehele beeld uit dit onderzoek is dat het onderwijs de stijgende behoefte aan digitale vaardigheden op dit moment onvoldoende kan bijbenen. In ICT-opleidingen op mbo-niveau is sprake van beperkte arbeidsmarktperspectieven en bij ICT-opleidingen op hbo- en wo niveau is sprake van een geringe instroom en relatief hoge uitvalpercentages. In de curricula van veel niet-ICT-opleidingen is weinig tot geen aandacht voor digitale en andere vaardigheden die nodig zijn in de digitale economie. De aanwas vanuit het onderwijs van voldoende ICT-professionals en niet ICT-professionals met digitale vaardigheden is daardoor niet toereikend om te kunnen voorzien in de sterk stijgende vraag in de (nabije) toekomst. Aangezien het enige jaren zal duren voordat investeringen die nu worden gedaan in het onderwijs de eerste resultaten gaan opleveren, vormt dit ook een bedreiging voor de arbeidsproductiviteit in Nederland. Voor werkgevers, onderwijsinstellingen en de overheid ligt er dan ook een grote uitdaging om de huidige en toekomstige beroepsbevolking zo snel en efficiënt mogelijk toekomstbestendig te maken.



6. Conclusies en aanbevelingen arbeidsmarktbeleid

6.1 Conclusies

1. Voor alle sectoren geldt dat het uiteindelijke saldo voor de werkgelegenheid als gevolg van digitale technologische ontwikkelingen onduidelijk is. De verwachting is echter dat de digitale technologische ontwikkelingen de komende jaren niet tot een omvangrijk banenverlies gaan leiden, maar mogelijk zelfs zullen leiden tot banengroei. Door de huidige digitale technologische ontwikkelingen staan wel banen met relatief veel routinematige taken onder druk. Veel van deze banen bevinden zich in het middensegment van de arbeidsmarkt. Door de ontwikkeling van AI is de verwachting dat in de toekomst ook steeds meer niet-routinematige taken worden overgenomen en dat ook banen in het lagere en hogere segment worden geraakt. Dit ‘raken’ betekent niet dat banen verdwijnen, maar veranderen. In ieder geval zullen de gevolgen van de digitale technologische ontwikkelingen over de volle breedte van de arbeidsmarkt worden gevoeld.
2. Kunstmatige Intelligentie (AI), Internet of Things (IoT), big data analytics en cybersecurity zullen, in wisselende verbanden met elkaar en met aanverwante technologieën, voor organisaties in alle sectoren naar verwachting veel impact hebben in Nederland in de periode tot 2030.
3. De digitale technologische ontwikkelingen hebben vooral kwalitatieve gevolgen voor de inhoud van werk. Als gevolg van de digitale technische ontwikkelingen in Nederland is er sprake van een toename in de vraag naar digitale vaardigheden, in het bijzonder vaardigheden op het gebied van onder andere AI, big data & analytics, IoT en cybersecurity. Nederland heeft meer pure (IC)Technische specialisten nodig op deze technologiegebieden en deze specialisten hebben meer dan voorheen ook de vaardigheden nodig om de vertaalslag te kunnen maken naar de behoefte van mens, markt en maatschappij.
4. Voor niet-ICT-specialisten en leidinggevendenden geldt ook een toename in de vraag naar digitale vaardigheden op het gebied van onder andere AI, big data & analytics, IoT en cybersecurity. Voor zowel ICT-professionals als niet-ICT-professionals en leidinggevendenden geldt dat met betrekking tot de overige (soft skills) vaardigheden sprake van een gestegen vraag naar met name de 4 C's: creativity, collaboration, communication en computational thinking.

5. De beschreven grensverleggende technologieën doorkruisen traditionele disciplines en vakgebieden. Het zijn algemeen toepasbare technologieën met impact op alle sectoren van de economie. Vroeg of laat gaan deze digitale technologische ontwikkelingen elke organisatie in elke sector raken. Het tempo waarmee de digitale technologische ontwikkelingen voor veranderingen gaan zorgen binnen Nederlandse sectoren en organisaties is moeilijk te voorspellen. Dat geldt ook voor nieuwe producten en diensten die door de digitale technologische ontwikkelingen zullen ontstaan. Een en ander is mede afhankelijk van de implementatie en toepassing van digitale technologieën door organisaties. De adoptiegraad en -snelheid van digitale technologieën verschilt per sector en per organisatie, maar gaat in veel sectoren minder snel dan in andere landen.
6. Deze ontwikkelingen hebben betrekking op de gehele arbeidsmarkt en gelden voor alle sectoren, alle beroepen en alle opleidingsniveaus. Voor zowel ICT-professionals als niet-ICT professionals als leidinggevendenden neemt het aandeel digitale vaardigheden, naast overige (soft skill) vaardigheden in hun functies toe.
7. De vraag naar steeds hogere, bredere en digitale kennis en vaardigheden in alle beroepen en functies op alle opleidingsniveaus en de vraag naar vaktechnische specialisten botst steeds harder met de krapte op de arbeidsmarkt waarin het arbeidsaanbod steeds verder vergrijsst en sinds 2021 zelfs krimpt. Daarnaast daalt de behoefte aan mensen die niet of niet in voldoende mate over digitale en overige (soft skill) vaardigheden beschikken. Het stijgende gebrek aan geschikte mensen en het dreigende overschot aan ongeschikte mensen is een dwarsdoorsnijdend vraagstuk in de gehele arbeidsmarkt. De groeiende mismatch op de arbeidsmarkt remt de inzet van digitale technologieën in organisaties en bedreigt de uitvoering van het missie gedreven innovatiebeleid en de op basis hiervan geformuleerde kennis- en innovatieagenda's ten behoeve van onder andere de energietransitie, de-carbonisatie en digitale transformatie van industrie en zorg. De groeiende mismatch op de arbeidsmarkt is daardoor ook een rem op de groei van organisaties en arbeidsproductiviteit. Als de groei van de arbeidsproductiviteit in Nederland verder blijft dalen gaat dat ten koste van onze welvaart en ons welzijn. Technologische innovatie is de sleutel voor het verhogen van de arbeidsproductiviteit. Het opleiden van mensen is de sleutel voor het verhogen van de technologische innovatie. Acceptatie en het kunnen inzetten van technologie door de beroepsbevolking zijn cruciaal om te kunnen blijven innoveren.

8. In Nederland zijn op grote schaal investeringen nodig in het verhogen van de kennis en vaardigheden van mensen om met de technologieën op het gebied van onder andere AI, big data & analytics, IoT en cybersecurity om te gaan. De opgave waar we in Nederland voor staan omvat meer dan alleen het opleiden van nog meer ICT-professionals. De gehele (waaronder ook de aankomende) beroepsbevolking moet digitaal vaardiger worden. Dit beperkt zich niet alleen tot het opleiden van leerlingen en studenten. Als gevolg van de snelheid van digitale technologische ontwikkelingen in de komende decennia zal een substantieel deel van de bestaande – en vooral oudere – beroepsbevolking om- of bijgeschoold moeten worden, waarschijnlijk meerdere keren per loopbaan en in een groeiend aantal gevallen zal dit proces constant zijn.
9. De om- of bijscholingsopgave bestaat in ieder geval voor de werkzame beroepsbevolking van 35 jaar en ouder (in totaal 5,4 miljoen werkenden) waarvan in toenemende mate meer digitale en overige (soft skills) vaardigheden worden gevraagd. Zij hebben deze vaardigheden vaak niet in hun opleiding meegekregen. Zeker als het gaat om werknemers met een middelbaar en lager opleidingsniveau zijn deze vaardigheden niet op peil. De desbetreffende groep kan niet zomaar terug naar school, maar moet zich toch (een aantal keren in een loopbaan) nieuwe kennis en vaardigheden eigen maken en is daar op dit moment veelal nog niet (goed) op ingesteld. Het percentage werkenden dat aan scholing deelneemt ligt een stuk lager op het mbo-niveau dan op hbo- en wo niveau. Deze enorme groep mensen moet worden meegenomen in de veranderende situatie waarin veranderende en nieuwe functies naar verwachting steeds meer ICT-componenten bevatten en digitale en overige (soft skills) vaardigheden vereisen.
10. Voor mensen in een krimpend beroep of voor mensen die niet mee kunnen of willen in de digitale technologische ontwikkelingen, zijn er voldoende mogelijkheden om over te stappen naar een andere baan. Uit het onderzoek van Centerdata komt naar voren dat – theoretisch gezien – zelfs in het meest negatieve scenario voor een groot deel van de werkenden een overstap naar een andere baan gevonden kan worden. Vanzelfsprekend vergt het de nodige inspanningen van zowel werkgevers als werknemers om deze overstapmogelijkheden te benutten. Dit geldt des te meer voor werknemers waarvoor geen overstap naar een andere baan gevonden kan worden. Vanwege de oplopende arbeidsmarktekorten kan Nederland zich niet veroorloven deze mensen voor de arbeidsmarkt te verliezen (los van de morele en sociale aspecten). De achterstand op de arbeidsmarkt van mensen die niet meegaan in de digitale technologische ontwikkelingen neemt snel toe. De Nederlandse economie en samenleving hebben er baat bij wanneer mensen die niet

mee willen of kunnen of die werken in krimpberoepen tijdig worden bij- of omschoold naar banen met toekomstperspectief. Vanwege het maatschappelijk belang ligt de verantwoordelijkheid hiervoor niet alleen bij de werkgevers en werknemers, maar evenzo bij de overheid en het onderwijs.

11. Het huidige onderwijs kan de stijgende behoefte aan ICT- en digitale kennis en vaardigheden onvoldoende bijbenen. In ICT-opleidingen op mbo-niveau is sprake van beperkte arbeidsmarktperspectieven en bij ICT-opleidingen op hbo- en wo niveau is sprake van een te geringe instroom en hoge uitvalpercentages. In curricula van veel niet-ICT-opleidingen (bijvoorbeeld in de curricula van zorgopleidingen) is slechts beperkt of zelfs geen aandacht voor de digitale vaardigheden die nodig zijn binnen de digitale economie. De aanwas vanuit het onderwijs van ICT-professionals en niet-ICT-professionals met voldoende digitale vaardigheden is daardoor ontoereikend om te kunnen voorzien in de sterk stijgende vraag in de (nabije) toekomst.

12. Het huidige onderwijssysteem is niet ingericht op een leven lang ontwikkelen voor iedereen. Onderwijsinstellingen en curricula zijn niet toegesneden op een leven lang ontwikkelen, terwijl dit vanwege de digitale technologische ontwikkelingen maatschappelijk en economisch wel gewenst is. De vraag is vooral hoe het onderwijs de samenleving het beste kan faciliteren. Het onderwijssysteem mag mensen na hun 27ste niet aan hun lot overlaten, zoals dat nu het geval is. Werkenden zouden gedurende hun gehele werkzame leven van onderwijs gebruik moeten kunnen maken. Het onderwijs moet worden omgevormd tot een enabler in plaats van een disabler voor een leven lang ontwikkelen. In ieder geval moeten onderwijs en werkpraktijk veel sterker en duurzamer met elkaar worden verbonden om te kunnen voorzien in de behoefte op de huidige en toekomstige arbeidsmarkt. Juridische en culturele drempels die deze gewenste ontwikkeling naar een sterkere verbinding blokkeren moeten worden geïdentificeerd en geslecht. In Nederland worden al veel experimenten uitgevoerd ter verbetering van de aansluiting tussen onderwijs en arbeidsmarkt, maar deze zijn allen nog kleinschalig, gefragmenteerd, geïsoleerd en gericht op de eigen (lokale) omgeving. Synergie tussen dergelijke experimenten ontbreekt vooralsnog. Bovendien ontbreekt het op geaggregeerd niveau aan inzicht en empirisch bewijs van methoden en samenwerkingsconstructies die goede resultaten laten zien.

13. De drempel voor volwassenen om zich te laten om- en bijscholen is te hoog. De opleidingskosten zijn hoog en er is geen goede infrastructuur voor een regelmatig terugkerend en langdurig omscholingstraject. Een werknemer zou niet van diens werkgever afhankelijk moeten zijn voor om- of bijscholing. Tegelijkertijd neemt het aantal zzp'ers in de arbeidsmarkt steeds verder toe en ook voor hen geldt dat zij hun kennis en vaardigheden op peil moeten kunnen houden. Iedere werknemer en zzp'er zou de mogelijkheid moeten hebben om zich periodiek, tegen aanvaardbare kosten te laten bijscholen en, indien nodig, omscholen. Dit zou ook vanuit het publieke onderwijs gefaciliteerd kunnen en moeten worden.
14. De beschikking over voldoende arbeidskrachten met adequate digitale en overige (soft skills) vaardigheden en de schaal waarop dit nodig is, mede als gevolg van de nationale missie gedreven innovatieaanpak, is een veel grotere maatschappelijke en economische uitdaging dan werkgevers, onderwijsinstellingen en de politiek zich momenteel realiseren. Vanwege de omvang en de urgentie is het bij – en omscholingsvraagstuk van de huidige en toekomstige beroepsbevolking één van de belangrijkste, zo niet hét belangrijkste sociaaleconomische vraagstuk in Nederland van de komende decennia. Een sociaaleconomisch vraagstuk dat Nederland moet oplossen om mee te kunnen in de digitale revolutie en de kansen te verzilveren die de digitale technologieën bieden.

Het opleidingsvraagstuk van de huidige en toekomstige beroepsbevolking is één van de belangrijkste, zo niet het belangrijkste sociaaleconomische vraagstuk in de komende decennia.

Juist daarom is het van groot belang dat sociale partners, zoals verenigd in het CA-ICT, gezamenlijk de schouders zetten onder een ontwikkeling die maakt dat duurzame inzetbaarheid een gegeven wordt voor zowel werkgevers als werknemers, daar waar nodig met ondersteuning via subsidies vanuit de overheid (met name van de Ministeries SZW en EZK) om te zorgen dat Nederland haar concurrentiepositie kan behouden. Het opleidingsfonds arbeidsmarkt ICT wil daarom de komende jaren fors inzetten op bewustwording van werkgevers en werknemers op die snel groeiende arbeidsmarkt ICT. In de kern wordt gedacht aan een activiteitenplan wat zal bestaan uit:

1. Analyse digitale status betrokkenen (werkgevers en werknemers);
2. Ontwikkelingsplan;
3. Begeleiding en deskundigheidsbevordering.

Literatuur

- ABN AMRO. (2018). *Van data naar daadkracht. De potentie van big data voor Nederland en het mkb*. Prinsjesdagrapport 2018. Geraadpleegd van https://www.abnamro.nl/nl/images/Content/Nieuw_Grootzakelijk/008_Sectoren_en_trends/006_Industrie/20180918_Van_data_naar_daadkracht/Pdf_20180918_Van_data_naar_daadkracht.pdf
- Adema, Y. & Van Tilburg, I. (2018). *Vertraagde loonontwikkeling in Nederland ontrafeld*. CPB Policy Brief, 2018/12. Geraadpleegd van <https://www.cpb.nl/sites/default/files/omnidownload/CPB-Policy-Brief-2018-12-Vertraagde-loonontwikkeling-in-nederland-ontrafeld.pdf>
- Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie. (2015). *Klaar voor de Toekomst? - Naar een brede strategie voor ICT*. AWTI, Den Haag
- Arntz, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: a comparative analysis*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189. Geraadpleegd van <http://www.ifuturo.org/sites/default/files/docs/automation.pdf>
- Berenschot. (2018, 19 juni). *Organisaties onvoldoende voorbereid op gevolgen robotisering*. Geraadpleegd van <https://www.berenschot.nl/actueel/2018/juni/hr-trends-robotisering/>
- Bilderbeek, P., De Bruin, S. & Warmerdam, M. (2017). *De Digitale Economie van Nederland*. The METISfiles. Geraadpleegd van <https://www.nederlandict.nl/wp-content/uploads/2017/11/De-Digitale-Economie-van-Nederland-NL-ICT-METISfiles.pdf>
- Bremmer, D. (2018, 31 oktober). *Met deze supercomputer wil Microsoft wereldproblemen oplossen*. BN DeStem. Geraadpleegd van <https://www.bndestem.nl/economie/met-deze-supercomputer-wil-microsoft-wereldproblemen-oplossen~a27e0373/>
- Broekhuizen, K. (2018, 9 februari). *Pioniers in fotonica willen voorsprong uitbouwen*. *Het Financieele Dagblad*. Geraadpleegd van <https://fd.nl/morgen/1240642/pioniers-in-fotonica-willen-voorsprong-uitbouwen>
- Brynjolfsson E. & McAfee A. (2014). *The Second Machine Age - Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. Norton.
- Bughin, J., Hazan E., Lund S., Dahlström P., Wiesinger A. & Subramaniam A. (2018). *Skill shift automation and the future of the workforce*. McKinsey Global Institute. Geraadpleegd van <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Future%20of%20Organizations/Skill%20shift%20Automation%20and%20the%20future%20of%20the%20workforce/MGI-Skill-Shift-Automation-and-future-of-the-workforce-May-2018.ashx>
- CA-ICT. (2018). *Noodzaak tot investeren - een deltaplan ICT 2019 – 2022*.

- CA-ICT (2022) *Arbeidsmarktinformatie Pr-eDICT* geraadpleegd van <https://pr-edict.nl/algemeen-pr-edict>
- Castermans, J., Feijth, H., Verheij, M., Beekhuizen, J. & Wong-A-Tjong, S. (2014). *Internet of Things: slimme en internetverbonden producten en diensten*. Kamer van Koophandel. Geraadpleegd van https://www.kvk.nl/download/KvK%20IoT%20Publicatie_tcm109-399524.pdf
- CBS (2022) *ICT gebruik bedrijven*. Geraadpleegd <https://www.cbs.nl/nl-nl/deelnemers-enquetes/bedrijven/overzicht/ict-gebruik-bedrijven>
- CBS (2022) *ICT, kennis en economie 2022* geraadpleegd van <https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2022/42/ict-kennis-en-economie-2022>
- Corporaal, S., Vos, M., Van Riemsdijk, M. & De Vries, S. (2018). *Werken in de nieuwe industriële revolutie. Tijdschrift voor HRM, Editie 2*.
- CPB (2020) *Kaders voor Code – beleid voor veilige digitale middelen* geraadpleegd van <https://www.cpb.nl/kaders-voor-code-beleid-voor-veilige-digitale-middelen>
- CPB (2023) *Door technologische verandering banen zowel weg als erbij*. Geraadpleegd van <https://www.cpb.nl/technologie-de-arbeidsmarkt-en-de-rol-van-beleid>
- De Beer, P. (2016). *De arbeidsmarkt in 2040: ingrijpende veranderingen, maar ook veel continuïteit*. AIAS Working Paper 162. Universiteit van Amsterdam. Geraadpleegd van <https://www.fbz.nl/themadocumenten/Hoe%20zal%20de%20arbeidsmarkt%20er%20in%202040%20uitzien.pdf>
- De Hollander, G., Vonk, M., Snellen, D. & Huitzing, H. (2017). *Mobiliteit en elektriciteit in het digitale tijdperk. Publieke waarden onder spanning*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
- Deloitte. (2014). *De impact van automatisering op de Nederlandse arbeidsmarkt. Een gedegen verkenning op basis van Data Analytics*. Geraadpleegd van <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/deloitte-analytics/deloitte-nl-data-analytics-impact-van-automatisering-op-de-nl-arbeidsmarkt.pdf>
- De Thouars, J. (2018, 26 september). *Bij digitale innovatie is het moeilijk te voorspellen wat er in een organisatie gaat gebeuren*. Geraadpleegd van <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/digital-revolution/30025/digitale-innovatie-onderzoek>
- Dialogic <https://www.dialogic.nl/wp-content/uploads/2017/03/2015.138-1635-02.pdf>
- Dialogic <https://www.dialogic.nl/wp-content/uploads/2019/01/Dialogic-Ecorys-2018.047-Arbeidsmarktanalyse-Rijk-Integraal-Eindrapport.pdf>
- Dialogic <https://www.dialogic.nl/wp-content/uploads/2019/01/Dialogic-Ecorys-2018.047-Arbeidsmarktanalyse-Rijk-Integraal-Eindrapport.pdf>

- Digital Economy and Society Index (DESI). (2022). Europese Commissie. Geraadpleegd van <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>
- Elliott, S.W. (2017). *Computers and the Future of Skill Demand*. OECD Publishing. Parijs. Geraadpleegd van https://read.oecd-ilibrary.org/education/computers-and-the-future-of-skill-demand_9789264284395-en#page1
- Est, R. van & Kool, L. (red.).(2015). *Werken aan de robotsamenleving: visies en inzichten uit de wetenschap over de relatie technologie en werkgelegenheid*. Den Haag. Rathenau Instituut.
- Europese Commissie. (2021, 19 januari). *Quantum Technologies and the advent of the Quantum Internet in the European Union*. Geraadpleegd van <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/quantum-technologies-and-advent-quantum-internet-european-union-brochure>
- EY. (2018). Artificial Intelligence in Europe. *How 277 Major Companies Benefit from AI Outlook for 2019 and Beyond*. Geraadpleegd van <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/EN-CNTNT-eBook-NETHERLANDS.pdf>
- Fanatical Futurist. (2016, 31 augustus). *Quantum computing Rose's Law is Moore's Law on steroids*. Geraadpleegd van <https://www.fanaticalfuturist.com/2016/08/quantum-computing-roses-law-is-moores-law-on-steroids/>
- Frey, C.B. & Osborne, M.A. (2013). 'The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?'. Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology. Geraadpleegd van https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- Grass, K. & Weber, E. (2016). EU 4.0 – *The Debate on Digitalisation and the Labour Market in Europe*. IAB Discussion Paper 39/2016. Geraadpleegd van http://doku.iab.de/discussionpapers/2016/dp3916_en.pdf
- Haring, N. (2017, 6 juni). *Gebrek aan hoogopgeleide ICT-studenten brengt bedrijven in de problemen*. Geraadpleegd van https://www.ictergezocht.nl/blog/16_gebrek-aan-hoogopgeleide-ict-studenten-brengt-bedrijven-in-de-problemen/
- Het Financiële Dagblad 220105 - Geraadpleegd van <https://fd.nl/economie/1425503/robots-het-schrikbeeld-wordt-redmiddel-op-de-arbeidsmarkt-nma3cagkmZds>
- Het Financiële Dagblad 221215 - Geraadpleegd van <https://fd.nl/economie/1461285/het-aantal-zzp-ers-eigen-arbeid-stijgt-tot-boven-de-een-miljoen-pma3cagkmZds>
- Kennisnet: Geraadpleegd van [Is ChatGPT de volgende gamechanger voor het onderwijs? \(kennisnet.nl\)](https://kennisnet.nl)

- KNAW (2018). Big data in wetenschappelijk onderzoek met gegevens over personen, Amsterdam, KNAW.
- Korteweg, N. (2013, 28 september). AI over zestien jaar versmelt de mens met zijn computer. *nrc.nl*. Geraadpleegd van <https://www.nrc.nl/nieuws/2013/09/28/al-over-zestien-jaar-versmelt-de-mens-met-zijn-computer-1298733-a180338>
- Lorenz, M., Rüßmann, M., Strack, R., Lueth, K. & Bolle, M. (2015, 28 september). Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? BCG. Geraadpleegd van <https://www.bcg.com/publications/2015/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4.aspx>
- Manyika, J., Chui, M., Bisson, P., Woetzel, J., Dobbs, R., Bughin, J. & Aharon, D. (2015). *The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype*. McKinsey Global Institute. Geraadpleegd van https://www.mckinsey.com/~/_/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things_Executive_summary.aspx
- Ministerie van Justitie en Veiligheid. (z.d.). *Nederlandse Cybersecurity Agenda. Nederland digitaal veilig*. Geraadpleegd van https://www.nctv.nl/binaries/CSAagenda_def_web_tcm31-322330.pdf
- Nationale Wetenschapsagenda². (z.d.). *Wat gaan de kwantum-computer en het kwantum-internet voor ons betekenen?* Geraadpleegd van <https://vragen.wetenschapsagenda.nl/cluster/wat-gaan-de-kwantum%C2%ADcomputer-en-het-kwantum%C2%ADinternet-voor-ons-betekenen>
- Oeij, P.R.A., Van der Torre, W., Van de Ven, H.A., Sanders, J.M.A.F. & Van der Zee, F.A. (2017). *Nieuwe technologie en werk. Verkennend onderzoek voor UWV*. Geraadpleegd van <https://www.uwv.nl/overuwv/Images/20171109-nieuwe-technologie-en-werk-TNO.pdf>
- Prüfer, P., Den Uijl, M. & Kumar, P. (2019). *DWSRA Arbeidsmarktonderzoek met topsectoren. Eindrapport onderzoek perceel 1*. Centerdata. Tilburg.
- Prüfer, P., Den Uijl, M. & Kumar, P. (2021). *Arbeidsmarktonderzoek ICT met topsectoren*. Centerdata. Tilburg.
- Randstad. *gegevens-rijk maar informatie-arm? Tijd om te algoritmiseren!* Geraadpleegd van <https://www.randstad.nl/werkgevers/kenniscentrum/employer-branding/tech-en-talent-road>
- Ratcliffe, S. (Red.).(2016). *Oxford Essential Quotations (4 ed.)*. Oxford University Press. Geraadpleegd van

<http://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780191826719.001.0001/q-oro-ed4-00018679>

- ROA. (2019). *De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2024*. Geraadpleegd van <https://roa.nl/news/de-arbeidsmarkt-naar-opleiding-en-beroep-tot-2024>
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Penguin UK.
- SER. (2015). Hoe leren wij in de toekomst? - Verslag van de SER-dialoogbijeenkomsten over leren in de toekomst. Geraadpleegd van <https://www.innovatiefinwerk.nl/inzetbaarheid-employability/2014/07/hoe-werken-we-de-toekomst-dialoog-met-de-ser>
- SER². (2015). *Leren in het hoger onderwijs van de toekomst Advies over de Strategische Agenda Hoger Onderwijs 2015 – 2025*. SER ADVIES 15/06 Oktober 2015.
- SER. (2016, oktober). Mens en technologie: samen aan het werk. Geraadpleegd van <file:///C:/Users/MhR/Downloads/ser-verkenning-mens-en-technologie-samen-aan-het-werk.pdf>
- SER. (2018). *Energietransitie en Werkgelegenheid Kansen voor een duurzame toekomst*. Publieksversie, juni. Geraadpleegd van <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2018/energietransitie-werkgelegenheid-publieksversie.pdf>
- Smink, M., Gerritsen, J., Van Waes, A., Peters, M. & Van Est, R. (2018). Een eerlijke klusseneconomie. *Beleid en Maatschappij, Aflevering 2*. Geraadpleegd van https://tijdschriften.boombestuurskunde.nl/tijdschrift/benm/2018/2/BenM_1389-0069_2018_045_002_008
- Statista. (2019). *Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025 (in billions)*. Geraadpleegd van <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>
- Stoeldraijer, L., Van Duin, C., & Huisman, C. (2017). *Bevolkingsprognose 2017–2060: 18,4 miljoen inwoners in 2060*. CBS Statistische Trends. Geraadpleegd van [file:///C:/Users/MhR/Downloads/bevolkingsprognose-2017-2060-18-4-miljoen-inwoners-in-2060%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/MhR/Downloads/bevolkingsprognose-2017-2060-18-4-miljoen-inwoners-in-2060%20(1).pdf)
- Stoltze, J. (2017). *Het interview: Pionier Jim Stolze over de digitale toekomst – ABU*. Geraadpleegd van <https://www.abu.nl/over-de-branche/publicaties/2017-4-uitzendwerk/het-interview-pionier-jim-stolze-over-de-digitale-toekomst>
- Strauss, K. (2017, 21 februari). What Is Driving The 'Gig' Economy? Geraadpleegd van <https://www.forbes.com/sites/karstenstrauss/2017/02/21/what-is-driving-the-gig-economy/#16767bc1653c>

- Technische Universiteit Delft. (2018, 18 oktober). *QuTech onderzoekers presenteren roadmap voor quantum internet*. Geraadpleegd van <https://www.tudelft.nl/2018/tu-delft/qutech-onderzoekers-presenteren-roadmap-voor-quantum-internet/>
- Ten Brinck. (2015, 22 juni). *Markt voor slimme-meterdiensten groeit snel*. Geraadpleegd van <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/energie/6515/nederlandse-markt-voor-slimme-meterdiensten-groeit-snel>
- The Digital Economy and Society Index (DESI). (2018). Europese Commissie. Geraadpleegd van <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>
- UWV. (2018). *Factsheet arbeidsmarkt ICT 2018*. Geraadpleegd van <https://www.uwv.nl/overuwv/kennis-cijfers-en-onderzoek/arbeidsmarktinformatie/factsheet-arbeidsmarkt-ict-2018.aspx>
- UWV (2019). *Factsheet ict-beroepen*. Geraadpleegd van <https://www.uwv.nl/overuwv/kennis-cijfers-en-onderzoek/arbeidsmarktinformatie/factsheet-arbeidsmarkt-ict-2019.aspx>
- UWV (2020) *Kansrijke beroepen* – Geraadpleegd <https://www.uwv.nl/overuwv/kennis-cijfers-en-onderzoek/arbeidsmarktinformatie/kansrijke-beroepen.aspx>
- UWV (2021) *Regio in beeld 2021 in 35 arbeidsmarktregio's*. Geraadpleegd <https://www.uwv.nl/nl/nieuws/regio-in-beeld-2021-in-35-arbeidsmarktregios-verschenen>
- UWV (2022) *Cijfers arbeidsmarkt: Krapte op alle niveaus*. Geraadpleegd <https://www.uwv.nl/nl/achtergrond/cijfers-arbeidsmarkt-krapte-op-alle-niveaus>
- UWV (2022) *Kansrijke beroepen* – geraadpleegd https://www.werk.nl/imagesdxa/uwv_kansrijke_beroepen_2022_def_tcm95-441582.pdf
- Van den Berge, W. & Ter Weel, B. (2015). *Baanpolarisatie in Nederland*. CPB Policy Brief 2015/13. Geraadpleegd van <https://www.cpb.nl/sites/default/files/publicaties/download/cpb-policy-brief-2015-13-baanpolarisatie-nederland.pdf>
- Van der Donk. (2018, 19 september). *"Exponentiële datagroei duurzame uitdaging voor ICT-sector"*. Geraadpleegd van <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/digital-revolution/29965/exponentiele-datagroei-duurzame-uitdaging-voor-ict-sector>
- Van Est, R. & Kool, L. (red.). (2015). *Werken aan de robotsamenleving: visies en inzichten uit de wetenschap over de relatie technologie en werkgelegenheid*. Den Haag. Rathenau Instituut.
- Van Wijnen, J.F. (2018, 23 april). Europees techfront tegen China en Amerika. *Het Financieele Dagblad*. Geraadpleegd van <https://fd.nl/economie-politiek/1251448/europees-techfront-tegen-china-en-amerika>

- Walma van der Molen, J. & Kirschner, P.A. (2017). *Whitepaper: Met juiste vaardigheden de arbeidsmarkt op*. NSvP. Geraadpleegd van <https://www.innovatiefinwerk.nl/innovatie-inzetbaarheid-employability/2017/07/whitepaper-met-juiste-vaardigheden-de-arbeidsmarkt-op>
- Went, R., Kremer, M. & Knottnerus, A. (red.). (2015). *De robot de baas. De toekomst van werk in het tweede machinetijdperk*. WRR. Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Witteveen, J. (2017, november). My Smart Industry. Slimmer groeien, sneller groeien. ING Economisch Bureau. Geraadpleegd van https://www.ing.nl/media/ING_EBZ_my-smart-industry_tcm162-135030.pdf
- WODC. (z.d.). *Inzet technologie bij verhogen cybersecurity*. Wetenschappelijk Onderzoek- en Documentatiecentrum. Ministerie van Justitie en Veiligheid. Geraadpleegd van <https://www.wodc.nl/onderzoeksdatabase/2862-inzet-technologie-bij-verhogen-cybersecurity.aspx>
- World Economic Forum, Skills Stability, <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/skills-stability/>
- World Economic Forum. (2018, januari). *Towards a Reskilling Revolution. A Future of Jobs for All*. Insight Report in collaboration with Boston Consultancy Group. Geraadpleegd van http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOW_Reskilling_Revolution.pdf