

# **DWSRA Arbeidsmarktonderzoek met topsectoren**

Eindrapport onderzoek perceel 1

datum	28 maart 2019
auteur(s)	dr. Patricia Prüfer Marcia den Uijl, MSc Pradeep Kumar, Msc
versie	1.0
classificatie	standaard

© CentERdata, Tilburg, 2019

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.



## Samenvatting

Er is een leeftijd waarop je voor het eerst zegt: “vroeger hadden we...”. En dan wordt bijvoorbeeld een telefoon met een draaischijf genoemd, of een typemachine. Dat is dan altijd een moment waarop ook gesproken wordt over hoe snel de wereld verandert. En vervolgens doemt de vraag op: “Hoe zou de wereld er over ... jaar uitzien”.

Het is niet alleen leuk om af en toe over deze vraag te dromen. Het is een vraag die serieuze aandacht verdient, zowel voor individuen als voor beleidsmakers. Een individu staat bijvoorbeeld al vrij snel voor het probleem van de studiekeuze. Iedereen die tegenwoordig chauffeur wil worden zal zich zorgen maken over zelfrijdende auto's. Voor onderwijsinstellingen en bedrijven is het relevant te weten waar in de toekomst vraag naar zal zijn om goed personeelsbeleid te kunnen voeren. En op veel grotere schaal: willen we als economie concurrerend blijven, dan zullen we mensen met de juiste kwalificaties moeten opleiden.

Daarbij doemt meteen het probleem op dat een aantal zaken voorspelbaar zijn, maar veel zaken ook niet. In de film Blade Runner bijvoorbeeld, die speelt in 2019 (het moment van schrijven van dit rapport) en is uitgebracht in 1982, zijn vliegende auto's gemeengoed, maar zijn geen Whatsappende<sup>1</sup> jongeren te zien. Wij weten inmiddels wel beter.

Deze onzekerheid betekent dat het verstandig is flexibel te zijn richting de toekomst. Deze flexibiliteit is geen luxe, maar noodzaak. Eisen veranderen, de maatschappij verandert en de technologische mogelijkheden, zowel hardwarematig als softwarematig veranderen misschien nog wel sneller dan een individu kan bijhouden.

Het bovenstaande betekent dat we af en toe zullen moeten bijscholen, of als we de ontwikkeling in ons beroep niet kunnen bijhouden, of ons beroep verdwijnt, zullen moeten omscholen en ander werk zullen moeten zoeken.

Helemaal blind aangaande de toekomst zijn we echter niet. We kunnen minimaal naar de historische ontwikkelingen kijken om daar lering uit te trekken. In dit verband hebben Nederland ICT en het CIO Platform Nederland het initiatief genomen om een onderzoek te laten uitvoeren naar het effect van digitalisering en automatisering op sectoren, functies en vaardigheden binnen de Nederlandse arbeidsmarkt. De topsectoren Chemie, Energie, HTSM en Life Sciences & Health zijn eveneens bij dit onderzoek betrokken. Dit onderzoek raakt daarbij in feite aan vrijwel alle beroepen in Nederland.

Er zijn al veel onderzoeken rond dit thema gedaan: meerdere studies wijzen daarbij uit dat een groot deel van de beroepen in de westerse wereld de komende jaren sterk door automatisering en technologische vooruitgang zal worden beïnvloed. Een herhaling van die onderzoeken is op dit moment naar onze mening niet erg zinvol. Vandaar dat gekozen is voor een voor Nederland nieuwe aanpak. Geheel in lijn met de geschetste snelle ontwikkelingen is gebruik gemaakt van de modernste analysetechnieken op Nederlandse big data. De data bestaan daarbij in dit onderzoek uit acht miljoen vacatureteksten van Jobfeed over een periode van vijf jaar (2012-2017). Gebruikte analysetechnieken zijn

---

<sup>1</sup> Dit woord is sinds 2012 in de Van Dale opgenomen.



onder meer: Natural Language Processing, named entity recognition en part-of-speech tagging. In gewone mensentaal: de vacatureteksten worden op basis van hun inhoud geautomatiseerd geanalyseerd. Het gaat daarbij om de onderlinge relatie tussen beroepen en de mate waarin binnen beroepen sprake is van digitalisering. Bij wijze van voorbeeld: Als in een vacaturetekst voor een bepaalde functie een aantal jaren geleden de term "computervaardigheden" in 5% van de gevallen voorkomt en nu in 15% van de gevallen, dan geeft dit aan dat de functie-eisen veranderd zijn. Voor sommige functies zijn deze veranderingen sterker dan voor andere. Ook kunnen we zien welke beroepen meer gevraagd worden en welke beroepen aan het uitsterven zijn. Ook is informatie aanwezig over het benodigde opleidingsniveau en het te verdienen salaris.

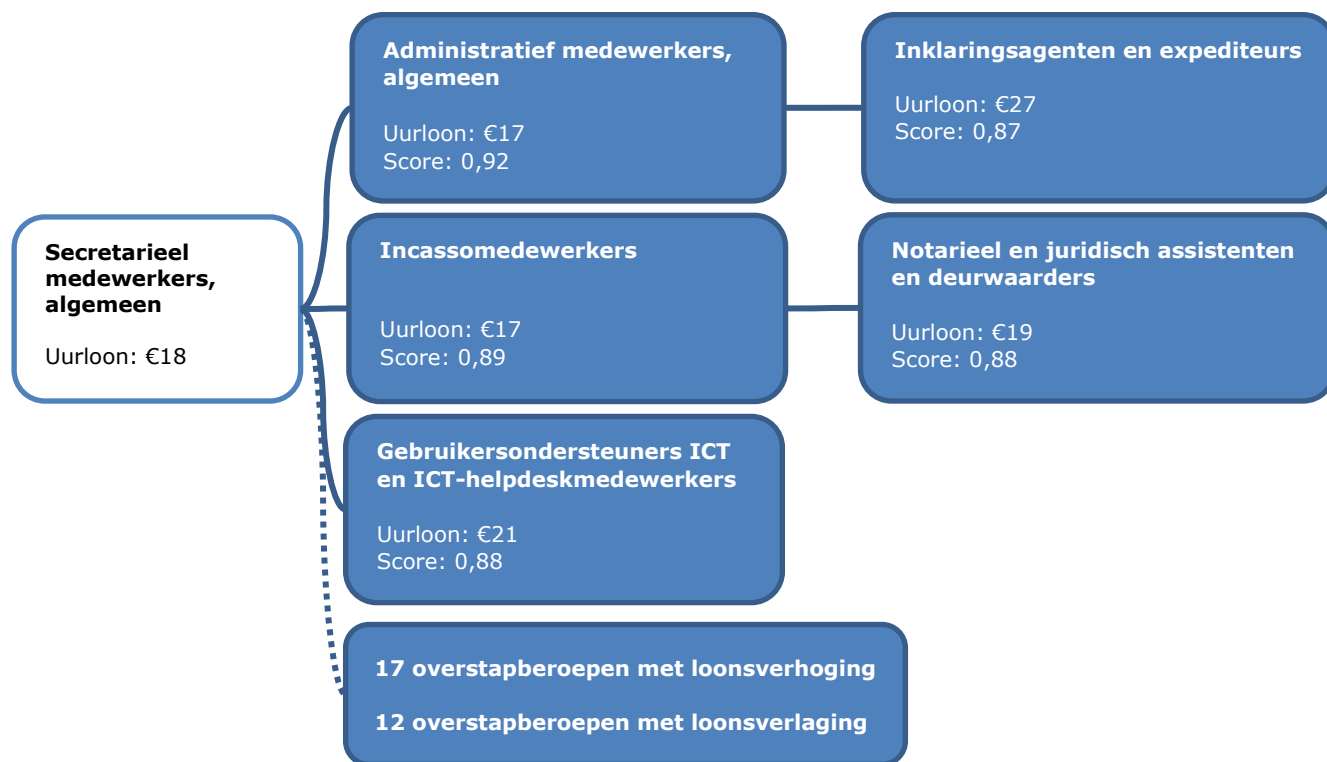
Een resultaat van dit onderzoek op de vacatureteksten is een matrix van beroepen waarmee bijvoorbeeld kan worden vastgesteld welke overgangen tussen beroepen voor individuen denkbaar of haalbaar zijn, voor welke overgangen tussen beroepen aanvullende scholing vereist is en welke overgangen praktisch onmogelijk zijn.

We geven hier een concreet voorbeeld met betrekking tot secretariael medewerkers en verwijzen voor meer inzichten naar de hoofdtekst. We vinden in de analyses bijvoorbeeld een grote gelijkenis in functie-eisen tussen secretariael medewerkers enerzijds en administratief medewerkers en incassomedewerkers anderzijds. Ook is er grote gelijkenis met gebruikersondersteuners ICT en ICT-helpdeskmedewerkers, al verdienen deze in het algemeen wat meer dan de eerder genoemde twee gelijkende functies. De gelijkenis tussen secretariael medewerkers en ICT helpdeskmedewerkers geeft daarbij al aan dat ook bij secretariael medewerkers sprake is van ICT gerelateerde functie-eisen, zij het mogelijk op een wat lager niveau.

De gevonden relaties tussen functies leiden tot denkbare vervolgpaden in iemands loopbaan. In deze samenvatting beperken we ons uit het oogpunt van beknoptheid tot een figuur met de vervolgpaden voor een secretariael medewerker, zie Figuur M1. In de figuur is de naam van de functie, het uurloon en een score weergegeven. Hoe hoger deze score, hoe meer de functies op elkaar lijken. De overstap naar administratief medewerker sluit het beste aan. En een administratief medewerker zou vervolgens weer kunnen doorgroeien naar de functie van inklaringsagent en expediteur. De overgang van secretariael medewerker naar incassomedewerker sluit ook goed aan op grond van de functie-eisen in de vacatureteksten. En een incassomedewerker maakt vervolgens weer redelijke kans om te kunnen doorgroeien naar notarieel en juridisch assistent of deurwaarder. Als derde overstap is in de figuur nog expliciet de overgang naar ICT helpdeskmedewerkers genoemd. In het hoofdrapport zijn wat dit betreft voorbeelden voor meerdere functies uitgewerkt.



Figuur M1: Voorbeeldpaden voor secretariael medewerkers, algemeen



Door de uitkomsten van dit onderzoek te combineren met meer macroscopische uitkomsten van bijvoorbeeld onderzoek door ROA naar de ontwikkelingen op de arbeidsmarkt, kan inzicht verkregen worden in functies waar overschotten, dan wel tekorten dreigen te ontstaan. De resultaten van ROA zijn kort in dit rapport verwoord en in de analyses verwerkt. In het geval van het eerder gegeven voorbeeld met betrekking tot secretariael medewerkers wordt bijvoorbeeld door ROA voorspeld dat tot 2020 6.600 banen zullen verdwijnen. In dit geval zou dus sprake kunnen zijn van om- of bijscholing van 6.600 secretariael medewerkers (indien geen sprake is van natuurlijk of ander verloop). Daarmee biedt dit rapport aanknopingspunten voor te ontwikkelen beleid op scholingsgebied. Men hoeft zich bijvoorbeeld niet om te scholen naar beroepen waar in de toekomst overschotten verwacht worden. Eén van de belangrijke resultaten van dit onderzoek is daarbij dat het voor vrijwel alle functies mogelijk is een passend vervolg pad in de loopbaan te vinden, mocht de eigen functie vervallen. Slechts in 7% van de gevallen vinden we geen passend vervolg pad omdat de opleidingseisen waarschijnlijk te hoog of de inkomensterugval te groot is. Maar ook voor deze groepen zijn waarschijnlijk oplossingen denkbaar.

De algehele tenor van de in dit onderzoek gevonden ontwikkelingen is dat de functie-eisen op het gebied van digitalisering toenemen. Voor de onderzochte topsectoren geldt dat bovendien sterker dan voor de arbeidsmarkt als geheel. Uitzondering daarop vormt de topsector Health, waar de gevraagde digitaliseringseisen vrij stabiel en wat lager dan gemiddeld zijn. Deze ranking hangt natuurlijk erg samen met de samenstelling van de sector. Zo kent de sector Health natuurlijk wel degelijk functies waaraan hoge digitaliseringseisen gesteld worden, maar veel meer functies waar dat in mindere mate het



geval is. De meest gevraagde digitale vaardigheid is daarbij voor alle sectoren vrijwel altijd basis computervaardigheden, gevolgd door programmeervaardigheden. In de sectoren High Tech systemen en materialen en ICT staan de programmeervaardigheden echter op de eerste plek.

Het sterkst in opkomst is de vraag naar de vaardigheden 'Big data and analytics' en 'Digital transformation', een verzameling van recente technieken op het gebied van 3D printing, artificial intelligence (AI), blockchain, cloud computing, cybersecurity, internet of things (IoT) en robotics. Allerlei partijen hebben in de loop der jaren steeds meer databestanden verzameld en opgebouwd en zien ook de waarde van die bestanden in. Daarenboven zorgen de toenemende rekencapaciteit en de opkomst van modernere analysetechnieken dat deze gegevensbestanden ook steeds beter benut kunnen worden. Niemand wil wat dat betreft momenteel de boot missen. Bij deze analyses speelt ook zeker de opkomst van kunstmatige intelligentie een rol. En al lopen de schattingen van de snelheid waarin deze ontwikkelingen zullen plaatsvinden zeer ver uiteen, duidelijk is wel dat er momenteel een groot tekort is aan personen met dergelijke capaciteiten. Dit geldt ook, zij het in iets mindere mate voor tekorten aan ICT medewerkers in het algemeen. Hier ligt dus een duidelijke uitdaging voor het opleidingsbeleid. Daarbij komt dat de benodigde kennis voor ICT-ers op het gebied van programmeervaardigheden continue in ontwikkeling is. We zien duidelijke verschuivingen in benodigde kennis, sterke dalers zijn bijvoorbeeld Windows XP, XHTML, Ajax, Unix en sterke stijgers Docker, angularnode.js, Spark, AWS en IoT<sup>2</sup>.

De veranderende functie-eisen spelen overigens niet alleen op het gebied van digitalisering. Ook de vraag naar zogeheten 21st century skills neemt toe. Dit zijn de zogeheten niet-cognitieve vaardigheden zoals kritisch denken, communiceren, samenwerken en probleemoplossend vermogen. Typisch vaardigheden die een computer of een machine (nog?) niet kunnen overnemen. Het is daarmee niet direct zo dat er minder werk is, maar dat we onze capaciteiten op andere gebieden kunnen gaan inzetten om de productiviteit te vergroten of het welzijn te verhogen. De vaardigheid communiceren staat daarbij overigens vrijwel altijd op de eerste plek, uitgezonderd in de ICT sector, daar betreft dit plannen en organiseren en de sector Health, waar self-starter van de 21st century skills het vaakst genoemd wordt. Active learning is de snelst stijgende 21st century skill, geheel in lijn met de gedachte dat de versnelde ontwikkelingen hogere eisen op dit gebied gaan stellen aan werknemers.

De lezer met haast, die zich toch verder in dit rapport wil verdiepen raden we aan het afsluitende hoofdstuk Conclusies te lezen (drie pagina's) en vervolgens eventueel hoofdstuk 6 (Bevindingen) met een omvang van vijf pagina's. Verder verwijzen we de lezer naar het rapport over perceel 2 van het "Arbeidsmarktonderzoek met Topsectoren" dat wordt uitgevoerd door Berenschot. De inzichten uit onderhavig onderzoek zijn namelijk ook input voor het volgende onderdeel en worden door Berenschot in de loop van 2019 uitgewerkt naar arbeidsmarktbeleid.

---

<sup>2</sup> Als u begrijpt wat dat allemaal betekent kunt u een overstap naar de ICT sector overwegen.



# Inhoudsopgave

Samenvatting .....	3
Inhoudsopgave.....	7
Inleiding.....	8
1.1 Aanleiding en achtergrond .....	8
1.2 Onderzoeksvragen.....	10
1.3 Onderzoeksbenadering.....	12
1.4 Leeswijzer .....	12
2 Literatuuroverzicht.....	13
3 Data en methoden .....	14
3.1 Data .....	14
3.2 Methoden .....	17
4 Digitalisering in topsectoren en type functie .....	18
4.1 Digitale vaardigheden .....	18
4.2 Overige vaardigheden .....	26
4.3 Trends in ICT beroepen .....	29
5 Krimpende beroepen door digitalisering .....	29
5.1 Overstapberoepen – beleidsperspectief .....	32
5.2 Overstapberoepen – individueel perspectief .....	36
6 Bevindingen.....	40
6.1 Arbeidsmarkt algemeen.....	40
6.2 Generiek voor deelnemende topsectoren .....	42
6.3 Specifiek voor deelnemende topsectoren .....	42
7 Conclusies .....	45
Literatuur .....	49
Bijlage A. Afbakening topsectoren.....	51
A.1 Topsector Chemie.....	51
A.2 Topsector Energie.....	51
A.3 Topsector HTSM .....	52
A.4 Topsector LSH.....	53
Bijlage B. Vaardigheden .....	55
Bijlage C. Gelijkenisscore tussen beroepen.....	59
Bijlage D. Optimalisatie beleidsperspectief.....	64
Bijlage E. Voorbeeldpaden.....	67
Bijlage F. Beroepen .....	74
Bijlage G. Begrippen/definities.....	76



# Inleiding

## 1.1 Aanleiding en achtergrond

Tegenwoordig zit onze wereld vol met apparaten en applicaties die informatie genereren, opslaan en verzenden, zodat enorme hoeveelheden gegevens beschikbaar komen. Samen met technologische innovaties, denk aan slimme apparaten en huizen, internet of things (IoT, Internet der Dingen) of sensoren in tal van apparaten, zoals auto's, huizen en kantoren, verandert dit ons dagelijks leven in rap tempo. Deze ontwikkelingen, gekenmerkt door snelgroeiende volumes en variëteiten van beschikbare gegevens, gecombineerd met goedkopere en krachtigere computerverwerking en betaalbare gegevensopslag hebben geleid tot de opkomst van 'big data' en een 'datafication' van economie en maatschappij (Mayer-Schönberger en Cukier, 2013).

Bij veel organisaties zijn deze ontwikkelingen niet onopgemerkt gebleven en is men consequent geneigd om meer data gedreven en op feiten gebaseerd te werken. Tegelijkertijd zal de alomtegenwoordigheid van gegevens en technologie waarschijnlijk directe effecten hebben op zowel individueel als groepsgedrag, en op de aard van sociale, organisatorische en economische structuren (Bessen, 2015). De gemeenschappelijke delers in deze ontwikkelingen zijn digitalisering, automatisering en informatie- en communicatietechnologie (ICT). Aan de andere kant zijn er risico's van onverwachte ontwikkelingen en ongewenste toepassingen van nieuwe technologie die beveiligingsuitdagingen zoals cybercriminaliteit of inbreuken op de privacy met zich meebrengt.

Digitalisering, automatisering en de ontwikkeling van nieuwe (aanpasbare) technologieën hebben ook een toenemende impact op de arbeidsmarkt, waar de grenzen tussen 'ICT-mensen' en andere beroepen waarin ICT-gerelateerde vaardigheden vereist zijn, steeds vager worden en waar de functieprofielen van specifieke beroepen en de te vervullen taken nadrukkelijk zullen veranderen (Spitz-Oener, 2006). De specifieke vaardigheden die in alle beroepen vereist zijn, zijn de afgelopen jaren aanzienlijk verschoven in de richting van meer vraag naar digitale en ICT vaardigheden. De grote kwantitatieve en kwalitatieve vraag naar werknemers met voldoende digitale vaardigheden en naar ICT-experts is al te bemerken in veel landen, waaronder Nederland, en zorgt niet alleen voor druk binnen de ICT-sector, maar ook tussen sectoren en functiecategorieën. (ROA, 2017).

In een onderzoek van Frey en Osborne (2013 en 2017) wordt de invloed van automatisering op de werkgelegenheid geschat. Zij concluderen dat in de Verenigde Staten 47% van alle werkenden een beroep uitoefent dat in de komende 10 tot 20 jaar door computers en algoritmes uitgevoerd zou kunnen worden. Ervan uitgaande dat het automatiseringsrisico vergelijkbaar is in verschillende landen en met inachtneming van het verschil in beroepssamenstelling, concludeert Bowles (2014) dat het aandeel banen dat aanzienlijk wordt beïnvloed door automatisering in Europa tussen de 45% en meer dan 60% ligt, met Nederland op 50%. Hoewel het percentage personen met een hoog risico door Arntz et al. (2016) bediscussieerd en geschat wordt op 10%, geeft het een relatieve maatstaf tussen beroepen aan. Rekening houdend met de Nederlandse opbouw van de beroepsbevolking is het gemiddelde automatiseringsrisico per sector te zien in Tabel 1.





Tabel 1: Gemiddeld automatiseringsrisico per sector, gewogen naar aantal werkenden (2015-2016), bron: Frey en Osborne (2013/2017), CBS

Sector	Automatiseringsrisico
Horeca, catering en verblijfsrecreatie	79%
Land- en tuinbouw, visserij, winning van delfstoffen	76%
Detailhandel	72%
Schoonmaak	69%
Arbeidsbemiddeling, uitzendbureaus en personeelsbeheer	66%
Grafimedia	66%
Mobiliteitsbranche (Handel in en reparatie van motorvoertuigen)	65%
Vervoer en opslag	65%
Overige industrie, inclusief energie en nutsbedrijven, milieu en recycling	63%
Procesindustrie: Voedings- en genotsmiddelen, Chemie	60%
Bouwnijverheid en bouwinstallatie	58%
Metalektro en metaalnijverheid	56%
Groothandel	54%
Financiële dienstverlening	51%
Overige zakelijke dienstverlening	44%
Openbaar bestuur, inclusief overheidsdiensten	40%
Zorg	33%
Cultuur, sport en recreatie	30%
Overige dienstverlening, huishoudens en extraterritoriale organisaties	26%
Informatie en communicatie	24%
Onderwijs	16%
Welzijn, Kinderopvang Jeugd, Maatschappelijke opvang, Sociaal-cultureel werk	12%
<b>Totaal</b>	<b>49%</b>

De schattingen van Frey en Osborne (2013 en 2017) zijn recent opnieuw gedaan en in twee studies zijn behoorlijk lagere percentages gevonden. In een onderzoek naar de toekomst van vaardigheden en werkgelegenheid hebben Osborne en anderen berekend dat maar 20% van alle banen een hoog risico heeft (Bakhshi et al., 2017). Ook uit een onderzoek in de OESO-landen blijkt dat maar 14% van de banen "zeer goed te automatiseren" is (Nedelkoska en Quintini 2018). Uit deze wisselende inzichten wordt nog eens helder dat de toekomstige ontwikkelingen veel onzekerheid met zich meebrengen.

Een zekerheid hebben we echter wel: Aangezien innovatief vermogen in toenemende mate samenhangt met economische groei, beperkt een gebrek aan personen met voldoende digitale, technische en ICT-vaardigheden, in combinatie met een bredere reeks algemene vaardigheden (soms ook cognitieve en niet-cognitieve ook wel 21st century skills genoemd), het innovatieve vermogen van onder andere de Nederlandse economie. Indien een economie wel beschikt over werknemers met de juiste vaardigheden voor de toekomst dan kunnen potentiële negatieve effecten op het innovatieve vermogen en de arbeidsmarkt verminderd worden en kunnen er juist nieuwe kansen ontstaan (Elliott, 2017; McAfee en Brynjolfsson, 2017).



Voor werknemers die door middel van training en herscholing op de langere termijn niet de nodige vaardigheden kunnen verwerven, moeten geschikte maatregelen worden getroffen die een oplossing bieden vanuit een situatie van onvoldoende kwalificaties en uiteindelijk werkloosheid (McAfee et al., 2014). Recent onderzoek heeft echter ook aangetoond dat werknemers zich voldoende kunnen aanpassen aan de veranderingen op de arbeidsmarkt en dat de effecten van digitalisering en automatisering overdreven kunnen zijn, omdat veel banen kunnen veranderen maar ook nieuwe banen zullen worden gecreëerd (Autor, 2015; Arntz et al., 2016).

Vanuit die optiek hebben het opleidingsfonds Arbeidsmarkt ICT (CA-ICT), Nederland ICT en CIO Platform Nederland samen met een aantal topsectoren<sup>3</sup> onderzoek laten uitvoeren naar de gevolgen van verregaande technologische verandering, digitalisering en automatisering op de arbeidsmarkt. Daarbij is de insteek om zoveel mogelijk inzichten op te doen om Nederland ook in de toekomst concurrerend te houden, met als focus een beroepsbevolking die beschikt over voldoende digitale en algemene vaardigheden. Gezien de complexiteit van deze vraagstukken zou een te beperkte visie op alleen de negatieve gevolgen de meer algemene effecten en positieve ontwikkelingen onderschatten. Nieuwe benaderingen van arbeidsmarktonderzoek, zoals gekozen in deze studie, moeten daarom bijdragen aan diepere inzichten over deze algemene en nauw met elkaar samenhangende ontwikkelingen. Dit arbeidsmarktonderzoek moet dan ook leiden tot een beter begrip van deze ontwikkelingen en tot eerste inzichten van de wisselwerking van de genoemde factoren op de vraag naar arbeid en het aanbod daarvan.

## 1.2 Onderzoeksvragen

De context van het onderzoek betreft de digitaliserende samenleving waarvan alle sectoren en beroepen de gevolgen ondervinden. De technologisering en digitalisering hebben een transformatie van de hele economie teweeggebracht en technologie, digitalisering en ICT zijn cruciale onderdelen geworden van de hedendaagse maatschappij. Daardoor vervagen steeds meer de grenzen tussen 'ICT-ers' en overige beroepen waarin ICT-gerelateerde vaardigheden gevraagd zijn. Ook de eisen die gesteld worden aan werknemers in zowel ICT-functies als in andere functies veranderen de laatste jaren sterk. Door deze ontwikkelingen neemt de vraag naar (hogere) digitale en ICT-vaardigheden sterk toe.

Maar wat betekenen deze ontwikkelingen daadwerkelijk voor de (Nederlandse) arbeidsmarkt en voor de verschillende (top)sectoren? Tot nu toe is nog onvoldoende onderzocht wat de gevolgen zijn voor verschillende beroepen en voor werknemers met verschillende vaardigheden en opleidingsniveaus. Zullen deze ontwikkelingen niet (ook) leiden tot nieuwe structuren, door bijvoorbeeld dwars door sectoren heen impact te hebben? Digitalisering trekt zich immers niets aan van sectoren of beroepen, wat vandaag een energiebedrijf is zou al overmorgen een bedrijf kunnen zijn dat valt onder *smart industries*.

Meer specifiek analyseren we de effecten van technologische verandering op de vraag naar specifieke beroepen en vaardigheden, en de implicaties voor werknemers met diverse ervarings- en opleidingsniveaus. Op basis van deze inzichten laten we zien hoe de

---

<sup>3</sup> De deelnemende topsectoren zijn: Chemie, Energie, Holland High Tech (HTSM) en Life Sciences & Health (LSH).



veranderingen een behoefte creëren tot extra training voor bepaalde werknemers om te komen tot duurzame inzetbaarheid en faciliteren van toekomstige carrièrekansen. Hiervoor brengen we recente verschuivingen op de arbeidsmarkt in kaart en schetsen de haalbaarheid van baantransities op basis van de vaardigheden en competenties die voor een specifiek beroep vereist zijn. De volgende onderzoeksvragen worden beantwoord.

### **Onderzoeksvraag 1: Hoe worden digitale en andere vaardigheden beïnvloed door digitalisering en automatisering?**

In eerste instantie wordt de impact van digitalisering op de gehele arbeidsmarkt en op de betrokken (top)sectoren bestudeerd. Hierbij wordt de verandering in vaardigheidsvereisten in de loop van de tijd gemeten. We houden rekening met enerzijds digitale, technische en ICT vaardigheden en anderzijds meer algemene cognitieve en niet-cognitieve vaardigheden. Dit helpt om te begrijpen hoe de vereisten in de loop van de tijd zijn veranderd. Het geeft ook inzicht in de noodzaak van omscholing als gevolg van digitalisering en automatisering en helpt de behoefte aan aanpassingen in onderwijsprogramma's in te schatten.<sup>4</sup>

### **Onderzoeksvraag 2: Wat is de overstapmogelijkheid, dat wil zeggen de mate van overeenkomst tussen verschillende banen?**

De tweede doelstelling van dit onderzoek is het beoordelen van de haalbaarheid van verschillende baantransities op de Nederlandse arbeidsmarkt. Onze datagedreven aanpak is gebaseerd op het meten van de gelijkheid van twee banen op basis van de gepubliceerde vacatureteksten. Hiervoor hebben we toegang gekregen tot de database van TextKernel en hun groot online vacatureportaal in Nederland, Jobfeed. Een nadere omschrijving van deze 'big data' is te vinden in sectie 3.1.1. We analyseren de volledige vacatureteksten die de functiebeschrijving bevat evenals informatie over de vereiste kennis en vaardigheden, het opleidingsniveau en de ervaring van een geschikte sollicitant. Deze informatie wordt gebruikt om een gelijkheidsscore te construeren tussen telkens twee banen waardoor de overeenkomst tussen deze twee banen wordt weergegeven in een index.

### **Onderzoeksvraag 3: Hoe worden carrièreperspectieven beïnvloed door trends op de arbeidsmarkt?**

In de laatste stap worden de (resultaten uit de) big data gecombineerd met voorspellingen over de arbeidsmarktdynamiek voor sectoren en beroepen. Op deze manier kunnen we inzichten verkrijgen over hoe algemene trends op de arbeidsmarkt de loopbaanperspectieven van werknemers in verschillende sectoren en beroepen beïnvloeden. Bovendien laten we zien in welke mate werknemers in beroepen met een hoge kans op krimp kunnen overstappen naar alternatieve banen. Indirect kunnen we daardoor ook aantonen wat de impact van digitalisering en automatisering zal zijn op werkloosheid en opleidingsbehoeften. Worden we in de toekomst geconfronteerd met een overweldigende toename van de werkloosheid of zal het probleem op een natuurlijke manier dusdanig opgelost worden dat werknemers hun vaardigheden (mogelijk na wat extra training) in alternatieve banen kunnen gebruiken?

---

<sup>4</sup> De laatste twee onderdelen worden niet onderzocht in deze studie, maar zijn onderdeel van het tweede gedeelte van het "Arbeidsmarktonderzoek met Topsectoren", perceel 2, dat wordt uitgevoerd door Berenschot. Voor wat betreft de implicaties voor aanpassingen in het onderwijssysteem zijn er enkele onderzoeken gedaan, onder andere voor Nederland; zie bv. Turkenburg en Vogels (2017) of Bessen (2015).



### 1.3 Onderzoeksbenadering

De onderzoeksvragen worden beantwoord door gebruik te maken van een nieuwe benadering waarin informatie uit online vacatures, dat wil zeggen uit ongestructureerde gegevens van internet ('big data' dus), gecombineerd worden met informatie uit arbeidsmarktprognoses, dus met gestructureerde gegevens. Deze aanpak is overgenomen uit een onderzoek voor de Amerikaanse arbeidsmarkt dat door het World Economic Forum (WEF) samen met de Boston Consulting Group en Burning Glass Technologies is uitgevoerd (WEF, 2018). Daardoor is het mogelijk om een innovatieve en zeer rijke informatiebron, en tevens unieke, dataset te gebruiken. Om complexe databronnen van gestructureerde en ongestructureerde gegevens te analyseren worden data science technieken toegepast die patronen in (complexe) data herkennen.

Deze benadering stelt ons in staat om in dit *Arbeidsmarktonderzoek ICT met Topsectoren* de effecten te schetsen van digitalisering en automatisering op de vraag naar digitale en overige vaardigheden voor de gehele arbeidsmarkt, voor de deelnemende (top)sectoren, voor 371 verschillende beroepen, en voor drie typen functies (leidinggevenden, ICT functies en niet-ICT functies). We gaan hierbij nog verder dan WEF (2018) in het bepalen van veranderingen in de vraag naar vaardigheden voor bepaalde beroepen op basis van de vacaturedata, waardoor de WEF aanpak door dit onderzoek wordt verrijkt.

In de eerste fase van dit arbeidsmarktonderzoek is gestart met een meer kwalitatieve insteek, omdat de draagwijdte van de onderliggende onderzoeksvragen hiertoe aanleiding gaf. Met een multi-methodische aanpak waarbij literatuuronderzoek en zowel kwalitatief als kwantitatief onderzoek verricht is zijn vernieuwende inzichten verkregen in de gevolgen van digitalisering, automatisering en technologische veranderingen voor de arbeidsmarkt. In het kwalitatieve onderdeel werden eerst online vragenlijsten verstuurd en gesprekken gevoerd met experts en visionairs uit de deelnemende sectoren. Dit om te verkennen welke vragen er in het veld leven en welke verwachtingen men heeft over de (nabije) toekomst en zo eerste inzichten op te doen over wat we willen bereiken, de zogeheten 'Soll', voor de aanpassingen aan de toenemende digitalisering. Aangezien de kwalitatieve onderzoekslijn verder is opgepakt door Berenschot in perceel 2, gaan we in dit rapport niet verder in op deze inzichten. In 2019 wordt hierover een tweede rapport gepubliceerd, waarin tevens de doorontwikkelingen van de onderzoeksuitkomsten naar arbeidsmarktbeleid geschetst worden.

### 1.4 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 schetsen we het theoretische kader door een korte literatuuroverzicht<sup>5</sup> te geven, waarna we de gebruikte data en methoden toelichten in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 gaan we vervolgens in op de inzichten omtrent de effecten van digitalisering op de vereiste vaardigheden in bepaalde beroepen en sectoren. Hoofdstuk 5 bespreekt de effecten voor (verschuivingen in) banen en sectoren, dus van de impact op de werkgelegenheid. Bij deze discussie van overstapmogelijkheden binnen beroepen en sectoren maken we onderscheid in een beleidsperspectief (§ 5.1) en een individueel perspectief (§ 5.2). Hoofdstuk 6 vat alle bevindingen uit de analyses samen

<sup>5</sup> Een uitgebreid literatuuroverzicht, net als een discussie over verscheiden definities en concepten van (digitale) vaardigheden; digitalisering en automatisering, zal onderdeel zijn van het rapport over perceel 2 die in de loop van 2019 wordt opgeleverd door Berenschot.



voor de gehele arbeidsmarkt en de (deelnemende) sectoren en hoofdstuk 7 rondt dit rapport af met conclusies en mogelijkheden voor toekomstig onderzoek.

## 2 Literatuuroverzicht

Er is tegenwoordig zeer veel literatuur beschikbaar over de effecten van digitalisering en automatisering op de arbeidsmarkt. Een overzicht over de uiteenlopende en vaak zelfs tegenstrijdige inzichten uit en discussies in de literatuur is al gegeven in de inleiding (zie § 1.1). Het vervolgonderzoek door Berenschot zal hier verder uitgebreid op ingaan. Hier beperken we ons tot een kort overzicht over recente artikelen die ook data science technieken, (online) vacatures of big data hebben gebruikt voor arbeidsmarktonderzoek.

Zo werden al in Kurekova et al. (2015) methodologische vraagstukken besproken met betrekking tot de voor- en nadelen van het gebruik van online vacature data in vergelijking met online surveys. Enerzijds is de representativiteit van deze online vacaturebanken niet volledig gewaarborgd omdat er geen centrale registratie bestaat voor vacatures. Daardoor is de gehele populatie van vacatures niet bekend en bestaat het risico dat een deel van de vacatures gemist wordt. Daarnaast worden veel open posities ook via andere kanalen, zoals intern, via eigen netwerken, etc. ingevuld. Verzamelingen van vacatures kunnen dus nooit een volledig beeld van de arbeidsmarkt geven. Ook kan er sprake zijn van andere vertekeningen van een representatief beeld omdat naar verwachting voornamelijk lastig in te vullen posities als vacature verschijnen, waar overige vacatures via andere kanalen wordt ingevuld. Aan de andere kant worden online vacatures wel meer standaard en kunnen dus een steeds completer beeld schetsen van de arbeidsmarkt. Bijkomende voordelen van online vacaturedata zijn dat deze veel goedkoper zijn dan het vaak gebruikte alternatief van surveys, dat de hoeveelheid data die verzameld kan worden veel groter is dan via andere kanalen, en dat er doorgaans veel meer details beschikbaar zijn, zoals bijvoorbeeld de volledige inhoud van de vacature. Om deze redenen, in combinatie met het feit dat onderzoek op basis van online vacaturedata steeds meer gebruikt wordt en een positieve impact begint te geven, benadrukken de auteurs uiteindelijk vooral de voordelen van dit soort onderzoek.

Volgens Boselli et al. (2017) biedt de snelle groei van online vacatures een "geweldige kans voor real-time monitoring van de arbeidsmarkt". Dit is het doel van *Labour Market Intelligence (LMI)*, een veld dat steeds relevanter wordt voor het ontwerp van het arbeidsmarktbeleid en -evaluatie. Zo leveren online vacatureteksten een concurrentievoordeel op voor arbeidsmarktonderzoekers en beleidsmakers tegelijk, omdat niet alleen real-time analyses mogelijk gemaakt worden, maar ook op feiten gebaseerde besluitvormingsmodellen en beleidsvoering. Hun Machine Learning aanpak voor het automatisch classificeren van miljoenen online vacatures op een standaard taxonomie van beroepen volgens ISCO is inmiddels uitgegroeid tot het eerste internationale LMI tool en wordt ingezet bij Cedefop (*European Centre for the Development of Vocational Training*), een agentschap dat EU beleid ontwikkelt en implementeert voor beroepsopleidingen en training.

Begin dit jaar is het WEF report gepubliceerd dat gedeeltelijk ten grondslag ligt aan onderhavig onderzoek. In hun rapport over de 'reskilling revolution' in de VS heeft het WEF



samen met Burning Glass Technologies onderzocht welke overstapmogelijkheden er zijn voor werknemers in krimpende beroepen en in welke mate om- en bijscholing (*reskilling*) noodzakelijk is, aan de hand van hun big data vacaturebank en analysetools. Hun onderzoek laat zien dat een datagedreven aanpak juist voordelig is om ook onverwachte overstapmogelijkheden naar voren te brengen. Daardoor kunnen niet alleen nieuwe kansen voor werknemers in kaart gebracht worden, maar ook beleidsmakers geïnformeerd worden over kansrijk arbeidsmarktbeleid en kunnen aanbevelingen worden gedaan voor werkgevers voor wie investeringen in opleiding en bijscholing van werknemers een “no-regret action” zou zijn, “even in the absence of skills shortages” (WEF, 2018, p. 17). Dit onderzoek laat ook zien dat technologische vooruitgang negatieve effecten heeft op sommige beroepen en sectoren en dat vrouwen, die vaak in krimpende beroepen en sectoren werken, buitenproportioneel geraakt worden. Aan de andere kant schetst de studie ook de kansen die zich, soms onverwachts, voordoen door een overstap naar een ander beroep of zelfs sector en wordt de noodzaak voor Leven Lang Ontwikkelen (*Lifelong Learning*) op alle niveaus benadrukt.

Een interessant paper is Atalay et al. (2018) dat op basis van vacatureteksten de effecten van de invoering van ICT op banen en de vervulde taken analyseert. Als databron gebruiken deze auteurs geen online vacatures, maar vacatureteksten uit drie grote Amerikaanse kranten over de periode van 1960 tot 2000. Uit deze unieke dataset blijkt, in overeenstemming met de eerder genoemde literatuur, dat technologie adoptie en digitalisering ertoe leiden dat analytische taken die niet routinematig vervuld kunnen worden toenemen en andere, met name routinematige taken, afnemen. Dit heeft ook gevolgen voor de baankeuze van personen (*job sorting*) en verhoogt de inkomensongelijkheid. Hoger opgeleiden in goed betaalde banen hebben een hogere kans om deze analytische niet-routinematige banen te kunnen blijven vervullen, terwijl werknemers met minder hoge opleiding of in routinematige banen een grotere kans hebben om werkloos te raken.

## 3 Data en methoden

### 3.1 Data

We hebben gegevens gebruikt van TextKernel en hun big data vacature database Jobfeed. Op dit online banenportaal staan meer dan 95% van alle gepubliceerde vacatures op de Nederlandse arbeidsmarkt van de laatste tien jaar. Voor onze data science analyses gebruiken we de gegevens van de laatste vijf jaar (2012-2017). Deze 'big data' worden vervolgens samengevoegd met arbeidsmarktprognoses van het ROA Instituut. De laatste ROA-prognoses over de arbeidsmarktontwikkelingen voor verschillende beroepen en sectoren lopen tot 2022. We kunnen daardoor middellange termijn voorspellingen doen voor de arbeidsmarktontwikkelingen in Nederland.

Naast de koppeling met arbeidsmarktprognoses wordt informatie gehaald uit meerdere bronnen, waaronder het Occupational Information Network (O\*NET), een online database met informatie over beroepen. Het bevat benodigde kennis, vaardigheden, taken, opleiding en ervaring. Tevens wordt gebruik gemaakt van de ISCO (International Standard



Classification of Occupations) en specifiek versie ISCO-2008, een classificatie van 436 beroepen van de International Labour Organization (ILO). Een beroep in de ISCO-08 classificatie heeft een skill level (1 t/m 4) en is een combinatie van de aard van het werk, de vereiste opleiding en gevraagde ervaring. Andere bronnen waar we (digitale) vaardigheden uit putten zijn: EU skills framework, Stackoverflow, Dbpedia (Wikipedia).

### 3.1.1 Jobfeed

Jobfeed doorzoekt dagelijks het internet op nieuwe vacatures. De in dit onderzoek gebruikte data is van 2012 tot en met 2017, in totaal ongeveer 8 miljoen vacatures, en is de belangrijkste bron in dit onderzoek. Door Machine Learning-technologie weet de Jobfeed spider vacatureteksten van andere teksten te onderscheiden. Ook worden alle vacatures met elkaar vergeleken. Zo worden dubbele vacature-uitingen herkend. De data bevat (ongestructureerde) teksten, maar Jobfeed extraheert ook gestructureerde data zoals beroep, opleiding, locatie en bedrijfsnaam uit de vacatures.

Het merendeel van de vacatures is in het Nederlands geschreven, ongeveer 8% van de vacatures is in het Engels. Alle vacatures zijn gebruikt voor de vaardigheden in onze analyses, zolang er een kandidaat- of functieomschrijving aanwezig is. Voor het vergelijken van beroepen zijn alleen de Nederlandse vacatures meegenomen.

Bij de resultaten naar (top)sector is ongeveer 40% van de vacatures meegenomen. Bijna de helft van de vacatures is ingedeeld in de sectorcode arbeidsbemiddeling, uitzendbureaus en personeelsbeheer, bij de overige vacatures is de sector niet bekend.

Tabel 2 geeft een overzicht van de Jobfeed vacature data die gebruikt is binnen dit arbeidsmarktonderzoek ICT. De kandidaat- en functieomschrijving bevat de benodigde informatie over de gevraagde vaardigheden, ervaring, training, kennis en opleiding.

*Tabel 2: Gebruikte data uit Jobfeed vacature data*

Variabele	Omschrijving
Datum	Datum waarop de vacature is gevonden, voor analyses per jaar.
ISCO-08 code	ISCO-08 code, geeft het beroep aan.
Organisatie activiteit	Belangrijkste hoofdactiviteit van de organisatie in de Standaard Bedrijfsindeling (SBI), geeft de sector aan.
Functieomschrijving	Omschrijving van de functie.
Kandidaatomschrijving	Omschrijving van de kandidaat, bevat ook gevraagde opleiding en ervaring.

Uiteraard zijn er ook enkele kanttekeningen te benoemen bij het gebruik van dit type data voor arbeidsmarktonderzoek. Net zoals in de literatuuurdiscussie benoemd zitten er beperkingen op de representativiteit van (online) vacatures. Hier komt bij dat we niet weten wat de daadwerkelijk invulling van een openstaande functie is. Indien ook (internet) data over sollicitaties op een bepaalde vacature, dus het aanbod van vaardigheden en expertise beschikbaar komt, is dat zeker een interessant vervolgonderzoek.



Aan de andere kant is te verwachten dat (online) vacatures wel een redelijk goed beeld geven van de gezochte vaardigheden, aangezien er geen sprake is van zogenaamde response en recall bias en het redelijk duur is een (goed zichtbare en breed verspreide) vacature te plaatsen. Vacatures als informatiebron voor onderzoek zijn uiteraard veel goedkoper dan andere informatiebronnen zoals vragenlijsten onder een representatieve steekproef of registerdata die uit meerdere bronnen (bijvoorbeeld van het CBS) gekoppeld moeten worden.

### 3.1.2 Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt

Het Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt (ROA) onderzoekt ontwikkelingen in vraag en aanbod op de arbeidsmarkt en ontwikkelt arbeidsmarktprognoses naar bedrijfssectoren, beroepen, opleidingen en regio. ROA maakt prognoses van de stromen van en naar de arbeidsmarkt. Voor de meest recente prognoses vormen de ontwikkelingen tussen 1996 en 2016 de basis voor de prognoses tot en met 2022. De belangrijkste databronnen zijn 1) cijfers uit de Enquête Beroepsbevolking (EBB) van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), 2) prognoses over de toekomstige ontwikkelingen in de werkgelegenheid per bedrijfssector, 3) referentieramingen van het ministerie van Onderwijs met de ontwikkelingen van het aantal leerlingen en studenten, en 4) data uit schoolverlatersonderzoeken. Tabel 3 geeft een overzicht van de ROA prognose data die gebruikt is binnen dit arbeidsmarktonderzoek ICT.

*Tabel 3: Gebruikte data uit ROA prognoses*

Variabele	Omschrijving
Verwachte uitbreidingsvraag tot 2022	Vraag naar nieuwe arbeidskrachten die ontstaat door groei van de werkgelegenheid. Als er sprake is van een werkgelegenheidsdaling, is de uitbreidingsvraag negatief.
Verwachte vervangingsvraag tot 2022	Vervangingsvraag is de vraag naar nieuwe arbeidskrachten die ontstaat door bijvoorbeeld pensionering, (tijdelijke) uittreding vanwege zorgtaken, arbeidsongeschiktheid, beroepsmobiliteit of doorstroom naar andere opleiding.
Verwachte baanopeningen tot 2022	Baanopeningen zijn de totale vraag naar nieuwkomers op de arbeidsmarkt, zoals deze is bepaald door de werkgelegenheidsgroei (positieve uitbreidingsvraag) en de vervangingsvraag.
Indicator Toekomstige Knelpunten naar Beroep (ITKB)	Dit reflecteert de verwachte spanning naar beroep. De ITKB geeft de kans weer dat de gewenste personeelssamenstelling naar opleiding binnen beroepsgroepen gerealiseerd kan worden, rekening houdend met het verwachte aanbod per opleiding. Naarmate de waarde van de indicator lager wordt, zijn de verwachte knelpunten groter.





Gemiddeld bruto uurloon

Gemiddeld bruto uurloon van werknemers in 2016 in euro's. Enquête Beroepsbevolking (2016) gekoppeld aan het Sociaal Statistisch Bestand (SSB) 2016.

ROA gebruikt de Beroepenindeling ROA CBS 2014 (afgekort BRC-2014) en is een van de International Standard Classification of Occupations 2008 (ISCO-08) afgeleide indeling. De BRC-2014 indeling bestaat uit 114 beroepsgroepen. Een beroepsgroep bevat 1 of meerdere ISCO-08 unit groups (436 in totaal). De vacature data van Jobfeed is ingedeeld in ISCO-08 categorieën. Het gemiddeld bruto uurloon en de ITKB van een ISCO-08 unit group wordt overgenomen van de BRC-2014 beroepsgroep waarin de unit group valt. De verwachte vervangingsvraag, uitbreidingvraag en baanopeningen worden berekend evenredig aan het aandeel van de ISCO-08 unit groep binnen de BRC-2014 beroepsgroep.

## 3.2 Methoden

De verzamelde vacature teksten van het internet bestaan uit zogeheten ongestructureerde tekst. *Text mining* of *text analytics* is een methode om informatie te abstraheren uit tekst. Daarbij worden taalkundige, statistische en machine learning technieken ingezet om inhoudelijke informatie van tekstbronnen te modeleren en structureren om vervolgens te onderzoeken. Voorbeelden van *text analytics* zijn het clusteren van documenten en sentiment analyse. Binnen *text analytics* worden vaak *Natural Language Processing* (NLP) technieken toegepast. NLP omvat meerdere technieken zoals het herkennen van entiteiten (zoals organisaties, data en mensen) en het herkennen van woordsoorten (zoals werkwoord, zelfstandig naamwoord, etc.).

De specifieke NLP technieken waar we in dit onderzoek gebruik van maken zijn woordsegmentatie, tekstnormalisatie en het Bag-of-Words model. Omdat tekst niet altijd geschikt is om direct te analyseren, is het ook nodig om te transformeren naar een vector van getallen, vectorisatie. Vervolgens kunnen wiskundige afstandsmaten, specifiek de *cosine similarity*, worden toegepast om stukken tekst met elkaar te vergelijken.

Naast NLP technieken wordt lineaire optimalisatie toegepast, een wiskundig model bedoeld om een optimale oplossing te vinden, gegeven een lineaire doelfunctie en randvoorwaarden.



## 4 Digitalisering in topsectoren en type functie

Om digitalisering te meten vanuit vacatureteksten is uit meerdere bronnen een lijst met digitale (en overige) vaardigheden opgesteld, zijn deze vaardigheden ingedeeld in categorieën en zijn ze geëxtraheerd uit de vacatures, zie Bijlage B voor een uitleg en voor voorbeelden van welke vaardigheden in welke categorieën vallen.

Er zijn 13 categorieën digitale vaardigheden en 14 categorieën overige vaardigheden geïdentificeerd. De digitale categorie 'Digital transformation skills' omvat technieken die van doen hebben met de ontwikkelingen in digitalisering, zoals 3D printing, artificial intelligence (AI), blockchain, cloud computing, cybersecurity, internet of things en robotics.

In de onderstaande paragrafen wordt ingegaan op de meest gevraagde vaardigheden, de trend in de vaardigheden over de jaren en de vaardigheden die de grootste ontwikkeling in vraag zien, afzonderlijk voor de digitale vaardigheden en voor de overige vaardigheden. Tevens wordt ingegaan op de trends in ICT beroepen.

Het merendeel van de vacatures valt overigens niet onder een topsector, ongeveer 90%. Van de onderzochte topsectoren is de topsector Chemie het kleinste, met ongeveer 0,2% van het totaal aantal vacatures. Daarna volgen Life Sciences (0,6%), Energie (1%), HTSM (3,6%) en Health (6%).

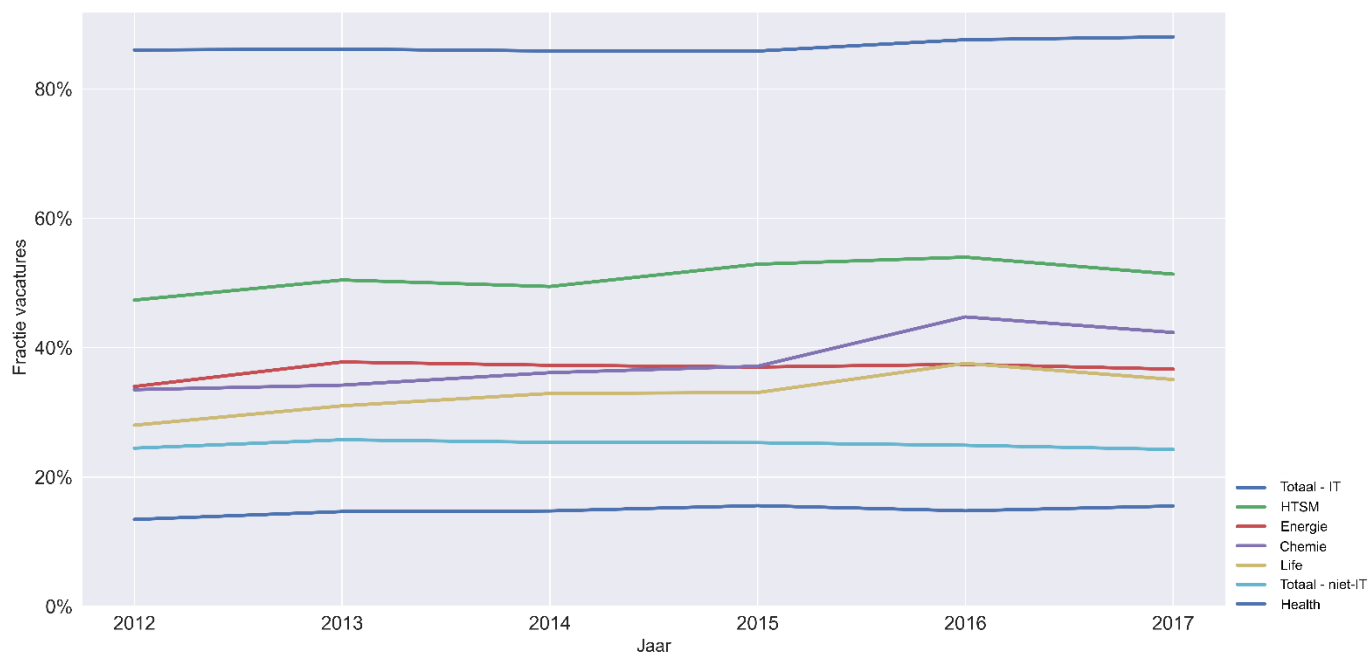
### 4.1 Digitale vaardigheden

In Figuur 1 is de fractie vacatures weergegeven waarin 1 of meerdere digitale vaardigheden gevraagd worden, per topsector en voor alle sectoren samen waarbij we onderscheid maken in ICT-functies ("Totaal IT") en alle niet-ICT functies ("Totaal – niet-IT"; zie Bijlage A voor de afbakening van topsectoren).

Alle sectoren samen (waarin dus ook de niet topsectoren) laten voor de niet-ICT functies over de hele periode een stabiele vraag zien van ongeveer 25%. De vraag naar ICT-functies blijft hoog en neemt ietwat toe van 86% in 2012 naar 87% in 2017. Voor alle topsectoren is er over de jaren een (kleine) stijging te zien. De toename is het grootst in de topsector Chemie van 34% in 2012 naar 42% in 2017. In de topsector Health stijgt de fractie vacatures met 2% naar 16% in 2017. Voor de topsectoren HTSM, Chemie en Life Sciences is er daarnaast een kleine daling tussen 2016 en 2017 te zien die komt door een (flinke) piek in 2016. Een mogelijke verklaring voor de daling kan ook zijn dat door de toenemende digitalisering veel gebruikte software als Word en Excel in de vacature teksten niet meer specifiek benoemd worden.



Figuur 1: Fractie vacatures met 1 of meer digitale vaardigheden, per topsector en totaal



Figuur 2 toont de ranglijst van digitale vaardigheden in vacatures, wederom voor die vacatures waarvoor minimaal één digitale vaardigheid wordt gevraagd. Basis computervaardigheden zijn over het algemeen het meest gevraagd in de jaren 2015-2017. Voor ICT beroepen en de topsector HTSM (waaronder het ontwikkelen, produceren en uitgeven van software valt en dus veel ICT beroepen) zijn dit programmeervaardigheden. Webontwikkeling wordt vaker gevraagd voor ICT beroepen en is minder belangrijk voor de topsectoren Chemie, Energie en Life Sciences. Computer-aided design wordt juist voor de topsector Chemie veel gevraagd, terwijl dit in ICT beroepen minder gevraagd wordt. 'Big data and analytics' vaardigheden staan voor de topsectoren Chemie, Energie, Life Sciences en Health en in mindere mate HTSM hoger in de ranglijst dan in de totale ranglijst. Voor 'Digital transformation' vaardigheden is dat het geval bij de topsectoren Energie, ICT en in mindere mate Chemie.



*Figuur 2: De ranking van digitale vaardigheden in vacatures over de periode 2015-2017, totaal, per topsector en voor ICT beroepen.*

Basic computer skills	1	1	1	1	1	2	5
Programming skills	2	5	3	4	3	1	1
Resource management software	3	2	2	2	4	3	4
Database management, design and query	4	4	4	3	2	4	3
Web platform development software	5	13	9	10	6	5	2
Computer-aided design	6	3	5	6	8	6	11
Internet technology and networking	7	9	10	8	7	8	6
Big data and analytics	8	6	6	5	5	7	8
Digital transformation	9	8	7	9	10	9	7
Specialized software	10	7	8	7	9	10	9
Project management software	11	11	11	13	11	11	10
Digital marketing	12	10	13	11	12	12	13
IT governance and management	13	12	12	12	13	13	12
	Overall	Chemie	Energie	Life Sciences	Health	HTSM	ICT

We onderscheiden 3 typen functies; manager, ICT en overige beroepen. Van alle vacatures is 10% een ICT beroep, in ongeveer 7% gaat om manager beroepen en de rest is overig (waaronder ook onbekend).<sup>6</sup>

Als we het verschil in ranglijst van digitale vaardigheden beschouwen tussen manager, ICT en overige beroepen in Figuur 3, valt op dat 'Digital transformation' en 'Big data and analytics' vaardigheden relatief gezien meer gevraagd worden bij een manager vacature. Basis computervaardigheden zijn voor manager vacatures het meest gevraagd, terwijl programmeervaardigheden op nummer 2 in de ranglijst staat. Voor de overige functies zijn basis computervaardigheden, Enterprise resource planning (ERP) en management software en computer-aided design het meest gevraagd.

<sup>6</sup> Het aantal ICT beroepen verschilt sterk per topsector. Het grootste aandeel is bij de topsector HTSM, met 19% ICT beroepen. Daarna volgt de topsector Energie met 9%, Life Sciences met 5% en Chemie met 4,3%. Bij de topsector Health is 1 op de 50 vacatures een ICT vacature. Het aantal vacatures voor ICT beroepen in de Jobfeed database is bijna verdubbeld van rond de 65.000 in 2012 naar 114.000 in 2017. Een kanttekening hierbij is dat dit zou kunnen voortvloeien uit bijvoorbeeld het vaker plaatsen van vacatures op het internet of uit een verbeteringslag gedurende deze periode bij het vinden van vacatures op het internet. Het totaal aan vacatures is eveneens verdubbeld en de ICT beroepen lopen daarmee niet uit de pas. De afbakening van managers is gescheiden op basis van de ISCO codes 11, 12, 13 en 14. Dit zijn de codes voor leidinggevenden functies (*higher executive functions*).



Figuur 3: Digitale vaardigheden naar type functie (manager, ICT beroep, overig)

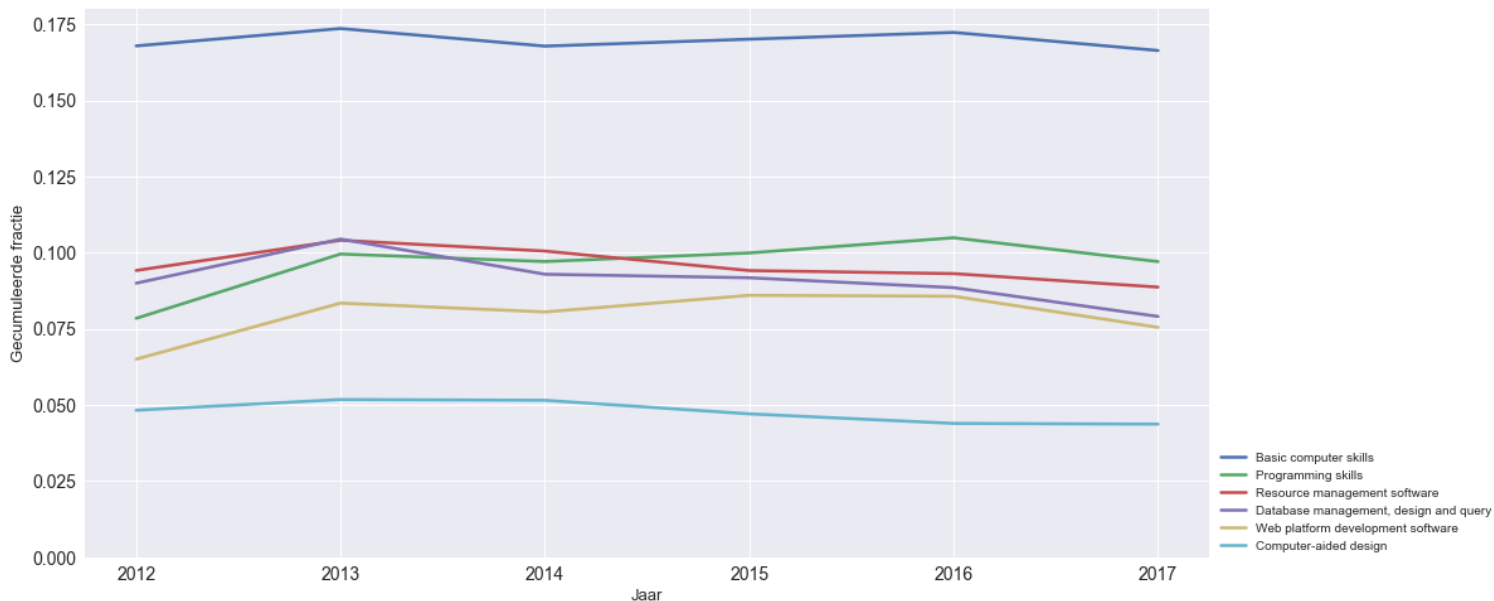
Basic computer skills	1	1	5	1
Programming skills	2	2	1	6
Resource management software	3	3	4	2
Database management, design and query	4	4	3	4
Web platform development software	5	8	2	9
Computer-aided design	6	6	11	3
Big data and analytics	7	5	7	7
Internet technology and networking	8	9	6	8
Specialized software	9	10	9	5
Digital transformation	10	7	8	11
Project management software	11	12	10	12
Digital marketing	12	11	13	10
IT governance and management	13	13	12	13
	Overall	Manager	ICT	Other

In Figuur 4 en Figuur 5 wordt de ontwikkeling van digitale vaardigheden tussen 2012 en 2017 getoond, per categorie. Hierin zien we dat de vraag naar programmeer-, webontwikkeling, 'Big data and analytics' en 'Digital transformation' vaardigheden stijgt en de vraag naar database vaardigheden daalt. De vraag naar basis computervaardigheden blijft redelijk stabiel. Verder is er een lichte daling in resource management software, computer-aided design en internet technologie.<sup>7</sup>

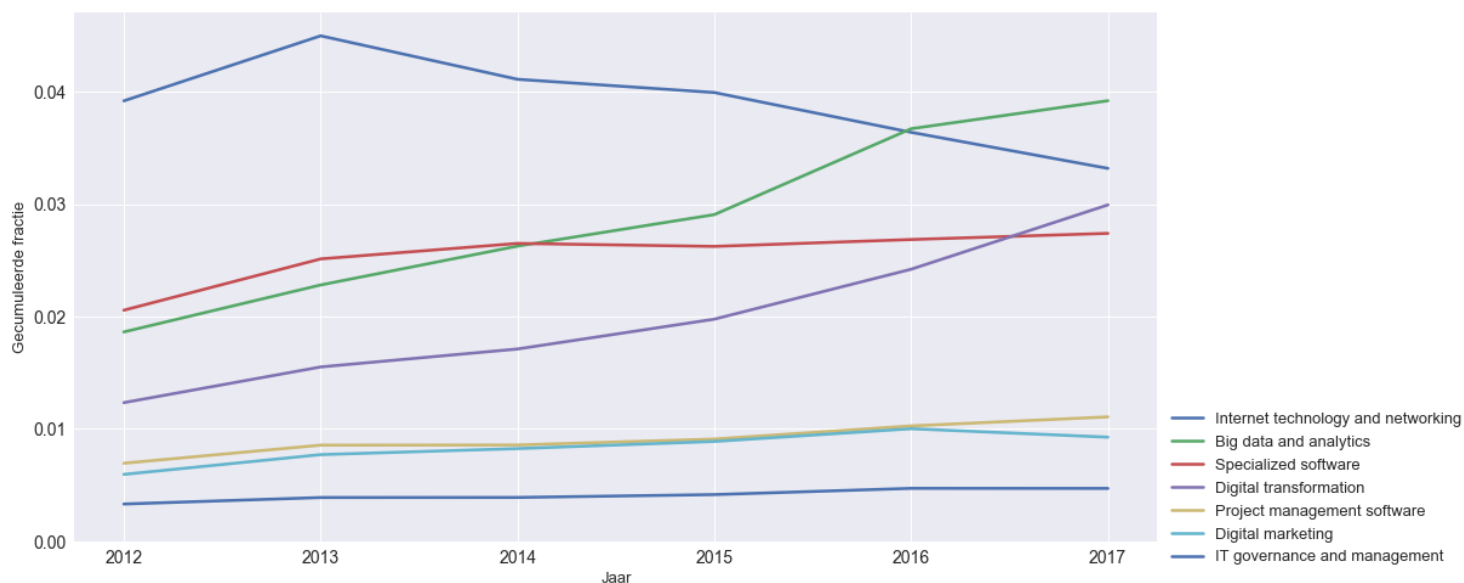
<sup>7</sup> In deze categorie zijn alleen langer bestaande internettechnologievaardigheden meegenomen, geen vaardigheden die betrekking hebben op recente IoT en cloud computing technologieën. Daarom zien we een daling in deze vaardigheden. Zie ook Bijlage B voor meer informatie over de vaardigheden die tot een bepaalde categorie behoren.



*Figuur 4: Ontwikkeling digitale vaardigheden tussen 2012 en 2017, per categorie, grootste 6 categorieën*



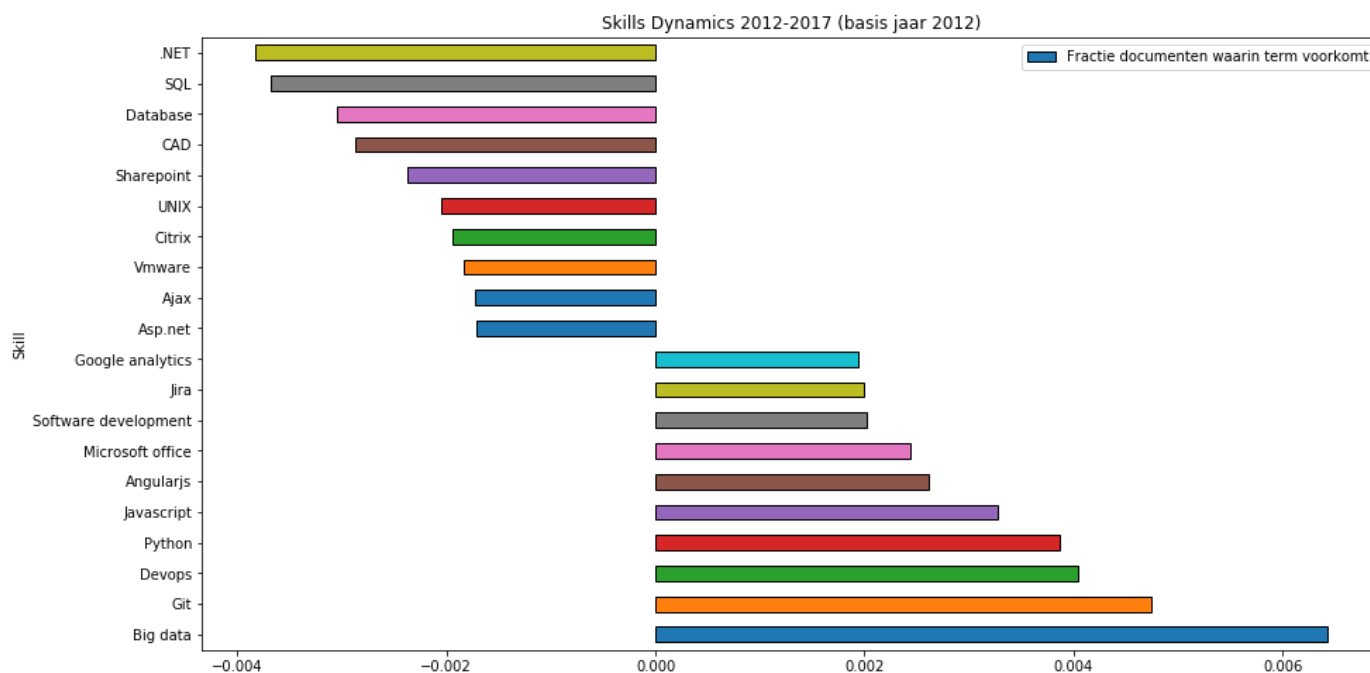
*Figuur 5: Ontwikkeling digitale vaardigheden tussen 2012 en 2017, per categorie, overige categorieën*



De grootste stijgingen en dalingen in gevraagde digitale vaardigheden zelf (niet de categorieën) zijn weergegeven in Figuur 6. Big data (een vaardigheid binnen de categorie 'Big data and analytics') is in 2017 0,6 procentpunt meer gevraagd dan in 2012, de grootste stijging. De vaardigheid Git ziet eveneens een stijging in vraag. Daarentegen is er vooral minder vraag naar .NET en SQL.



Figuur 6: Grootste veranderingen tussen 2012 en 2017 in digitale vaardigheden voor alle vacatures



Voor de topsectoren nemen we, in tegenstelling tot het algemene beeld, het volgende waar:

- Voor ICT vacatures verschillen de grootst stijgende en dalende vaardigheden niet veel. Wel komen ook HTML5, Microsoft Cloud, Jira en CSS naar voren met een stijgende vraag en SAP en UML met een dalende vraag.
- Bij de topsector Chemie is de opvallendste stijger SAP. Ook komt daar SCADA naar voren als daler.
- Bij de topsector Energie zien we vaardigheden als MATLAB, AI, data analyse en machine learning stijgen. De vraag naar SAP en online marketing is juist gedaald.
- Bij de topsector Health is de grootste stijging te zien bij de vraag naar (algemene) computervaardigheden. De vraag naar Server vaardigheden is gedaald.
- Bij de topsector HTSM zien we ook machine learning, MATLAB, test automation en SAP stijgen. Server vaardigheden worden minder gevraagd.
- Bij de topsector Life Sciences stijgen vooral de vaardigheden naar SAP en ERP. Ook database, data analyse en CNC vaardigheden stijgen.

Naast de grootste (absolute) stijgers en dalers zijn de vaardigheden die relatief het meest afnamen opgesomd in Tabel 4. Ook zijn nieuwe en opkomende vaardigheden geïdentificeerd, zie Tabel 5, met het aantal vacatures in 2012 en 2017 waarin de vaardigheid wordt gevraagd en de groeifactor (genormaliseerd voor het aantal vacatures in die jaren).



Tabel 4: Sterkst dalende vaardigheden (aantallen vacatures), bij de genormaliseerde groeifactor is gecorrigeerd voor de ontwikkeling in het totaal aantal vacatures.

<b>vaardigheid</b>	<b># 2012</b>	<b># 2017</b>	<b>Genormaliseerde groeifactor 2012-2017</b>
<b>RSS</b>	822	126	-0,9
<b>Windows XP</b>	1573	256	-0,9
<b>Actionscript</b>	351	62	-0,9
<b>XHTML</b>	1676	666	-0,8
<b>Dreamweaver</b>	418	194	-0,8
<b>Crystal Reports</b>	411	226	-0,7
<b>Unigraphics</b>	637	369	-0,7
<b>XSL</b>	347	208	-0,7
<b>Ansys</b>	470	288	-0,7
<b>Symantec</b>	337	213	-0,7
<b>NetWeaver</b>	366	234	-0,7
<b>Solaris</b>	664	456	-0,6
<b>OLAP</b>	353	255	-0,6
<b>IBM WebSphere</b>	344	262	-0,6
<b>Ajax</b>	2836	2164	-0,6
<b>Siebel</b>	872	671	-0,6
<b>WebSphere</b>	1220	946	-0,6
<b>Delphi</b>	805	662	-0,6
<b>Joomla</b>	436	361	-0,6
<b>XSLT</b>	1097	957	-0,5
<b>Unix</b>	3751	3309	-0,5
<b>Visual Basic</b>	1107	1005	-0,5
<b>ABAP</b>	731	673	-0,5
<b>Autodesk Inventor</b>	316	300	-0,5





Tabel 5: Opkomende digitale vaardigheden (aantallen vacatures), bij de genormaliseerde groeifactor is gecorrigeerd voor de ontwikkeling in het totaal aantal vacatures. Bij het ontbreken van vacatures in 2012 is voor het bepalen van de groeifactor een genormaliseerde score van  $1 \times 10^{-6}$  gebruikt.

<b>vaardigheid</b>	<b># 2012</b>	<b># 2017</b>	<b>Genormaliseerde groeifactor</b>
Docker	0	3250	1724
Angular	3	5367	935
Ansible	0	1665	883
TypeScript	0	1395	739
React.js	0	681	360
Blockchain	0	619	327
npm	1	588	307
deep learning	0	424	224
Tag Manager	0	384	203
SpecFlow	0	314	166
Vue.js	0	291	153
Adobe Analytics	0	263	139
Adobe Creative Cloud	0	236	124
neural network	0	198	104
MariaDB	2	329	85
Bing Ads	1	161	83
RapidMiner	0	156	82
Kotlin	0	150	79
ECMAScript	0	144	75
Ember.js	0	127	66
MapReduce	2	247	64
Amazon Cloud	1	122	63
data visualisation	1	118	61
Node.js	16	1855	60
Hive	4	460	59
Google Drive	2	203	52
BigQuery	1	87	45
internet of things	15	2829	44
GGIS	2	162	41
Sass	32	2463	39
Spark	40	2758	35
Dynatrace	1	50	25
Tableau	31	1439	23
DynamoDB	2	92	23
data analytics	44	1911	22
AWS	77	3241	21
machine learning	63	2609	21
version control software	1	41	20



## 4.2 Overige vaardigheden

Als gevolg van de technologische en economische veranderingen is ook de vraag naar andere vaardigheden ('overige vaardigheden') aan het veranderen en wordt juist de vraag naar meer dan digitale, technische en ICT-vaardigheden groter, met name de vraag naar niet-cognitieve vaardigheden. Een bekend kader hiervoor zijn de 21st century skills, waarin naast mediawijsheid, basis ICT- en informatievaardigheden ook vaardigheden zitten zoals creatief en kritisch denken, communiceren en samenwerken of probleemoplossend vermogen.<sup>8</sup>

Deze overige vaardigheden zijn voor dit onderzoek ingedeeld in 14 categorieën. In Figuur 7 is de ranglijst te zien voor de periode 2015-2017. Over het algemeen zijn de belangrijkste overige vaardigheden communicatievaardigheden met uitzondering van de zorgsector waar self-starter vaardigheden het meest gevraagd worden. Bij ICT beroepen worden planning en organisatie vaardigheden het meest gevraagd. In deze categorie zitten ook de vaardigheden 'agile' en 'scrum'. Verder komt leiderschap in vacatures van sommige topsectoren relatief iets meer naar voren dan in alle vacatures. Flexibiliteit wordt meer gevraagd in de zorgsector, terwijl samenwerken meer genoemd wordt in ICT vacatures.

*Figuur 7: De ranking van overige vaardigheden in vacatures over de periode 2015-2017, totaal, per topsector en voor ICT beroepen*

Communication skills	1	1	1	1	2	1	2
Self-starter	2	4	3	3	1	3	4
Planning and organisation	3	2	2	2	5	2	1
Flexibility	4	5	5	5	3	5	7
Collaboration	5	3	4	4	4	4	3
Service-orientation	6	11	7	7	6	9	9
Creativity	7	9	8	8	7	8	8
Computational thinking	8	6	6	6	10	6	6
Problem solving	9	8	9	10	11	7	5
Result-orientation	10	10	11	11	9	11	12
Leadership	11	7	10	9	8	10	11
Active learning	12	12	12	12	12	12	10
Critical Thinking	13	14	13	13	13	13	13
Quality Management	14	13	14	14	14	14	14
	Overall	Chemie	Energie	Life Sciences	Health	HTSM	ICT

Voor ICT beroepen zijn planning en organisatie vaardigheden het meeste gevraagd. Maar dit geldt ook voor manager beroepen, zie Figuur 8. Ook is samenwerken in beide type functies een veel gevraagde vaardigheid.

<sup>8</sup> Zie bijvoorbeeld <https://www.kennisnet.nl/artikel/nieuw-model-21e-eeuwse-vaardigheden/>.



Figuur 8: Overige vaardigheden naar type functie (manager, ICT beroep, overig)<sup>9</sup>

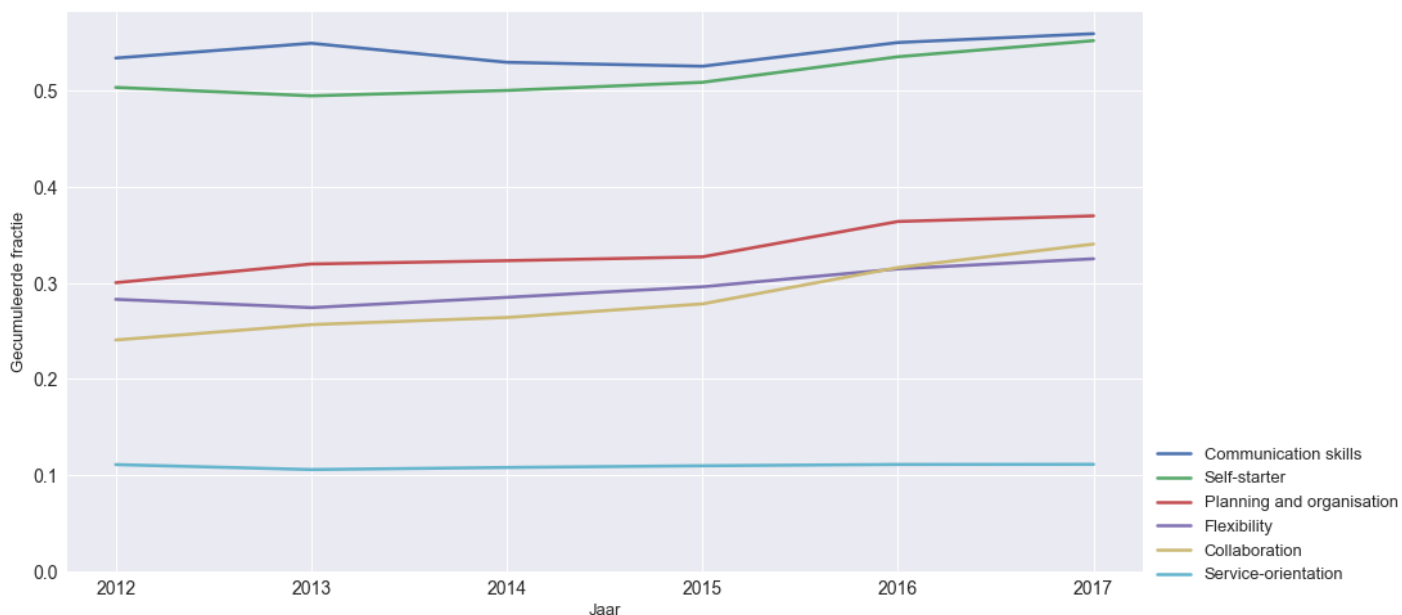
Communication skills	1	2	2	2
Self-starter	2	4	4	1
Planning and organisation	3	1	1	4
Flexibility	4	5	7	3
Collaboration	5	3	3	5
Service-orientation	6	11	9	6
Creativity	7	8	8	7
Computational thinking	8	7	6	9
Problem solving	9	10	5	10
Result-orientation	10	9	12	8
Leadership	11	6	11	11
Active learning	12	12	10	12
Critical Thinking	13	13	13	13
Quality Management	14	14	14	14
	Overall	Manager	ICT	Other

Bekijken we de trend in overige vaardigheden tussen 2012 en 2017, Figuur 9 en Figuur 10, dan zien we vooral een stijging in de vraag naar samenwerk-, planning- en organisatievaardigheden. Ook self-starter, flexibiliteit en active learning worden in 2017 meer gevraagd dan in 2012. Active learning is daarbij de snelste stijger, in lijn met de gedachte dat de versnelde ontwikkelingen hogere eisen op dit gebied gaan stellen aan werknemers. De overige vaardigheden blijven min of meer stabiel.

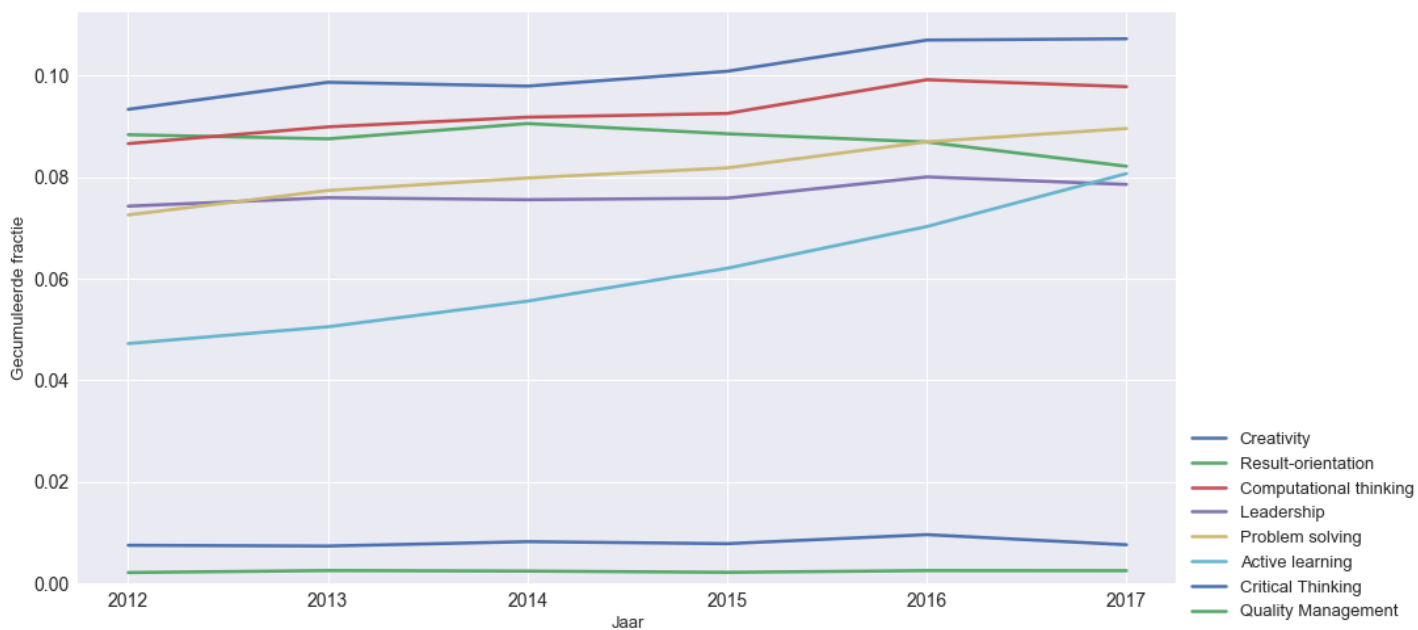
<sup>9</sup> Het grootste deel van de vacatures (meer dan 80%) zijn overige (niet-manager en niet-ICT) vacatures. Communicatievaardigheden en self-starter vaardigheden ontlopen elkaar voor de overige vacatures niet veel, terwijl de self-starter vaardigheden voor manager en ICT vacatures pas op nummer 4 staan. Daarom kan het zo zijn dat voor alle categorieën communicatievaardigheden op nummer 2 staan, maar voor alle vacatures in totaal op nummer 1.



*Figuur 9: Ontwikkeling overige vaardigheden tussen 2012 en 2017, per categorie, grootste 6 categorieën*



*Figuur 10: Ontwikkeling overige vaardigheden tussen 2012 en 2017, per categorie, overige categorieën*





### 4.3 Trends in ICT beroepen

Tabel 6 toont de sterkst stijgende functiebenamingen in ICT beroepen. Vooral het aantal DevOps en data scientist vacatures zijn in 2017 flink gegroeid ten opzichte van 2012. Voor sommige andere nieuwe beroepen gaat het om zeer beperkte aantallen.

*Tabel 6: Sterkst stijgende functiebenamingen in ICT beroepen, bij de genormaliseerde groeifactor is gecorrigeerd voor de ontwikkeling in het totaal aantal vacatures. Bij het ontbreken van vacatures in 2012 is voor het bepalen van de groeifactor een genormaliseerde score van  $1 \times 10^{-6}$  gebruikt.*

	# 2012	# 2017	GENORMALISEERDE GROEIFACTOR
<b>DEVOPS EXPERT</b>	5	1611	168
<b>DATA SCIENTIST</b>	4	1187	154
<b>DIGITAL MEDIA SPECIALIST</b>	1	110	57
<b>PRODUCT OWNER</b>	2	73	18
<b>DATA SPECIALIST</b>	7	215	15
<b>DIGITAL TRANSFORMATION EXPERT</b>	0	12	6
<b>INFORMATION SECURITY MANAGER</b>	0	10	5
<b>ETHICAL HACKER / PEN TESTER</b>	23	204	4
<b>SCRUM MASTER</b>	98	631	2

## 5 Krimpende beroepen door digitalisering

In dit hoofdstuk kijken we naar krimpende beroepen als gevolg van digitalisering. Werknemers die hiermee geconfronteerd worden moeten op zoek naar een ander beroep. We geven, vanuit verschillende perspectieven, antwoord op de vraag naar welke beroepen zij kunnen overstappen, om zo een stabiele loopbaan te kunnen voortzetten.

De laatste jaren wisselen meer werkenden van beroep<sup>10</sup>. In 2017 had 13% van de werkenden tussen de 25 en 45 een ander beroep dan een jaar eerder. Voor alle leeftijdscategorieën ging het in totaal om 937 duizend beroepswisselaars. Twee derde van de werkenden boven de 25 jaar gaat naar een andere beroepsklasse, de rest gaat naar een ander beroep binnen dezelfde beroepsklasse.

ROA (2018) vindt een negatieve correlatie tussen de uitbreidingsvraag in beroepen en het automatiseringsrisico in die beroepen. Ook is het aantal knelpunten naar beroep kleiner naarmate het automatiseringsrisico groter is. Met andere woorden: het is voor een werkgever makkelijker om vacatures voor een beroep te vervullen als het automatiseringsrisico van dat beroep groter is.

In de prognoses van ROA worden voor de beroepsgroep ingenieurs (geen elektrotechniek) de grootste knelpunten verwacht. Ook voor de elektrotechnisch ingenieurs, architecten,

<sup>10</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/11/meer-mensen-wisselen-van-beroep>.



artsen en leerkrachten basisonderwijs worden problemen verwacht om de gewenste personeelssamenstelling te bewerkstelligen. De meeste baanopeningen zijn te zien voor verkoopmedewerkers detailhandel, die echter relatief gemakkelijk te vervullen te zijn.

ROA geeft ook prognoses per sector aan. Voor de sector landbouw, bosbouw en visserij wordt een krimp van de werkgelegenheid verwacht, met ruim 11 duizend werknemers. Ook in de chemische industrie en in het onderwijs wordt een krimp verwacht, van respectievelijk 2.100 en 1.500 werknemers. De grootste uitbreidingsvraag wordt verwacht in de zorgsector, met bijna 120 duizend nieuwe arbeidskrachten.

Een krimp in de werkgelegenheid, of anders gezegd, een negatieve uitbreidingsvraag, voor een beroep hoeft niet te betekenen dat personen op zoek moeten naar een ander beroep. Neem als voorbeeld de leerkrachten basisonderwijs, die een verwachte negatieve uitbreidingsvraag zien van ongeveer 5.400 werkenden, maar waarbij daarentegen grote knelpunten worden verwacht (en al zijn) vanwege uitstroom van oudere leerkrachten.

Om het aantal personen per beroep te bepalen dat krimp ervaart en als gevolg daarvan een ander beroep moet zoeken, combineren we het aantal baanopeningen en de Indicator Toekomstige Knelpunten zoals geraamd door ROA. Hieruit bepalen we de verwachte, niet vervulde, baanopeningen. Als we ervan uitgaan dat de personen wiens baan komt te vervallen deze niet vervulde baanopeningen invullen, is het overschot hiervan het aantal personen dat op zoek moet naar een ander beroep. Tabel 7 toont welke beroepen dit zijn. Hieronder vallen geen ICT beroepen en onder managers valt alleen de beroepsgroep managers verkoop en marketing.

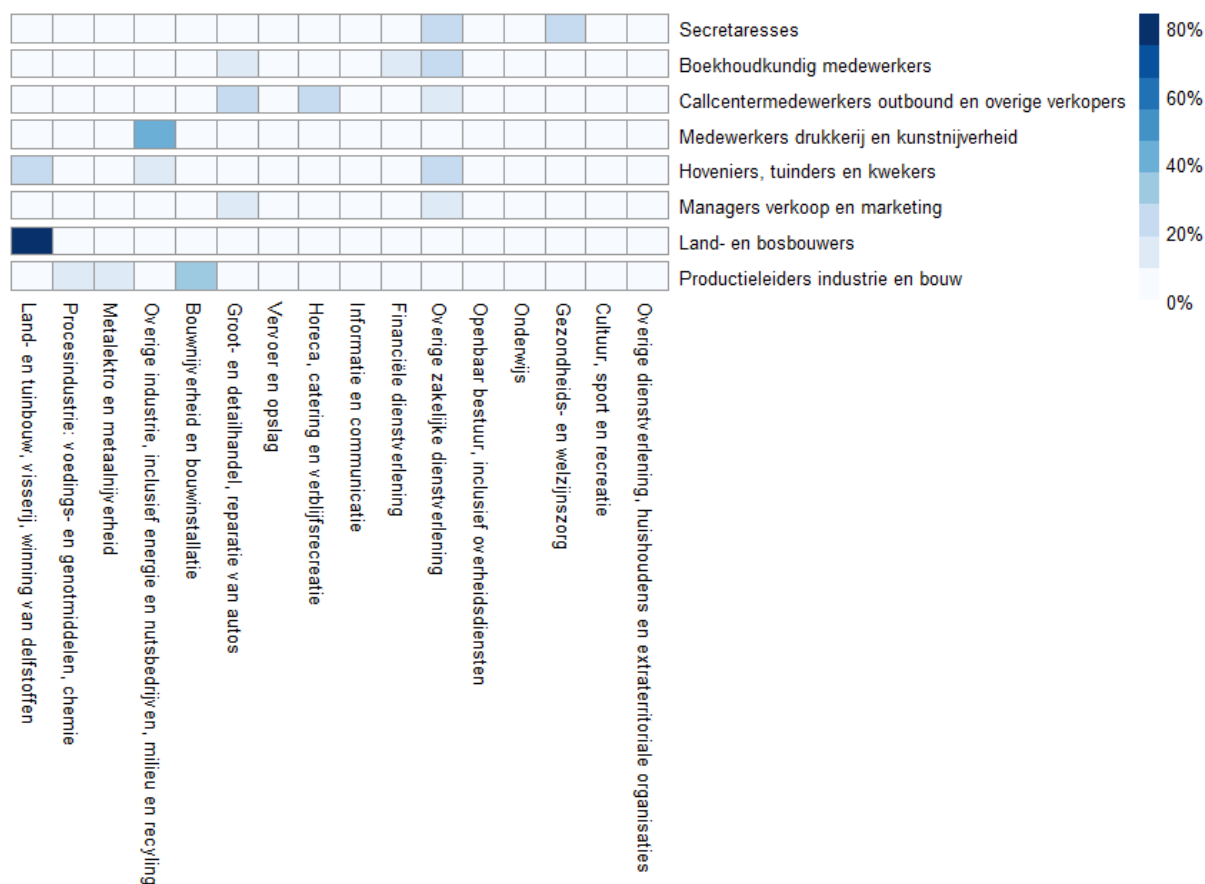
*Tabel 7: Aantal werknemers naar beroepsgroep waarvan verwacht wordt dat zij te maken krijgt met baanvernietiging en binnen de beroepsgroep niet terecht kunnen (alleen voor beroepsgroepen met meer dan 1000 verwachte getroffen werknemers).*

<b>Beroepsgroep</b>	<b># Werknemers 2016 (x1000)</b>	<b>Verwacht # getroffen werknemers (x1000)</b>
<b>Secretaresses</b>	52,5	6,6
<b>Boekhoudkundig medewerkers</b>	124,0	6,4
<b>Callcentermedewerkers outbound en overige verkopers</b>	114,5	6,3
<b>Militaire beroepen</b>	18,0	4,7
<b>Medewerkers drukkerij en kunstnijverheid</b>	30,5	3,5
<b>Hoveniers, tuinders en kwekers</b>	74,0	2,9
<b>Managers verkoop en marketing</b>	50,0	2,8
<b>Land- en bosbouwers</b>	32,5	1,1
<b>Productieleiders industrie en bouw</b>	60,5	1,0

De exacte verdeling over topsectoren van de beroepsgroepen uit Tabel 7 is onbekend, in Figuur 11 is de verdeling weergegeven over sectoren afkomstig van het CBS. De verdeling over sectoren van een beroep telt niet op tot 100% vanwege onbekende, onvoldoende betrouwbare of geheime gegevens.



Figuur 11: Verdeling over sectoren van beroepsgroepen waarvan verwacht wordt dat die te maken krijgen met baanvernietiging en binnen de beroepsgroep niet terecht kunnen, bron: CBS



Voor de beroepsgroepen waar werknemers getroffen worden en op zoek moeten naar een ander beroep, hebben we overstapberoepen bepaald. Hierbij overwegen we alleen haalbare en wenselijke overstappen.

De haalbaarheid van een overstap naar een ander beroep bepalen we door te kijken naar de gelijkentis tussen deze beroepen. Dit doen we door een objectieve 'gelijkenisscore' te berekenen. Het geeft de overlap aan tussen zowel de taken die uitgevoerd moeten worden, de benodigde kennis en vaardigheden als de gevraagde opleiding en ervaring. Zie Bijlage C voor meer details over het bepalen van deze gelijkenisscore. Naast de gelijkenisscore, welke op geaggregeerd niveau naar de theoretische haalbaarheid van een overstap kijkt, wordt gekeken naar de werkervaring en opleiding van een beroep. ISCO-08 heeft hiervoor de zogeheten 'skill level'. Een skill level van 1 vergt weinig of geen voorbereiding, zoals voor een schoonmaker. Een skill level van 4 vergt uitgebreide voorbereiding, zoals voor ingenieurs. We beperken de overstappen naar maximaal 1 skill level hoger of lager. Samenvattend, een **overstapberoep is haalbaar** als het startberoep en het overstapberoep 1) een gemiddelde of hoge gelijkenisscore en 2) een realistische sprong in verwachte werkervaring en opleiding hebben.

Sommige theoretisch haalbare overstappen zijn ongewenst omdat het aantal mensen dat in deze beroepsgroep werkt naar verwachting zal dalen. Ook kunnen theoretisch haalbare overstappen minder aantrekkelijk lijken voor overstapberoepen waarvan het salaris niet



overeenkomt met de levensstandaard van degene die wil overstappen. Samenvattend, een **overstapberoep is wenselijk** als 1) het overstapberoep stabiele vooruitzichten heeft en 2) het salaris van het overstapberoep dusdanig is dat degene die overstapt zijn of haar levensstandaard financieel kan handhaven (of verbeteren).

De mogelijke overstapberoepen benaderen we uit twee perspectieven:

- Een beleidsperspectief die beleidsmakers of bedrijfsplanners voorziet van een hulpmiddel voor het maximaliseren van productieve herplaatsingen voor werknemers die getroffen zijn door verstoringen van de arbeidsmarkt en het identificeren van prioriteiten tussen een aantal haalbare en wenselijke overstapberoepen, met het oog op het optimaliseren van de collectieve resultaten voor een groot aantal individuen.
- Een individueel perspectief om haalbare en wenselijke overstapberoepen in kaart te brengen voor één enkele getroffen werknemer, die zijn of haar eigen persoonlijke strategie kan overwegen voor een stabiele loopbaan.

## 5.1 Overstapberoepen – beleidsperspectief

Met het beleidsperspectief wordt een aantal haalbare en wenselijke overstapberoepen onderscheiden die optimaal zijn voor alle getroffen werknemers gezamenlijk.

Een overstap is haalbaar als:

- Het overstapberoep een gemiddelde of hoge gelijkensscore heeft met het startberoep (0,85 of hoger) en
- er maximaal 1 skill level verschil is tussen het startberoep en het overstapberoep.

Een overstap is wenselijk als:

- Het salaris van het overstapberoep groter of gelijk is dan het salaris van het startberoep en
- voor het startberoep mensen overvloedig zijn en op zoek moeten naar een ander beroep en voor het overstapberoep juist mensen nodig zijn. Als proxy wordt hiervoor het verwachte aantal niet vervulde baanopeningen tot 2022 gebruikt.

Zie Bijlage D hoe deze overstapberoepen exact bepaald zijn. Figuur toont de belangrijkste optimale overstapberoepen. De grootste optimale stroom is van hoveniers, tuinders en kwekers naar timmerlieden, ongeveer 2.900 personen. Ongeveer 2.300 callcentermedewerkers outbound stromen in de optimale oplossing naar administratief medewerkers, algemeen. In totaal wordt voor 25.200 personen een overstapberoep gevonden, voor ongeveer 11.400 personen lukt dit niet.

Onder de 11.400 waar dit niet gelukt is, zijn ongeveer 4.700 personen met een militair beroep. Echter ontbreekt deze ISCO beroepsclassificering in de vacature data waardoor we voor deze beroepsgroep geen gelijkensscore kunnen bepalen en hierdoor ook geen overstapberoepen. Dat betekent dus dat het niet mogelijk is om uitspraken te doen over militaire beroepen, het betekent niet dat er voor deze 4.700 personen geen overstapmogelijkheden zijn.



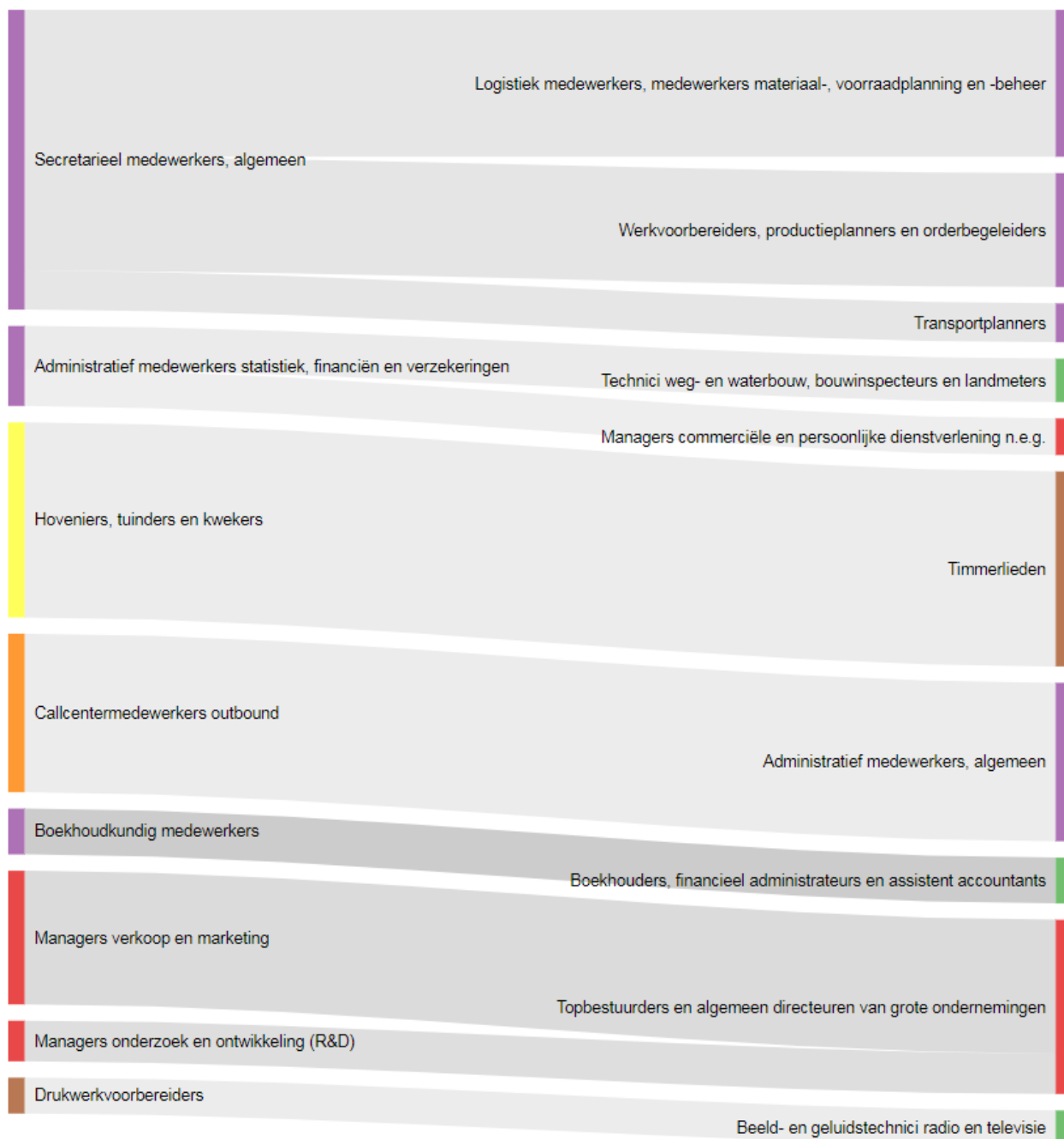


Indien we de voorwaarde los laten dat een overstapberoep een gelijk of hoger uurloon heeft, dan wordt er voor 29.300 personen een overstapberoep gevonden en voor 7.300 (2.600 niet-militair) personen niet. De optimale stromen zijn in dit scenario anders dan die uit Figuur 12, inherent aan het loslaten van de voorwaarde zullen dit overstapberoepen zijn met een gelijke of hogere gelijkenisscore.

Zie Figuur 13 voor welke beroepen geen overstapberoep gevonden kan worden, in beide scenario's. Dat wil niet zeggen dat er helemaal geen overstapberoepen voor deze beroepen gevonden kunnen worden (uit individueel perspectief), maar dat deze stromen geen deel uitmaken bij het maximaliseren van de collectieve resultaten. In de figuur zijn alleen die stromen opgenomen met minimaal 100 personen en waarvoor bij het startberoep minimaal 100 vacatures voorkomen in de data.



Figuur 12: Optimale overstapberoepen, minimaal 500 personen per startberoep en overstapberoep



ISCO08

- Managers
- Professionals
- Technicians and associate professionals
- Clerical support workers
- Service and sales workers
- Skilled agricultural, forestry and fishery workers
- Craft and related trades workers
- Plant and machine operators, and assemblers
- Elementary occupations



*Figuur 13: Beroepen waar geen haalbare optimale overgang voor gevonden kan worden, voor het scenario waarin alleen toename in salaris is toegestaan (links boven) en het scenario waarin zowel toename als afname in salaris is toegestaan (rechts onder), minimaal 100 personen per stroom*





## 5.2 Overstapberoepen – individueel perspectief

Het individueel perspectief is bedoeld om haalbare en wenselijke overstapberoepen uit te lichten vanuit een enkele getroffen werknemer.

Figuur 14 tot en met Figuur 17 geeft een aantal voorbeeldpaden voor getroffen beroepsgroepen. Bijlage E bevat meer voorbeeldpaden. Overstapberoepen waar grote knelpunten te verwachten zijn (waar het dus moeilijk is om vacatures te vullen), zijn in het groen aangegeven. In sommige gevallen kan een achteruitgang in salaris mogelijkheden bieden naar een volgend overstapberoep met een hoger salaris dan het originele startberoep.

Met 'wenselijk' worden in dit geval de overstapberoepen bedoeld die stabiele vooruitzichten hebben en is de restrictie in salaris losgelaten. Voor 7% van de werkenden in 2016 worden helemaal geen opties gevonden voor een overstapberoep, zowel in het scenario met restrictie als zonder restrictie in salaris. Tabel 8 toont voor welk deel van de werkenden in 2016 in beide scenario's geen opties, en minimaal 5, 10 en 20 overstapberoepen gevonden zijn.

*Tabel 8: Percentage werkenden (in 2016) met minimaal aantal gevonden haalbare en wenselijke overstapberoepen*

	Overstappen met en zonder toename in salaris	Alleen met toename in salaris
Geen opties gevonden	7%	7%
Minimaal 5 overstapberoepen	91%	77%
Minimaal 10 overstapberoepen	64%	55%
Minimaal 20 overstapberoepen	54%	10%

Gemiddeld, gewogen naar het aantal werkenden in 2016, heeft een beroep (ongeacht of hier juist meer of minder vraag is) 24 opties voor een overstapberoep, 11 met meer en 13 met gelijk of minder salaris. Het verschil voor mannen en vrouwen hierin is klein, zie Tabel 9. Voor de getroffen beroepen is het aandeel vrouwen en mannen waarvan verwacht wordt dat zij een ander beroep moeten zoeken, ongeveer gelijk 49% vrouw, 51% man. Dit in tegenstelling tot de resultaten van het WEF (2018) over de VS, waar mannen meer opties voor overstapberoepen hebben dan vrouwen.

*Tabel 9: Gemiddeld aantal gevonden haalbare en wenselijke overstapberoepen, totaal en uitgesplitst naar geslacht*

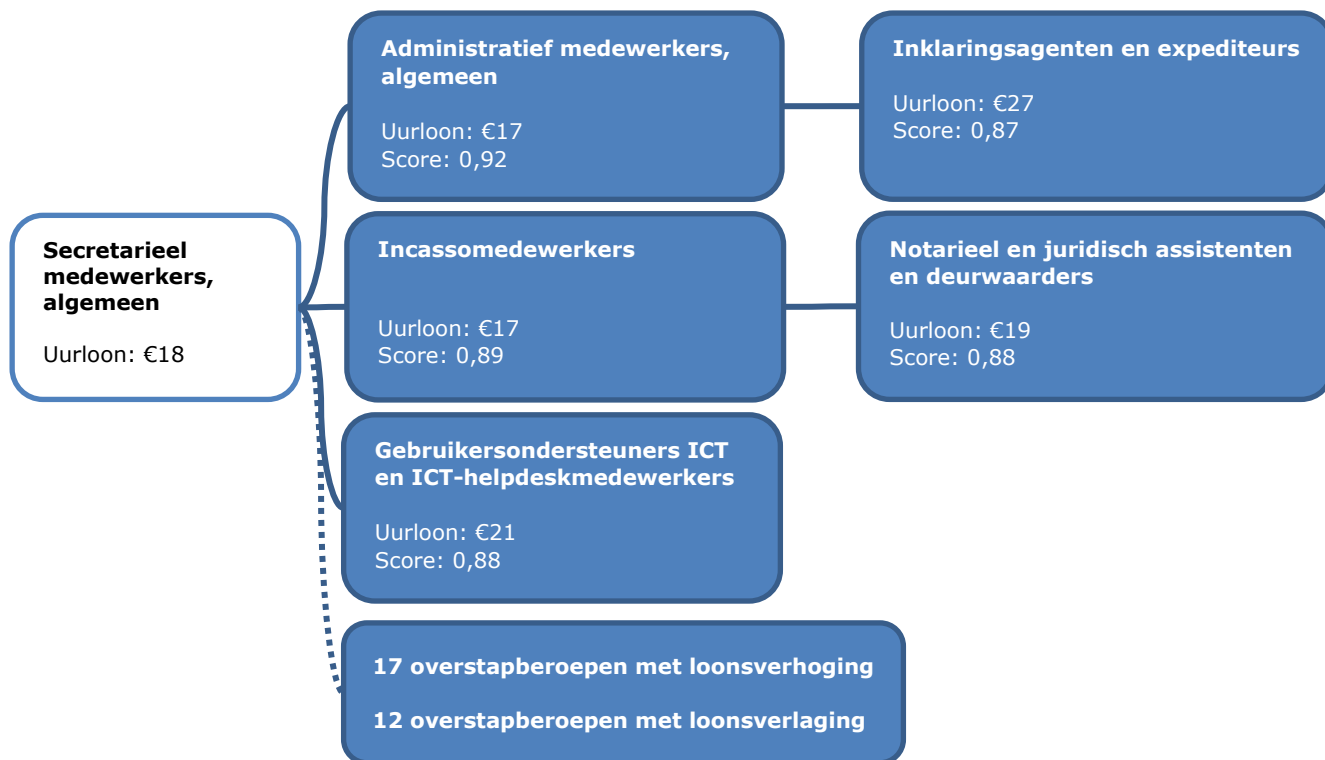
	Totaal	Man	Vrouw
Gemiddeld # overstapberoepen	24	23	25
Gemiddeld # overstapberoepen met toename in salaris	11	10	12
Gemiddeld # overstapberoepen met gelijk of afname in salaris	13	13	12

Het UWV heeft voor het beroep secretaresse ook een aantal overstapberoepen geïdentificeerd op basis van historische loopbaanoverstappen bekend bij het UWV, de arbeidsmarktkansen en het beroepsniveau. De meeste overstapberoepen komen in ons onderzoek ook naar voren: taxateurs en schade-experts (met een gelijkenisscore van 0,87), medewerkers personeelsadministratie (0,89), incassomedewerkers (0,89) en



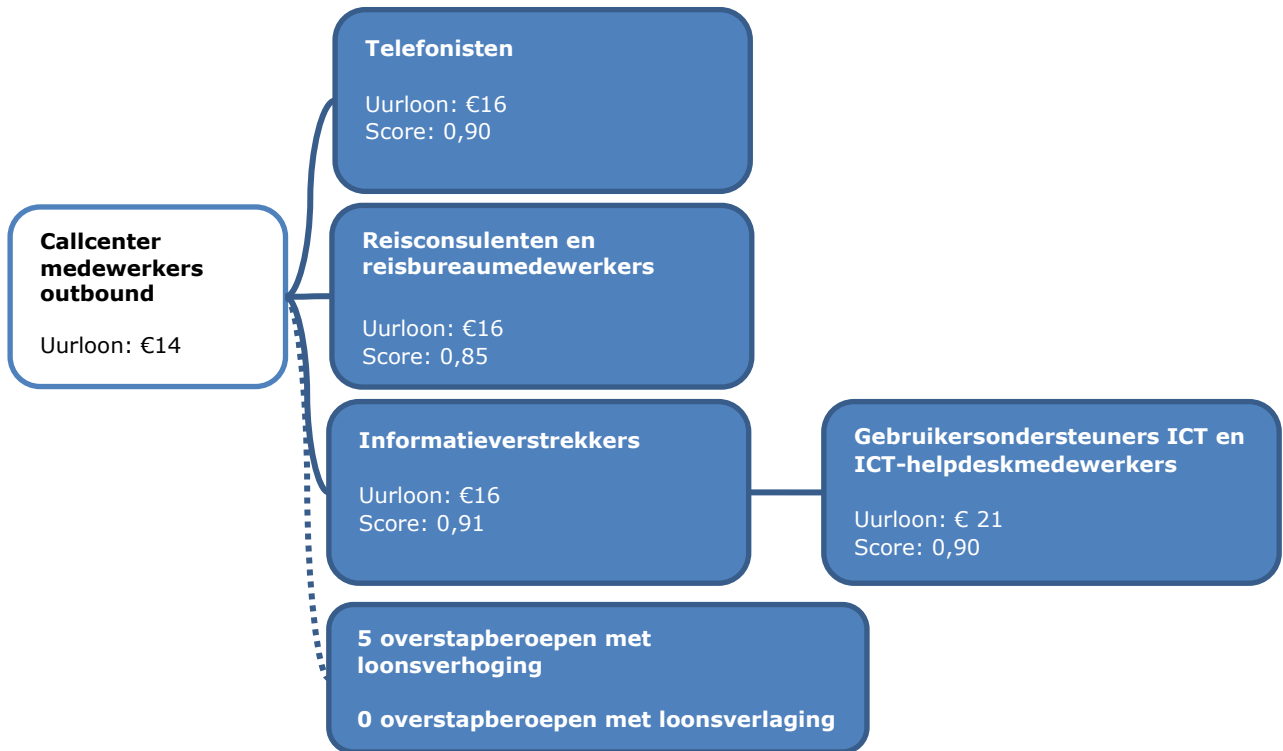
gebruikersondersteuners ICT en ICT-helpdeskmedewerkers (0,88). Het door UWV geïdentificeerde overstapberoep van arbeidsbemiddelaars en uitzendbureau-medewerkers valt net onder de grens van 0,85 en het beroep van tandartsassistenten en mondhygiënisten heeft een gelijkenisscore van 0,74.

*Figuur 94: Voorbeeldpaden voor secretariaal medewerkers, algemeen*



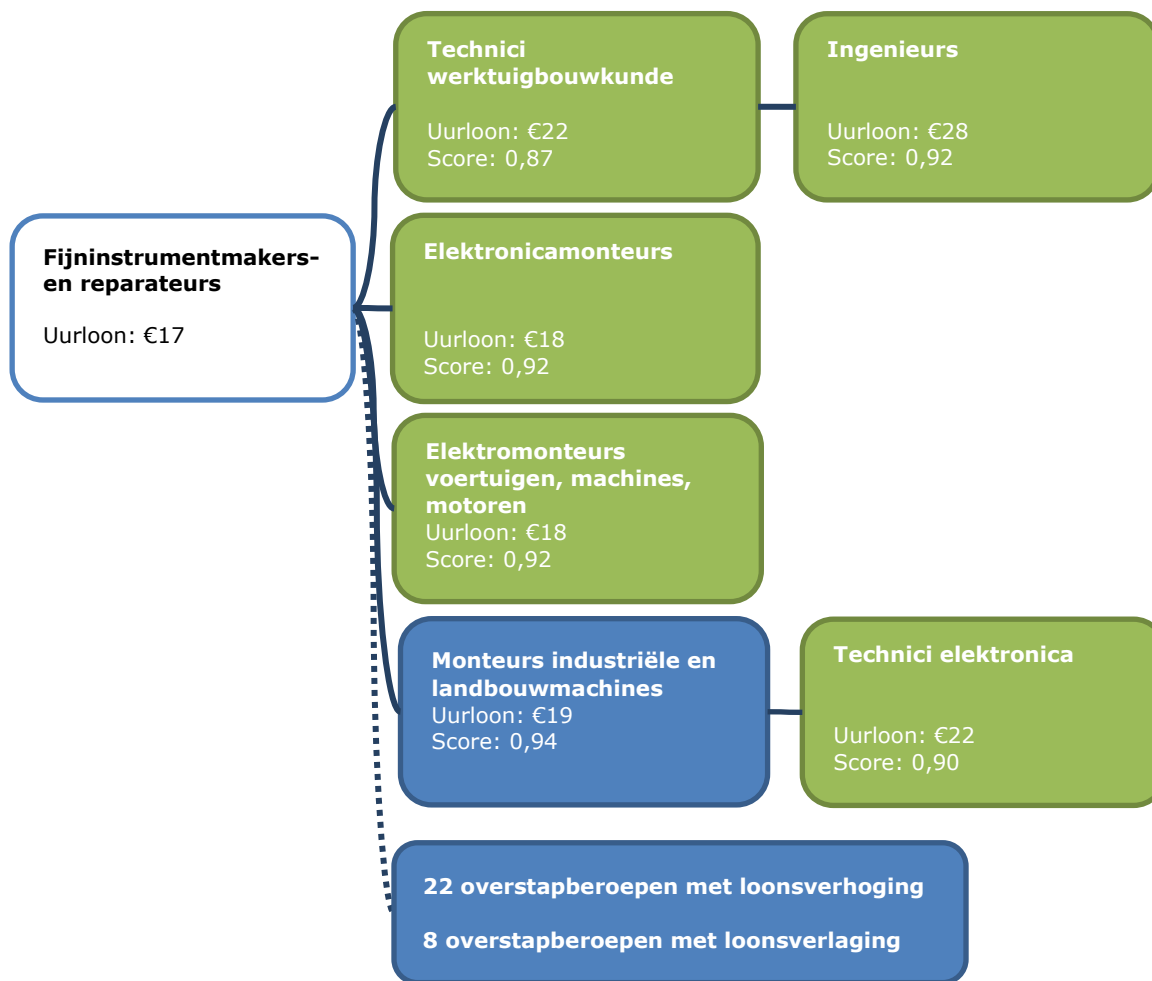


Figuur 10: Voorbeeldpaden voor callcentermedewerkers outbound



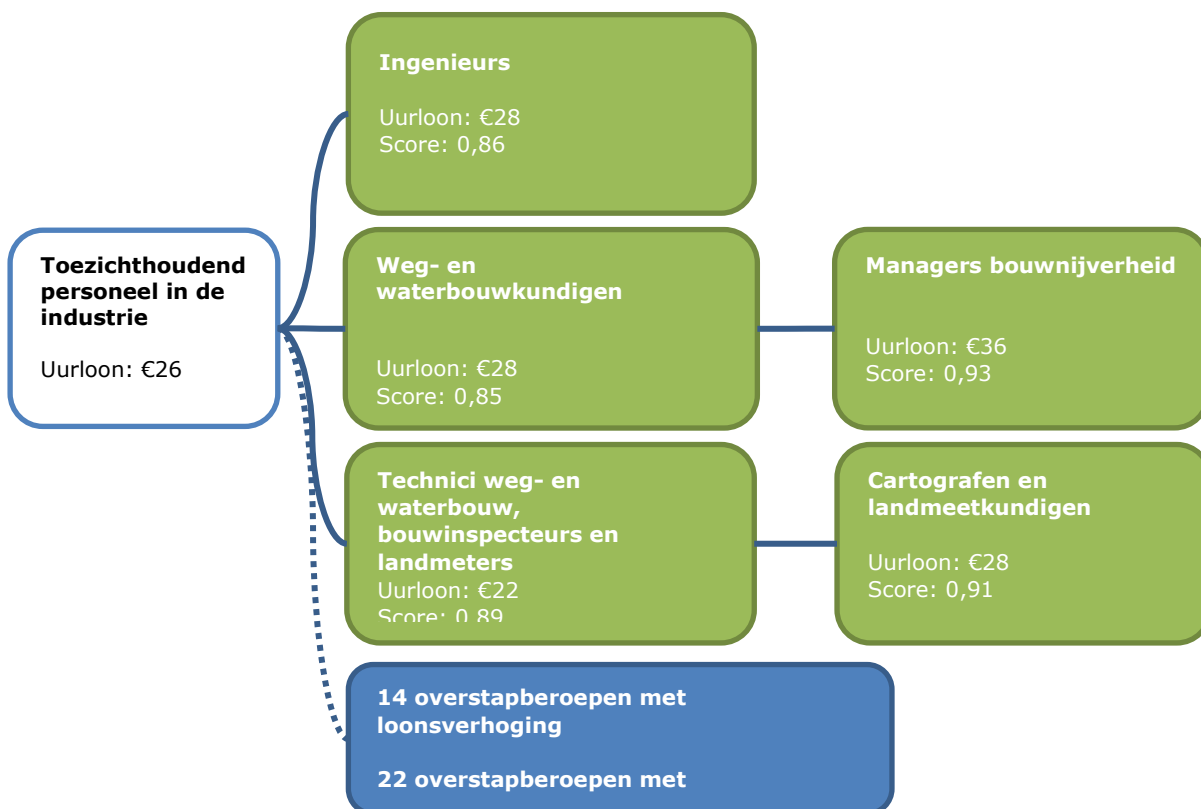


Figuur 11: Voorbeeldpaden voor fijninstrumentmakers- en reparateurs





Figuur 17: Voorbeeldpaden voor toezichthoudend personeel in de industrie



## 6 Bevindingen

Dit hoofdstuk licht de bevindingen toe uit de data-analyses in de twee eerdere hoofdstukken en onderstreept de lessen die hieruit getrokken kunnen worden voor de Nederlandse arbeidsmarkt in het algemeen (§ 6.1), generiek voor alle topsectoren (§ 6.2) en specifiek per topsector (§ 6.3).

### 6.1 Arbeidsmarkt algemeen

Uit de analyses blijkt dat **digitale, technische en ICT vaardigheden** steeds belangrijker worden. Dit is zowel te zien in een toename aan vacatures waarin deze typen vaardigheden worden gevraagd, als in een toename aan de totale vraag naar deze vaardigheden. Zo is te zien dat er steeds meer digitale vaardigheden per beroep gevraagd worden, de beroepen worden dus steeds technischer.

Deze ontwikkelingen gelden niet alleen voor ICT beroepen, maar ook voor alle andere functies op diverse hiërarchie- en opleidingsniveaus. Zo worden digitale, technische en ICT vaardigheden ook voor leidinggevende functies, managers, steeds belangrijker. Hierbij valt op dat 'Digital transformation' en 'Big data and analytics' vaardigheden relatief gezien meer gevraagd worden bij een manager vacature dan bij andere vacatures. Toch blijven basis





computervaardigheden het meest belangrijk. Voor de overige functies zijn basis computervaardigheden, ERP software en computer-aided design het meest gevraagd.

Daarnaast tonen de analyses tussen 2012 en 2017 ook veranderingen aan met betrekking tot de **overige vaardigheden**, met name een stijging in de vraag naar samenwerk-, planning en organisatievaardigheden. Ook self-starter, flexibiliteit en active learning worden meer gevraagd, de andere overige vaardigheden blijven redelijk stabiel.

Wat betreft de ontwikkeling in beroepen blijkt uit de analyses dat voor de grote meerderheid van beroepen in krimpsectoren of beroepsklassen opstapmogelijkheden te vinden zijn. Voor slechts een op de vijf personen is geen overstap naar een andere baan gevonden.<sup>11</sup> Dat is op zich positief, want voor de rest is het dus wel gelukt om een overstapmogelijkheid te vinden, maar er moet wel aan gewerkt worden om dit gat kleiner te maken en in ieder geval niet groter te laten worden.

Ook vanuit het individueel perspectief van een enkele getroffen werknemer, waarin we kijken naar haalbare en wenselijke overstapberoepen en hierbij rekening houden met de te verwachten knelpunten, zien we dat een beroep gemiddeld 24 opties heeft voor een overstapberoep, 11 met meer en 13 met gelijk of minder salaris. Dit zijn behoorlijk veel keuzemogelijkheden die zowel werknemers als werkgevers in staat stellen om niet passief af te wachten totdat een baan verdwenen is, maar kansen bieden voor overstappen naar toekomstbestendige beroepen. Hierbij moet uiteraard rekening gehouden worden met het feit dat er sprake moet zijn van de nodige bij-/omscholing voor desbetreffende personen.

Deze positieve bevindingen gelden trouwens voor vrouwen en mannen en wijken daarmee af van de resultaten van het WEF (2018) over de VS, waar mannen meer opties voor overstapberoepen hebben ten opzichte van vrouwen. Onze uitkomsten zijn wel in lijn met wat UWV langs een alternatieve weg heeft geïdentificeerd als overstapberoepen. UWV heeft gekeken naar historische loopbaanoverstappen van haar klanten die bekend zijn bij UWV en komt, rekening houdend met arbeidsmarktkansen en beroepsniveau, tot dezelfde conclusies als onze 'Big data benadering' die uitgaat van vacatures en dus (mogelijke) toekomstige ontwikkelingen. Dit versterkt het vertrouwen in de in dit rapport gehanteerde onderzoeksmethode en -uitkomsten.

Deze aanpak maakt het daarnaast mogelijk om zicht te krijgen op recente veranderingen in het kader van digitalisering en automatisering waarvoor nog geen informatie over 'historische loopbaanoverstappen' beschikbaar is. Zo kunnen we trends in digitale, technische en ICT beroepen aantonen. Vooral het aantal DevOps en data scientist vacatures zijn de afgelopen vijf jaar flink gegroeid, maar ook voor sommige andere nieuwe beroepen groeit de vraag hard, ook al gaat het nog om zeer beperkte aantallen. Ook met deze aanpak zijn we echter niet in staat om ontwikkelingen op het gebied van nieuwe vormen van beroepen, zoals freelance banen, in kaart te brengen. Dit omdat deze beroepen niet in de arbeidsmarktramingen van het ROA zitten die we als basis voor de economische ontwikkelingen op de arbeidsmarkt gebruiken en omdat er pas sinds 2016 vacatures voor freelancers in de Jobfeed database zitten (tot nu toe maar 1% van alle vacatures).

---

<sup>11</sup> Het is niet noodzakelijkerwijs zo dat er helemaal geen overstapberoepen voor deze beroepen gevonden kunnen worden (met gelijk of minder salaris), maar dat deze stromen niet mee worden genomen in het maximaliseren van de collectieve resultaten.



## 6.2 Generiek voor deelnemende topsectoren

Net zoals voor de gehele arbeidsmarkt geldt over alle topsectoren heen dat er over het algemeen sprake is van een toename in de vraag naar digitale, technische en ICT vaardigheden, dat veel beroepen steeds technischer worden, dus de vraag naar deze vaardigheden per beroep omhoog gaat. Voor alle topsectoren zien we dan ook dat zowel basis computervaardigheden als programmeervaardigheden zeer gevraagd zijn.

Voor alle topsectoren geldt dus dat ze moeten investeren in bijscholing en 'Leven Lang Ontwikkelen' en dat vaak maar de basis van de gevraagde vaardigheden geleerd kan worden in een opleiding. Specifieke en verfijnde vaardigheden moeten vervolgens in een bepaalde functie worden verworven, net als vooruitstrevende vaardigheden om duurzaam inzetbaar te blijven.

Naast een brede toename in de vraag naar digitale, technische en ICT vaardigheden zien we ook met betrekking tot de overige vaardigheden een vergelijkbaar beeld over de topsectoren heen. 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 zowel manager beroepen als voor beide typen functies. Ook leiderschap, flexibiliteit en samenwerken worden vaak gevraagd in vacatures, dus eigenlijk de hele breedte aan 21st century skills.

Samen met de toenemende impact van digitalisering en automatisering op de arbeidsmarkt en het vervagen van de grenzen tussen 'ICTers' en andere beroepen en tussen de sectoren betekenen deze ontwikkelingen dat overal 'Digital transformation' skills in toenemende mate gevraagd zijn. Daarnaast moeten de (top)sectoren gezamenlijk en sectoroverstijgend in kaart brengen welke cross-overs noodzakelijk zijn voor het behoud van de Nederlandse economische positie en het innovatievermogen. Zo toont dit onderzoek aan dat over alle (top)sectoren heen veel overstapmogelijkheden zijn voor personen in krimpende sectoren en beroepen en dat deze overstappen vaak betrekking hebben op verschillende sectoren.

## 6.3 Specifiek voor deelnemende topsectoren

Naast de eerder geschetste algemene ontwikkelingen in het kader van digitalisering en automatisering en de ontwikkeling van nieuwe technologieën op de Nederlandse arbeidsmarkt en de veranderingen die generiek zijn voor alle topsectoren, zijn in dit onderzoek ook verschillen tussen de deelnemende topsectoren naar voren gekomen. Hieronder lichten we de veranderingen per topsector toe, waarbij we onderscheid maken in de ontwikkelingen voor het Life Sciences gedeelte en het Health gedeelte van de topsector LSH, aangezien deze zeer verscheiden zijn. Bovenop de eerder genoemde bevindingen voor digitale, technische en ICT-vaardigheden en voor trends in ICT-beroepen gaan we niet nader in op de ICT sector omdat dit niet wordt beschouwd als een topsector.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Voor een afbakening van de topsectoren zie Bijlage A en voor een nadere toelichting over het aandeel vacatures per deelnemende topsectoren en de representativiteit van de bevindingen zie (§ 4.1).



### 6.3.1 Topsector Chemie

Het aandeel vacatures uit de Jobfeed database dat toegekend kan worden aan de topsector Chemie is het kleinste, toch zien we diverse veranderingen in de vraag naar vaardigheden. Zo neemt in deze topsector de fractie vacatures waarin digitale, technische en ICT-vaardigheden gevraagd worden toe over de periode 2012-2016 en zien we daarin vervolgens een in 2017 (zie toelichting op p. 18). Opvallend is verder dat in deze sector vaardigheden omtrent computer-aided design juist veel gevraagd worden en ook 'Big data and analytics' en 'Digital transformation' vaardigheden (iets) meer. Vaardigheden op het gebied van webontwikkeling zijn juist minder belangrijk voor de topsector Chemie.

Kijkend naar specifieke digitale, technische en ICT-vaardigheden en de grootste veranderingen hierin zien we dat SAP de opvallendste stijger is en SCADA naar voren komt als daler. We zien daarnaast enkele bijzonderheden met betrekking tot de overige vaardigheden voor de topsector Chemie. Zo staan hier vaardigheden zoals samenwerken en leiderschap (beduidend) hoger dan algemeen, waartegen self-starter vaardigheden en service orientation beduidend minder belangrijk is.

### 6.3.2 Topsector Energie

Ook het aandeel aan Jobfeed vacatures dat eenduidig gerekend kan worden tot de topsector Energie is klein, maar in deze sector neemt de vraag naar digitale, technische en ICT-vaardigheden over de jaren 2012-2017 toe. Net als bij de topsector Chemie zijn ook bij Energie 'Big data and analytics' en 'Digital transformation' vaardigheden iets belangrijker en is webontwikkeling minder belangrijk.

Bij de topsector Energie zien we verder vaardigheden als MATLAB, AI, data analyse en machine learning stijgen, waartegen de vraag naar SAP en online marketing juist gedaald is. Deze sector lijkt dus zeer vooruitstrevend te zijn in de vraag naar digitale, technische en ICT-vaardigheden. Met betrekking tot de overige vaardigheden zien we dat er voor de topsector Energie sprake is van een licht veranderde volgorde ten opzichte van de algemene ranglijst, maar dat verschil is klein.

### 6.3.3 Topsector HTSM

De topsector HTSM is redelijk groot gemeten in vacatures uit de Jobfeed database en heeft ook het grootste aandeel aan ICT vacatures en beroepen. Dit omdat het ontwikkelen, produceren en uitgeven van software officieel tot deze topsector gerekend wordt. Het lijkt dan ook niet verrassend dat in deze topsector de vraag naar digitale, technische en ICT-vaardigheden toeneemt in de periode 2012-2016, waarbij we ook hier een daling in 2017 zien (zie toelichting op p. 18). In deze sector zijn programmeervaardigheden het meest gevraagd, zijn 'Digital transformation' skills iets belangrijker dan overall en basis computervaardigheden zijn juist minder belangrijk.

Kijkend naar specifieke vaardigheden zien we dat de meest stijgende vaardigheden in de topsector HTSM machine learning, MATLAB, test automation en SAP zijn. Server vaardigheden worden minder gevraagd. Op het gebied van de overige vaardigheden is probleemoplossend vermogen beduidend belangrijker in de topsector HTSM dan in het algemeen, waartegen Service Orientation beduidend minder belangrijk is.



## 6.3.4 Topsector LSH

### Life Sciences gedeelte

Tot het Life Science gedeelte van de topsector LSH behoort maar een zeer klein gedeelte van alle Jobfeed vacatures, maar ook hier zien we dezelfde patronen als in de andere topsectoren (en afwijkende van het Health gedeelte). Zo neemt ook hier de fractie vacatures waarin digitale, technische en ICT-vaardigheden gevraagd worden toe over de periode 2012-2016 en zien we een daling in 2017 (zie toelichting op p. 18).

Met betrekking tot de volgorde in deze vaardigheden zien we verschillen van deze (gedeeltelijke) topsector in vergelijking met de andere topsectoren. Zo zijn programmeer-vaardigheden hier beduidend minder belangrijk, net als webontwikkeling. In plaats daarvan zijn vaardigheden op het gebied van Resource management software en Database management, design en query belangrijker. Ook 'Big data and analytics' vaardigheden staan (iets) hoger in de ranglijst dan in de totale ranglijst. Conform dit beeld zien we dat de specifieke digitale, technische en ICT-vaardigheden SAP, ERP, database en data analyse vaardigheden de snelste stijgers zijn. Ook CNC behoort tot deze groep.

Minder opvallend is de ranglijst van gevraagde overige vaardigheden voor de topsector Life Sciences. Planning en organisatie vaardigheden zijn net als samenwerken iets belangrijker, waartegen self-starter, flexibiliteit, service orientation en creativiteit iets minder belangrijk zijn. Leiderschap is voor deze topsector beduidend belangrijker dan algemeen.

### Health gedeelte

Ook al is het aantal vacatures uit de Jobfeed database het hoogst voor de sector Health, is er maar een kleine toename van 2% in de periode 2012-2017 in de vraag naar digitale, technische en ICT-vaardigheden.

Duiken we echter dieper in de verandering van bepaalde typen vaardigheden zien we dat ook in de topsector Health de vraag naar 'Big data and analytics' vaardigheden hoger in de ranglijst staan dan in de totale ranglijst over alle sectoren heen. De grootste stijging is te vermelden bij de vraag naar (algemene) computervaardigheden, waartegen de vraag naar Server vaardigheden gedaald is.

Deze topsector laat ook met betrekking tot de overige vaardigheden een ander beeld zien dan de andere topsectoren. Gezien de relatieve grootte van deze sector met betrekking tot de vacatures, heeft de Zorgsector ook grote invloed op de overall ranglijst. Zo worden in de zorgsector self-starter vaardigheden het meest gevraagd en zijn planning en organisatie vaardigheden, computational thinking en probleemoplossend vermogen beduidend minder belangrijk dan in de andere topsectoren. Daarentegen zijn flexibiliteit, service orientation en leiderschap belangrijker dan in andere sectoren.



## 7 Conclusies

Technologische vooruitgang en recente ontwikkelingen op het gebied van digitalisering en automatisering hebben een transformatie van de hele economie teweeggebracht. In de huidige digitale samenleving heeft dit ook consequenties voor de arbeidsmarkt in alle sectoren en beroepen. De grenzen tussen 'ICT-ers' en overige beroepen waarin ICT-gerelateerde vaardigheden gevraagd worden vervagen steeds meer en de eisen die gesteld worden aan werknemers in alle functies veranderen de laatste jaren sterk. Over het algemeen neemt de vraag naar personen met voldoende digitale, technische en ICT-vaardigheden, in combinatie met een brede reeks algemene vaardigheden (soms ook cognitieve en niet-cognitieve ook wel 21st century skills genoemd) sterk toe. Dit is begrijpelijk omdat het innovatieve vermogen van een economie, en dus haar economische groeipotentieel, juist door dit soort werknemers en burgers gewaarborgd worden.

Maar wat betekenen deze ontwikkelingen daadwerkelijk? Tot nu toe is nog onvoldoende onderzocht wat de gevolgen zijn voor verschillende beroepen en voor werknemers met verschillende vaardigheden en opleidingsniveaus. Zullen deze ontwikkelingen niet (ook) leiden tot nieuwe structuren, door eventueel dwars door sectoren heen impact te hebben? Digitalisering trekt zich immers niets aan van sectoren of beroepen, wat vandaag een energiebedrijf is zou al overmorgen een bedrijf kunnen zijn dat valt onder *smart industries*.

In dit onderzoek laten we dan ook zien wat deze ontwikkelingen betekenen voor de Nederlandse arbeidsmarkt en voor de verschillende (top)sectoren. Dit hebben we gedaan door gebruik te maken van een innovatieve benadering voor arbeidsmarktonderzoek waarin informatie uit online vacatures, dat wil zeggen uit ongestructureerde gegevens van internet ('big data'), gecombineerd worden met informatie uit arbeidsmarktprognoses, dus met gestructureerde gegevens. Daardoor is het mogelijk om een innovatieve en zeer rijke, en tevens unieke, informatiebron te analyseren door middel van data science technieken. Onze drie onderzoeksvragen kunnen als volgt worden beantwoord:

### **Onderzoeksvraag 1: Hoe worden digitale en andere vaardigheden beïnvloed door digitalisering en automatisering?**

We vinden over het algemeen een toename in de vraag naar digitale vaardigheden, in het bijzonder vaardigheden omtrent 'Big data and analytics' stijgen en zeer recente technieken die gegroepeerd zijn in 'Digital transformation skills'. Met betrekking tot de overige vaardigheden blijkt uit dit onderzoek een gestegen vraag naar de zogenaamde 21st century skills, met name de 4 C's: creativity, collaboration, communication en computational thinking.

Deze ontwikkelingen hebben betrekking op de gehele arbeidsmarkt en gelden over alle (top)sectoren heen en voor alle beroepen, opleidingsniveaus en functietypen. Zo vinden we dat voor zowel ICT professionals als niet-ICT professionals als managers/leidinggevenden het aandeel digitale vaardigheden in hun functies toeneemt. Voor iedere topsector zijn er wel specifieke digitale ontwikkelingen waar elke sector zelf mee aan de slag moet, maar over het algemeen zijn de verschillen redelijk beperkt. Waar nu nog verschillen zijn zouden de sectoren dus gerichte cross-overs kunnen starten om werknemers gezamenlijke bij- en om te scholen of een sector die nog op een lager digitaliseringsniveau zit, zoals de Nederlandse zorgsector, te ondersteunen.



De algehele teneur van de in dit onderzoek gevonden ontwikkelingen is dat de functie-eisen op het gebied van digitalisering geleidelijk toenemen. Voor de onderzochte topsectoren geldt dat bovendien sterker dan voor de arbeidsmarkt als geheel. Uitzondering daarop vormt de topsector Health, waar de gevraagde digitaliseringseisen vrij stabiel en wat lager dan gemiddeld zijn. Deze ranking hangt natuurlijk erg samen met de samenstelling van de sector. Zo kent de sector Health natuurlijk wel degelijk functies waaraan hoge digitaliseringseisen gesteld worden, maar veel meer functies waar dat in mindere mate het geval is.

### **Onderzoeksvraag 2: Wat is de overstapmogelijkheid, dat wil zeggen de mate van overeenkomst tussen verschillende banen?**

Door de big data vacature database Jobfeed te gebruiken hebben we een zeer rijke informatiebron kunnen analyseren waardoor we voor 371 verschillende beroepen de onderlinge mate van overeenkomst hebben berekend met betrekking tot de gevraagde vaardigheden, opleidingsniveau en mate van expertise.

Deze overeenkomst is gemeten in een gelijkenisscore en hoe hoger deze score hoe meer de beroepen op elkaar lijken. Hierdoor kan voor alle beroepen gekeken worden in welke andere beroepen werknemers met een hoge mate van geschiktheid werken en uit welke andere beroepen dus personen over zouden kunnen stappen naar de andere beroep. De inzichten uit dit onderdeel zijn vervolgens gebruikt ter beantwoording van de laatste onderzoeksvraag, want informatie over de overeenkomst tussen twee beroepen helpt op zich nog niet zo veel als je er niet bijhaalt waar überhaupt behoefte aan mensen is, oftewel waar teveel werknemers te verwachten zijn, zowel door automatisering als door economische krimp. Daarnaast is het voor werknemers belangrijk om salarisafwegingen mee te nemen, waarvoor informatie uit andere, aanvullende bronnen nodig is. Dit hebben we gedaan in de laatste stap van ons onderzoek.

Dit gedeelte levert uiteraard ook interessante uitkomsten voor vervolgonderzoek, bijvoorbeeld naar geschikte instroom in beroepen waar juist grote knelpunten worden verwacht. Denk bijvoorbeeld aan ingenieurs of bepaalde technici die moeilijk te vinden zullen zijn. De resultaten van onderzoeksvraag 2 helpen dus ook om, vanuit knelpunten (en kansen) beredeneerd, te kijken: als we ingenieurs nodig hebben, waar kunnen we ze dan het beste vandaan halen?

### **Onderzoeksvraag 3: Hoe worden carrièreperspectieven beïnvloed door trends op de arbeidsmarkt?**

Uit ons onderzoek blijkt dat er voor de grote meerderheid van beroepen in krimpende sectoren of beroepsklassen opstapmogelijkheden te vinden zijn. In het meest negatieve scenario vanuit het beleidsperspectief, waarin we veronderstellen dat werknemers in een krimpende beroep alleen maar willen overstappen naar een beroep met hetzelfde of een hoger salarisoniveau, kan voor bijna 80% van de werknemers een overstap worden gevonden. Als we deze aanname loslaten en werknemers uit een krimpberoep ook laten overstappen naar een ander beroep met minder salaris, zijn dat 91% een overstapberoep gevonden worden. Uiteraard zijn dit theoretische berekeningen die vooral aangeven dat er vaak overstapmogelijkheden te vinden zijn waar men het niet zou verwachten. Deze berekeningen betekenen niet dat een overstap voor de 80 of 91% van werknemers 'zomaar' te realiseren is. Om een succesvolle overstap te maken spelen ook andere



factoren een rol, zoals (intrinsieke) motivatie, welk aannamebeleid er heerst bij een organisatie of het huidige opleidings- en bedrijfssysteem. Door de nauwkeurige vergelijking van vacatureteksten op gevraagde vaardigheden, ervarings- en opleidingsniveau voor een bepaald functieprofiel bieden onze analyses wel een overzicht van de mogelijkheden. Want als (het merendeel van) deze 80 of 91% werknemers in krimpende beroepsklassen en sectoren helemaal geen overstap maken naar een toekomstbestendige baan zou dit een niet wenselijke grote stijging in werkloosheidscijfers betekenen voor de (nabije) toekomst.

Ook vanuit individueel perspectief, dus beredeneerd vanuit het perspectief van één enkele werknemer en diens persoonlijke mogelijkheden, zijn er in veel gevallen opties om een overstap te maken naar een ander toekomstbestendig beroep. Er kan voor slechts 7% van de beroepen geen transitiemogelijkheid gevonden worden. Gemiddeld heeft een werknemer maar liefst 24 opties voor een overstapberoep, waarvan 11 met meer en 13 met gelijk of minder salaris. Deze positieve bevindingen gelden voor vrouwen en mannen.

Onze analyses waarin we de (uitkomsten uit de) big data gecombineerd hebben met voorspellingen over de arbeidsmarktdynamiek voor sectoren en beroepen tonen dus aan dat het ook in het kader van digitalisering en automatisering *in theorie* mogelijk is om voor 91% van alle werknemers een toekomstbestendige overstapmogelijkheid te vinden. Op deze manier kunnen we dus niet alleen laten zien hoe algemene trends op de arbeidsmarkt de loopbaanperspectieven van werknemers in verschillende sectoren en beroepen beïnvloeden en in welke mate werknemers in beroepen met een hoge kans op krimp kunnen overstappen naar alternatieve banen. We zijn ook in staat om behoorlijk veel keuzemogelijkheden te schetsen die zowel werknemers als werkgevers in staat stellen om niet passief af te wachten totdat een baan verdwenen is, maar kansen bieden voor een overstap.

Hierbij moet uiteraard rekening gehouden worden met het feit dat er sprake moet zijn van de nodige bij-/omscholing voor desbetreffende personen. Ook hier helpt dit onderzoek bij, omdat we indicaties geven voor de mate waarin bepaalde sectoren en beroepen geraakt worden door digitalisering en automatisering en dus ook voor welke werknemers überhaupt geschikte maatregelen getroffen moeten worden voor extra training en bijscholing. Indirect kunnen we hierdoor ook aantonen wat de impact van digitalisering en automatisering zal zijn op werkloosheid en opleidingsbehoeften door inzichtelijk te maken hoe technologische veranderingen aanzetten tot extra training voor bepaalde werknemers en hun duurzame inzetbaarheid en toekomstige carrièrekansen.

Als de (top)sectoren er gezamenlijk werk van maken geschikt "Leven Lang Ontwikkelen" beleid en gepaste cross-overs starten om de negatieve effecten op een redelijk kleine groep af te zwakken, het gat van werknemers zonder overstapmogelijkheden (nog) kleiner te maken en in ieder geval niet groter te laten worden, worden we in de toekomst dan ook niet geconfronteerd met een overweldigende toename van de werkloosheid. Dan zou het probleem van veranderende omstandigheden op een natuurlijke manier dusdanig opgelost worden dat werknemers hun vaardigheden (mogelijk na wat extra training) in alternatieve banen kunnen gebruiken. De inzichten uit dit onderzoek zijn daarom input voor perceel 2 dat ze uitwerkt naar arbeidsmarktbeleid.



Samenvattend komen we door dit onderzoek tot positieve uitkomsten met betrekking tot de impact van digitalisering en automatisering die de nodige kansen voor het behoud van duurzame inzetbaarheid en economische groeiopties aantonen. Niet alleen tot op heden, maar ook wat betreft toekomstige ontwikkelingen op de arbeidsmarkt en in de economie, aangezien we onze analyses baseren op gegevens uit het verleden, heden en de nabije toekomst. Verder onderzoek zou kunnen helpen om een nog scherper beeld van benodigde (clusters van) vaardigheden te schetsen, onze inzichten toe te passen op toekomstige (of huidige) krapteberoepen of te onderbouwen dat online vacatures daadwerkelijk een betrouwbare bron kunnen zijn voor arbeidsmarktanalyses. Wij kunnen in ieder geval concluderen dat ze in combinatie met administratieve data, bijvoorbeeld uit arbeidsmarkttramingen, tot betrouwbare conclusies leiden. Zo is in onderhavig onderzoek te zien dat de aanbevelingen voor werknemers met betrekking tot 'kansrijke overstapberoepen' in lijn zijn met de aanbevelingen van het UWV wat het vertrouwen in deze onderzoeks aanpak en -uitkomsten vergroot, omdat de uitkomsten van UWV gebaseerd zijn op een heel andere benadering.





## Literatuur

Arntz, M, Gregory, T. en U. Zierahn (2016), *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 189, OECD Publishing: Paris.

Atalay, E., Phongthientham P., Sotelo, S. en D. Tannenbaum (2018), *New technologies and the labor market*, *Journal of Monetary Economics* 97, 48–67.

Autor, D. (2015), *Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation*, *Journal of Economic Perspectives* 29(3), 3-30.

Bakhshi, H., Downing, J., Osborne, M. en P. Schneider (2017), *The Future of Skills: Employment in 2030*, London, Pearson and Nesta.

Bessen, J. (2015), *Learning by Doing - The Real Connection between Innovation, Wages, and Wealth*, New Haven: Yale University Press. EconTalk Episode, [http://www.econtalk.org/archives/2016/05/james\\_bessen\\_on.html](http://www.econtalk.org/archives/2016/05/james_bessen_on.html).

Boselli, R., Cesarini, M., Mercurio, F. en M. Mezzanzanica (2017), *Using Machine Learning for Labour Market Intelligence*, in Y. Altun et al. (Eds.): *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*, New York: Springer, 330–342.

Bowles, J. (2014), *The Computerization of European Jobs*, Brussels: Bruegel.

Burning Glass Technologies (2015), *The human factor - the hard time employers have finding soft skills*, Burning Glass Boston.

CBS (2017), *Monitor topsectoren 2017*, Methodebeschrijving en tabellenset.

Cogburn, D. en M. Hine (2017), *Introduction to text mining in big data analytics*, *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*.

Elliott, S. (2017), *Computers and the Future of Skill Demand*, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264284395-en>.

Frey, C. en M. Osborne (2013), *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?*, *Working Paper Oxford Martin School*, University of Oxford.

Frey, C. en M. Osborne (2017), *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?*, *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.

Kurekova, L., Beblavy, M. en A. Thum-Thysen (2015), *Using online vacancies and web surveys to analyse the labour market: a methodological inquiry*, *IZA Journal of Labor Economics* 4, 2-20.

Mayer-Schönberger en K. Cukier (2013), *The rise of big data*, *Foreign Affairs*, May/June.

McAfee, A. en E. Brynjolfsson (2017), *Machine - Platform - Crowd: Harnessing our Digital Future*, New York: Norton.

McAfee, A., McArdle, M. en L. Ohanian (2014), *EconTalk Episode on the Future of Work*, [http://www.econtalk.org/archives/2014/06/mcafee\\_mcardle.html](http://www.econtalk.org/archives/2014/06/mcafee_mcardle.html).



Nedelkoska, L. en G. Quintini (2018), *Automation, Skills Use and Training*, OECD *Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 202, OECD Publishing: Paris.

ROA (2017), *De Arbeidsmarkt naar Opleiding en Beroep tot 2022*, ROA-R-2017/10, Maastricht.

Spitz-Oener, A. (2006), *Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking Outside the Wage Structure*, *Journal of Labor Economics* 24, 235-270.

Turkenburg, M., Vogels R. (2017), *Beroep op MBO - Betrokkenen over de responsiviteit van het middelbaar beroepsonderwijs*, *SCP Publicatie 2017-17*, Den Haag: SCP.

World Economic Forum (2018), *Towards a Reskilling Revolution - A Future of Jobs for All*, Davos, Zwitserland.



## Bijlage A. Afbakening topsectoren

De afbakening van de topsectoren is grotendeels overgenomen van de afbakening zoals gehanteerd in de Monitor topsectoren 2017. Hiervoor wordt voornamelijk de Standaard Bedrijfs Indeling (SBI) van het CBS aangehouden. Deze indeling is al aanwezig in de vacature data van Jobfeed.

### A.1 Topsector Chemie

De topsector Chemie is verdeeld in drie subsectoren: Aardolie-verwerking (SBI 19), Chemische industrie (SBI 20) en Rubber- en Kunststoffindustrie (SBI 22).

### A.2 Topsector Energie

De afbakening van de topsector Energie in de monitor topsectoren 2017 bestaat deels uit SBI codes en deels uit maatwerk. De SBI codes die zijn gehanteerd, zijn verruimd, Het maatwerk voor duurzame energie: niet-exploitatie fase is niet overgenomen. Voor een compleet overzicht, zie Tabel A1.

Tabel A1: SBI afbakening Topsector Energie

<b>Subsector</b>	<b>SBI 2008 beschrijving</b>	<b>SBI 2008</b>
Winning van aardolie en aardgas	Winning van aardolie en aardgas	06
	Dienstverlening voor de winning van aardolie en aardgas	09.10
Industriële vervaardiging voor energie	Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking	19
	Vervaardiging van reservoirs van metaal en van ketels en radiatoren voor centrale verwarming	252
	Vervaardiging van motoren, turbines, pompen, compressoren, appendages en drijfwerkelementen	281
Energievoorziening	Productie en distributie van en handel in elektriciteit, stoom en gekoelde lucht	35
Bouwnijverheid	Bouw van overige civieltechnische werken (rest), waaronder plaatsen van windmolens	42.99
	Bouwinstallatie, waaronder elektrotechnische bouwinstallatie en installatie van verwarmings- en luchtbehandelingsapparatuur	43.2
Gerelateerde activiteiten	Vervaardiging van batterijen en accumulatoren	27.2



Subsector	SBI 2008 beschrijving	SBI 2008
	Biotechnologisch speur- en ontwikkelingswerk voor overige toepassingen	72.11.3
	Technisch speur- en ontwikkelingswerk	72.19.2
	Overig natuurwetenschappelijk speur- en ontwikkelingswerk (niet biotechnologisch)	72.19.9

### A.3 Topsector HTSM

De topsector High-tech Systemen en Materialen (HTSM) bestaat uit 4 subsectoren: Metaalindustrie, Vervaardiging van machines en apparaten, Vervaardiging van transportmiddelen en overige activiteiten, te weten het ontwikkelen, produceren en uitgeven van software, de keuring en controle van machines en apparaten en onderzoek en ontwikkeling op het gebied van high-tech systemen en materialen. Tabel A2 geeft een overzicht van de betreffende SBI codes.

Tabel A2: SBI afbakening Topsector HTSM

Subsector	SBI 2008 beschrijving	SBI 2008
Metaalindustrie	Vervaardiging van metalen in primaire vorm	24
	Vervaardiging van reservoirs van metaal en van ketels en radiatoren voor centrale verwarming	25.2
	Vervaardiging van stoomketels (geen ketels voor centrale verwarming)	25.3
	Vervaardiging van wapens en munitie	25.4
	Smeden, persen, stampen en profielwalsen van metaal; poedermetallurgie	25.5
	Oppervlaktebehandeling en bekleding van metaal; algemene metaalbewerking	25.6
	Vervaardiging van gereedschap	25.73
	Vervaardiging van stalen vaten e.d.	25.91
	Vervaardiging van artikelen van draad en van kettingen en veren	25.93
	Vervaardiging van bouten, schroeven en moeren	25.94
	Vervaardiging van overige producten van metaal n.e.g.	25.99
	Reparatie van producten van metaal	33.11
Vervaardiging van machines en apparaten	Vervaardiging van computers en van elektronische en optische apparatuur	26
	Vervaardiging van elektrische apparatuur	27
	Vervaardiging van overige machines en apparaten	28



<b>Subsector</b>	<b>SBI 2008 beschrijving</b>	<b>SBI 2008</b>
	Vervaardiging van medische instrumenten en hulpmiddelen	32.50
	Reparatie en onderhoud van machines	33.12
	Reparatie van elektronische en optische apparatuur	33.13
	Reparatie van elektrische apparatuur	33.14
	Reparatie van overige apparatuur	33.19
	Installatie van industriële machines en apparatuur	33.2
	Vervaardiging van rubberbanden en loopvlakvernieuwing	22.11
Vervaardiging van transportmiddelen	Vervaardiging van overige producten van kunststof	22.29
	Vervaardiging van auto's	29.10
	Carrosseriebouw	29.20.1
	Vervaardiging van elektrische en elektronische onderdelen en toebehoren voor auto's	29.31
	Vervaardiging van niet-elektrische en – elektronische onderdelen en toebehoren voor auto's	29.32
	Vervaardiging van rollend spoor- en tramwagematerieel	30.20
	Vervaardiging van vliegtuigen en onderdelen daarvoor	30.30
	Vervaardiging van militaire gevechtsvoertuigen	30.40
	Vervaardiging van transportmiddelen n.e.g.	30.9
	Reparatie en onderhoud van vliegtuigen	33.16
	Reparatie en onderhoud van overige transportmiddelen	33.17
	Overig	Ontwikkelen, produceren en uitgeven van software
Technisch speur- en ontwikkelingswerk		72.19.2
Ingenieurs en overig technisch ontwerp en advies		71.12
Keuring en controle van machines, apparaten en materialen		71.20.2

## A.4 Topsector LSH

Voor de topsector Life Sciences & Health is een onderscheid gemaakt tussen enerzijds Life sciences, waar de afbakening van de Monitor topsectoren is verruimd, en anderzijds de Health sector, zie Tabel A3 voor een overzicht van de bijbehorende SBI codes.



Tabel A3: SBI afbakening Topsector Life Sciences & Health

<b>Subsector</b>	<b>SBI 2008 beschrijving</b>	<b>SBI 2008</b>
Life Sciences, Farmacie	Vervaardiging van farmaceutische grondstoffen en producten	21
Life Sciences, Medische instrumenten	Vervaardiging van bestralingsapparatuur en van elektromedische en elektrotherapeutische apparatuur	26.60
	Vervaardiging van medische instrumenten en hulpmiddelen	32.50
Life Sciences, Onderzoek	Onderzoek Biotechnologisch spur- en ontwikkelingswerk op het gebied van medische producten en farmaceutische processen en van voeding	72.11.2
	Spur- en ontwikkelingswerk op het gebied van gezondheid en voeding (niet biotechnologisch)	72.19.3
Life Sciences, Overig	Vervaardiging van fietsen en invalidenwagens	3092
	Groothandel in farmaceutische producten, medische instrumenten en orthopedische artikelen	4646
	Winkels in drogisterij-, medische en orthopedische artikelen	4774
	Veterinaire dienstverlening	75
	Openbaar bestuur op het gebied van gezondheidszorg, onderwijs, cultuur en welzijn (geen sociale verzekeringen)	8412
Health, Gezondheidszorg	Gezondheidszorg	86
Health, Welzijnszorg	Verpleging, verzorging en begeleiding met overnachting	87
	Maatschappelijke dienstverlening zonder overnachting	88



## Bijlage B. Vaardigheden

De digitale en overige vaardigheden zijn van een aantal verschillende bronnen verzameld: O\*NET<sup>13</sup>, DBpedia<sup>14</sup>, Stack overflow<sup>15</sup> en het European skills framework. Deze vaardigheden zijn verdeeld in twee unieke lijsten met vaardigheden, digitale vaardigheden en overige vaardigheden. Omdat de vacatures deels in het Engels zijn, gebruiken we zowel Nederlandse als Engelse vaardigheden en zijn ze, waar van toepassing, vertaald in beide talen. We hebben ook, op basis van het voorkomen van verschillende soorten woorden in de vacature teksten, zo veel mogelijk verschillende vormen en uitdrukkingen van vaardigheden meegenomen. Daarnaast is, om het extractieproces van vaardigheden betrouwbaarder en robuuster te maken, de volledige lijst van vaardigheden genormaliseerd en verdeeld in twee delen - vaardigheden die één teken, één woord of een afkorting bevat en een tweede met meer dan één woord. Zie Tabel B1 voor het aantal vaardigheden voor deze lijsten en een aantal voorbeelden.

Voor de eerste categorie is een unigram model gebruikt. In dit model wordt de tekst (kandidaat en functieomschrijving) opgesplitst in enkele woorden. De tekst wordt eerst beperkt opgeschoond, bijvoorbeeld het verwijderen van haakjes en omzetten naar kleine letters. Ook wordt ruis met betrekking tot regeleinden, speciale tekens en witruimte verwijderd<sup>16</sup>. Het opsplitsen in woorden hoeft dan alleen te gebeuren op een enkele spatie. De woorden kunnen worden opgezocht in de lijst van vaardigheden. Met deze aanpak willen we voorkomen dat vaardigheden onterecht herkend worden op een deel van een woord of zin. Een speciale uitzondering is de vaardigheid 'Microsoft Word'. Deze vaardigheid wordt soms alleen met 'Word' aangeduid. Maar het Nederlandse woord 'word' en 'Word' komt ook vaak voor. Alleen het woord 'Word', hoofdlettergevoelig, wordt als vaardigheid herkend, met uitzondering van de gevallen waarin het wordt gevolgd door 'je' of 'dan'. Hetzelfde probleem speelt bij de programmeertaal 'C', die niet ten onrechte herkend mag worden als gevraagd wordt om een rijbewijs C of verzorgende C.

De vaardigheden uit de tweede categorie, vaardigheden met meer dan één woord, worden geëxtraheerd door de vaardigheid te zoeken binnen de tekst. Indien de vaardigheid exact gevonden wordt in de tekst, wordt de vaardigheid meegeteld.

Voor beide categorieën geldt dat de vaardigheden binnen één vacature gezocht worden. Als een vaardigheid binnen de vacature meerdere keren voorkomt, telt dit als één.

Tabel B1: Aantal vaardigheden en voorbeelden

Type	Categorie	# vaardigheden	Voorbeelden
Digitaal	Eén teken, één woord of een afkorting	1837	C, C++, R, Java, CAD/CAM, SAP, ERP, excel, SQL
	Meer dan één woord	3860	objectgeoriënteerd programmeren, test automation, internet of things,

<sup>13</sup> <https://www.onetonline.org/help/onet/database>

<sup>14</sup> <http://dbpedia.org/page/Category:Skills>

<sup>15</sup> <https://stackoverflow.com/tags?page=1&tab=popular>

<sup>16</sup> Met regular expressions, zie [https://en.wikipedia.org/wiki/Regular\\_expression](https://en.wikipedia.org/wiki/Regular_expression)



			windows XP, Microsoft exchange server, IT governance, database management systeem
Overig	Eén teken, één woord of een afkorting	195	communicatie, flexibiliteit, onderhandeling
	Meer dan één woord	121	problemen oplossen, actief leren, team leiden

Er is vaak geen eenduidige manier om een vaardigheid te omschrijven, bijvoorbeeld *oplossingsgericht* en *oplossingsvermogen*. Ook kunnen meerdere vaardigheden in hetzelfde concept vallen, zoals *coördineren* en *onderhandelen* te maken hebben met leiderschap. Daarom hebben we, voor de overige vaardigheden, 14 categorieën opgesteld, zie Tabel B2. Het is niet eenvoudig een dergelijke lijst op te stellen. Vanuit meerdere bronnen (O\*NET, Burning glass (2015), Nederlandse Skills Survey, 21st century skills) zijn verschillende lijsten beschikbaar. De 4 C's van de 21st century skills, critical thinking, creativity, collaboration en communication zijn overgenomen. Ook de 5e C, computational thinking, onderscheiden we. Van de life skills (FLIPS) van de 21st century skills nemen we Flexibility, Leadership, Initiative (self-starter) en Productivity (Result-orientation) mee.

Tabel B2: Categorieën voor overige vaardigheden

Categorie	Voorbeelden
Critical thinking	Kritisch denken, beredeneren, detailgericht
Creativity	Innovatief, creatief, origineel
Collaboration	Samenwerken, teamspeler
Communication	Communicatie, schrijven, spreken, presenteren
Computational thinking	Wiskunde, analytisch, statistiek
Flexibility	Flexibel, aanpassen
Leadership	Coördineren, delegeren, overtuigen, onderhandelen
Self-starter	Initiatief, proactief, zelfstandig
Result-orientation	Resultaatgericht, doelgericht
Problem solving	Oplossingsgericht
Active learning	Actief leren
Planning and organization	Planning, organisatie, agile
Service-orientation	Klantgericht
Quality Management	Kwaliteit, kwaliteitsborging

In Tabel B3 zijn de categorieën weergegeven voor de digitale vaardigheden. Net als voor de overige vaardigheden, is dat ook nodig voor de digitale vaardigheden, vooral door het grote aantal digitale vaardigheden. De categorie 'Digital transformation skills' omvat technieken die van doen hebben met de ontwikkelingen in digitalisering, zoals 3D printing, artificial intelligence (AI), blockchain, cloud computing, cybersecurity, internet of things en robotics.





Tabel B3: Categorieën voor digitale vaardigheden

<b>Categorie</b>	<b>Voorbeelden</b>
Specialized software	File versioning software, industrial control software, medical software, map creation software and compliance software like: <i>Blackboard, Git, SVN, arcgis, SCADA</i>
Computer-aided design	Computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) software, computer based training software and pattern design software, like: <i>Catia, CAD, E-plan, Cadence, Autocad, civil 3d</i>
Resource management software	Inventory management software, customer relationship management (CRM) software, materials requirements planning logistics and supply chain software like: <i>SAP, ERP, Primavera</i>
Basic computer skills	Word processing, presentation and spreadsheet software, internet browser software, electronic mail software, operating system software and backup or archival software like: <i>Microsoft Office, Windows operating system, Solaris, Unix, TextPad, Ubuntu</i>
Database management, design and query	Query and processing language, database user interface and query software, object oriented data base management software, metadata management software and database reporting software like: <i>SQL, MYSQL, datawarehouse, netezza, database management, RDBMS, NoSQL</i>
Big data and analytics	Data analytics, natural language processing, parallel computing, machine learning, artificial intelligence, business intelligence and data analysis software like: <i>Hadoop, Spark, Hive, Pig, Tableau, Rapidminer, Logistic regression, Support vector machine, K means, Text analytics</i>
Programming skills	Object or component oriented development software, development environment, program testing software, compiling software like: <i>C++, C#, Perl, Java, Lisp, prolog++, Julia, Python</i>
Internet technology and networking	Network monitoring software, network security and virtual private network, application server software VPN, internet protocol IP multimedia subsystem software and equipment software like: <i>LAN, WAN, DNS, webserver, traceroute, weblogic</i>
Web platform development software	Bv.: <i>HTML, javascript, django, angularjs, php, css, drupal, joomla, Typescript, requirejs, dhtml, Ruby on Rails, ngrx</i>
Project management software	Bv.: <i>Devops, Content workflow software, Microsoft Project</i>
IT governance and management	Bv.: <i>Information management, IT governance, IT infrastructure, data governance, IT frameworks, Information systems coordination</i>



<b>Categorie</b>	<b>Voorbeelden</b>
Digital marketing	<i>Bv.: Adsense tracker, Digital marketing</i>
Digital transformation skills	<i>3D printing, Artificial intelligence, Blockchain, Cloud computing, Cybersecurity, Docker, internet of things, Robotics</i>



## Bijlage C. Gelijkenisscore tussen beroepen

De aanpak van het bepalen van een gelijkenisscore is analoog aan de aanpak van WEF (2018) en combineert data van vacatures en de O\*NET database. De Nederlandse vacatures komen in dit geval van Jobfeed. Voor zowel de vacature data als de O\*NET data worden individuele gelijkenisscores berekend. Dit doen we om zowel de voordelen van gestandaardiseerde omschrijvingen als de actuele up-to-date beroepsvereisten mee te nemen. Deze individuele scores worden gewogen voor een uiteindelijke gelijkenisscore.

De gecombineerde kandidaat- en functieomschrijvingen van de vacature data van Jobfeed en de gestructureerde informatie uit O\*NET bevat informatie over de gevraagde vaardigheden, ervaring, training, kennis en opleiding, het profiel, voor een bepaald beroep. Het profiel van elk beroep kan worden uitgedrukt in een vector. Twee beroepen kunnen met elkaar vergeleken worden door hun vectoren met elkaar te vergelijken, de *cosine similarity*. De gelijkenisscore ligt tussen de 0 en 1. Een gelijkenisscore van 1 betekent identieke profielen. Hoe dichter de gelijkenisscore is naar 0, hoe minder gelijkenis.

In de vacature data komen vacatures voor van 377 ISCO unit groups, zie Tabel F1 welke van de in totaal 436 unit groups ontbreken. De O\*NET data heeft voor 6 ISCO unit groups geen informatie, zie Tabel F2. Dit resulteert in een 371 x 371 (symmetrische) matrix met gelijkenisscores.

In de berekening van de Jobfeed gelijkenisscore worden de kandidaat- en functieomschrijvingen van de vacature teksten opgeschoond met Natural Language Processing technieken; stopwoorden en speciale velden zijn verwijderd en de tekst is genormaliseerd.

### Stopwoorden

Een belangrijke voorbereidingsstap is het verwijderen van stopwoorden, bijvoorbeeld lidwoorden en voorzetsels. Dit zijn woorden die vaak in de kandidaat- en functieomschrijving voorkomen, maar geen vaardigheden, opleiding, kennis of ervaring omschrijven. Voorbeelden hiervan zijn lidwoorden en voorzetsels. Om stopwoorden te verwijderen bestaan er standaard Nederlandse stopwoordenlijsten<sup>17</sup>. Naast een standard stopwoordenlijst hebben we hoogfrequente woorden geïdentificeerd die geen informatie over het profiel opleveren, voorbeelden zijn 'ervaring' en 'kennis'. De woorden uit de stopwoordenlijst en de hoogfrequente, niet-buikbare woorden zijn verwijderd.

### Speciale velden

De vacatureteksten zijn door Jobfeed gestructureerd, maar de kandidaat- en functieomschrijvingen bevatten vaak ook e-mail adressen, telefoonnummers en links naar websites. Deze informatie is in ons onderzoek niet bruikbaar (en links zouden bijvoorbeeld onterecht als HTML vaardigheid herkend kunnen worden) en zijn verwijderd<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> De Natural Language Toolkit in Python, <https://www.nltk.org/>

<sup>18</sup> Met regular expressions, zie [https://en.wikipedia.org/wiki/Regular\\_expression](https://en.wikipedia.org/wiki/Regular_expression)



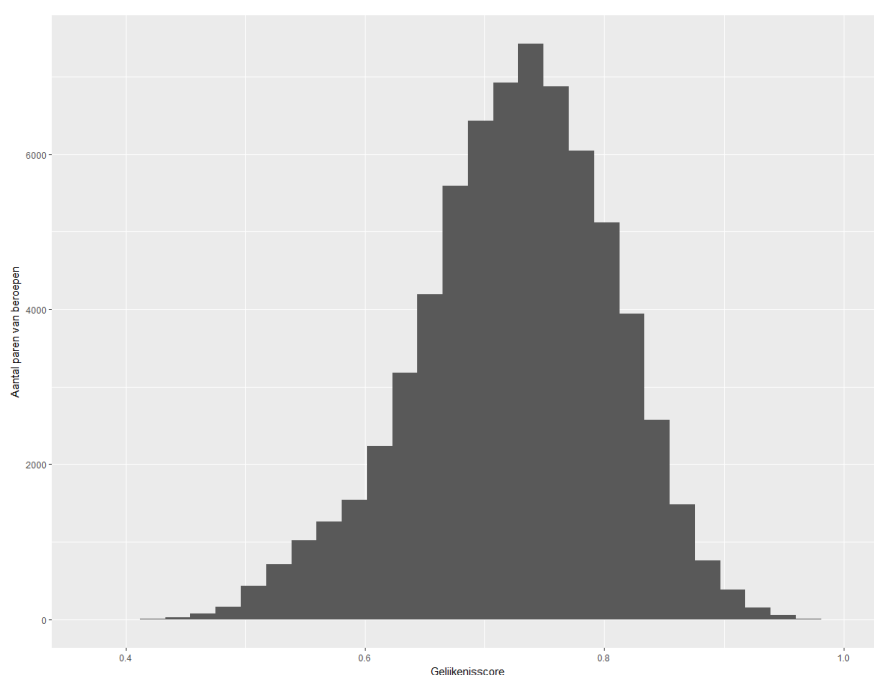
## Tekstnormalisatie

Door grammatica komen woorden in teksten in verschillende vormen voor, zoals *vragen*, *vraag* en *gevraagd*. Ook zijn er afgeleide woorden met vergelijkbare betekenis, zoals *democratie*, *democratisch* en *democratisering*. Het doel van tekstnormalisatie is het verminderen van verbuigingsvormen van een woord in een gemeenschappelijke basisvorm. De vorm van tekstnormalisatie die wij toepassen heet *stemming*, waarbij met een heuristisch proces uiteinden van woorden worden afgehakt. Hiervoor passen we een bestaand algoritme<sup>19</sup> toe, specifiek voor *stemming* in de Nederlandse taal.

## Resultaten gelijkenisscore

Het uiteindelijke resultaat is een 371x371 gelijkenisscore matrix. De gemiddelde gelijkenisscore tussen beroepen is 0,72 met een standaarddeviatie van 0,08. Zie Figuur C1 voor de verdeling van gelijkenisscores. Omdat er van 371 beroepen een gelijkenisscore bepaald is, zijn dit in totaal 68.635 paren van beroepen.

*Figuur C1: Verdeling gelijkenisscore*

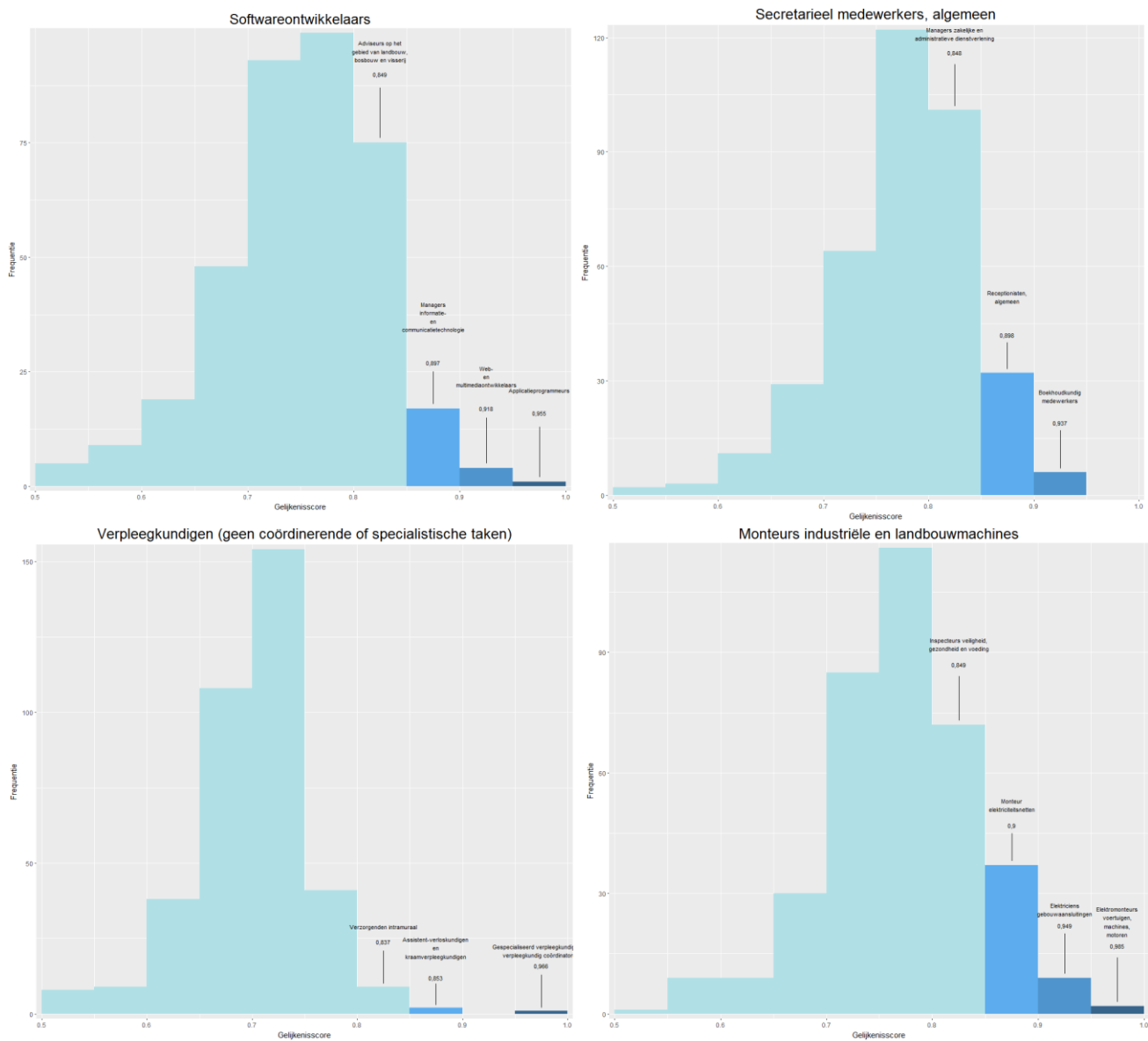


Afgaande op de frequentie van de gelijkenisscore, zie Figuur C2 voor voorbeelden, definiëren we een gelijkenisscore van meer dan 0,85 als beroepen die op elkaar lijken. Een score van 0,85 tot 0,90 is een gemiddelde gelijkenis en een score van hoger dan 0,90 is een hoge gelijkenis. Tabel C1 laat van een aantal geselecteerde beroepen voorbeelden zien van de 5 gevonden beroepen met de meeste overeenkomsten. In Figuur C3 wordt een overzicht gegeven van de gehele matrix. De matrix is symmetrisch. Bij een donkerblauwe cel, geven de overeenkomstige rij en kolom twee beroepen met een gecombineerd profiel aan met een hoge mate van geschiktheid. De diagonaal geeft de gelijkenisscore van de beroepen met zichzelf, altijd 1.

<sup>19</sup> Aan de hand van de Nederlandse Snowball stemmer, beschikbaar in de Python NLTK package



Figuur C2: Frequentie gelijkenisscore (voorbeelden)



Tabel C1 Voorbeelden gelijkenisscore geselecteerde beroepen, 5 best lijkende

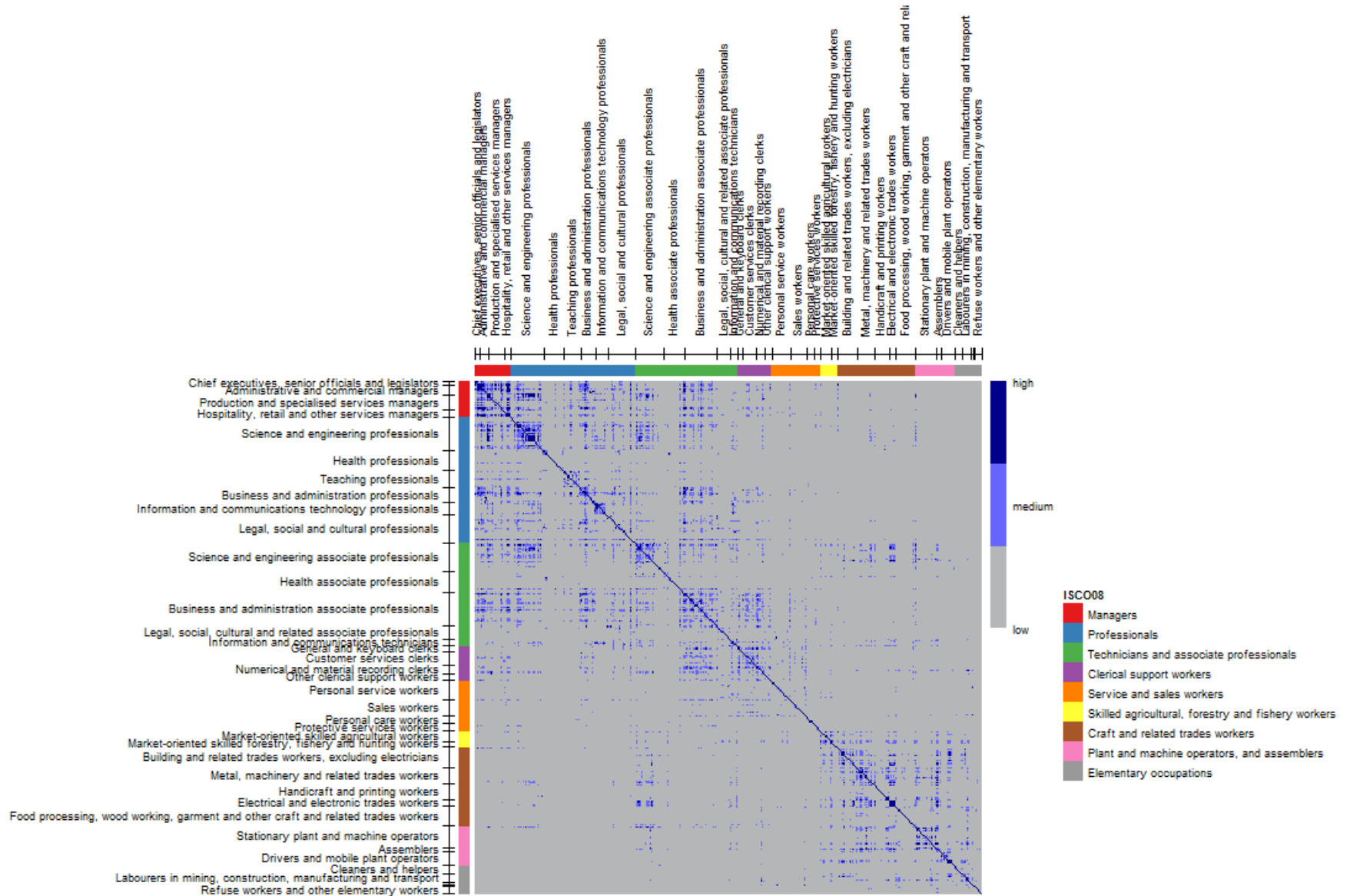
BEROEP	SCORE	VERGELEKEN BEROEP
<b>SOFTWARE-ONTWIKKELAARS</b>	0,95	Applicatieprogrammeurs
	0,92	Web- en multimediaontwikkelaars
	0,91	Netwerk- en systeemtechnici
	0,91	Systeemanalisten en ICT-adviseurs
	0,90	Software- en applicatieontwikkelaars en -analisten
<b>PROCESOPERATORS</b>	0,93	Toezichhoudend personeel in de bouwnijverheid
	0,92	Technici weg- en waterbouw, bouwinspecteurs en landmeters
	0,91	Boorwerkers en boormeesters
	0,91	Werkvoorbereiders, productieplanners en orderbegeleiders



<b>BEROEP</b>	<b>SCORE</b>	<b>VERGELEKEN BEROEP</b>
	0,91	Managers industrie
<b>MONTEURS INDUSTRIËLE EN LANDBOUWMACHINES</b>	0,99	Elektromonteurs voertuigen, machines, motoren
	0,96	Elektronicamonteurs
	0,95	Elektriciens gebouwaansluitingen
	0,94	Fijninstrumentmakers en -reparateurs
	0,93	Assemblagemedewerkers mechanische werktuigen
<b>MANAGERS VERKOOP EN MARKETING</b>	0,93	Vertegenwoordigers, accountmanagers retail en exportmanagers
	0,93	Specialisten reclame en marketing
	0,92	Vertegenwoordigers informatie- en communicatietechnologie
	0,92	Managers financiële dienstverlening en verzekeringen
	0,91	Managers recreatie en amusement
<b>GESPECIALISEERD VERPLEEGKUNDIGEN EN VERPLEEGKUNDIG COÖRDINATOREN</b>	0,97	Verpleegkundigen (geen coördinerende of specialistische taken)
	0,87	Assistent-verloskundigen en kraamverpleegkundigen
	0,87	Maatschappelijk werkers en specialistische sociale hulpverleners
	0,87	Sociaal werkers, groeps- en woonbegeleiders
	0,86	Medisch specialisten
<b>SECRETARIEEL MEDEWERKERS, ALGEMEEN</b>	0,94	Boekhoudkundig medewerkers
	0,94	Directie-, project- en internationaal secretaresses
	0,92	Administratief medewerkers statistiek, financiën en verzekeringen
	0,92	Administratief medewerkers, algemeen
	0,91	Informatieverstrekkers



Figuur C3: Gelijkenisscore matrix





## Bijlage D. Optimalisatie beleidsperspectief

De overstapberoepen waar met een beleidsperspectief naar gekeken kan worden, zijn bepaald met een lineair programmeermodel, welke de waarde van een doelfunctie maximaliseert, gegeven een aantal voorwaarden.

De doelfunctie is de som van het aantal overgangen, gewogen door de som van de gelijkensscore en het verschil in genormaliseerde uurloon.

De voorwaarden zijn:

- Er zijn geen overgangen met een gelijkensscore kleiner dan 0.85.
- Er zijn alleen overgangen tussen beroepen met maximaal 1 *skill level* verschil.
- Er zijn geen overgangen van het maximum *skill level* 4 naar een lager *skill level*.
- Er zijn geen overgangen naar beroepen waarin het uurloon minder wordt.
- Er zijn alleen overgangen van beroepen waar een 'overschot' is. Er is een overschot als de verwachte niet vervulde baanopeningen tot 2022 negatief is.
- Het totaal aan overgangen van een beroep is groter of gelijk aan het 'overschot'.
- Er zijn geen overgangen naar beroepen waar een 'tekort' is. Er is een tekort als de verwachte niet vervulde baanopeningen tot 2022 positief is.
- Het totaal aan overgangen naar een beroep is kleiner of gelijk aan het 'tekort'.

De resultaten van de optimalisatie zijn op het niveau van beroepen voor de grootste stromen in de hoofdttekst getoond, hieronder worden de resultaten op een hoger niveau getoond, dus als stromen tussen beroepsklassen, zie tabel D1. Startberoepen kunnen alleen voorkomen als er verwacht wordt dat er baanzoekers zullen zijn. Voor een aantal beroepsklassen geldt dat er voor geen enkel beroep baanzoekers worden verwacht, bijvoorbeeld voor ICT beroepen of zorg en welzijn beroepen. Deze beroepsklassen komen dan ook niet voor in de rijen van tabel D1. Een stroom van een beroepsklasse naar dezelfde beroepsklasse gaat om stromen tussen twee beroepen die tot dezelfde beroepsklasse horen. De meeste optimale overgangen vinden plaats binnen bedrijfseconomische en administratieve beroepen. Maar ook relatief veel overstappen vinden plaats tussen commerciële en bedrijfseconomische/administratieve beroepen, tussen agrarische en technische beroepen en binnen manager beroepen.

Tabel D1 toont de resultaten van de optimalisatie onder de voorwaarde dat het overstapberoep een gelijk of hoger salaris heeft dan het startberoep. Tabel D2 toont de resultaten op dezelfde manier als in tabel D1, alleen is de voorwaarde voor het salaris losgelaten.





Tabel D1: Optimale overstapberoepen naar beroepsklasse (x1000), op voorwaarde dat overstapberoep gelijk of hoger salaris heeft

Beroepsklasse waar startberoep in valt	Beroepsklasse waar overstapberoep in valt												Mogelijke transities	Verwachte baanzoekers tot 2022	Verlies zonder mogelijke transitie
	Pedagogische beroepen	Creatieve en taalkundige beroepen	Commerciële beroepen	Bedrijfseconomische en administratieve beroepen	Managers	Openbaar bestuur, veiligheid en juridische beroepen	Technische beroepen	ICT beroepen	Agrarische beroepen	Zorg en welzijn beroepen	Dienstverlenende beroepen	Transport en logistiek beroepen			
Commerciële beroepen				2,9			0,1						3,1	-6,2	3,2
Bedrijfseconomische en administratieve beroepen				7,8	0,9	1,5	0,6	0,3		0,6			11,7	-13,5	1,9
Managers					2,8								2,8	-2,8	0,0
Openbaar bestuur, veiligheid en juridische beroepen						0,1							0,1	-4,7	4,6
Technische beroepen	0,1				1,1	0,2	1,5	0,8	0,1			0,1	3,9	-5,2	1,3
Agrarische beroepen					0,2		2,9			0,1	0,1	0,3	3,7	-4,0	0,4
Optimaal aantal transities	0,1	0,0	0,0	10,7	5,1	1,8	5,1	1,0	0,1	0,7	0,1	0,4	25,2	-36,5	11,4
Verwachte niet vervulbare baanopeningen tot 2022	11,0	5,5	14,1	29,8	14,3	7,9	45,6	8,1	0,2	40,4	16,2	20,6	213,6		

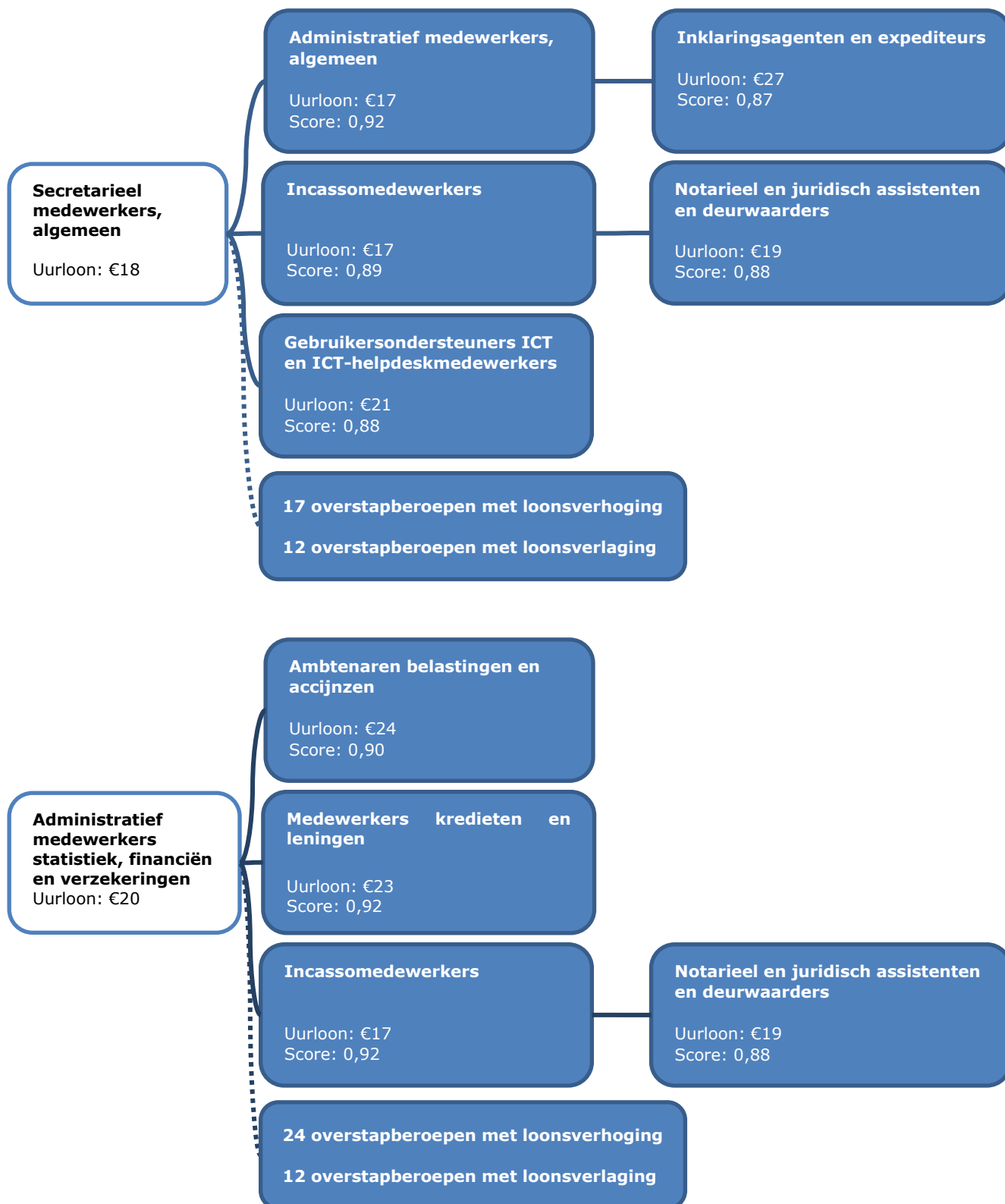


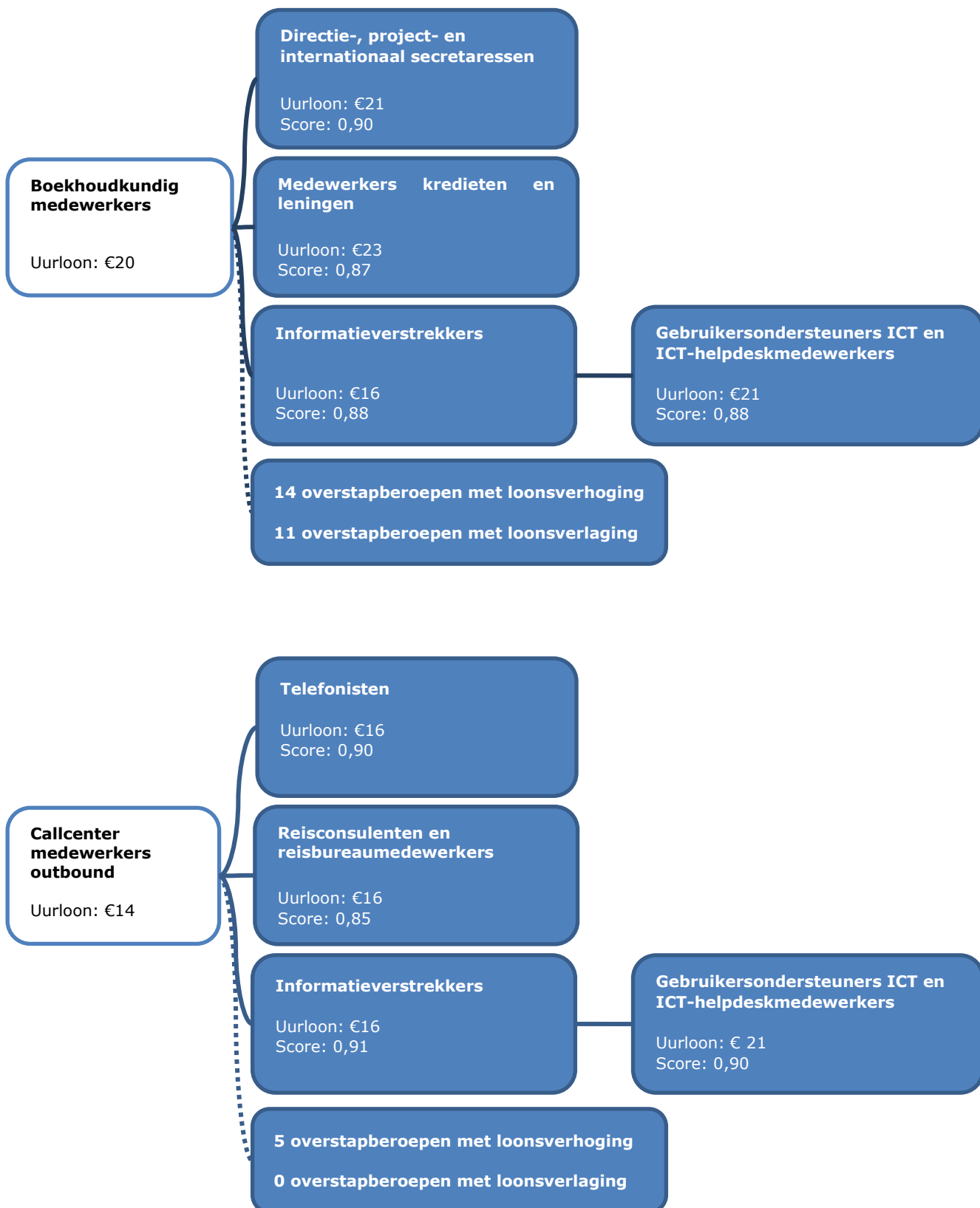
Tabel D2: Optimale overstapberoepen naar beroepsklasse (x1000), zonder voorwaarde op salaris

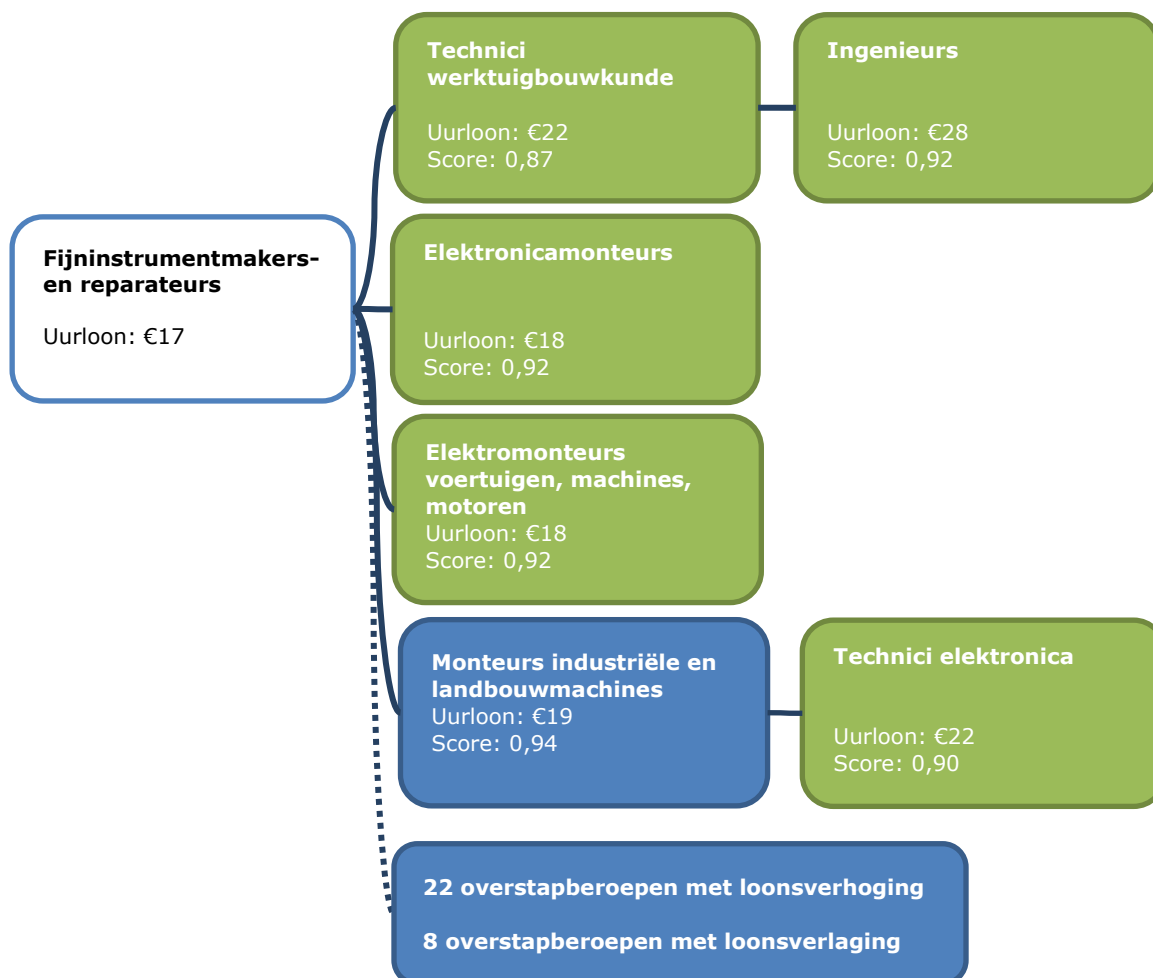
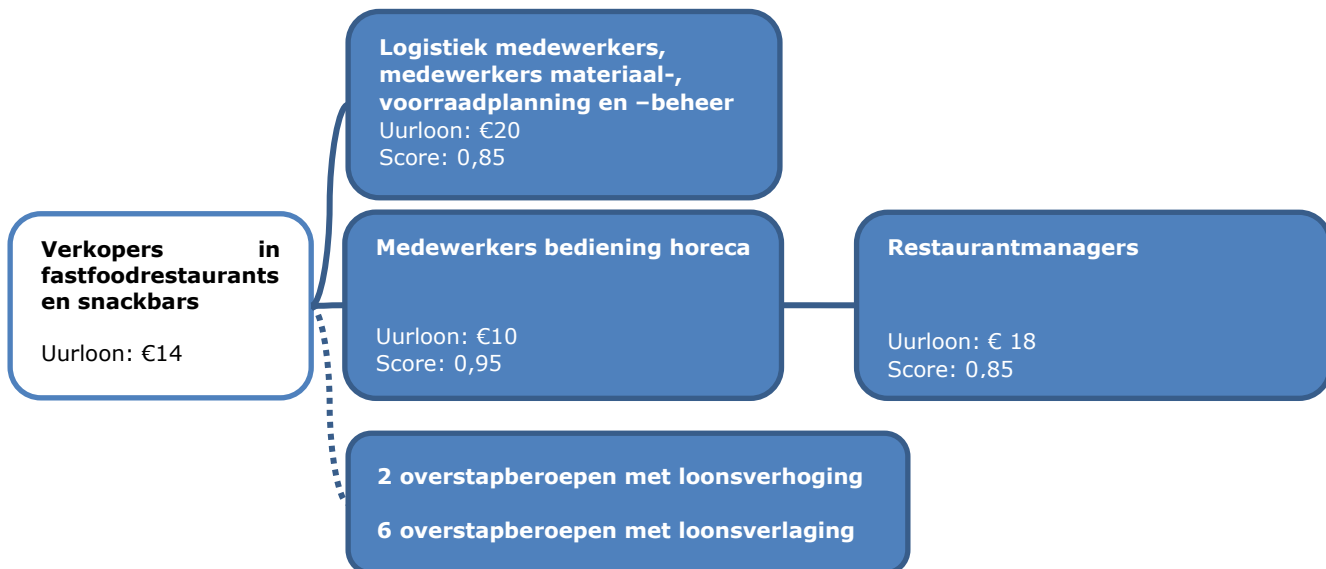
Beroepsklasse waar startberoep in valt	Beroepsklasse waar overstapberoep in valt												Mogelijke transities	Verwachte baanzoekers tot 2022	Verlies zonder mogelijke transitie
	Pedagogische beroepen	Creatieve en taalkundige beroepen	Commerciële beroepen	Bedrijfseconomische en administratieve beroepen	Managers	Openbaar bestuur, veiligheid en juridische beroepen	Technische beroepen	ICT beroepen	Agrarische beroepen	Zorg en welzijn beroepen	Dienstverlenende beroepen	Transport en logistiek beroepen			
Commerciële beroepen				4,3			0,2				0,6		5,2	-6,2	1,0
Bedrijfseconomische en administratieve beroepen				9,3	0,9	1,4	0,4	0,3		0,6			12,9	-13,5	0,7
Managers					2,8								2,8	-2,8	0,0
Openbaar bestuur, veiligheid en juridische beroepen													0,0	-4,7	4,7
Technische beroepen	0,1			0,5	1,1	0,2	2,3	0,6					4,7	-5,2	0,4
Agrarische beroepen					0,2		3,1					0,3	3,6	-4,0	0,4
Optimaal aantal transities	0,1	0,0	0,0	14,1	5,1	1,6	5,8	1,1	0,0	0,6	0,6	0,3	29,3	-36,5	7,3
Verwachte niet vervulbare baanopeningen tot 2022	11,0	5,5	14,1	29,8	14,3	7,9	45,6	8,1	0,2	40,4	16,2	20,6	213,6		

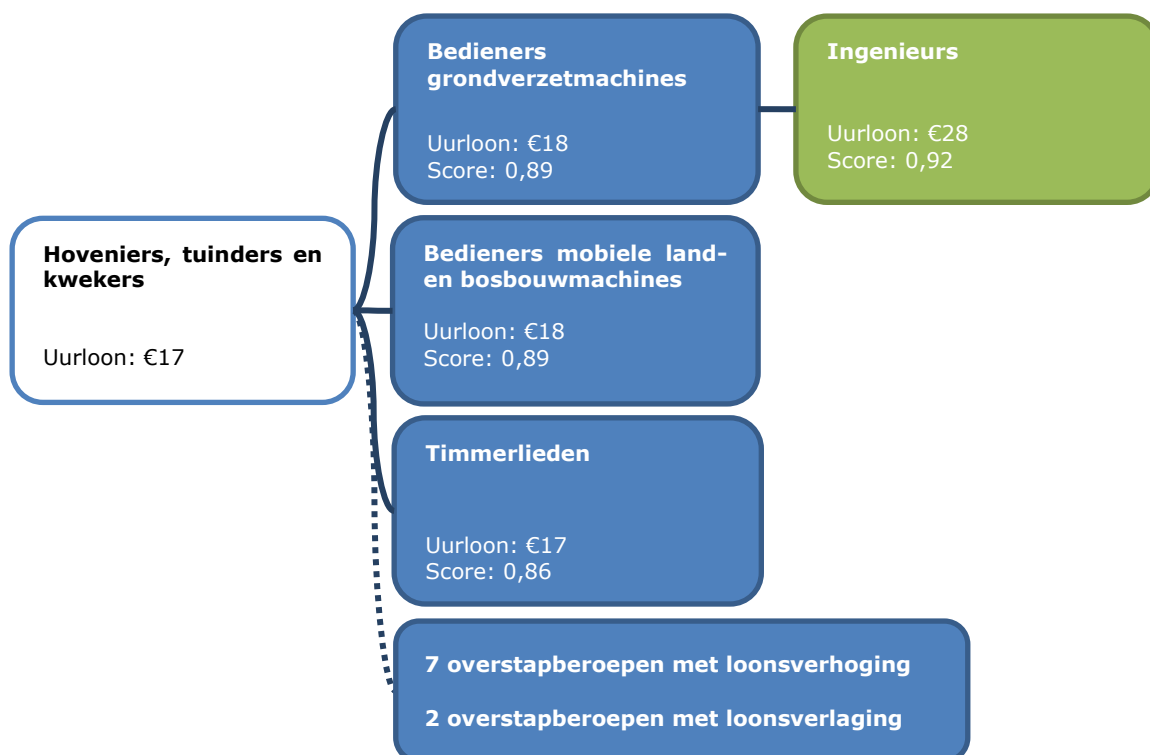
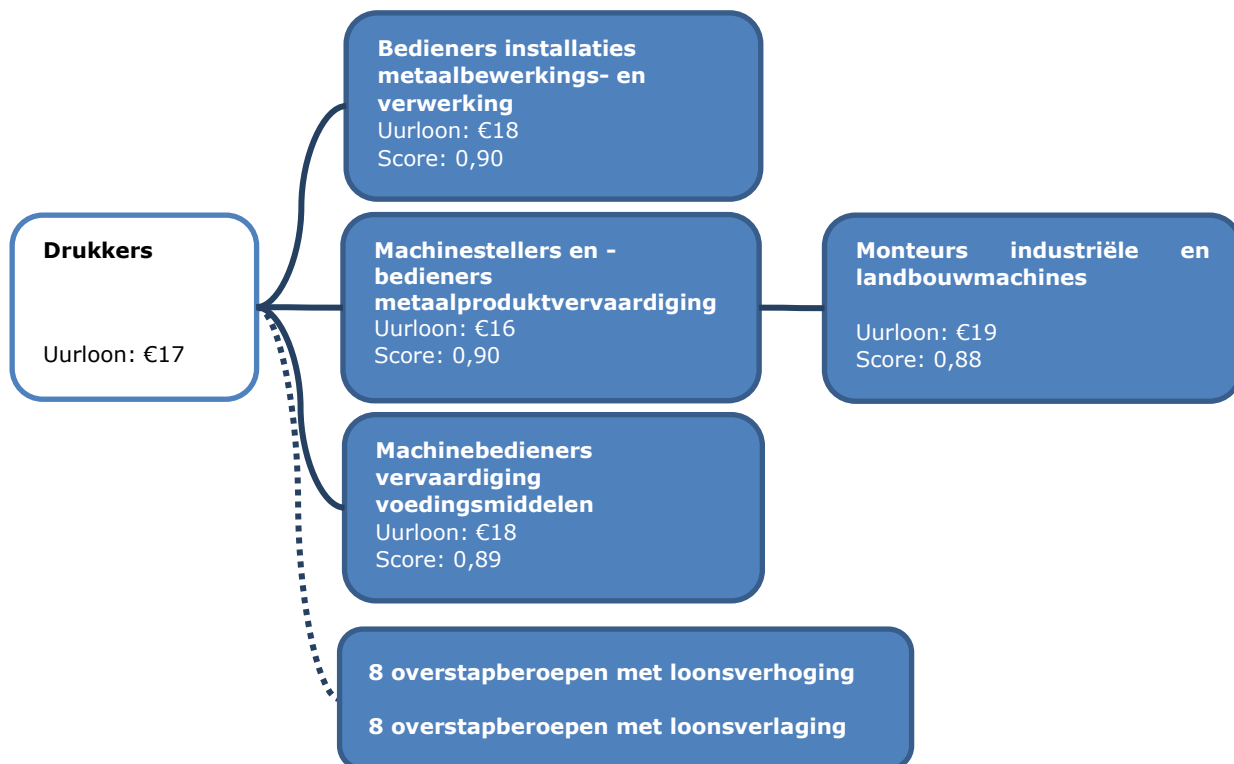


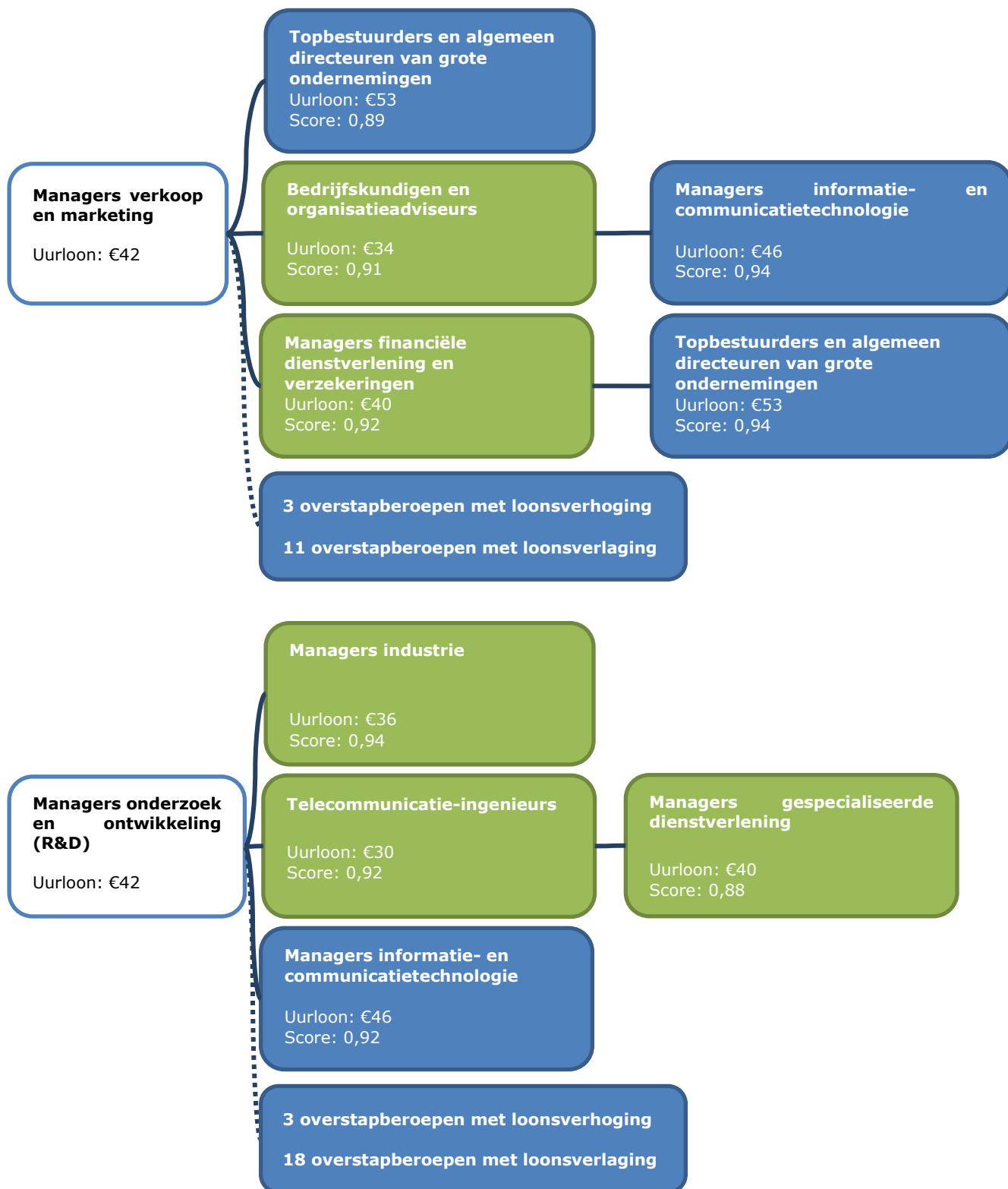
## Bijlage E. Voorbeeldpaden

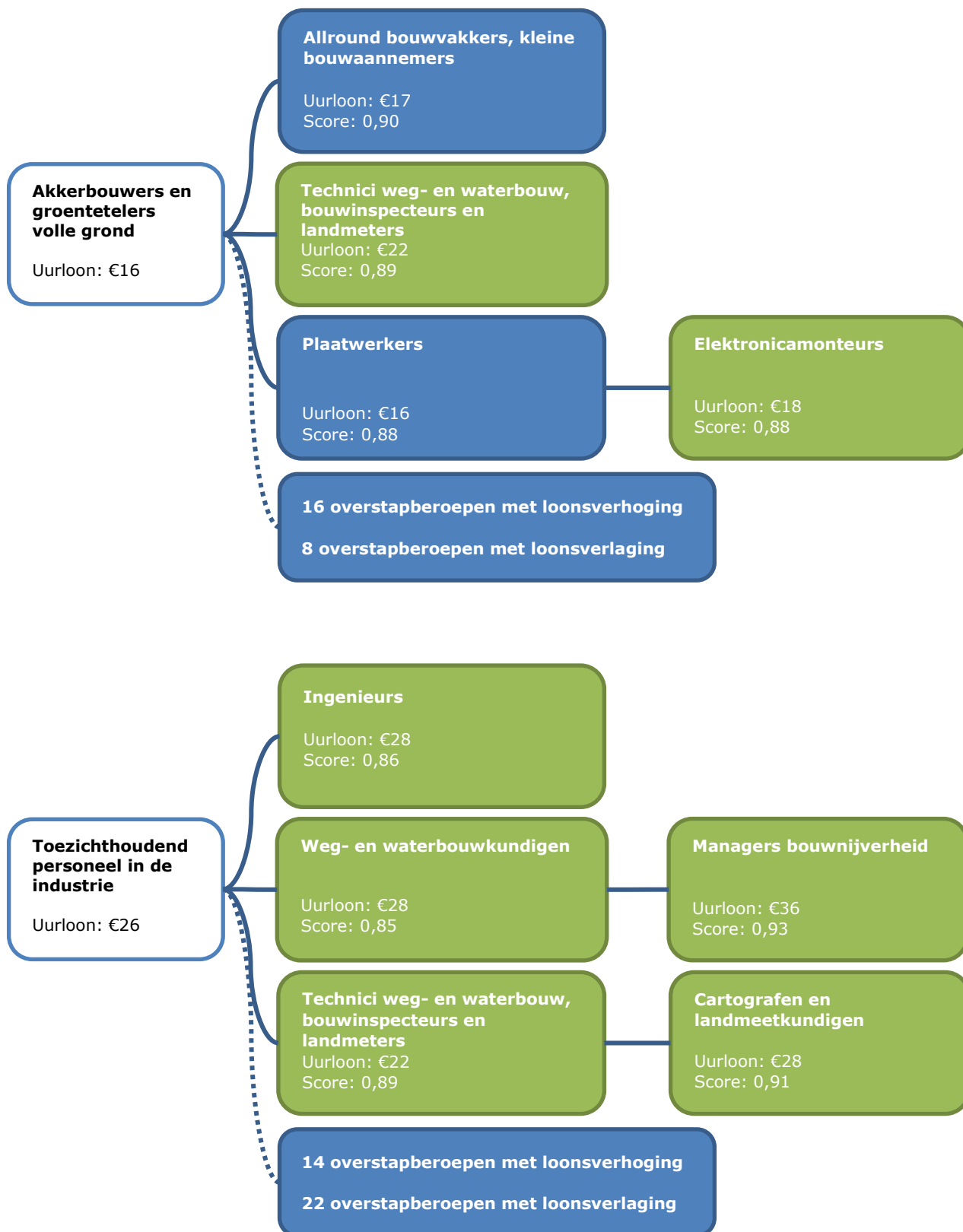




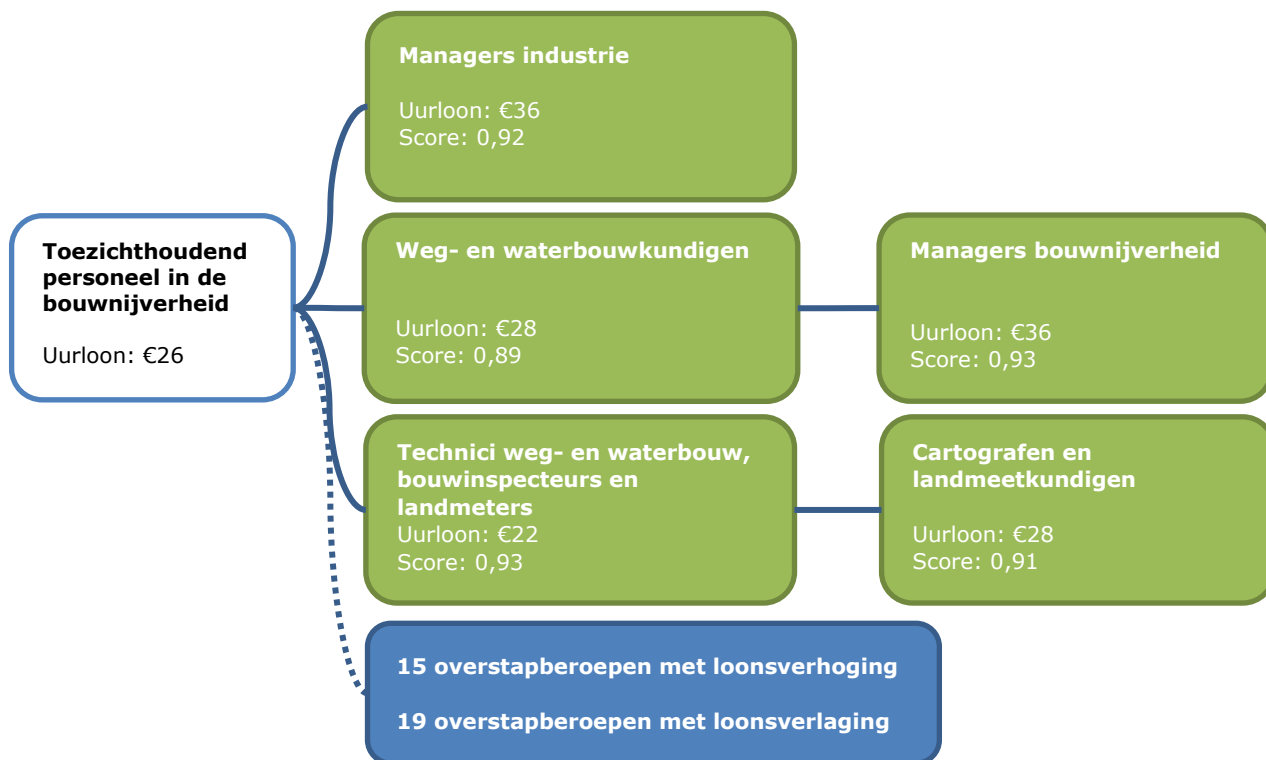














## Bijlage F. Beroepen

De beroepenindeling ISCO-08 is de classificatie van beroepen van de International Labour Organization. De ISCO-08 identificeert op het laagste niveau 436 *unit groups*. Van deze 436 unit groups zijn 59 unit groups niet aanwezig in de Jobfeed vacature data. Een aantal van deze 59 unit groups is niet relevant voor de Nederlandse arbeidsmarkt (zoals 9624 - Waterdragers en brandhoutverzamelaars), komt weinig voor (zoals 4213 - Lommerdhouders en geldschietters) of wordt verkozen (1111 - Leden wetgevende instanties). Naast de 59 unit groups die niet voorkomen in de vacature data is voor 6 van de unit groups geen aanvullende data in O\*NET aanwezig. Hierdoor kon voor 371 unit groups een gelijkenisscore worden berekend. De unit groups die niet voorkomen in de Jobfeed vacature data zijn opgesomd in Tabel F1. O\*NET data ontbreekt voor de unit groups in Tabel F2.

Tabel F1: ISCO-08 unit groups die niet voorkomen in Jobfeed vacature data

Code ISCO-08	Omschrijving
0110	Officieren
0210	Onderofficieren
0310	Andere militaire rangen
1111	Leden wetgevende instanties
1113	Traditionele dorpschouwen
1311	Managers landbouw en bosbouw
1312	Managers aquacultuur en visserij
1322	Managers mijnbouw
3116	Procestechnici (petro)chemische industrie
3117	Technici delfstofwinning en metallurgie
3131	Procesoperators elektriciteitscentrales
3135	Procesoperators hoogovens
3155	Elektrotechnicus luchtvaartveiligheid
3230	Vakspecialisten alternatieve geneeskunde
3252	Medewerkers medische registratie en medisch archief
3522	Telecommunicatievakspecialisten
4213	Lommerdhouders en geldschietters
4229	Klantenvoorlichters n.e.g.
4414	Openbare schrijvers
4419	Administratief assistenten n.e.g.
5152	Butlers en pensionhouders
5162	Gezelschapspersonen, buddy's en persoonlijk assistenten
5212	Straatverkopers voedsel
6114	Telers van diverse gewassen
6223	Vissers, op volle zee
6310	Landbouwers, voor zelfvoorziening
6320	Veetelers, voor zelfvoorziening
6330	Agrariërs gemengd bedrijf, voor zelfvoorziening
6340	Vissers, jagers, vallenzetters en verzamelaars, voor zelfvoorziening
7215	Takelaars en kabelsplitters
7319	Ambachtslieden traditionele ambachten n.e.g.
7513	Zuivelbereiders
7514	Bereiders van groente- en fruitconserven
7516	Tabaksbereiders en vervaardigers van tabaksproducten
7541	Duikers
7542	Springmeesters



Code ISCO-08	Omschrijving
7549	Ambachtslieden n.e.g.
8111	Delfstoffenwinnaars
8112	Bedieners installaties verwerking mineralen en gesteente
8114	Machinebedieners vervaardiging cement, stenen en andere minerale producten
8142	Machinebedieners vervaardiging kunststofproducten
8155	Machinebedieners bont- en leerbereiding
8156	Machinebedieners vervaardigen van schoeisel
8159	Machinebedieners vervaardiging textiel-, bont- en leerproducten n.e.g.
8171	Machinebedieners vervaardiging papierpulp en papier
8182	Stoommachine en -ketelbedieners
8183	Verpakkings-, bottel- en etiketteringsmachinebedieners
8321	Bestuurders motorrijwielen
9211	Hulparbeiders akkerbouw
9212	Hulparbeiders veeteelt
9213	Hulparbeiders op gemengde bedrijven
9214	Hulparbeiders tuinbouw
9215	Hulparbeiders bosbouw
9216	Hulparbeiders visserij en visteelt
9311	Hulparbeiders mijnbouw
9331	Fietskoeriers en fietstaxichauffeurs
9332	Koetsiers en palfreniers
9622	Losse arbeiders
9624	Waterdragers en brandhoutverzamelaars

*Tabel F2: ISCO-08 unit groups waarvan data uit O\*NET ontbreekt*

Code ISCO-08	Omschrijving
2659	Entertainment artiesten
3413	Pastoraal werkers
5161	Astrologen, waarzeggers
7133	Schoorsteenvegers en gevelreinigers
9510	Kranten-, flyeruitdelers en andere op straat uitgeoefende dienstverlenende beroepen
9613	Straatvegers



## Bijlage G. Begrippen/definities

### **Automatiseringsrisico**

Kans dat een beroep kan worden geautomatiseerd.

### **Gelijkenisscore**

Index (tussen 0 en 1) om de overeenkomst tussen twee beroepen aan te geven. Hoe hoger de score, hoe meer overeenkomst in vaardigheden, opleiding, kennis en ervaring.

### **HTSM**

Topsector High Tech Systemen & Materialen

### **ISCO**

International Standard Classification of Occupations, ISCO-08 is de classificatie van beroepen van de International Labour Organization.

### **ITKB**

Definitie van ROA: De Indicator Toekomstige Knelpunten in de Personeelsvoorziening naar Beroep (ITKB) reflecteert de verwachte spanning naar beroep. De ITKB geeft de kans weer dat de gewenste personeelssamenstelling naar opleiding binnen beroepsgroepen gerealiseerd kan worden, rekening houdend met het verwachte aanbod per opleiding. Naarmate de waarde van de indicator lager wordt, zijn de verwachte knelpunten groter.

### **Krimp**

Een werkgelegenheidsdaling, met andere woorden baanvernietiging. In de context van dit onderzoek houden we ook rekening met de spanning van een beroep; of het verwachte aanbod de totale vraag kan voldoen. Is dit niet geval terwijl wel een werkgelegenheidsdaling wordt verwacht, definiëren we dit beroep niet als krimpberoep.

### **LS&H**

Topsector Life Sciences & Health

### **O\*NET**

De Occupational Information Network is een online database met informatie over beroepen. Het bevat benodigde kennis, vaardigheden, taken, opleiding en ervaring.

### **SBI**

Standaard bedrijfsindeling 2008 (SBI 2008) - De Nederlandse hiërarchische indeling van economische activiteiten die vanaf 2008 door het CBS wordt gebruikt om bedrijfseenheden in te delen naar hun hoofdactiviteit.

### **Uitbreidingsvraag**

Definitie van ROA: Vraag naar nieuwe arbeidskrachten die ontstaat door groei van de werkgelegenheid. Als er sprake is van een werkgelegenheidsdaling, is de uitbreidingsvraag negatief.

### **Vervangingsvraag**

Definitie van ROA: Vervangingsvraag is de vraag naar nieuwe arbeidskrachten die ontstaat door bijvoorbeeld pensionering, (tijdelijke) uittreding vanwege zorgtaken, arbeidsongeschiktheid, beroepsmobiliteit of doorstroom naar andere opleiding.