

> **TNO rapport**  
gesubsidieerd door Instituut GAK

# Monitor Technologisering en Arbeidsmarkt

# › Monitor Technologisering en Arbeidsmarkt

Rapport voor:	Instituut GAK
Datum	Januari 2019
Auteurs	S. Dhondt K.O. Kraan P.T.Y. Preenen
Projectnummer	060.28520
Rapportnummer	R19006
ISBN	978-90-5986-498-6
Contact TNO	Steven Dhondt
Telefoon	06 22 04 20 70
E-mail	steven.dhondt@tno.nl

**Healthy Living**  
Schipholweg 77-89  
2316 ZL LEIDEN  
Postbus 3005  
2301 DA LEIDEN  
[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T 088 866 61 00  
infodesk@tno.nl

© 2019 TNO

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Handelsregisternummer 27376655

## Samenvatting

In dit rapport is een monitoringsysteem ontwikkeld voor het meten van de impact van technologisering op de arbeidsmarkt. De centrale vraag is op welke wijze we de impact van technologische ontwikkeling voor arbeid op de juiste manier, of minstens betekenisvolle manier, kunnen inschatten? Het referentiepunt voor het monitoringsysteem zijn de uitkomsten van het onderzoek van Frey en Osborne (2013; 2017) geweest, waarbij zij grote werkloosheid voorspellen als gevolg van het computeriseren van werk. Met computeriseren bedoelen ze dat robots en artificiële intelligentie in de toekomst de scepter zullen zwaaien in organisaties. De methode die in dit rapport is uitgewerkt, kijkt kritisch naar de wijze waarop in dit soort van onderzoek naar technologie en impacts wordt gekeken. De les is dat technologie anders dient te worden benaderd dan in dit onderzoek gebeurt:

1. allereerst zijn de verschillende technologiesoorten terug te brengen tot vijf groepen met elk hele specifieke gevolgen voor arbeid (niet alle technologie leidt tot afschaffen van banen); en
2. ten tweede gaat de aandacht in dit soort onderzoek teveel uit naar de potentie van technologie, en onvoldoende naar het investeringsbeleid van bedrijven en de aanwezige technologie.

De technologiebenadering in dit rapport houdt wel rekening met deze twee elementen. Voor drie sectoren kan met dit perspectief voor vijftien beroepen een aparte analyse gemaakt worden van de arbeidsimpact. Ook hier is het over een andere boeg gegooid: impact is niet alleen aantallen medewerkers in een beroep, maar het gaat om de inhoud van het werk, de beleving van het werk en de verhoudingen tussen beroepen (polarisering). Met beide elementen (technologie en arbeidsimpact) is gewerkt om de korte termijn toekomst van beroepen te schetsen (3-5 jaar). Voor de drie sectoren zijn de gevolgen geschetst. De algemene conclusie is dat het werk in de onderzochte beroepen in dat tijdsperspectief zeker zal veranderen, maar dat van de enorme impacts die Frey en Osborne zien, geen sprake is. Uiteindelijk is ook het besluit dat de toekomst een kwestie van keuzen is, waarbij de methode aangeeft waar je dient naar te kijken. De veranderingen in technologie bieden opties: daar dienen keuzen in gemaakt te worden. Ons eindadvies is dat arbeidsdeling in de organisaties dient te worden teruggedrongen en dat de technologie aangewend wordt om dat te doen. Nog een laatste opmerking: in dit rapport is een 'proof-of-concept' uitgewerkt. Meer omvangrijk en diepgravend onderzoek is nodig om het geheel te verbeteren.

# Inhoudsopgave

Samenvatting.....	i	
1	Inleiding.....	1
1.1	Doel en vraagstelling.....	1
1.2	Een monitoringsysteem.....	1
1.3	Model.....	2
1.4	Uitgangspunten van het monitoringsysteem.....	2
1.4.1	Bereik van het systeem.....	2
1.4.2	Sectoren.....	3
1.4.3	Beroepen.....	3
1.4.4	Theorieën.....	5
1.5	Gebruik bestaande data.....	5
1.6	Uitwerking voorspellingen.....	5
1.7	Leeswijzer: opzet van het rapport.....	8
2	Concepten en methodologie.....	10
2.1	Inleiding.....	10
2.2	Technologisering.....	10
2.2.1	Een procesperspectief.....	10
2.2.2	Technologisering en arbeidsdeling.....	12
2.3	Arbeidsmarktimpacts.....	13
2.3.1	Methodologie van het onderzoek.....	15
3	Technologie en arbeid in de industrie.....	20
3.1	Overzicht beroepen.....	20
3.2	Dominante technologisering.....	20
3.3	Wat is de uitkomst van onze analyse voor de factor arbeid?.....	21
3.4	Samengevat.....	23
4	Technologie en arbeid in de dienstverlening.....	25
4.1	Overzicht beroepen.....	25
4.2	Dominante technologisering.....	25
4.3	Wat is de uitkomst van onze analyse voor de factor arbeid?.....	26
4.4	Samengevat.....	29
5	Technologie en arbeid in de publieke diensten.....	30
5.1	Overzicht beroepen.....	30
5.2	Dominante technologisering.....	30
5.3	Wat is de uitkomst van onze analyse voor de factor arbeid?.....	31
5.4	Samengevat.....	34
6	Conclusies en aanbevelingen.....	35
6.1	Conclusies.....	35
6.1.1	Doel.....	35
6.1.2	Conclusies met betrekking tot het monitoringsysteem.....	35
6.1.3	Conclusies over de drie sectoren en vijftien beroepen.....	35
6.2	Aanbevelingen.....	36
6.2.1	Aanbevelingen over de methode.....	36
6.2.2	Wat kun je met de resultaten?.....	36



Gebruikte literatuur ..... 37



# 1 Inleiding

## 1.1 Doel en vraagstelling

Het doel van dit project ‘technologisering en arbeidsmarkt’ is om een monitoringsysteem te ontwikkelen voor het meten van impact van technologisering op de arbeidsmarkt. De centrale vraag is op welke wijze we de impact van technologische ontwikkeling op de juiste manier, of minstens op een betekenisvolle manier, kunnen inschatten? Is het mogelijk om een set indicatoren te ontwikkelen waarin een samenhang kan worden beschreven tussen:

1. technologie,
2. exogene extra-aspecten samenhangend met technologie,
3. primaire effecten (omvang en kwaliteit van de arbeid),
4. secundaire effecten?

In dit rapport worden de resultaten van dit onderzoek gepresenteerd. In deze inleiding kijken we naar het model dat onder het monitoringsysteem ligt, de uitgangspunten die daarbij zijn gehanteerd, de data die gehanteerd zullen worden en de wijze waarop aan voorspellingen zal worden gedaan. Dit eerste hoofdstuk eindigt met een leeswijzer voor het rapport. Het onderzoek levert een ‘proof-of-concept’ voor het monitoringsysteem op.

## 1.2 Een monitoringsysteem

De monitor is opgevat als een set van indicatoren die aangeeft hoe technologie zich ontwikkelt en wat daarvan de impact zal zijn op arbeidsvariabelen. De set van indicatoren maakt het experts mogelijk om in te schatten hoe technologie zich op de korte termijn zal ontwikkelen. De systematiek is zo uitgewerkt dat een overzicht van vroegsignalering-indicatoren wordt aangeleverd dat helder maakt wat er aan de technologiekant staat te gebeuren, maar ook inzicht geeft in ‘early impacts’ op arbeid. De ‘early impacts’ laten zien of er reeds eerste technologiegevolgen te onderkennen zijn die mogelijk op grotere schaal zich zullen doorzetten. Uiteindelijk levert het onderzoek een indicatorsysteem op waarmee op verschillende context-, conditionerende en uitkomstvariabelen op technologie en arbeidsgebied gewezen wordt; dit maakt zichtbaar wat er op de korte termijn (3 tot 5 jaar) staat te gebeuren.

In de uitwerking van de systematiek volgen we andere monitors zoals OECD-Stat (ICT-indicators; Science, Technology and Industry Scoreboard 2015) en de European Innovation Scoreboard. Deze systematieken leveren overzichten van belangrijke indicatoren waarmee beleidsmakers in beeld krijgen hoe het veld ervoor staat.

De ontwikkelingen waarover in dit rapport wordt gerapporteerd, gaan altijd uit van bestaande data. Er wordt geen nieuwe dataset samengesteld. De selectie van de databronnen is gebeurd op basis van een weging van de kwaliteit van de data (zijn deze representatief, betrouwbaar?) dan wel omdat de dataset een uniek inzicht geeft in een bepaald onderwerp. In ons onderzoek formuleren we dan ook in het slothoofdstuk vragen voor vervolgonderzoek met nieuwe of aangepaste databronnen. De ontwikkeling van de indicatorenset is er niet op gericht nieuwe hypothetische verbanden uit te zoeken. De indicatorenset doet niets meer dan gegevens bij elkaar brengen die volgens dominante theorieën een duidelijk signaal aangeven.

Het monitoringsysteem moet uiteindelijk bijdragen aan twee wetenschappelijke uitdagingen:

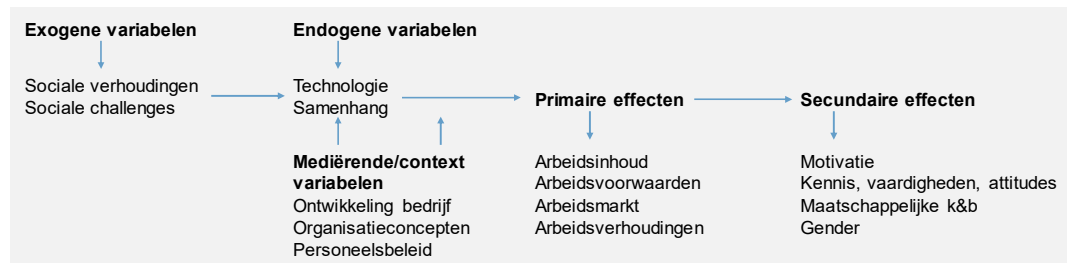
- › ten eerste, de ‘schijnbare’ relatie tussen technologisering en arbeidsmarkt verhelderen, en,
- › ten tweede, vooruitgang brengen in de methodische discussie over het meetniveau van ontwikkelingen in inhoud van het werk (i.c. kwaliteit van de arbeid).

### 1.3 Model

Bij de ontwikkeling van de indicatorenset is gekeken naar een specifieke samenhang tussen technologie- en arbeidvariabelen. Een monitoringsysteem wil in beeld brengen of er sprake zal zijn van specifieke sociale issues op termijn, waarbij in beeld wordt gebracht welke factoren die sociale issues beïnvloeden. Het monitoringsysteem omvat daarom een set ‘exogene variabelen’ (niet-beïnvloedbare middelen) en een set ‘endogene variabelen’ (beïnvloedbare primaire en secundaire effecten) die te maken hebben met de sociale issues, i.c. gevolgen voor de arbeidsmarkt. De exogene variabelen hebben vooral te maken met de beleids-, sociale en marktcontext binnen en buiten de bedrijfscontext. De endogene variabelen hebben te maken met de volgende elementen:

- › technologie;
- › primaire effecten en
- › secundaire effecten: sociale noden, die samenhangen met beleidsbehoeften en prioriteiten; beleidseffecten.

In onderstaande overzicht worden de kernconcepten van het monitoringsysteem benoemd (figuur 1.1). In bijlage 5 zijn deze concepten uitgewerkt met (eerste) indicatoren.



Figuur 1.1 Samenvattend overzicht van concepten in het monitoringsysteem

Dit project, en dus het model, beperkt zicht tot informatieve, voorspellende en probleem-identificerende indicatoren (zie Dhondt & Houtman, 1998) die te maken hebben met de arbeid.

### 1.4 Uitgangspunten van het monitoringsysteem

Bij de uitwerking van het monitoringsysteem zijn er enkele keuzen gemaakt over waaraan het systeem dient te beantwoorden, over welk perspectief er wordt gehanteerd op de sociale wereld zowel in termen van sectoren als beroepen. Daarnaast dient het geheel theoriegedreven te zijn.

#### 1.4.1 Bereik van het systeem

Het monitoringsysteem dient een zo goed mogelijk beeld te geven van toekomstige ontwikkelingen op het gebied van de arbeid. Daarnaast kan het systeem niet bij aanvang compleet en alomvattend te zijn. Niet alle mogelijke ontwikkelingen zullen bij aanvang gevat worden. Op

termijn kan het monitoringsysteem bijgewerkt worden. De keuzen hebben te maken met: het sectorperspectief, inperking van het overzicht tot specifieke beroepen, en de gebruikte theorieën.

### 1.4.2 Sectoren

De monitor volgt ontwikkelingen in drie segmenten van de Nederlandse economie: industrie, diensten, publiek:

1. industrie: het gaat hier met name om die sectoren die bekend staan als de 'nijverheidssectoren', dus zonder landbouw of mijnbouw. Indien mogelijk, wordt gekeken naar de industrie (NACE C), omdat de meeste technologiseringseffecten in die sector worden verwacht;
2. diensten: het gaat hier om de brede dienstverlening, en indien een selectie wordt doorgevoerd, dan beperkt het onderzoek zich tot de zakelijke dienstverlening;
3. publiek: het gaat hierbij om die takken van de publieke sector die zich met uitvoering of dienstverlening bezighouden. Afhankelijk van de beschikbaarheid van data richt het onderzoek zich op zorg, onderwijs en publieke taken zoals postbedeling, etc.

Indien er nog verder wordt afgebakend, dan houden we rekening met de geselecteerde beroepen en de sector waar ze toe behoren.

### 1.4.3 Beroepen

De monitor is gericht op het analyseren van technologie-impact voor specifieke beroepen. De monitor start met een specifiek beeld op de Nederlandse arbeidsmarkt: niet alle beroepen worden in beeld gebracht, slechts een selectie. De belangrijkste reden is dat het project alleen met een beperkte scope tot resultaten kan leiden. Bij de selectie van beroepen is niet zozeer gekeken naar een beeld van alle beroepen op de arbeidsmarkt, maar wel naar beroepen die de ontwikkeling in technologie en arbeidsgevolgen goed kunnen weergeven. De geselecteerde beroepen zijn ook herkenbaar als beroepen waarvan uit de pers of uit eerder onderzoek blijkt dat grote ontwikkelingen zich hebben voorgedaan (bijvoorbeeld postbodes). De samenhang tussen de beroepen moet de ontwikkeling op de arbeidsmarkt weergeven: daarom zoeken we naar spreiding van de beroepen over de ISCO-codes (op het eerste digitniveau).

In tabel 1.1 hebben we een overzicht opgenomen van beroepen waar het onderzoek zich op richt. De tabel laat de ISCO-codes<sup>1</sup> zien waarbinnen de beroepen zijn geselecteerd. In de drie segmenten is gestreefd naar een spreiding tussen de ISCO-niveaus.

Tabel 1.1 Geselecteerde vijftien beroepen voor de ontwikkeling van de monitor

ISCO	Industrie	Diensten	Publiek
2	Ingenieurs (mechanisch, elektrotechnisch, telecom, bouw)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT-specialisten</li> <li>• Financieel specialisten (accountants, adviseurs, analisten)</li> </ul>	Docenten secundair en basisonderwijs
3	Toezichthoudend personeel ('tussenmanagers') (industrie, bouw)	Boekhouders, taxateurs, assistent-specialisten etc.	
4		Administratief en secretariael medewerkers	Postbodes en -sorteerders
5		Kassamedewerkers en verkoopmedewerkers detailhandel	Verzorgend personeel intramuraal; thuiszorg; assistenten gezondheidszorg

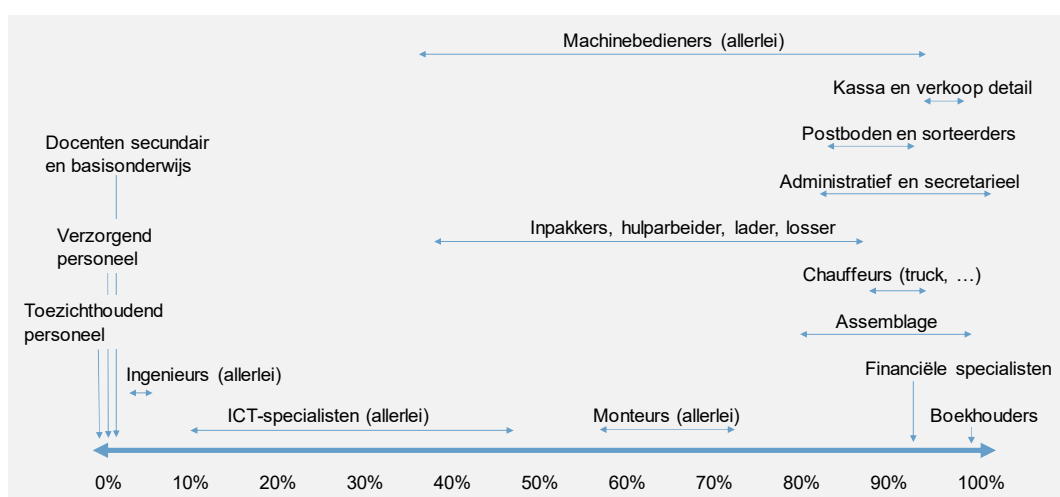
<sup>1</sup> ISCO staat voor International Standard Classification of Occupations.



ISCO	Industrie	Diensten	Publiek
7	Monteurs (auto/rijwiel, mechanisch, elektro)		
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedieners machines en installaties</li> <li>• Assemblagemedewerkers</li> <li>• Chauffeurs (vrachtwagen, heftruck, auto, grondverzet, kranen)</li> </ul>		
9	Inpakkers, hulpverleners industrie, laders, lossers		

### Toelichting bij de keuze van de beroepen

- › Met de verschillende beroepen zijn we in staat om verschuivingen tussen beroepen binnen een sectorsegment vast te stellen. Binnen een segment kunnen we het hebben over polarisering en verschuivingen in verhoudingen tussen beroepen. Daarmee hebben we geen 100% zekerheid van ontwikkelingen, maar wel een sterke indicatie van veranderingen. De monitor laat zien hoe concepten als polarisering worden geoperationaliseerd.
- › De beroepen zijn geselecteerd, omdat ze herkenbaar zijn en het beroepen zijn waarvan bekend is dat technologie een impact zal hebben (onder andere de lijst van Frey & Osborne, 2013) of omdat van de sector bekend is dat technologie een grote rol zal hebben. In de industrie is daarom gekeken naar de metaalverwerkende sectoren. In de dienstensector is gekeken naar ICT-specialisten en accountants. In figuur 1.2 is een overzicht opgenomen van de beroepen en hoe ze spreiden in de automatiseerbaarheid-schaal van Frey en Osborne.
- › Het onderzoek maakt ook de ontwikkeling tussen segmenten (industrie/dienstensector/publiek) zichtbaar. Technologisering heeft niet alleen impact in de industrie, maar ook in de diensten- en publieke sector.
- › Binnen een sector worden ook 'vroeg ontwikkelingen' zichtbaar: in de industrie zou dit via de ingenieurs zichtbaar moeten worden en in de dienstensector via de ICT-specialisten. In de publieke sector zou dat ook via ingenieurs en ICT-specialisten kunnen; dat wordt onderzocht.



Figuur 1.2 Spreiding van kans op automatisering van specifieke beroepen volgens het onderzoek van Frey en Osborne (2013) [de as loopt van 0% kans op automatisering naar 100% kans]

De beroepen worden gebruikt om de arbeidseffecten vast te stellen en om voorspellingen te ontwikkelen. De conditionerende (exogene en endogene) variabelen worden zoveel mogelijk verbonden met de sectoren waarin deze beroepen voorkomen.

#### 1.4.4 Theorieën

Het monitoringsysteem richt zich op huidig onderzoek naar de gevolgen van technologie op arbeid. In de uitwerking van de indicatoren zal worden verwezen naar de belangrijkste bronnen die zijn gebruikt. Voor dit onderzoek is aangesloten bij een economisch en sociologisch perspectief op de ontwikkelingen op de arbeidsmarkt (Bloom et al., 2014; Ter Weel et al., 2010). Omdat de ontwikkelingen op de arbeidsmarkt een consequentie van organisatiebeleid zijn, is ook aangesloten bij bedrijfskundige theorieën zoals moderne sociotechniek (Kuipers et al., 2010; Maenen, 2018). De aanleiding voor dit onderzoek is het werk van Frey en Osborne (2013; 2017). In dat onderzoek zijn verregaande voorspellingen gemaakt van wat zich zal voordoen op de arbeidsmarkt, namelijk zo'n 40% van de banen die overbodig kunnen worden. Die voorspellingen van een enorme baandestructie zijn tot op heden helemaal niet uitgekomen, integendeel: we hebben nog nooit zoveel mensen aan het werk gehad. Onze conclusie is dat we op een andere manier naar technologie en technologie-impact dienen te kijken. In dit rapport is deze alternatieve benadering uitgewerkt.

#### 1.5 Gebruik bestaande data

Voor het onderzoek wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van bestaande databases, surveys en beschikbaar secundair materiaal. Daarbij hanteren we de volgende criteria:

- › voor zover een representatief beeld over de kwantitatieve structuur van de werkgelegenheid nodig is, sluiten we aan bij Labour Force Survey (voor Nederland: Enquête Beroepsbevolking; EBB; Eurostat/CBS);
- › om betrouwbare ontwikkelingen binnen en tussen beroepen te schetsen in effecten op de arbeidsinhoud (de kwalitatieve structuur) sluiten we aan bij hoogwaardige, representatieve surveys zoals de Nederlandse Enquête Arbeidsomstandigheden (NEA) en de Netherlands Skills Survey (NSS):
  - Nederlandse Enquête Arbeidsomstandigheden, jaarlijks uitgevoerd onder ruim 40.000 werknemers (NEA; TNO/CBS): voor zover mogelijk worden gegevens van 2017 getoond, en de trend 2014-2017. Eerdere gegevens zijn beschikbaar, maar de beroepencodering is van 2013 op 2014 aangepast in de NEA, zodat de beroepsgroepen niet echt vergelijkbaar meer zijn;
  - Netherlands Skills Survey (NSS) 2012 en 2017 (Oudejans, 2012; Kleruj, 2017); 7.000 onderzoekseenheden in totaal voor beide jaren;
- › andere bestanden richten zich op onderzoek onder werkgevers, zoals de Werkgevers Enquête Arbeid (WEA; TNO), tweejaarlijks uitgevoerd onder ruim 5.000 vestigingen.

Er is ook gebruik gemaakt van materiaal dat beschikbaar is via CBS Statline, OECD-Stat, etc. In de operationalisering van elk aspect is aangegeven welke bronnen zijn gebruikt.

#### 1.6 Uitwerking voorspellingen

De monitor moet uiteindelijk korte termijnvoorspellingen (3 tot 5 jaar) toelaten voor technologisering. De behoefte aan een monitor is ontstaan uit de voorspellingen die Frey en Osborne (2013; 2017) hebben gedaan over de kans op computerisering van beroepen en daarmee

verdwijnen van beroepen. In box 1.1 is een korte schets gegeven van de methodiek van Frey en Osborne (2013; 2017).

#### Box 1.1 Computeriseringskansen voor 702 beroepen

Frey en Osborne hebben berekend wat de kans is dat een beroep in de toekomst wordt gecomputeriseerd. Daarbij hebben ze gekeken naar baankenmerken zoals perceptie en manipulatie, creatieve intelligentie en sociale intelligentie. Deze drie aspecten worden de 'bottlenecks' voor computerisering genoemd. Voor 702 beroepen beschikken zij over de mate waarin die bottlenecks zich voordoen. Aan AI- en robotexperts is gevraagd in welke mate die bottlenecks zijn te overkomen. Uiteindelijk komen Frey en Osborne tot een reeks van geteste computeriseringskansen. Het algoritme is uiteindelijk alleen gebaseerd op een handmatig geclassificeerde dataset. Het sterke punt is dat het uiteindelijke model van kansen niet afhankelijk is van trends uit het verleden in beroepen. De zwakke punten zijn: het model gaat uit van beroepen in plaats van taken, terwijl de taakinhoud binnen een beroepsgroep erg kan verschillen; er wordt geen rekening gehouden met verzachtende effecten zoals dat taakinhoud van banen verandert als gevolg van technologie, dat nieuwe technologie nieuwe banen creëert en dat nieuwe technologie kan leiden tot meer werk als de vraag naar producten toeneemt.

Eén van de belangrijke kritiekpunten op Frey en Osborne is dat zij een té statisch beeld hanteren van wat beroepen zijn. Het takenpakket in beroepen blijkt in de praktijk veel breder te zijn dan gedacht - waardoor beroepen blijven bestaan, zelfs al zijn vele taken gecomputeriseerd (Atkinson & Wu, 2017). Voor de huidige monitor is besloten om niet zozeer te streven naar een set van computeriseringskansen, maar om een bredere beschrijving te geven van omstandigheden die aangeven hoe en wat zal veranderen. We beschrijven de breedte van het werk en arbeidsomstandigheden van een beroep. Daarbij is de aanname dat trendinformatie wel van belang is om voorspellingen te maken, zeker op de korte termijn. Atkinson en Wu (2017) geven aan dat zelfs lange termijn trends nodig zijn om in te schatten wat zich binnen beroepen zal voordoen. De tijdshorizon voor dit onderzoek is 3 tot 5 jaar, en die tijdshorizon is tamelijk kort: de impact zal daarom het beste aan de hand van trendonderzoek in beeld worden gebracht. Dat betekent dat

- a. de huidige trendontwikkeling in beroepen in beeld moet worden gebracht, en
- b. dat die trend moet worden geëxtrapoleerd naar de korte termijn toekomst.

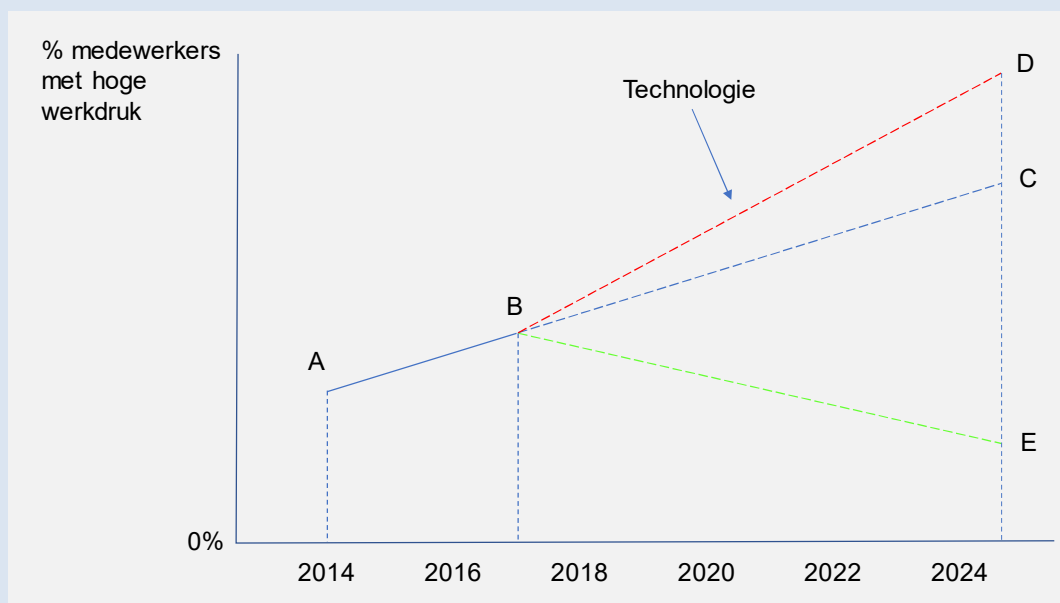
Trendinformatie is op zich onvoldoende. Het is van belang in te schatten welke trends meer gewicht zullen hebben dan andere. Daarom is in de monitor ook rekening gehouden met 'expert judgement' om op basis van de trendinformatie een weging te geven van de trends. Indien mogelijk dan zal de informatie verrijkt worden met berekende informatie (bijvoorbeeld extrapolisering van tijdsreeksen). De methode is daarom:

- › **schetsen van het startpunt (situatie 2012-2017):** voor elk van de tabellen geven we aan wat de situatie is voor een specifiek onderdeel. We beschrijven op basis van de laatste data wat de huidige ontwikkeling is. Daarbij hanteren we de volgende regels:
  - de meest recente data worden opgenomen. Indien meerdere databronnen inzicht leveren, dan worden die naast elkaar gezet;
  - het gaat erom belangrijke recente trends in de indicatoren te ontwaren. We spreken van een trend indien sprake is van een statistisch significante verandering. In bijlage 7 is een toelichting opgenomen voor de toetsing;
- › **voorspelling 2018-2025:** we hebben gekeken naar drie methodes om op de korte termijn te komen tot een voorspelling. Afhankelijk van de mogelijkheden kunnen de methodes naast elkaar worden gebruikt:

- trend: de bestaande trends kunnen linear (of anders) worden doorgetrokken naar de eerst komende jaren, tenzij we verwachten dat de ontwikkelingen niet volgens een trend veranderen. In tekstbox 1.2 wordt deze systematiek uitgewerkt;

#### Box 1.2 Voorspellen op basis van trendanalyse

Onze tijdshorizon voor de monitor is beperkt tot 3 tot 5 jaar. Dat betekent dat u rekening moet houden met (a) de huidige trendontwikkeling in een aspect van een beroep en (b) die trend voor dat aspect die doorgetrokken moet worden naar de korte termijn toekomst. Trendinformatie over een aspect is op zich onvoldoende. Het is van belang in te schatten of de trend zal veranderen onder de invloed van technologie. Of de trend verandert, is een oordeel dat gemaakt wordt. Experts of stakeholders kunnen betrokken worden bij het beoordelen van de ontwikkeling. In figuur 1.3 is samengevat wat precies is bedoeld met trendinformatie en impact van technologie.



Figuur 1.3 Inschatten van de invloed van technologie op trendontwikkeling in werkdruk

De figuur geeft aan hoe het percentage medewerkers met een hoge werkdruk zich zal ontwikkelen door de invoering van een specifieke technologie. We nemen aan dat de technologie na 2017 geïmplementeerd wordt. De volgende punten zijn van belang in de figuur:

- › A: dit is het percentage medewerkers in 2014 in een beroep dat een hoge werkdruk ondergaat;
- › B: dit is het percentage medewerkers in 2017 in hetzelfde beroep dat een hoge werkdruk ondergaat. De figuur laat zien dat het percentage is gestegen. De stijging kan veroorzaakt zijn door allerlei factoren, maar omdat de nieuwe technologie er pas na 2017 zal zijn, heeft deze geen invloed op de stijging;
- › C: dit is het percentage in 2025 als we aannemen dat technologie op zich geen invloed uitoefent op de trend. De overige omstandigheden worden geacht gelijk te blijven in de hele periode. De technologie wijzigt niets aan de trend;
- › D: hier zien we dat het percentage medewerkers onder hoge werkdruk in 2025 sterk is gestegen. De technologie zorgt ervoor dat de trend van stijgende werkdruk wordt versterkt;
- › E: hier zien we dat het percentage onder hoge werkdruk in 2025 sterk is gedaald. De technologie zorgt juist voor een dalend percentage medewerkers met een hoge werkdruk.

Figuur 1.3 gaat uit van lineaire extrapolatie. Andere extrapolaties zijn mogelijk, maar maken het geheel nodeloos complex.

- foresight: de tabellen met startpunt en voorspelling zullen worden voorgelegd aan experts (arbeidsveld) en/of stakeholdergroepen met als bedoeling dat zij de voorspelling bevestigen, dan wel corrigeren;
- Markov-Chain analyse: voor zover dat kan, kunnen trendvoorspellingen ‘gewogen’ worden aan de hand van een Markov-Chain redenering. Een dergelijke analyse is ook een extrapolatie-techniek. In een Markov-Chain model moeten uitgangssituaties worden geschetst en worden overgangskansen van de oude naar de nieuwe situatie geschat. Als, bij wijze van voorbeeld, op dit moment zo’n twintig procent van de medewerkers in bedreigde werksituaties werkt (bijvoorbeeld laag loon, hoge kans op werkloosheid), kunnen we schatten wat dit percentage wordt als we zicht hebben op drijvende krachten op deze uitgangssituatie. Voordelen van Markov-Chain zijn de mogelijkheden om de overgang van de ene situatie naar de andere te schatten, en dat we niet per se afhankelijk zijn van trends in het verleden, maar bijvoorbeeld rekening kunnen houden met recente verandering, met ‘early indicators’. Daarnaast is het mogelijk interessant om geen Markov-Chain maar een Markov decision process te modelleren. Een Markov-Chain opereert volledig autonoom, een Markov decision process niet. Daar worden de overgangskansen mede bepaald door een ‘decision maker’. Dat is een mooie manier om bijvoorbeeld gebeurtenissen of interventies te modelleren. In dit rapport zullen Markov-Chains of Decision processes worden verkend, maar nog niet uitgewerkt vanwege de beperkte opzet van dit onderzoek;
- › in de tabellen worden startpunt en voorspelling naast elkaar gezet. Onder de tabel worden de indicatoren en resultaten verder uitgewerkt. Ook wordt toegelicht hoe een en ander moet worden geïnterpreteerd en hoe we tot een voorspelling komen;
- › de monitor bestaat uit een overzichtstabel met indicatoren.

In dit onderzoek wordt door de TNO-onderzoekers een voorspelling gemaakt van de korte termijn. Elke voorspelling krijgt een onderbouwing.

## 1.7 Leeswijzer: opzet van het rapport

Het project is gericht op de ontwikkeling van indicatoren volgens de systematiek uitgewerkt in figuur 1.1. Dat betekent dat in elk segment van de economie waar we naar kijken, gekeken wordt naar exogene, endogene variabelen, primaire en secundaire effecten. Dit rapport richt zich evenwel vooral op de monitoringsystematiek (hoofdstuk 2) en op de uitkomsten van de toepassing van de systematiek voor de drie sectoren (hoofdstukken 3, 4, 5 en 6). Als achtergrond bij de concepten die worden gehanteerd wordt in hoofdstuk 2, een samenvatting gegeven van de belangrijkste concepten die in de overzichten worden gehanteerd. Er is naast dit rapport ook een gids ontwikkeld, waarmee sectoren en bedrijven zelf aan de slag kunnen gaan met de monitoringsystematiek (Dhondt et al., 2019).

In bijlagen 1-4 zijn de uitwerkingen van de verschillende indicatoren en onderzoeksresultaten opgenomen. Die uitwerkingen vormen bouwstenen in de systematiek en zijn nuttig als achtergrond. In die bijlagen worden de belangrijkste resultaten in de separate analyses van de segmenten bij elkaar gebracht in overzichtstabellen. De tabellen geven in kleur aan welke ontwikkelingen er zijn en verwacht worden voor de nabije toekomst. De analyse start met het beeld voor de industrie. Vervolgens komen de dienstensectoren en de publieke sector aan bod. Elk van de segmentrapporten start met een samenvattend indicatorenoverzicht per onderdeel van de monitor. Elke indicator start met een toelichting van het wat en waarom. Vervolgens komt een overzicht van de situatie van de afgelopen jaren aan bod. Op basis van dit overzicht wordt

vervolgens een voorspelling gemaakt. In elk van de onderdelen wordt aangegeven welke indicatoren uiteindelijk niet zijn weerhouden. Het detailmateriaal over de functies is opgenomen in bijlage 9.

In de overige bijlagen zijn verdere uitwerkingen van specifieke elementen van het onderzoeksmodel opgenomen.

## 2 Concepten en methodologie

### 2.1 Inleiding

Figuur 1.1 geeft een overzicht van de belangrijkste concepten waartussen relaties worden verondersteld. Het overzicht neemt aan dat de richting van de relaties van de exogene variabelen uiteindelijk naar de secundaire impacts gaat. In de uitwerking van de monitor is de volgende afbakening gehanteerd voor technologisering en de verschillende arbeidsimpacts. Daarmee hebben we ook de bouwstenen voor de gevolgde methodologie.

### 2.2 Technologisering

In het meeste 'future-of-work' onderzoek hanteert men een zeer beperkt beeld over wat technologie is. In het reeds aangehaalde onderzoek van Frey en Osborne is nieuwe technologie ingeperkt tot Artificiële Intelligentie en Robotisering. Beide elementen leiden tot de indicator 'computeriseringsgraad'. In het recente World Economic Forum-rapport<sup>2</sup> 2018 (WEF, 2018) is technologie opgevat als adoptiegraad van negentien specifieke technologieën (van big data analytics tot drones). Deze benaderingen kennen enkele overlappende elementen:

- › deze onderzoeken kijken vooral naar de mogelijkheden van één technologie en hanteren daarbij de aanname dat die mogelijkheden morgen onmiddellijk een impact zullen hebben. De aandacht is op wat de technologie kan: bijvoorbeeld, AI kan zelflerende algoritmen opleveren die overal oplossingen voor aangeven;
- › technologie wordt niet in samenhang met andere technologieën bekeken. Elke technologie heeft op zich een effect;
- › er is geen aandacht voor managementsystemen als een technologiegebied. In het WEF-rapport is er geen enkele verwijzing opgenomen naar managementsystemen als een mogelijke technologie. De redenering in dat rapport is dat technologie zal leiden tot nieuwe businessmodellen. Dat de nieuwe businessmodellen wellicht ook een technologie zijn, is evenmin meegenomen;
- › het WEF-rapport heeft het over technologieadoptie. Die wordt gezien als het percentage bedrijven dat de technologie heeft geïmplementeerd. In de praktijk is technologieadoptie een complex gegeven. Uit ons eigen onderzoek in de sector logistiek en transport weten we dat veel bedrijven aangeven dat technologie en innovatie worden ontwikkeld, maar slechts een klein gedeelte van de bedrijven slaagt erin de technologie en innovatie echt geadopteerd te krijgen in het bedrijf (Oeij et al., 2018). Een stimulerende (sociaal innovatieve) organisatiecontext blijkt een belangrijke voorwaarde te zijn om innovatieadoptie te laten slagen.
- › Een laatste punt is dat beroepen en sectoren niet in hun samenhang worden bekeken.

#### 2.2.1 Een procesperspectief

In dit rapport wordt technologisering gezien:

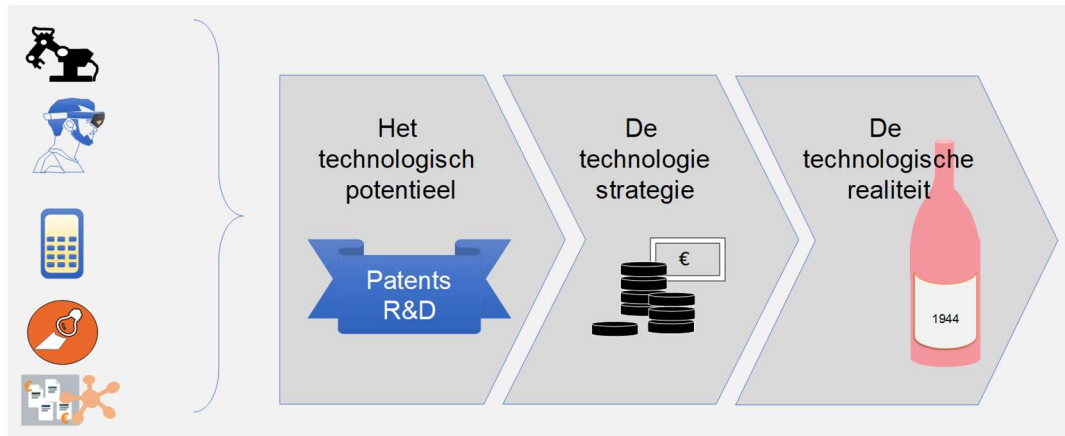
- › als een samenhang tussen verschillende technologieën;
- › als een veranderproces waarbij de snelheid bepaald wordt door:
  - wat aanwezig is als bestaande technologie. Als er momenteel geen robots zijn in de bedrijven, dan mag de impact van robotimplementaties ook niet al te hoog worden ingeschat;

---

<sup>2</sup> Maar ook in het recente McKinsey-rapport over technologie en arbeidsimpact (McKinsey, 2018).

- wat de investeringen en investeringsplannen zijn van bedrijven;
- wat het aanbod is van technologie. Patenten bijvoorbeeld kunnen een indicatie geven van wat op termijn als technologie wordt aangeboden.

Figuur 2.1 geeft de logica weer.



Figuur 2.1 Een procesperspectief op technologie

Dit perspectief houdt in dat niet het aanbod van technologie zelf voldoende is om te begrijpen wat er zich in bedrijven zal voordoen. Eerst is van belang na te gaan wat in de bedrijven aan technologie aanwezig is en vervolgens waarin geïnvesteerd wordt. Pas daarna is het zinvol te kijken naar het aanbod van nieuwe technologie;

- › in de samenhang tussen de technologieën is de samenhang met het werk van de medewerker van belang. Wat is de 'procesintentie' van de technologie, met andere woorden: het mogelijk effect van technologie op het functioneren van organisaties?

Uitgaande van deze elementen lijken ons vijf belangrijke ontwikkelingen in technologie van belang die aansluiten op de wijze waarop processen in organisaties worden georganiseerd. De benadering in dit rapport omvat deze technologieën en kijkt in het bijzonder naar de impact die deze technologieën hebben op bedrijfsprocessen. Een belangrijke ontwikkeling is bijvoorbeeld 3D-printing, en de impact is dat het taken en hele bedrijfsprocessen weg automatiseert. Tegelijk is aan deze technologie ook sturingstechnologie gekoppeld, waarmee operators het werk anders kunnen gaan doen. Een reden om deze indeling te hanteren is dat deze beter aansluit bij benaderingen zoals voorgesteld door economen als Bloom et al. (2014) en Ter Weel et al. (2010; 2013). Deze economen hebben de breedte van de discussie over technologie samengevat in hun overzichten. Aan deze auteurs is het inzicht ontleend dat ICT niet als één geheel mag worden bekeken, maar dat met name informatietechnologie en communicatietechnologie andere organisatorische gevolgen hebben. Informatietechnologie zorgt voor het versterken van het zoekvermogen ("data access") van medewerkers waardoor taakverbreding en groei in autonomie mag worden verwacht. Communicatietechnologie daarentegen zorgt ervoor dat besluitvorming en afstemming sneller kunnen. Daardoor kunnen medewerkers zich meer specialiseren en kunnen (minder) managers sneller zorgen voor de afstemming tussen functies. Communicatietechnologie leidt daarom tot taakspecialisatie en centralisatie van beslissingen. Ter Weel (2015) voegt aan dit onderscheid nog toe dat technologieën erop gericht kunnen zijn om taken weg te automatiseren, of om de capaciteiten van medewerkers te vergroten (aansluitend bij informatietechnologie). Zelf willen we daar aan toevoegen dat innovaties ook mogelijk zijn in managementsystemen of organisatorische maatregelen (Kuipers et al., 2010; Oeij et al., 2017; Maenen, 2018). Dit soort innovaties kan aansluiten op ontwikkelingen in informatie- en communicatietechnologie. De gekozen benadering dwingt ons wel om



de verschillende technologische ontwikkelingen terug te brengen tot de vijf categorieën. Onlangs hebben we dit gedaan voor de blockchain-ontwikkeling (Dhondt, 2018). In de tabel 2.1 zijn die technologieën, procesimpact en arbeidseffect samengevat.

Tabel 2.1 Vijf technologierichtingen en hun impact

Technologie-richting	Procesimpact	Arbeidseffect
Harde automatisering	Technologie kan menselijke arbeid weg automatiseren. Dan gaat het meestal om 'harde automatisering' waarbij de handelingen en taken van medewerkers volledig door technologie worden overgenomen. Robots of automatische lasstraten zijn voorbeelden.	Verdwijnen taken en functies.
Ondersteuningstechnologie	Technologie kan medewerkers in hun taakuitvoering ondersteunen. Hierbij gaat het meestal om mechanische hulpen, maar het kan ook om geautomatiseerde hulpen gaan zoals exoskeletten of digitale hulpen zoals bijvoorbeeld vision picking.	Vergroting mogelijkheid operator. Productiviteitsvergroting.
Communicatietechnologie	Dit richt zich op de communicatieprocessen tussen medewerkers of tussen medewerkers en leidinggevendenden. Ook is communicatie met de buitenwereld (bijvoorbeeld klanten) met dergelijke technologie anders in te richten. Deze technologie sluit aan bij de besturingsprocessen in organisaties.	Versterking hiërarchie, taakversmalling.
Informatietechnologie	Dit is een separate technologische verandering die aansluit op de wijze waarop medewerkers toegang krijgen tot informatie. In de literatuur is sprake van data access-technologie: informatietechnologie helpt om de toegang tot informatie te versnellen.	Decentralisering, taakverbreding.
Managementsystemen	Met deze technologie worden activiteiten in organisaties in grote mate gestandaardiseerd en geüniformeerd. In dergelijke systemen kunnen andere technologieën een rol spelen, maar dat hoeft ook niet. Een voorbeeld is Lean Production systematiek	Kwaliteitsverbetering, productiviteit, integratie en specialisering.

### 2.2.2 Technologisering en arbeidsdeling

In de voorgaande paragraaf is aangegeven dat technologie samenhangt met besluitvormingsprocessen en met taakinhoud. Daarmee is gezegd dat technologie een rol speelt bij de beïnvloeding van de arbeidsdeling in organisaties. Het perspectief van Bloom et al. (2014) lijkt aan te geven dat technologie een directe invloed heeft op de arbeidsdeling. Uit het sociotechnische denken (onder andere Kuipers et al., 2010) dat ook een onderbouwing is van deze studie weten we dat die invloed zeker niet rechtlijnig is. Er zijn meer factoren die de arbeidsdeling beïnvloeden dan technologie. Voor deze studie zullen we de hypothese van Bloom et al. als een 'leidende hypothese' hanteren. Van belang is hoe de arbeidsdeling dan moet worden getypeerd. In het sociotechnisch denken wordt gewezen op de wijze waarop regelende, ondersteunende en voorbereidende taken samenhangen met de uitvoering in een functie of beroep. In dit onderzoek zullen we deze verhouding tussen die vier soort taken onderzoeken. In tabel 2.2 is de operationalisering van arbeidsdeling aangegeven.

Tabel 2.2 Operationalisering arbeidsdeling

Aspect	Toelichting
Mate van taylorisering	% medewerkers in situaties waarin én regelende, én ondersteunende, én voorbereidende taken niet allemaal aanwezig zijn. Indien alle taken aanwezig zijn, dan is sprake van een volledige functie. Indien één van de taken ontbreekt, dan wordt de functie als getayloriseerd (arbeidsdeling) aangemerkt. In de NSS-survey is een overzicht van 33 taken opgenomen. Die taken kunnen worden geclassificeerd naar regelende, voorbereidende, ondersteunende en uitvoerende taken (bron: NSS, PIAAC).

## 2.3 Arbeidsmarktimpacts

In de impacts van technologie op arbeid wijzen auteurs op hele verschillende zaken. De meeste analyses beperken zich tot omvang van werkgelegenheid, rollen van medewerkers en de gevraagde vaardigheden (onder andere WEF, 2018; Frey & Osborne, 2017; McKinsey, 2018). In dit onderzoek wordt naast deze elementen ook gekeken naar verhoudingen tussen beroepen en beleving van de arbeid. Met verhoudingen wordt bedoeld dat impacts niet alleen zichtbaar zijn binnen één beroep, maar ook op de verhoudingen tussen beroepen. Daarom is sectorbeeld van beroepen van belang. De zich wijzigende verhoudingen kunnen gevat worden onder de noemer van polarisering. In dit onderzoek willen we verschillende vormen van polarisering apart van elkaar bekijken:

- › **polarisering van arbeidsvoorwaarden:** tussen beroepen kunnen verschillen in beloning of andere arbeidsvoorwaarden ontstaan. In een verdeling van beroepen in een organisatie kan het zijn dat hoger ingeschaalde medewerkers meer voordelen halen uit veranderende arbeidssituaties. Er is sprake van polarisering, indien aan de uiteinden van de beroepenverdeling sprake is van tegengestelde ontwikkelingen waarbij de ene kant een verbetering in arbeidsvoorwaarden ziet, en de andere kant een verslechtering. Andere ontwikkelingen zijn ook mogelijk zoals dat de verhoudingen over een periode van tijd stabiel blijven. Met arbeidsvoorwaarden wijzen we op beloningsverschillen, maar ook verschillen in contractuele situaties (vast/flexibel contract; mogelijkheden om arbeidstijden in te vullen, etc.);
- › **polarisering van kennis, vaardigheden en attitudes:** een aparte discussie gaat over de ontwikkeling van kennis, vaardigheden en attitudes in een beroepenverdeling. Deze kennis, vaardigheden en skills worden in dit rapport samengevat onder de noemer van 'skills'. Ook hier is het mogelijk dat in een beroepenverdeling verschillende ontwikkelingen in gevraagde en toegepaste skills zichtbaar zijn;
- › **polarisering van arbeidsrisico's:** niet alleen is er sprake van een scheve verdeling van inkomen en contractuele situaties, mogelijk is er ook sprake van een scheve verdeling van risico's op discriminatie en intimidatie in de werksituatie. Dit aspect wordt niet echt genoemd in de literatuur maar hangt wel samen met de wijze waarop technologie een effect kan hebben. Technologie en organisatie kunnen leiden tot een ongelijke verdeling van arbeidsrisico's tussen functies.

Deze polariseringstendensen hoeven niet altijd met elkaar te overlappen (zie onder meer Eurofound, 2015).

De volgende arbeidsimpacts zullen in beeld worden gebracht (tabel 2.3).

Tabel 2.3 Overzicht van arbeidsimpacts die in beeld worden gebracht

Aspect	Toelichting
Computeriseringsgraad	Mate waarin computers een rol spelen in beroep, en ontwikkeling in verhouding tot andere beroepen.
Kennis overbodig en tekort?	% medewerkers waarvan kennis is bedreigd (kennis ongebruikt, kennis gemis voor taak).
Groei functie?	Is functie in periode 2014-2017 in omvang relatief gegroeid of gekrompen?
Polarisering skills (meer HBO+)	Verhouding hbo/academisch niveau in rekrutering (gecontroleerd voor leeftijdsgroepen) in verhouding tot laagste ISCO-niveau (bijvoorbeeld 14x = 14x hoger hbo/academisch gevraagd dan laagste ISCO).
Polarisering contracten (meer vast)	% vaste medewerkers in functiegroep.
Polarisering beloning (hoger loon)	Verhouding loon in functie ten opzichte van laagste ISCO-code in sector. Kleur is ontwikkeling.
Ondersteunende sociale context	In welke mate is sprake van sociale steun door leiding én collega's. Percentage medewerkers in functie. Ontwikkeling sociaal netwerk is dominant voor vraag naar sociale competenties.
Stresserende functie	In welke mate is sprake hoge werkdruk en lage autonomie. Percentage medewerkers in functie.
Uitdagend werk	Mate waarin sprake is van moeilijk werk (intensief nadenken, oplettendheid) en vereiste creativiteit. Percentage medewerkers in functie.
Meer kennis als uitweg	Mate waarin training is voorzien is voor een medewerker of waarin bij een medewerker behoefte bestaat om toekomstige veranderingen de baas te kunnen. Percentage medewerkers in functie. Indicator voor inhoudelijke competenties.
Onzekere toekomst	Onzekerheid bestaat: (1) als meerdere banen nodig zijn om zekerheid te krijgen (2) een omgeving bestaat waarin gedwongen ontslagen voorkomen (3) waarin automatisering functies mogelijk bedreigd (4) ontevredenheid is over werkzekerheid (5) kans op baanverlies bestaat (6) en zorgen om baanbehoud bestaat.
Mogelijkheid tot job mobiliteit	Is iemand gevangen in een functie? Percentage medewerkers in een functie dat kans ziet op vinden van baan bij huidige én nieuwe werkgever.
Polarisering intimidatie (meer intimidatie)	Mate waarin intimidatie door internen en/of externen voorkomt. Percentage geeft verhouding tot 'laagste ISCO-code' in industrie aan.

Zoals aangegeven is in het meeste technologieonderzoek de aandacht gericht op het aantal functiehouders en de ontwikkeling in kennis, vaardigheden en attitudes. In tabel 2.4 zijn die aspecten uitgewerkt.

Tabel 2.4 Overzicht van impact op omvang van werkgelegenheid binnen een functie en aanwezige/gevraagde vaardigheden

Aspect	Toelichting
Vraag naar functie	Inschatting op basis van ontwikkeling in groei functie. Omvang werkgelegenheid.
Vakmatige competenties, werk met computers	Ontwikkeling in kern-kennis van een functie. Geïndiceerd aan de hand van gebruik computers, mate van tekort aan kennis, mate van uitdaging en mate waarin training nodig is om toekomstige ontwikkelingen aan te kunnen.
Sociale en communicatieve competenties	Mate waarin omgaan met collega's en leiding centraal wordt. Geïndiceerd aan de hand van sociale context, polarisering en mate van taylorisering (wordt het 'gestuurde' functie?).
Organisatorische competenties*	Mate waarin functie zelf werksituatie dient te regelen.

\* Er is een overlap tussen organisatorische competenties en arbeidsdeling. In arbeidsdelige organisaties hebben managers alle organisatorische taken, in minder arbeidsdelige organisaties worden juist organisatorische competenties bij medewerkers belegd.

### 2.3.1 Methodologie van het onderzoek<sup>3</sup>

In tabel 1.1 is aangegeven dat het onderzoek gericht wordt op vijftien beroepen in drie sectoren. De volgende onderzoeksstappen zijn uitgevoerd:

- › beoordeling van de technologisering,
- › beoordeling van de condities in het werk,
- › beoordeling van de beleving van het werk, en
- › beoordeling van de ontwikkeling in vraag naar medewerkers in functie en naar kwalificatieprofiel.

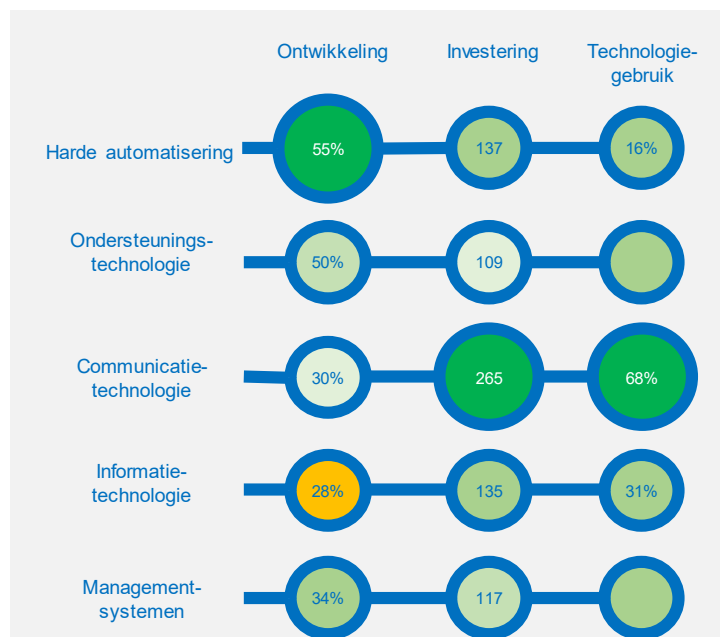
Voor elk van de arbeidsaspecten is gekeken naar de huidige ontwikkeling en naar de verwachte ontwikkeling.

#### Beoordeling van de technologisering

Bij deze beoordeling wordt nagegaan wat de dominante technologie zal zijn op termijn. Zoals aangegeven is het vertrekpunt steeds de vijf mogelijke technologieën. Voor elke sector wordt nagegaan wat de huidige technologiesituatie is. De analyse is noodzakelijk op het niveau van de bedrijven. In het onderzoek wordt daarom gekeken naar CBS-data en de Werkgevers Enquête Arbeid als informatiebronnen. In bijlage 1 is dat voor de sectoren uitgewerkt met verschillende indicatorensets. Vervolgens is gekeken naar de investeringen die door bedrijven worden doorgevoerd. En tenslotte is gekeken naar wat op termijn waarschijnlijke ontwikkelingen zullen zijn voor technologie. Om deze waarschijnlijke ontwikkeling te vatten is gebruik gemaakt van het concept van 'technology burst' zoals de OECD deze hanteert. Zie verder in bijlage 2.

Met de beoordeling proberen we de dominante richting in de technologie te vatten. Met dominant bedoelen we de technologie die als meest prominent komt uit de drie tijds-kaders: de technologie die reeds meest wordt toegepast, waarin het meeste wordt geïnvesteerd en die in de ontwikkeling in de afgelopen vijf jaar het grootste gewicht inneemt. In figuur 2.2 is het resultaat van onze analyse voor de technologisering in de industrie weergegeven.

<sup>3</sup> We hebben de methodologie ook omgezet in de gids voor bedrijven en sectoren. Voor gebruikers leggen we in deze gids stap-voor-stap uit wat nodig is om de analyse uit te voeren.



Figuur 2.2 Overzicht van de dominante technologieën in de ontwikkelingsfase, in de investeringen en in technologiegebruik in de Nederlandse industrie

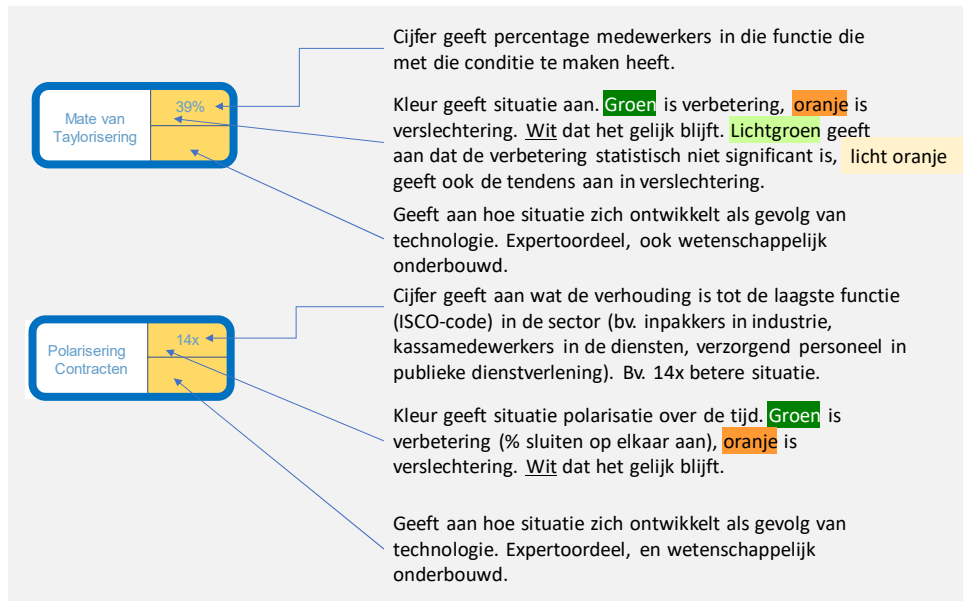
De ontwikkeling in een technologie wordt weergegeven door de reeksen van drie cirkels. De cijfers in de cirkels geven verhoudingen tussen de cirkels op 1 moment weer:

- › ontwikkeling: voor de ontwikkeling gaan we uit van het % patenten afgelopen vijf jaar van totaal patenten in technologiecategorie in een industrie (bijvoorbeeld 55% = 55% van de patenten voor harde automatisering is in de afgelopen vijf jaar uitgebracht);
- › investeringen: de investeringsindex voor 2011-2015 is berekend, wat de groei in investeringen in een technologie weergeeft (2011=100) (bijvoorbeeld de investeringen in harde technologie zijn die periode met 37% gestegen);
- › technologiegebruik: het % bedrijven dat een technologiecategorie heeft toegepast (bijvoorbeeld 16% van de bedrijven heeft robots staan).

De omvang van een cirkel geeft aan in welk ontwikkelperspectief (ontwikkeling, investering, technologiegebruik) een technologie het meest doorweegt. De grootste cirkel in een fase heeft het grootste gewicht. De kleuren geven de situatie in 2011-2017 weer: donker groen laat zien dat er sprake is van sterke groei in een technologie; licht groen geeft aan dat de groei beperkt is; oranje geeft aan dat er sprake is van krimp. In de industrie betekent dit dat van communicatietechnologie nu en op korte termijn de belangrijkste invloed mag worden verwacht. Op de langere termijn lijkt 'harde automatisering' van grote invloed te zijn.

### Beoordeling van het werk

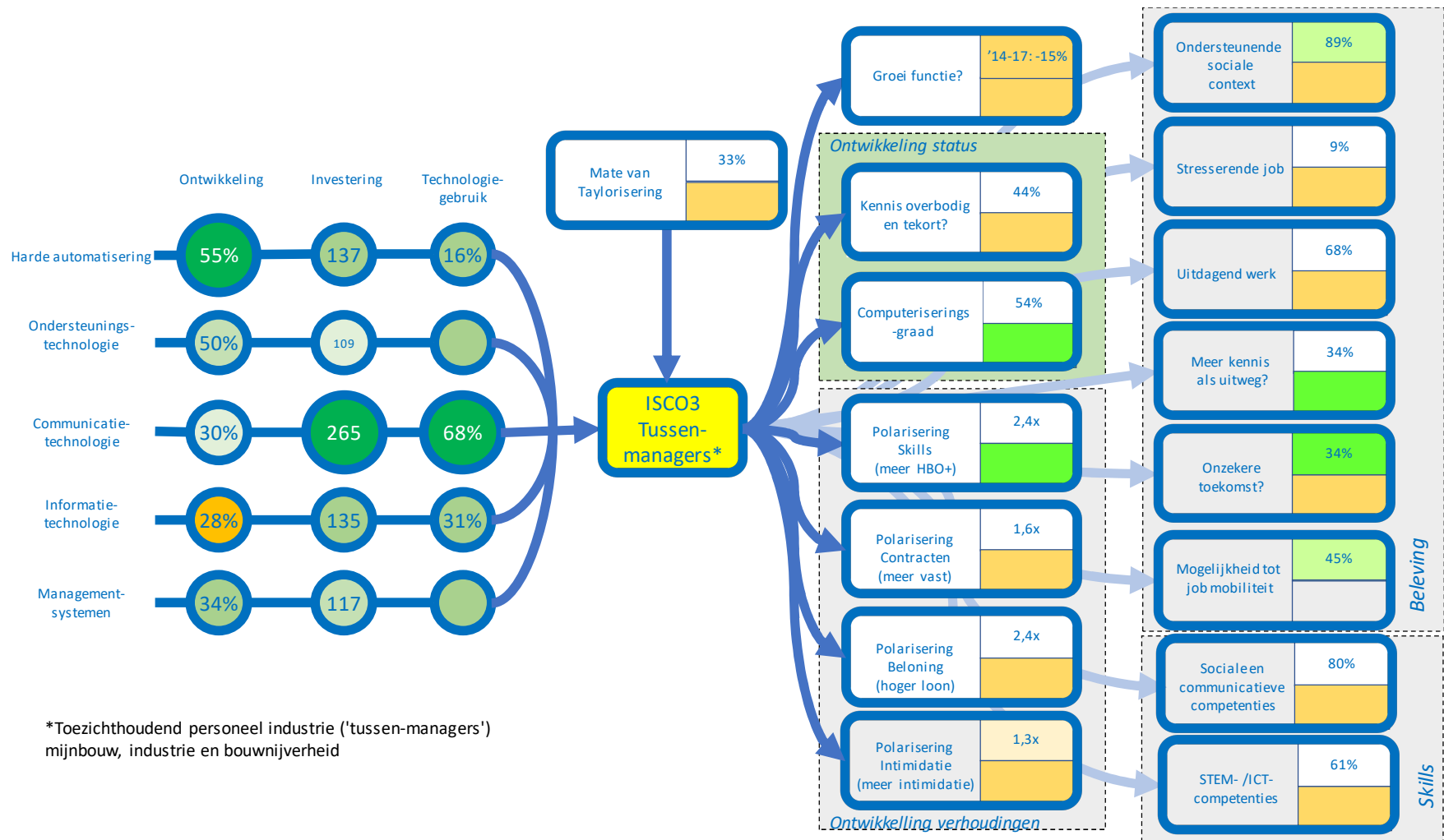
Voor elk van de dimensies in het werk (zie tabellen 2.3 t/m 2.5) is nagegaan wat de trend in de afgelopen jaren is en wat op termijn de verwachte ontwikkeling is. Dat is op de volgende wijze weergegeven in figuren.



Figuur 2.3 Operationalisering van de impacts op arbeid

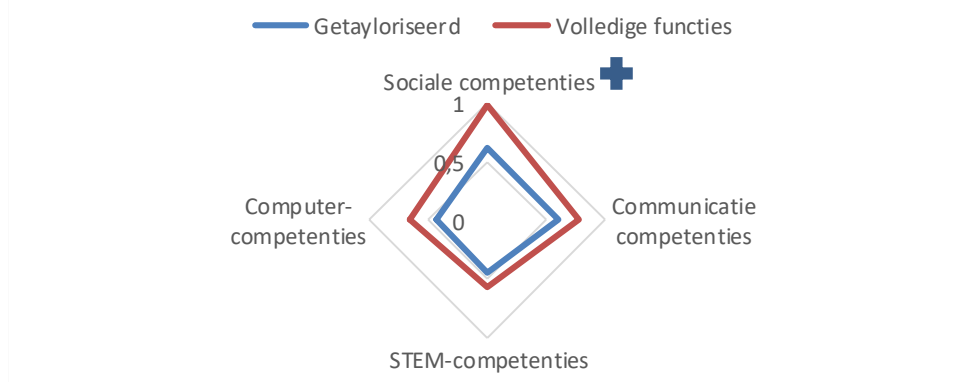
### Beoordeling van een beroep

Het voorgaande is samengebracht in overzichtsfiguren zoals bijgaand (zie figuur 2.4). Met deze figuur wordt de dominante technologische ontwikkeling gekoppeld aan de verschillende arbeidseffecten. Die figuur wordt vervolgens toegelicht in afzonderlijke tabellen. Extra aandacht besteden we aan de impacts op omvang van de vraag naar een functie en naar de kwalificaties. Bij de kwalificaties wordt een extra dimensie toegevoegd: er wordt nagegaan in welke mate de context van arbeidsdeling (taylorisering, volledige functies) samengaat met een ander kwalificatieprofiel. In figuur 2.5 is het beeld weergegeven dat is samengesteld voor de tussenmanagers in de industrie.



Figuur 2.4 Overzicht technologie en impacts op arbeid voor tussen-managers (midden-managers) in de industrie

### ISCO3 Tussen-managers (bron: NSS2012-17) (+: significant verschil % aanwezig, $p < 0,05$ )



Figuur 2.5 Overzicht van aanwezige sociale, communicatie, STEM en computercompetenties. Vergelijking tussen aanwezige competenties naargelang een arbeidsdelige of volledige arbeidscontext. Verschillen zijn op significantie getoetst (+)

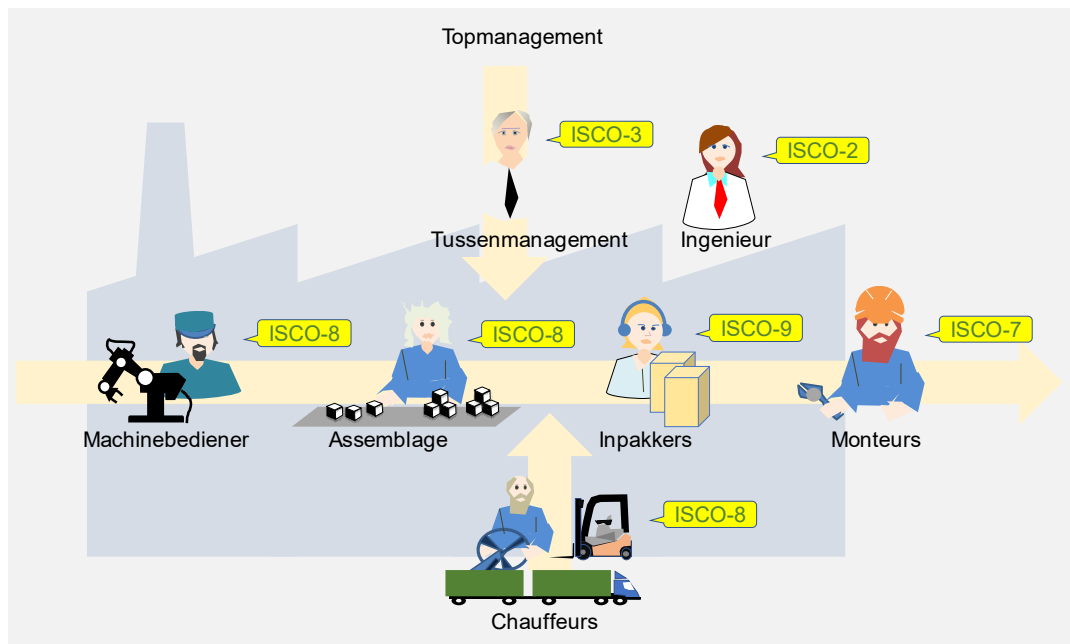
In figuur 2.5 is zichtbaar dat van tussenmanagers in een 'volledige functie' significant meer sociale competenties worden gevraagd dan in een 'getayloriseerde functie'. Als we weten dat tayloriseringsgraad in de functie zal toenemen, dan weten we dat voor tussenmanagers op termijn steeds minder sociale competenties nodig zullen zijn. Voor de overige competenties zijn verschillen zichtbaar, maar zijn de verschillen niet significant.



## 3 Technologie en arbeid in de industrie

### 3.1 Overzicht beroepen

Zoals aangegeven kijken we in de industrie naar een set van beroepen die een spreiding kennen over de verschillende ISCO-niveaus. In figuur 3.1 zijn deze functies weergegeven.



Figuur 3.1 Overzicht onderzochte beroepen in de industrie. Indicatie van ISCO-niveau

Op ISCO-2 niveau vinden we de ingenieurs terug, en op ISCO-3 niveau het tussenmanagement. Op ISCO-7 vinden we de monteurs terug; op ISCO-8 de machinebedieners, assemblagemedewerkers en chauffeurs, en op ISCO-9 de inpakkers. De beroepen geven aan de ene kant kennisberoepen weer, en aan de andere kant zien we uitvoerende manuele functies. Deze functies hoeven niet in elk industrieel bedrijf teruggevonden te worden. Frey en Osborne (2017) voorspelden dat ingenieurs en toezichthoudend personeel een zeer lage computeriseringskans hebben. Machinebedieners, inpakkers en monteurs zouden een redelijke spreiding in computeriseringskans laten zien. Chauffeurs en assemblagemedewerkers zouden de grootste kans op computerisering lopen.

### 3.2 Dominante technologisering

Uit onze analyse van technologisering weten we dat de belangrijkste technologische ontwikkeling zich vooral in communicatietechnologie voordoet. Alle bedrijven hebben in de afgelopen jaren dit soort van technologie in grote mate ingevoerd. Het gaat hierbij over netwerktechnologie, e-mailsystemen en mobiele technologie. Deze technologie versterkt de communicatiestromen in de bedrijven en zou volgens Bloom et al. (2014) zorgen voor een sterkere centralisering van beslissingen naar het topmanagement toe en naar een versmalling van de functies.

### 3.3 Wat is de uitkomst van onze analyse voor de factor arbeid?

In bijlage 9 is een samenvatting van de resultaten voor elk van de functies gegeven. De gevolgen voor de kwaliteit van de arbeid zijn de volgende:

- › het gebruikte organisatieconcept in een bedrijf is een belangrijke verklaring van verschillen in profielen binnen functies. Opvallend is dat in alle functies de mate van taylorisering een belangrijke rol speelt. Alleen in de inpakfunctie is de graad van taylorisering gedaald in de periode 2012-2017. De verwachting is wel dat ook in die functie de taylorisering op termijn zal toenemen. Dat is een consequentie van de dominante communicatietechnologie. Deze technologie zorgt voor een sterkere centralisering van regelende taken in de organisaties. Functies zullen verder meer specialiseren;
- › de meeste functies zullen in omvang niet toenemen. De omvang van het tussenmanagement is in de afgelopen jaren sterk teruggelopen. Communicatietechnologie blijft deze functie bedreigen;
- › kennistekorten (snel verouderende kennis, gebrek aan nieuwe kennis) komen het meeste voor bij ingenieurs, monteurs en machinebedieners. Waarschijnlijk hangt dit samen met het belang van kennis bij de uitvoering van de functie. Behoeftte aan meer training en opleiding is het hoogste bij ingenieurs, tussenmanagers en monteurs. De overige functies zien minder nut in meer training en opleiding. Bij de inpakkers is het zelfs de vraag of meer training en opleiding ook een zinvolle strategie is om met verandering om te gaan. De inpakkersfunctie kent een beperkte kennisinhoud. De mobiliteitsmogelijkheden in die functie zijn ook relatief beperkt, zodat diegenen die in dit soort functies terecht komen waarschijnlijk 'gevangen' zijn in een dergelijke loopbaan.

De polarisering lijkt voor sommige aspecten toe te nemen:

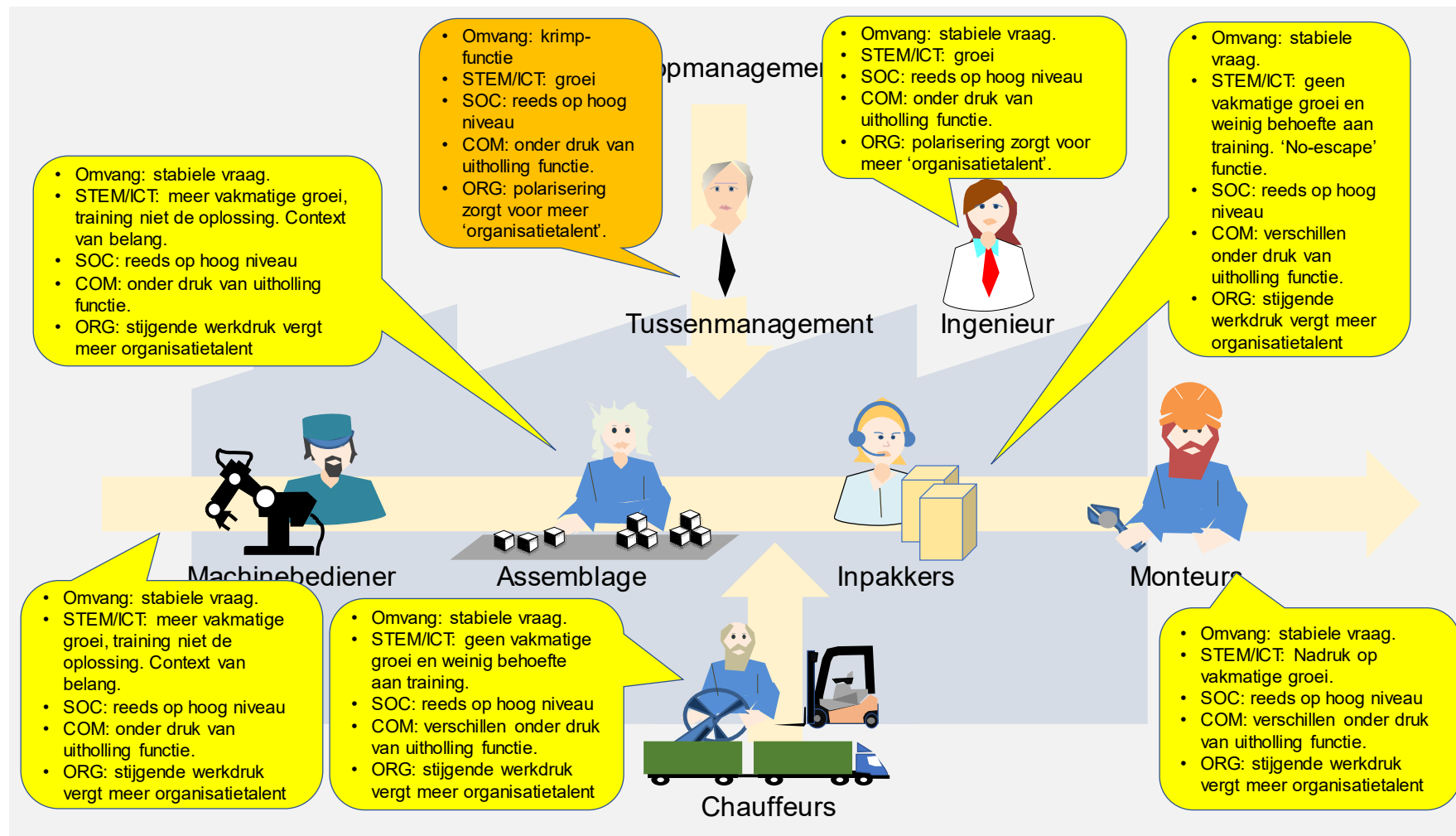
- › de mate van polarisering in gevraagde skills, verdeling in type contracten, hoogte van beloning en mate van intimidatie verschilt sterk naar de plaats van een functie in de ISCO-indeling. Functies hoog in de ISCO-verdeling hebben veel hogere scholing (tot 14 maal meer hbo-academische scholing), veel meer vaste contracten (1,6 maal meer), veel hogere beloning (2,4 maal meer) en slechts 0,7 maal het niveau van intimidatie die medewerkers in inpakfuncties ervaren. Voor contracten, beloning en intimidatie is de verwachting dat deze verhoudingen op termijn zullen verslechteren door de kansen die de technologie zal gaan bieden.

De beleving van het werk lijkt op termijn te verslechteren:

- › het aantal medewerkers in een stresserende werksituatie is relatief hoog in de meeste functies. De mate waarin het werk uitdagend is, lijkt scheef verdeeld: hoge ISCO-codes hebben uitdagend werk, lagere ISCO-codes rapporteren lager scores voor de mate van uitdaging.

Als de mate van taylorisering toeneemt, dan vermindert dat de gevraagde vaardigheden:

- › in figuur 3.2 zijn de ontwikkelingen op functieniveau samengevat. Dat in de meeste functies sprake is van significante verschillen in vaardigheden naargelang sprake is van tayloristische of volledige functies, is niet zichtbaar in de figuur. Volledige functies scoren significant hogere gevraagde sociale, communicatieve, STEM- en computervaardigheden.



Figuur 3.2 Ontwikkeling in omvang van werkgelegenheid op functieniveau en in gevraagde kwalificaties in de industrie (groene kleur tekstvak = positieve ontwikkeling; geel = neutraal; oranje = negatieve ontwikkeling)

### 3.4 Samengevat

De industrie van morgen levert vooralsnog geen heel positief beeld op wat betreft ontwikkeling in aantal medewerkers of in inhoud van het werk. Indien communicatietechnologie de dominante technologie blijft, dan zijn verdere specialisering op functieniveau en centralisering van besluitvorming (met als keerzijde minder autonomie) aan de orde. Uit de analyse is wel zichtbaar dat organisaties de keuze hebben om functies anders in te richten. Indien de functies meer volledig zijn, dan is zichtbaar dat de gevraagde kwalificaties (sociale, communicatieve, STEM- en computervaardigheden) significant hoger zullen zijn.

De analyse bevestigt niet het beeld dat Frey en Osborne (2017) hebben berekend. Toezichthoudend personeel ondergaat nu al saneringslagen, ondanks dat de computeriseringskans laag zou zijn. De overige functies zouden een gematigde computeriseringskans laten zien, maar in de praktijk is een terugloop in die functies niet echt te voorzien. Tabel 3.1 geeft de vergelijking.

Tabel 3.1 Vergelijking uitkomsten Frey en Osborne met Monitor voor industrie functies

	Voorspelling Frey en Osborne	Resultaat monitor (trend 14-17/voorspelling 18-23)
Ingenieurs (mechanisch, elektrotechnisch, telecom, bouw)	Reductie tussen 1 en 3%	Trend 14-17: -4,5% Voorspelling 18-23: 0%
Toezichthoudend personeel ('tussenmanagers') (industrie, bouw)	Geen reductie	-15% -15%
Monteurs (auto/rijwiel, mechanisch, elektro)	Reductie met 60-73%	+6% 0%
Bedieners machines en installaties	Reductie met 36-95%	+5% 0%
Assemblagemedewerkers	Reductie met 82-97%	+135% 0%
Chauffeurs (vrachtwagen, heftruck, auto, grondverzet, kranen)	Reductie met 89-93%	+18% 0%
Inpakkers, hulparbeiders industrie, laders, lossers	Reductie met 38-85%	+4% 0%

Het lastige voor de vergelijking is dat Frey en Osborne geen tijdsreferentie geven voor hun voorspelling. Als we de periode 2013 (hun voorspelling) tot op heden en onze trend (2014-17) nemen, dan zijn de cijfers niet vergelijkbaar. Ook voor de periode tot 2023 komen de voorspellingen van hen niet overeen met de onze. De voorspellingen zijn ook tegengesteld voor de meeste functies (wij zien stijgingen). Het onderzoek van Frey en Osborne zegt ook niets over de inhoud van het werk.

Het monitoringsysteem laat toe om verschillen in de ontwikkelingen in functies in beeld te brengen. In de samenhang tussen de functies is zichtbaar dat de werkgelegenheid van specifieke functies (met name tussenmanagement) zal teruglopen, maar in de meeste functies stabiel zal blijven. De systematiek laat zien dat de impacts van technologie in de verschillende functies ongeveer gelijk zullen zijn, alleen is het zo dat voor (bijvoorbeeld) het kwalificatieniveau de startsituatie verschillend is. De systematiek leent zich ook voor het in beeld brengen van polariseringstendenzen in de industrie.

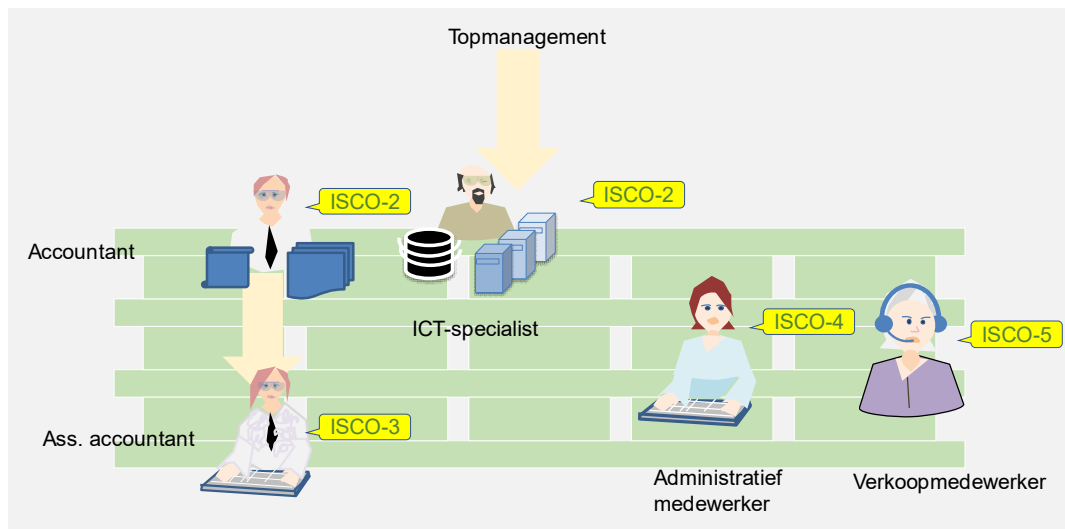
Voor stakeholders betekent de uitkomst van de analyse dat de dominante trend in de technologie (namelijk communicatietechnologie) die is beschreven, zal leiden tot centralisering en

specialisering. Voor beroepen ontstaan ongewenste effecten. Met deze kennis is er ook ruimte om bij te sturen. Stakeholders in de bedrijven en daarbuiten kunnen actieplannen ontwikkelen om om te gaan met de gevolgen van technologisering, maar ook de technologie zelf kunnen bijsturen opdat specialisering en centralisering worden verminderd. Voorstellen om beide maatregelen uit te werken zijn opgenomen in de *Gids monitoren technologisering en arbeidsmarkt* (Dhondt et al., 2019).

## 4 Technologie en arbeid in de dienstverlening

### 4.1 Overzicht beroepen

In de diensten kijken we zoals in de industrie naar een set van beroepen die een spreiding kennen over de verschillende ISCO-niveaus. In figuur 4.1 zijn deze functies weergegeven.



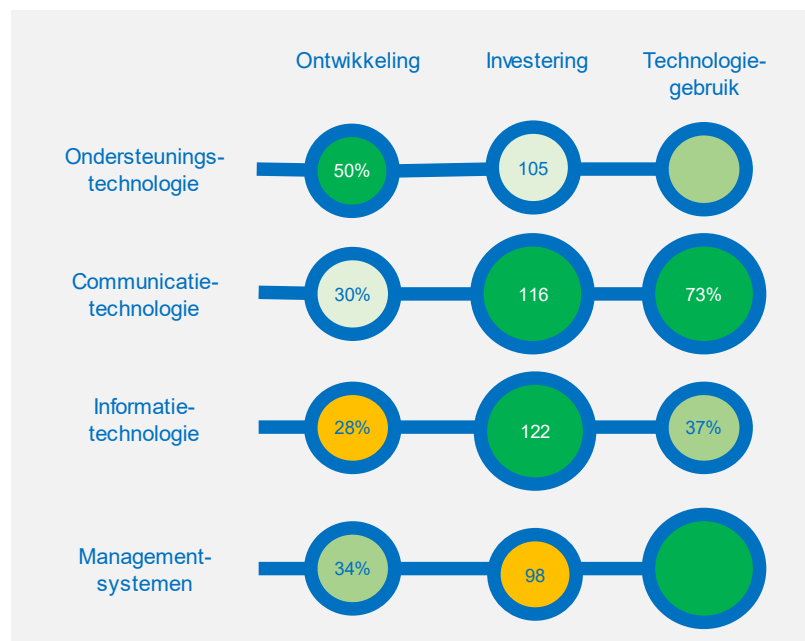
Figuur 4.1 Overzicht onderzochte beroepen in de diensten. Indicatie van ISCO-niveau

In de dienstensectoren hebben we geen managementfuncties in beeld.

Op ISCO-2 niveau vinden we de ICT-specialisten terug en de financieel accountants (en anderen) terug. Op ISCO-3 vinden we de boekhouders/assistent-accountants, op ISCO-4 de administratief en secretariael medewerkers, en op ISCO-5 de kassa- en verkoopmedewerkers detailhandel. Zoals bij de industrie zijn er aan de ene kant kennisberoepen, en aan de andere kant meer uitvoerende manuele functies. Deze functies hoeven niet in elk dienstverlenend bedrijf teruggevonden te worden. Frey en Osborne (2017) voorspelden dat ICT-specialisten een lage computerisingskans zouden hebben. Boekhouders en financiële specialisten, administratief personeel en kassa en verkoop detailhandel lopen een zeer grote kans op computerisering (en dus verlies van hun baan).

### 4.2 Dominante technologisering

In figuur 4.2 zijn de resultaten van onze analyse naar de belangrijkste componenten van technologisering voor de dienstverlening samengevat. De achtergrondresultaten zijn opgenomen in bijlage 1-4. In vergelijking met de industrie is in de dienstverlening niet echt sprake van 'harde technologie' als technologietrend.



Figuur 4.2 Overzicht van de dominante technologieën in de ontwikkelingsfase, in de investeringen en in technologiegebruik in de Nederlandse dienstverlening (geen cijfer = geen precieze data)

De ontwikkeling in technologie kan als volgt worden samengevat:

- › voor de patentontwikkeling lopen de cijfers gelijk aan de industrie, alleen ontbreekt hier de dominantie van de harde technologie;
- › wat betreft de investeringsindex zien we vooral een groei in communicatie- en informatietechnologie;
- › in de dienstverlenende bedrijven bestaat de technologie vooral uit communicatietechnologie en managementsystemen.

In de dienstverlening is sprake van een meer gemengd beeld wat betreft dominante technologie: op dit moment domineren communicatietechnologie en managementsystemen. Op de korte termijn zal informatietechnologie ook een belangrijke rol gaan spelen. Op de langere termijn is het lastig te voorspellen wat er zal gebeuren, zodat de huidige dominante technologieën waarschijnlijk van invloed zullen zijn. Zie voor onderbouwing van de cijfers, bijlagen 1-4.

### 4.3 Wat is de uitkomst van onze analyse voor de factor arbeid?

De gevolgen voor de kwaliteit van de arbeid zijn de volgende:

- › het gebruikte organisatieconcept in een bedrijf is een belangrijke verklaring van verschillen in profielen binnen functies. Opvallend is dat in alle functies, behalve dan voor accountants, de mate van taylorisering een belangrijke rol speelt. Zelfs ICT-specialisten worden geconfronteerd met een hoge graad van taylorisering die op termijn alleen maar toeneemt. Hier speelt de rol van communicatietechnologie haar belangrijke invloed. Deze technologie zorgt voor een sterkere centralisering van regelende taken in de organisaties. Functies zullen verder meer minder breed worden en zich specialiseren op deeltaken;
- › de meeste functies zullen in omvang niet toenemen, behalve dan voor ICT-functies waarvoor de vraag alleen maar zal toenemen. Over de afgelopen periode kende ook de functie administratief en secretariaal medewerkers een groei. Verkoopmedewerkers is een be-

dreigde functie. Dat lijkt voor de hand te liggen met de verschuiving van sales naar het internet;

- › kennistekorten (snel verouderende kennis, gebrek aan nieuwe kennis) komen in alle functies voor, behalve dan voor verkoopmedewerkers. Behoeftte aan meer training en opleiding is het hoogste bij ICT-specialisten, iets minder voor de accountantfuncties. Voor de administratieve en verkoopfuncties is de behoefte laag. De mobiliteitsmogelijkheden zijn in alle functies relatief hoog, behalve dan voor de administratieve medewerker.

De polarisering lijkt voor sommige aspecten toe te nemen:

- › de mate van polarisering in gevraagde skills, verdeling in type contracten, hoogte van beloning en mate van intimidatie verschilt sterk naar de plaats van een functie in de ISCO-indeling. Het scholingsniveau (hbo/academisch) in deze functies is hoger dan in de industrie. Functies hoog in de ISCO-verdeling hebben een hogere scholing (tot 8 maal meer hbo-academische scholing), veel meer vaste contracten (1,7 maal meer), veel hogere beloning (4,9 maal meer) en slechts 60% van de intimidatie-impact van medewerkers in inpakfuncties. De grote beloningsverschillen zijn opvallend. Die verschillen lijken alleen maar te zullen toenemen door het belang van ICT-functies voor de communicatie- en informatietechnologie. Voor intimidatie is de verwachting dat deze situaties op termijn ook zullen verslechteren als gevolg van de kansen die de technologie zal gaan bieden.

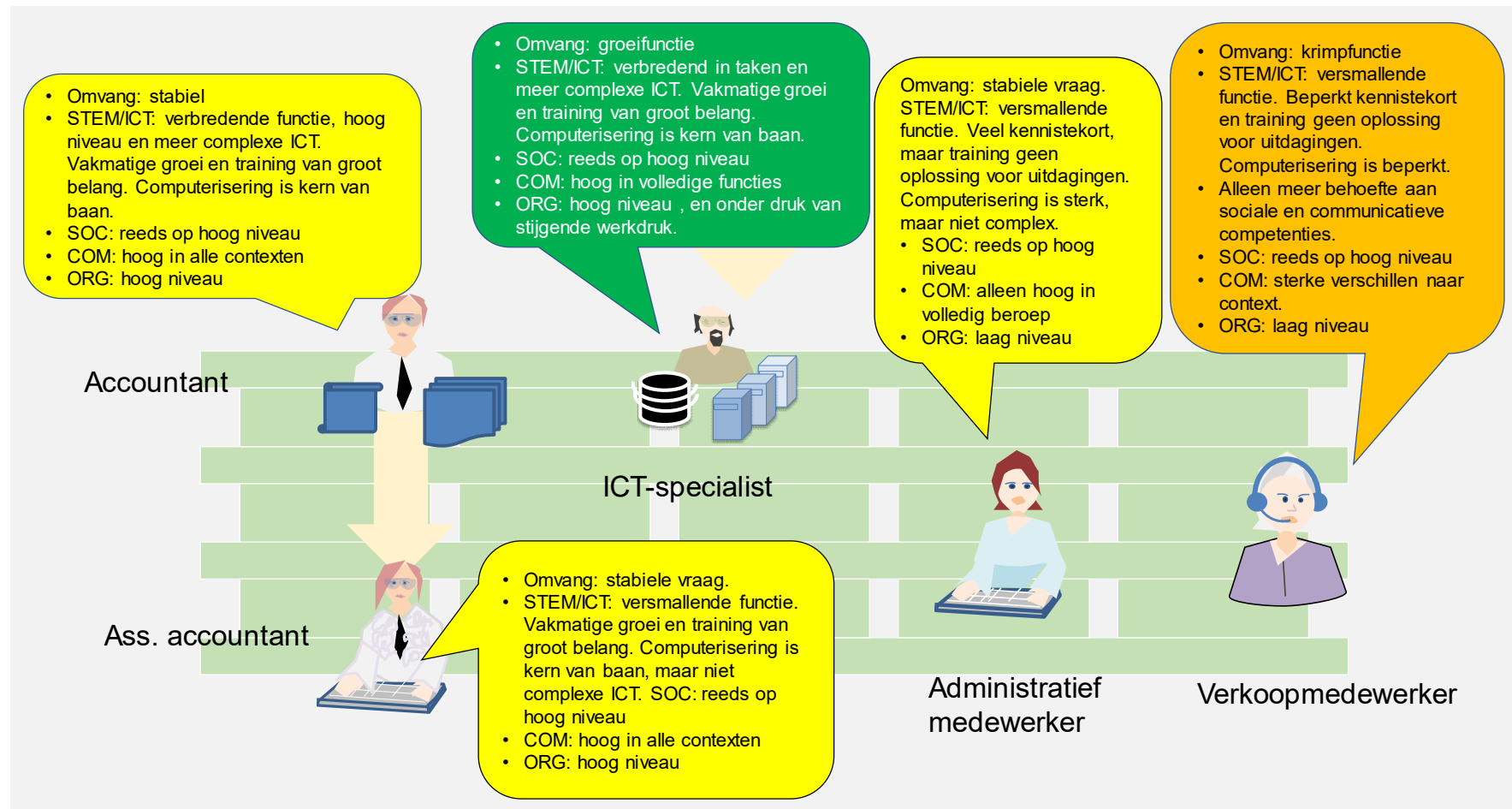
De beleving van het werk lijkt op termijn te verslechteren:

- › het aantal medewerkers in een stresserende werksituatie is relatief beperkt in de meeste functies in vergelijking met de industrie. De mate waarin het werk uitdagend is, lijkt ook hier scheef verdeeld: hoge ISCO-codes hebben uitdagend werk, bij de lagere ISCO-codes valt de mate van uitdaging tegen.

Als de mate van taylorisering toeneemt, dan vermindert dat de gevraagde vaardigheden:

- › in figuur 4.3 zijn de ontwikkelingen op functieniveau samengevat. Wat niet zichtbaar is in de figuur, dat is dat in de meeste functies sprake is van significante verschillen in vaardigheden naargelang sprake is van tayloristische of volledige functies. Volledige functies scoren significant hogere gevraagde sociale, communicatieve, STEM- en computervaardigheden.





Figuur 4.3 Ontwikkeling in omvang van werkgelegenheid op functieniveau en in gevraagde kwalificaties in de dienstverlening (groene kleur tekstvak = positieve ontwikkeling; geel = neutraal; oranje = negatieve ontwikkeling)

## 4.4 Samengevat

De dienstverlening van morgen levert een iets beter beeld op als de industrie. De positieve ontwikkelingen zitten in lagere polariseringseffecten van skills en contracten tussen de functies. Beloning en polarisering intimidatie tijdens het werk verslechteren wel. Voor de meeste arbeidsaspecten is stabilisering van de huidige cijfers voor kwaliteit van de arbeid te verwachten. Dat zal te maken hebben met de gelijke invloed van communicatietechnologie en informatietechnologie als dominante technologie. De impacts van die technologieën gaan andere kanten uit, zodat het de vraag is wat precies zichtbaar zal zijn. Omdat communicatietechnologie momenteel dominant is, zal die invloed nog wel na-ijlen. Uit de analyse is opnieuw zichtbaar dat organisaties de keuze hebben om functies anders in te richten. Indien de functies meer volledig zijn, dan is zichtbaar dat de gevraagde kwalificaties (sociale, communicatieve, STEM- en computervaardigheden) significant hoger zullen zijn.

Tabel 4.1 Vergelijking uitkomsten Frey en Osborne met Monitor voor functies in de dienstverlening

	Voorspelling Frey en Osborne	Resultaat monitor (trend 14-17/voorspelling 18-23)
ICT-specialisten	Reductie met 13-48%	+14% 0%
Financieel specialisten (accountants, adviseurs, analisten)	Reductie met 94%	+1% 0%
Boekhouders, taxateurs, assistent-specialisten etc.	Reductie met 98-99%	0% 0%
Administratief en secretariael medewerkers	Reductie met 81-97%	+10% 0%
Kassamedewerkers en verkoopmedewerkers detailhandel	Reductie met 92-98%	-2% -10%

In vergelijking met de Frey en Osborne analyse, laat tabel 4.1 zien dat zij voor de meeste functies dramatische reducties in omvang voorzien. Onze berekeningen laten alleen voor de kassa- en verkoopmedewerkers detailhandel een daling zien, voor de overige functies zou in de komende jaren een stabilisering van het aantal medewerkers te zien zijn.

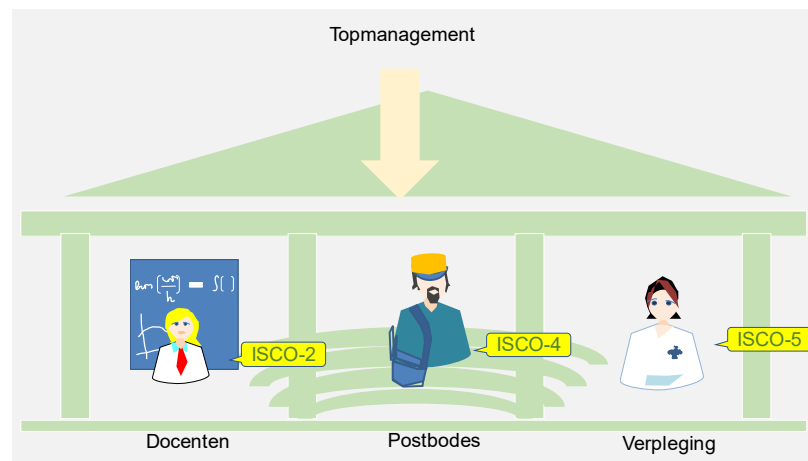
Opnieuw laat het monitoringsysteem toe om verschillen in de ontwikkelingen in functies in beeld te brengen. In de samenhang tussen de functies is zichtbaar dat de werkgelegenheid van specifieke functies (met name ICT-specialisten) zal toenemen, maar in de meeste functies stabiel zal blijven. De systematiek laat zien dat de impacts van technologie in de verschillende functies ongeveer gelijk zullen zijn, alleen is het zo dat voor (bijvoorbeeld) het kwalificatieniveau, de startsituatie verschillend is. De systematiek leent zich ook voor het in beeld brengen van polariseringstendensen in de dienstverlening.

Voor stakeholders is het aanknopingspunt dat meerdere technologieontwikkelingen zich voordoen, die verschillende arbeidsimpacts hebben. Op het niveau van de beroepen zal niet veel zichtbaar zijn, maar misschien op bedrijven kunnen de verschillen wel groot zijn. Voor zover sprake is van ongewenste effecten voor beroepen is er nu de ruimte om bij te sturen. Stakeholders in de bedrijven en daarbuiten kunnen actieplannen ontwikkelen om om te gaan met de gevolgen van technologisering, maar kunnen ook de technologie zelf bijsturen. Voorstellen om beide maatregelen uit te werken zijn opgenomen in de *Gids monitoren technologisering en arbeidsmarkt*.

## 5 Technologie en arbeid in de publieke diensten

### 5.1 Overzicht beroepen

Het onderzoek naar beroepen in de publieke diensten is meer beperkt dan in de andere twee sectoren. Dat heeft onder meer te maken met het feit dat bedrijfsgegevens alleen voor de onderstaande beroepen aanwezig waren. Voor de meeste publieke sectoren zijn er geen prestatie-indicatoren te vinden. In de publieke diensten kijken we zoals in de vorige sectoren naar een set van beroepen die een spreiding kennen over de verschillende ISCO-niveaus. In figuur 5.1 zijn deze functies weergegeven.

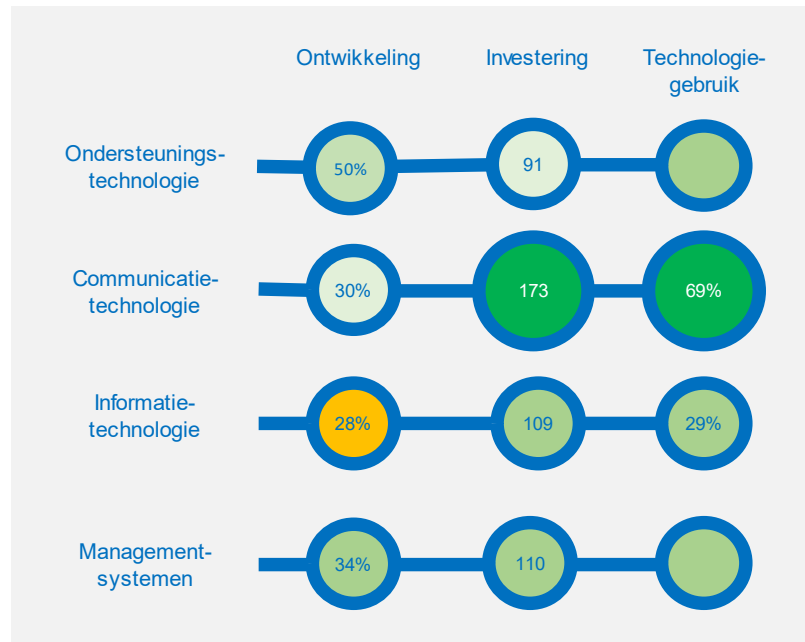


Figuur 5.1 Overzicht onderzochte beroepen in de publieke diensten. Indicatie van ISCO-niveau

In de publieke dienstensectoren hebben we opnieuw geen managementfuncties in beeld. Op ISCO-2 niveau vinden we de docenten secundair en basisonderwijs. Postbodes en -sorteerders worden onder ISCO-4 geassocieerd. Verzorgend personeel is terug te vinden op ISCO-5. Docent is een kennisberoep, en de overige functies zijn meer uitvoerende manuele functies. Frey en Osborne (2017) voorspelden dat docenten en verpleging een lage computeriseringskans zouden hebben. Postbodes lopen een zeer grote kans op computerisering en hoge mate van werkloosheid.

### 5.2 Dominante technologisering

In figuur 5.2 zijn de resultaten van onze analyse naar de belangrijkste componenten van technologisering voor de publieke dienstverlening samengevat. De achtergrondresultaten zijn opgenomen in bijlagen 1-4. Zoals in de dienstverlening is in de publieke dienstverlening niet echt sprake van 'harde technologie' als technologietrend.



Figuur 5.2 Overzicht van de dominante technologieën in de ontwikkelingsfase, in de investeringen en in technologiegebruik in de Nederlandse publieke dienstverlening

De ontwikkeling in technologie kan als volgt worden samengevat:

- › voor de patentontwikkeling lopen de cijfers gelijk aan de industrie, alleen ontbreekt hier de dominantie van de harde technologie;
- › wat betreft de investeringsindex zien we vooral een groei in communicatietechnologie;
- › in de publieke dienstverlenende bedrijven bestaat de technologie vooral uit communicatietechnologie.

In de publieke dienstverlening domineert communicatietechnologie. Op de langere termijn is het lastig te voorspellen wat er zal gebeuren, zodat de huidige dominante technologieën waarschijnlijk van invloed zullen zijn.

### 5.3 Wat is de uitkomst van onze analyse voor de factor arbeid?

De gevolgen voor de kwaliteit van de arbeid zijn de volgende:

- › opnieuw speelt het gebruikte organisatieconcept een belangrijke rol voor verschillen in profielen binnen functies. Opvallend is dat in alle functies de mate van taylorisering een belangrijke rol speelt. Ook docenten worden geconfronteerd met een hoge graad van taylorisering die op termijn alleen maar toeneemt. Hier speelt de rol van communicatietechnologie haar belangrijke invloed. Deze technologie zorgt voor een sterkere centralisering van regelende taken in de organisaties. Functies zullen verder meer specialiseren;
- › de onderzochte functies zullen in omvang niet toenemen. De beroepen van postbodes en -sorteerders en verzorgend personeel kenden in de afgelopen jaren een sterke krimp. Voor de toekomst lijkt die krimp zich zeker door te zetten bij de postbodes en -sorteerders, maar niet in de verzorging;
- › kennistekorten (snel verouderende kennis, gebrek aan nieuwe kennis) komen in alle drie functies voor, het sterkst bij de postbodes. Behoeftte aan meer training en opleiding is hoog bij de drie functies. De mobiliteitsmogelijkheden zijn in de functies relatief beperkt.

De polarisering lijkt voor sommige aspecten toe te nemen:

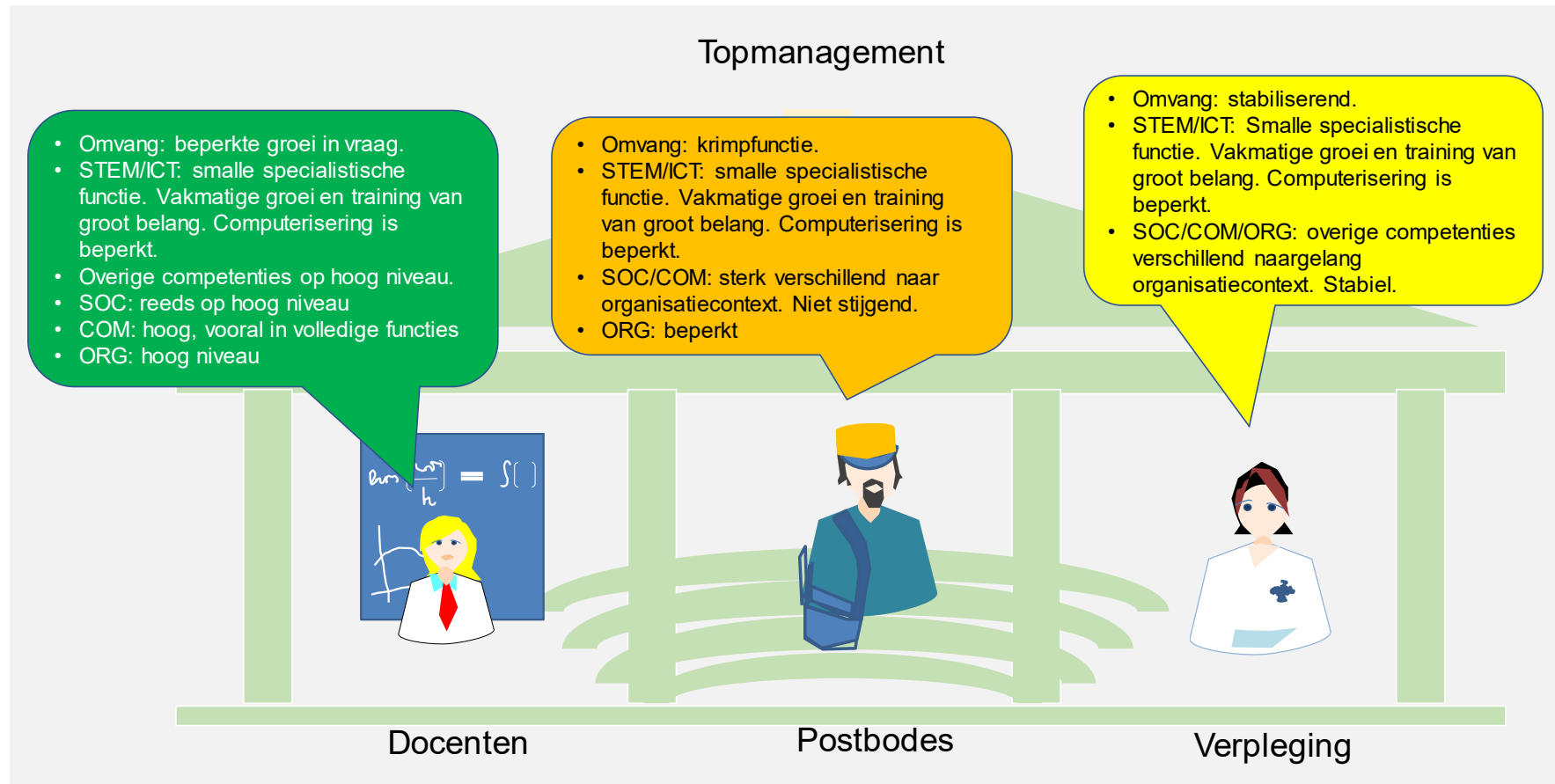
- › de mate van polarisering in gevraagde skills, verdeling in type contracten, hoogte van beloning en mate van intimidatie verschilt ook hier sterk naar de plaats van een functie in de ISCO-indeling. De scholing bij docenten is sterk hoger dan verplegend personeel. De contractuele situatie van docenten is niet veel beter dan bij verpleging (1,04 maal meer); beloningsverschillen tussen ISCO-codes zijn ook beperkt, waarbij postbodes hier het laagste scores; intimidatie-impact is het hoogst in verplegende functies. De verschillen lijken alleen maar te zullen toenemen door het belang van communicatietechnologie.

De beleving van het werk lijkt op termijn te verslechteren:

- › docenten en verpleging scoren hoog wat betreft stresserende werksituatie. Daarentegen zijn het ook uitdagende functies. Postbodes rapporteren laagste graad van stress, maar ook uitdaging in hun werk.

Als de mate van taylorisering toeneemt, dan vermindert dat de gevraagde vaardigheden:

- › in figuur zijn 5.3 de ontwikkelingen op functieniveau samengevat. Wat opnieuw niet zichtbaar is in de figuur, dat is dat in de meeste functies sprake is van significante verschillen in vaardigheden naargelang sprake is van tayloristische of volledige functies. Volledige functies scoren significant hogere gevraagde sociale, communicatieve, STEM- en computervaardigheden.



Figuur 5.3 Ontwikkeling in omvang van werkgelegenheid op functieniveau en in gevraagde kwalificaties in de publieke dienstverlening (groene kleur tekstvak = positieve ontwikkeling; geel = neutraal; oranje = negatieve ontwikkeling)

## 5.4 Samengevat

De publieke dienstverlening van morgen levert eenzelfde beeld op als de industrie. De beroepen in de sector zullen als gevolg van communicatietechnologie meer te maken hebben met centraliseren en specialiseren. Postbodes en verzorgenden zijn veel banen kwijt geraakt, en voor postbodes is het eind van de reorganisaties niet in zicht. Wellicht dat de toename in pakjesbezorging het leed kan compenseren. De polarisering is minder sterk in vergelijking met andere sectoren, maar de verwachting is dat deze zal toenemen. Uit de analyse is opnieuw zichtbaar dat organisaties de keuze hebben om functies anders in te richten. Indien de functies meer volledig zijn, dan is zichtbaar dat de gevraagde kwalificaties (sociale, communicatieve, STEM- en computervaardigheden) significant hoger zullen zijn.

Het monitoringsysteem laat toe, ondanks het beperkt aantal functies, om verschillen in de ontwikkelingen in functies in beeld te brengen. In de samenhang tussen de functies is zichtbaar dat de werkgelegenheid van docenten en verpleging stabiel zal blijven, maar voor postbodes en -sorteerders verder zal teruglopen. Dit laatste is het enige wat overeenkomt met de Frey en Osborne-analyse. De systematiek laat zien dat de impacts van communicatietechnologie in de verschillende functies ongeveer gelijk zullen zijn. De systematiek leent zich ook voor het in beeld brengen van polariseringstendenzen in de publieke dienstverlening.

Tabel 5.1 Vergelijking uitkomsten Frey en Osborne met Monitor voor functies in de publieke dienstverlening

	Voorspelling Frey en Osborne	Resultaat monitor (trend 14-17/voorspelling 18-23)
Docenten secundair en basisonderwijs	Reductie met 0%	0% 0%
Postbodes en -sorteerders	Reductie met 79-90%	-27% >-27%
Verzorgend personeel intramuraal; thuiszorg; assistenten gezondheidszorg	Reductie met 0%	-11% 0%

## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

#### 6.1.1 Doel

Het doel van dit onderzoek is de ontwikkeling van een monitoringsysteem technologisering en arbeidsmarkt voor bedrijven en sectoren om in te schatten wat technologie kan betekenen voor het werk. Daarvoor is gestart met het formuleren van de voorwaarden voor de bouw van zo'n systeem en is vervolgens gewerkt aan de opbouw van de componenten van het systeem. Het eindresultaat is de uitbouw van een breed monitoringmodel met onderbouwing van de verschillende concepten en operationalisering van de methodologie (een 'proof-of-concept').

#### 6.1.2 Conclusies met betrekking tot het monitoringsysteem

- › Het systeem is toegepast binnen drie sectoren en leverde een overzicht op van 15 beroepen. De systematiek laat toe om ontwikkelingen te schetsen en conclusies te formuleren. De voorspellingen leveren een ander beeld op dan is voorspeld in het onderzoek van Frey en Osborne (2013).
- › Nieuw in dit monitoringsysteem is de ontwikkeling van het technologiseringsconcept. In tegenstelling tot andere benaderingen is hier gekozen voor een meer 'ingeperkte' benadering van technologie die nauwer aansluit op de procesimpact van technologie: de impact is verschillend als we het hebben over de ontwikkeling van technologie, de investering in technologie en de aanwezige technologie. Vijf technologieën zijn in beeld gebracht en beschreven in drie sectoren. Het concept laat toe theoretisch onderbouwde conclusies te formuleren over mogelijke impact. Vanuit die conclusies is gekeken naar de beroepen in sectoren.
- › Het systeem voorziet een breed impactkader, breder dan tot op heden gebruikt wordt in de analyse van technologische ontwikkeling. Het kader kijkt naar omvang van werkgelegenheid in beroepen, naar ontwikkeling in kwaliteit van de arbeid, naar gevolgen voor polarisering in sectoren, naar beleving van het werk en naar de ontwikkeling van vaardigheden.
- › Het model laat toe om voorspellingen te doen voor impact van technologisering op arbeid. Daarbij is gekeken naar verschillende methoden om voorspellingen te maken. Vanwege het beperkte tijds kader waarover voorspellingen moeten worden gemaakt (3 tot 5 jaar) zijn complexe berekeningsmethoden (econometrisch, Markov chains) niet zinvol gebleken.

#### 6.1.3 Conclusies over de drie sectoren en vijftien beroepen

- › De gekozen beroepen laten toe in de sectoren een breed beeld van de ontwikkeling te schetsen. Met de gekozen beroepen in de publieke dienstverlening is nog het minste zicht op de ontwikkelingen.
- › De dominante technologie in alle sectoren lijkt communicatietechnologie te zijn. Alleen in de dienstverlening lijkt op termijn informatietechnologie dominant te worden. In de industrie wordt op de lange termijn meer 'harde automatisering' een belangrijk gegeven. Op dit moment zijn, samenhangend met meer communicatietechnologie, vooral ontwikkelingen in de richting van meer centralisering en specialisering in de sectoren zichtbaar.
- › De organisatiecontext doet er toe: taylorisering is de dominante trend in de onderzochte sectoren. Maar organisaties die volledige functies mogelijk maken laten zien dat kwalificatie-eisen voor alle functies er helemaal anders uit zien. Als technologie bekeken wordt zonder aandacht van de organisatiecontext, dan is er geen aandacht voor mogelijkheden die organisaties hebben om om te gaan met risico's en mogelijkheden van technologie.



De tayloriseringsgraad maakt inzichtelijk dat alle functies meegenomen in dit onderzoek verschillen laten zien in de wijze waarop skills worden vormgegeven. 'Organisational choice' is van belang in alle situaties, ondanks de technologische context.

## 6.2 Aanbevelingen

Dit onderzoek is een eerste uitwerking van het model en variabelen geweest.

### 6.2.1 Aanbevelingen over de methode

De volgende verbeteringen aan de methode dienen te worden uitgezocht:

- › meer beroepen kunnen in de analyse worden meegenomen. Van belang daarbij is dat de breedte in functies (samenhang tussen meerdere functies) wordt bekeken. Alleen dan kunnen verhoudingen zoals polarisering en dergelijke in beeld worden gebracht. Tot op heden is polarisering een veel besproken onderwerp, maar nog weinig geoperationaliseerd;
- › technologisering: er is het onderscheid gemaakt in impact-horizonten. Vooral voor de lange termijn, met name de rol van patenten, lijkt een meer fijnmazige analyse van de ontwikkeling zinvol te zijn. Andere benaderingen zijn erop gericht om te kijken naar wetenschappelijke publicaties over een technologie (deze benadering wordt door de Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) uitgewerkt). Op dit moment is gewerkt met een (té) grove indeling;
- › het systeem is nu een eerste keer toegepast. Op termijn moet het systeem meer worden toegepast. Het is van belang dat de voorspellingen op termijn worden getoetst en dat nieuwe voorspellingen worden gemaakt;
- › het onderzoek heeft zicht gericht op bestaande databronnen: wellicht moeten die bestaande bronnen (NEA, WEA, NSS) aangepast worden op basis van inzichten van dit onderzoek. Overleg met de dataverzamelaars is aangewezen;
- › het onderzoek richt zich op Nederland. Op termijn is internationaal vergelijkend een zinvolle oefening. Samenwerking met Eurofound, CEDEFOP en andere partijen lijkt daarbij zinvol. Het huidige onderzoek van WEF, McKinsey en andere consultants is vooralsnog te beperkt van aard om bruikbaar te zijn voor beleid. Deze onderzoeken zien een te direct verband tussen technologie en arbeid waardoor de impact van technologie te sterk wordt aangezet. De organisatiecontext, in casu mate van taylorisering, doet ertoe.

### 6.2.2 Wat kun je met de resultaten?

In de *Gids monitoren technologisering en arbeidsmarkt* is de systematiek uitgebouwd tot een methode voor bedrijven en sectoren. De methode laat bedrijven en sectoren toe om eigen analyses uit te voeren. De methode is ook uitgebreid met manieren om om te gaan met de gevolgen van technologisering. Adviezen worden gegeven over wat te doen als de technologie wel en niet aanpasbaar is.

De methode in dit rapport is gestart met de dramatische voorspellingen die zijn gemaakt over het aantal personen die in specifieke beroepen in de toekomst aan het werk zullen zijn. De methode laat toe te kijken wat op de korte termijn te verwachten is. De cijfers die deze methode opleveren zijn heel anders. De discussie in de sectoren en bedrijven dient op een andere wijze te worden gevoerd. In dit rapport is aangegeven hoe, in de Gids is aangegeven hoe je verder kunt met de resultaten.

## Gebruikte literatuur

- Andrews, D., & Westmore, B. (2014). *Managerial Capital and Business R&D as Enablers of Productivity Convergence*. Paris: OECD Publishing. OECD Economics Department Working Papers, No. 1137.
- Atkinson, R.D., & Wu, J. (2017). *False Alarmism: Technological Disruption and the U.S. Labor Market, 1850-2015*. [S.l.]: Information Technology & Innovation Foundation.
- Bloom, N., Garicano, L., Sadun, R., & Reenen, J. van (2014). The distinct effects of information technology and communication technology on firm organization. *Management Science*, 60(12), 2859-2885.
- Borghans, L., & Ter Weel, B. (2006). The Division of Labour, Worker Organisation, and Technological Change. *The Economic Journal*, 116(509), F45-F72.
- Braverman, H. (1974). *Labor and monopoly capital*. New York: Monthly Review Press.
- Corrado, C., Haskel, J., Jona-Lasinio, C., & Iommi, M. (2012). Intangible Capital and Growth. in *Advanced Economies: Measurement Methods and Comparative Results*. Bonn: IZA. Discussion Paper No.6733.
- Dhondt, S. (2018). Blockchain en de toekomst van de organisatie. *Mens En Maatschappij*, 93(3), 261-282.
- Dhondt, S., & Houtman, I.L.D. (1998). *Indicators of Working Conditions in the European Union*. Dublin: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.
- Dhondt, S., & Kraan, K.O.O. (2019). *Gids monitoren technologisering en arbeidsmarkt*. Leiden: TNO.
- Elbourne, A., & Grabska, K. (2016). *Evidence on Dutch macroeconomic and sectoral productivity performance: some stylised facts*. Den Haag: CPB. (Background document).
- Eurofound (2015). *Upgrading or polarisation? Long-term and global shifts in the employment structure: European Jobs Monitor 2015*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Frey, C.B., & Osborne, M. (2013). *The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?* Oxford: University of Oxford. Oxford Martin Programme on Technology and Employment.
- Hollanders, H., & Es-Sadki, N. (2017). *European Innovation Scoreboard (EIS) 2017*. Brussels: European Commission.
- Hooftman, W.E., Mars, G.M.J., Janssen, B., De Vroome, E.M.M., Janssen, B.J.M., Ramaekers, M.M.M.J., & Van den Bossche, S.N.J. (2018). Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden 2017; Methodologie en globale resultaten. Leiden, Heerlen: TNO | CBS. [https://www.monitorarbeid.tno.nl/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil\\_Id=229](https://www.monitorarbeid.tno.nl/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil_Id=229).
- Huys, R. (2000). *De structuur van arbeidsverdeling in de Belgische autoassemblagebedrijven*. Leuven: KU Leuven. (proefschrift)
- Jäger, A., Moll, C., & Lerch, C. (2016). *Analysis of the impact of robotic systems on employment in the European Union - Update*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

- Kleruj, N. (2017). *Nederlandse Skill Survey (NSS) 2017. Vragenlijst afgenomen in het LISS panel*. Tilburg: Centerdata.
- Kraan, K., & Dhondt, S. (2018). Impact van ontwikkelingen in technologiegebruik op duurzame inzetbaarheid. In I. M. W. Niks, J. M. A. F. Sanders, S. G. Van den Heuvel & A. Venema (Eds.), *Duurzame Inzetbaarheid in Nederland* (pp. 251-279). Leiden: TNO..
- Kroll, H., Copani, G., Van de Velde, E., Simons, M., Horvat, D., Jäger, A., Wastyn, A., PourAbdollahian, G., & Naumanen, M. (2016). *An analysis of drivers, barriers and readiness factors of EU companies for adopting advanced manufacturing products and technologies*. Brussels: Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs.
- Kuipers, H., Van Amelsvoort, P., & Kramer, E.-H. (2010). *Het Nieuwe Organiseren: alternatieven voor de bureaucratie*. Leuven: Acco.
- Ligthart, P.E.M., Vaessen, P.M.M., & Dankbaar, B. (2008). *Innovatie van productie: onderzoeksrapportage van de European Manufacturing Survey (EMS) in de Nederlandse maakindustrie*. Nijmegen: Radboud Universiteit.
- Maenen, S. (2018). *Van Babel tot Ontwerp. Concepten en methoden voor organisatieontwikkeling*. Kalmthout: Pelckmans Pro.
- McKinsey (2018). *Skill shift. Automation and the future of the workforce*. Discussion Paper, May. Brussels: McKinsey Global Institute.
- Naastepad, C.W.M., & Kleinknecht, A. (2004). The Dutch productivity slowdown: the culprit at last? *Structural Change and Economic Dynamics*, 15, 137-163.
- Noble, D. (1984). *Forces of Production; A Social History of Industrial Automation*. New York: Knopf. LCCN 83048867.
- OECD (2015). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society*. Paris: OECD Publishing.  
[http://dx.doi.org/10.1787/sti\\_scoreboard-2015-en](http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en).
- Oeij, P.R.A., Putnik, K., Van der Torre, W., Dhondt, S., & Vroome, E. M. M. de (2018). *Innovatie-adoptie door sociale innovatie in de logistiek*. Leiden: TNO. Publ.nr. R18010/060.17269.
- Oeij, P.R.A., Rus, D., & Pot, F.D. (Eds.) (2017). *Workplace Innovation: Theory, Research and Practice*. Cham (Switzerland): Springer.
- Oostrom, L., Walker, A.N., Staats, B., Slootbeek-Van Laar, M., Ortega Azurduy, S., & Rooijakkers, B. (2016). *Measuring the internet economy in The Netherlands: a big data analysis*. The Hague: Statistics Netherlands. Discussion Paper, Nr.14.
- Oudejans, M. (2012). *Value and effectiveness of work tasks. Vragenlijst afgenomen in het LISS panel*. Tilburg: Centerdata.
- Panteia (2017). *Functies en competenties in de e-commerce*. Zoetermeer: Panteia.
- Ter Weel, B. (2014). *Arbeidsmarkttrends en het beter meten van werktaken en vaardigheden*. Den Haag: CPB.
- Ter Weel, B. (2015). De match tussen mens en machine. *Beleid en Maatschappij*, 42(2),156-170.
- Ter Weel, B., Van der Horst, A., & Gelauff, G. (2010). *The Netherlands of 2040*. Den Haag: CPB. (No. 88).

Van Helmond, C., Kok, R., Ligthart, P., & Vaessen, P. (2018). Veel ruimte voor meer digitalisering Nederlandse maakbedrijven. *ESB*, 23-4.

World Economic Forum, Centre for the New Economy and Society (2018). *The Future of Jobs*. Cologne/Geneva: World Economic Forum. Report 2018; Insight Report.