



# Technologie en arbeidsmarkt: een beknopte inventarisatie van de literatuur

---

Jaap Koning (SEOR/Erasmus Universiteit)

Martine de Rooij – van Leeuwen (SEOR/Erasmus Universiteit)

Rotterdam, december 2017

## Voorwoord

In januari 2017 heeft de Kenniswerkplaats Stedelijke Arbeidsmarkt het seminar Technologie, economische herstructurering en stedelijke arbeidsmarkt gehouden. In dit seminar hebben Barbara Baarsma, Fabian Decker, Andries de Grip en Geert-Jan Waasdorp verschillende aspecten van dit thema belicht.

Barbara Baarsma (Rabobank en Universiteit van Amsterdam) behandelde het gebrekkige aanpassingsvermogen van het onderwijsaanbod (vooral dat op mbo-niveau) aan de vraag op de arbeidsmarkt. Fabian Dekker (Erasmus Universiteit Rotterdam) ging onder meer in op de gevolgen van automatisering op de arbeidsmarkt, het onderwijssysteem en de sociale ongelijkheid. Andries de Grip (Universiteit van Maastricht) ging in op de dynamiek in de vraag op de arbeidsmarkt: verschuivingen in de sector- en functiestructuur, toenemende opleidingseisen en polarisatie. Geert-Jan Waasdorp (Intelligence Group) benadrukte dat automatisering en data kansen bieden om de aansluiting tussen onderwijs en arbeidsmarkt en tussen vraag en aanbod op de arbeidsmarkt te verbeteren. Ten slotte leidde Romke van der Veen (Erasmus Universiteit) een paneldiscussie met de inleiders waarin de vraag centraal staat hoe de gemeente Rotterdam met haar beleid kan bijdragen aan vermindering of voorkomen van problemen op de arbeidsmarkt door de technologische ontwikkeling.

Dit paper bevat een beknopt overzicht van de literatuur over de gevolgen van technologische ontwikkelingen op de arbeidsmarkt. Het is voor een deel aanvullend op het seminar. Verder is een uitgebreidere literatuurlijst opgenomen.

## 1 Inleiding

Op de lange termijn is de technologische ontwikkeling van grote betekenis voor de arbeidsmarkt. Kijken we naar de afgelopen 150 jaar dan krijgen we een aardig beeld van wat die betekenis kan zijn. In die periode is, na correctie voor prijsstijgingen, het inkomen per hoofd van de bevolking met meer dan een factor 14 toegenomen. Tegelijk is het aantal uren dat mensen per jaar werken gehalveerd. Het aantal uren dat mensen in hun leven werken is zelfs nog meer afgenomen doordat jongeren veel langer onderwijs gingen volgen en daardoor later tot de arbeidsmarkt gingen toetreden. Mensen werken dus niet alleen per jaar minder uren, maar werken ook minder jaren.<sup>1</sup> Deze ontwikkelingen zijn voor een belangrijk deel op het conto van technologische vooruitgang en de daaruit resulterende productiviteitsgroei te schrijven. De daaruit voortvloeiende welvaarts-groei heeft het mogelijk gemaakt dat kinderen langer onderwijs konden volgen, maar het hogere opleidingsniveau heeft op zijn beurt ook weer een positief effect gehad op innovatie en productiegroei.

Deze ontwikkeling ging gepaard met verlies aan banen, eerst in de landbouw en later in de industrie. Bij werknemers riep dit angst voor werkloosheid op. Er zijn situaties bekend waarin arbeiders machines kapot maakten om substitutie van arbeid door kapitaal tegen te houden.<sup>2</sup> Maar deze ontwikkeling was niet tegen te houden. Verder bleek in de praktijk dat in andere sectoren voldoende nieuwe arbeidsplaatsen ontstonden om het banenverlies te compenseren. Toen in de negentiende eeuw de mechanisering in de landbouw tot verlies van banen in deze sector leidde, bood de industrie voldoende nieuwe banen. En toen in de twintigste eeuw automatisering tot vermindering van werkgelegenheid in de industrie leidde, werd dit gecompenseerd door toenemende werkgelegenheid in de dienstensector. Wel gingen deze veranderingen gepaard met pijnlijke aanpassingsprocessen. Dit gold zeker voor de periode waarin nog geen uitkeringssysteem bestond. Maar de destructie van banen leidde niet tot grote structurele werkloosheid. Voor zover de werkloosheid tegenwoordig gemiddeld wat hoger ligt dan vroeger kan dit te maken hebben met het feit dat technologische ontwikkeling gepaard is gegaan met een toenemende heterogeniteit van arbeid. Dit maakt de aansluiting tussen vraag en aanbod op de arbeidsmarkt lastiger. Verder heeft de sociale zekerheid mogelijk tot een wat hogere werkloosheid geleid.<sup>3</sup>

Ook in de eenentwintigste eeuw zullen onder invloed van technologische ontwikkelingen (automatisering, robottechnologie, nanotechnologie) ingrijpende veranderingen op de arbeidsmarkt optreden. Opnieuw roept dit de vrees op dat dit tot hoge structurele werkloosheid zal leiden. De meeste economen hebben dan de neiging om naar het verleden te verwijzen. Toen leidden nieuwe

---

<sup>1</sup> De Koning (2016) becijfert dat als we mannen uit het geboortecohort 1840 vergelijken met het geboortecohort 1950 het aantal gewerkte uren in een leven bijna is gehalveerd, terwijl mannen uit het geboortecohort 1950 aanzienlijk langer leven.

<sup>2</sup> Een voorbeeld is een beweging die in het begin van de negentiende eeuw ontstond in de Engelse textielindustrie en bekend is geworden onder de naam Luddisme. Geschoolde textielarbeiders maakten bezwaar tegen de introductie van machines waardoor hun werk kon worden overgenomen door ongeschoolden die tegen een lager loon werkten. Zij gingen daarbij onder meer over tot het vernielen van de nieuwe machines (zie Thompson, 1991). Bij bewegingen in de huidige tijd die zich verzetten tegen de introductie van nieuwe technologieën wordt wel van neo-Luddisme gesproken.

<sup>3</sup> Over de omvang van dit effect bestaat in de wetenschappelijke literatuur geen overeenstemming. Zie voor een kritische reflectie van deze literatuur Howell e.a. (2007) en de reactie van Heckman (2007) op dit artikel.

technologieën tot voldoende nieuwe banen om het verlies aan banen te compenseren (zie Ter Weel 2015). Zij denken dat dit ook in de komende tijd het geval zal zijn. Dit is een wat gemakkelijke reactie die veronderstelt dat de patronen die sinds de eerste industriële revolutie zijn ontstaan, altijd zullen blijven bestaan. Maar zijn de nieuwe technologieën in hun implicaties wel te vergelijken met eerdere innovaties sinds de tweede helft van de achttiende eeuw? Of zijn de gevolgen van deze nieuwe technologieën veel ingrijpender en is er wel degelijk reden om ons zorgen te maken over de effecten op de werkgelegenheid en de werkloosheid?

In dit paper geven we een overzicht van de wetenschappelijke literatuur op dit gebied. Daarbij kijken we niet alleen naar de invloed van de technologische ontwikkelingen op het aantal banen. Deze ontwikkelingen kunnen ook van invloed zijn op de sectorstructuur van de vraag naar arbeid en de inhoud van banen. Als er voldoende nieuwe banen komen om het baanverlies op te vangen, kan het nog steeds zo zijn dat veel werknemers een ander type werk moeten gaan doen. Dit kan gepaard gaan met aanzienlijke aanpassingsprocessen.

Ook de effecten van nieuwe technologieën op het aanbod van arbeid komen aan de orde. Het aanbod van arbeid zal zich moeten aanpassen aan de veranderingen in de aard van de vraag naar arbeid (veranderingen in sectorstructuur, functies, takenpakketten en inhoud van taken). Werknemers zullen meer dan vroeger zich tijdens hun arbeidsleven moeten om- en bijscholen. Daarnaast zal het initiële onderwijs leerlingen moeten voorbereiden op baanwisselingen en een leven lang leren. Nieuwe technologieën zullen ook invloed hebben op de omvang van het arbeidsaanbod. Dit kan komen doordat zij via een betere gezondheidszorg leidt tot verdere verlenging van het aantal jaren dat mensen in goede gezondheid leven. Een ander mogelijkheid is, is dat dit komt doordat zij voor een deel van de mensen die momenteel door een beperking niet werken, in de toekomst arbeidsparticipatie mogelijk zal maken.

Technologische ontwikkeling kan verder tot een betere aansluiting van vraag en aanbod op de arbeidsmarkt leiden. Zo kan door technologie de transparantie van de arbeidsmarkt worden vergroot en de job matching worden verbeterd. Het internet heeft er al voor gezorgd dat vragers en aanbieders elkaar makkelijker vinden. Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van automatisering zoals big data kunnen dit versterken. Verder kan het re-integratiebeleid van de overheid hier gebruik van maken.

In dit paper gaan we op beknopte wijze op elk van deze onderwerpen in, behandelen we de belangrijkste studies en verwijzen we naar verdere literatuur.

## 2 Effecten op de vraag naar arbeid

### 2.1 Is de invloed van technologie in de toekomst vergelijkbaar met die in het verleden?

Is de manier waarop de nieuwe technologieën (automatisering, robotologie en nanotechnologie) de arbeidsmarkt beïnvloeden wezenlijk anders dan de wijze waarop de 'oude' technologieën hun invloed deden gelden? Veel economen denken van niet. Zij verwachten dat het aantal banen gewoon door kan groeien. Maar hebben deze optimisten daarin gelijk?

Ongetwijfeld zullen ook de nieuwe technologieën niet alleen tot baanverlies leiden, maar ook nieuwe banen opleveren. In de afgelopen decennia is dat met de nieuwe informatie- en communicatietechnologie ook gebeurd. Per saldo is de werkgelegenheid sinds 1995 in totaal met ongeveer twintig procent gegroeid. Kijken we naar het totaal aantal gewerkte uren per jaar dan is de groei nauwelijks minder. Verder is de werkloosheid in die periode niet structureel gestegen. De financiële crisis heeft weliswaar tot een sterke stijging van de werkloosheid geleid, maar momenteel daalt deze weer en ontstaat weer krapte op de arbeidsmarkt. Vooralsnog lijkt dus het gelijk bij de optimisten te liggen.

Toch valt hier wel wat op af te dingen. Een belangrijk verschil met het verleden is dat er toen altijd wel een sector was die zodanig expandeerde dat het verlies aan werkgelegenheid in andere sectoren kon worden opgevangen. Zo werd de teruggang van de industriële werkgelegenheid in de laatste decennia van de 20<sup>e</sup> eeuw opgevangen door een sterke groei van de dienstensector. In die laatste sector was traditioneel geen sprake van een productiviteitsstijging, wat extra bijdroeg aan de werkgelegenheidsgroei in deze sector.

Door de recentere ontwikkelingen in de informatie- en communicatietechnologie is vervanging van arbeid door (ICT-)kapitaal echter ook mogelijk geworden in dienstverlenende sectoren. Daardoor zijn al veel banen verdwenen in de financiële sector en onderdelen van de zakelijke dienstverlening (denk onder meer aan reisbureaus). Kijken we nu wat er in de komende decennia aan technologische vernieuwing op ons afkomt, dan moeten we er rekening mee houden dat in de dienstverlenende sector uiteindelijk hetzelfde gaat gebeuren als eerder in de landbouw en de industrie, namelijk dat op een gegeven moment de werkgelegenheid ook in eerstgenoemde sector gaat dalen.

Het is nu al duidelijk dat binnen die termijn computers nog weer veel intelligenter zullen worden, waardoor nog grotere hoeveelheden data met nog ingewikkeldere algoritmes kunnen worden geanalyseerd. Dit heeft vergaande gevolgen voor allerlei beroepen, bijvoorbeeld voor beroepen in het vervoer. De introductie van vrachtvliegtuigen en vrachtboten zonder bemanning lijkt bijvoorbeeld een kwestie van tijd. <sup>4</sup>Aan het idee van passagiersvliegtuigen en –boten zonder piloot of kapitein/stuurman zal men waarschijnlijk iets langer moeten wennen, maar het heeft er alle schijn van dat dit binnen enkele decennia een feit zal zijn. Dan zouden hoog gekwalificeerde beroepen als piloot, scheepskapitein en stuurman dus verdwijnen.

Dit geeft aan dat de technologische ontwikkelingen waar we nu en in de eerstkomende tijd mee te maken krijgen, hun invloed doen gelden in veel meer sectoren en beroepen dan we gewend zijn uit het

---

<sup>4</sup> Zie bijvoorbeeld: <http://www.consultancy.nl/nieuws/11253/robotschip-schepen-zonder-personeel-maken-opmars>

verleden. In dienstensectoren, waar in de komende veel banen zullen verdwijnen, zullen natuurlijk ook nieuwe banen ontstaan, maar het is de vraag of het aantal voldoende is om het verlies aan banen te compenseren. Er is op dit moment geen andere sector in zicht die, zoals voorheen, als nieuwe banenmotor kan gaan fungeren.

Op de zeer lange termijn is het nog moeilijker om de implicaties van technologische veranderingen te overzien. Een aantal technologieën die nu nog aan het begin van hun ontwikkeling staan (in het bijzonder nanotechnologie) zouden zulke vergaande gevolgen kunnen hebben, dat het onwaarschijnlijk is dat de economie en de arbeidsmarkt dan op dezelfde wijze kan blijven functioneren als nu het geval is. We komen hierop terug in de slotparagraaf.

## 2.2 Welk deel van de banen gaat verdwijnen en hoeveel nieuwe banen zullen er ontstaan?

### *Algemeen*

Verschillende onderzoekers hebben zich gebogen over de vraag wat in de komende decennia de gevolgen zullen zijn van de technologische ontwikkeling. Frey en Osborne (2013) hebben wat dit betreft de knuppel in het hoenderhoek geworpen. Zij beweren dat bijna de helft van de huidige banen in de Verenigde Staten een hoog risico heeft om te verdwijnen als gevolg van automatisering en robotisering. Een exacte termijn daarvoor noemen zij niet, maar zij achten het reëel dat dit binnen enkele decennia gaat gebeuren.

De studie van Frey en Osborne is echter niet onweersproken gebleven. Arntz, Gregory en Zierahn (2016) komen op een verlies van banen van slechts negen procent uit. Dit percentage is ook het gemiddelde voor alle (OECD-)landen die zij in beschouwing nemen. Voor Nederland ligt dit percentage iets hoger dan het gemiddelde.

Hoe kan men tot zulke verschillende conclusies komen? Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat Frey en Osborne naar beroepen kijken en per beroep kijken of dit een hoog risico heeft om te verdwijnen. Arntz, Gregory en Zierahn beweren echter dat bij veel beroepen die bij Frey en Osborne het label 'verhoogd risico op verdwijnen' hebben een belangrijk deel van de werkzaamheden ('task') niet of maar gedeeltelijk automatiseerbaar is. De vertaling van taken naar werkgelegenheid door Arntz, Gregory en Zierahn lijkt echter enigszins arbitrair, omdat er geen goede data zijn over het aantal uren per taak. Daarom is de negen procent banenverlies waarop zij uitkomen niet hard. Het lijkt eerder een ondergrens. Het artikel van Arntz, Gregory en Zierahn sluit aan bij het artikel van Chui, Manyika en Miremadi (2015) waarin ook wordt benoemd dat de focus moet liggen op de mogelijkheid van het automatiseren van taken in plaats van banen. Zij benoemen dat slecht vijf procent van de beroepen volledig geautomatiseerd kan worden en dat voor zestig procent van de beroepen geldt dat deze voor ten minste dertig procent geautomatiseerd kunnen worden. Dit leidt tot een ondergrens van ten minste 45 procent van de werktaken die geautomatiseerd kunnen worden. In het artikel wordt geen vertaling gemaakt naar de impact hiervan op de werkgelegenheid.

Bovenstaande studies gaan alleen in op de kans dat banen of taken verdwijnen. Zij geven geen indicatie van het aantal nieuwe banen die zullen ontstaan. In een nieuwe studie van Bakhshi e.a. (2017) wordt zowel gekeken naar baandestructie als baancreatie (en ook naar het saldo van beide). Uit hun studie

blijkt dat er vooral veel onzekerheid is over de kwantitatieve effecten van technologische ontwikkelingen op de werkgelegenheid. En dat terwijl zij in hun studie een relatief korte horizon hanteren: 2030. Zij concluderen dat op die termijn in de Verenigde Staten in ongeveer twintig procent van de beroepen de werkgelegenheid zal dalen en in ongeveer tien procent van de beroepen zal stijgen. De studie geeft niet aan hoe groot de stijging voor de ene groep is en de daling voor de andere groep. Voor de resterende zeventig procent van de beroepen is onduidelijk of een stijging of een daling gaat optreden. Zou voor deze zeventig procent de verhouding tussen dalende en stijgende beroepen ook twee staat tot één zijn, dan zou twee derde van de beroepen een dalende werkgelegenheid gaan vertonen tegen een derde met een stijgende tendens. Bakhshi e.a. suggereren echter dat deze verhouding gunstiger kan liggen, vooral ook als er voldoende aandacht komt voor re-design van beroepen gekoppeld aan omscholing.

Een overeenkomst die veel van de auteurs hebben, is dat zij allen benadrukken dat bepaald type werk moeilijk te vervangen is door technologie. In het artikel van Frey en Osborne wordt kenmerken van banen genoemd die gaan over waarnemen, manipulatie en creatieve en sociale intelligentie. In het artikel van Arntz, Gregory en Zierahn worden banen genoemd waarbij het belangrijk is om samen te werken met anderen en waarbij een groot deel wordt besteed aan het beïnvloeden van elkaar. Chui, Manyika en Miremadi geven in hun resultaten weer dat het begrijpen en verwerken van menselijke taal het lastig maakt om banen te automatiseren. Verder geven zij ook aan dat kenmerken als creativiteit en emotie moeilijk zijn te automatiseren. Echter, van alle taken, op basis van de banen in de US, vereist slechts vier procent creativiteit en 28 procent een mate van emotie ervaren (Chui, Manyika en Miremadi, 2015). Bakhshi e.a. benoemen dat competenties op het gebied van contact tussen mensen, en aspecten als originaliteit en het hebben van ideeën belangrijke vaardigheden zijn in toekomstige banen. De meeste van de kenmerken genoemd door auteurs, vallen onder taken die te maken hebben met interactie, leervermogen en abstract en analytisch denken en dus niet routinematig zijn uit te voeren. Zolang deze kenmerken (nog) niet te automatiseren zijn, zal het lastig zijn om deze taken over te laten nemen door computers en robots, en zullen voorspellingen uiteenlopen over de mate van automatisering van dit soort niet routinematige banen.

Op basis van deze studies kunnen we dus geen conclusies trekken over de werkgelegenheidsontwikkeling op langere termijn. Op basis van bestaande trends en ontwikkelingen kunnen we alleen zeggen dat er vooralsnog geen aanwijzingen zijn voor een dalende werkgelegenheid. De eerstkomende jaren is zo'n daling niet te verwachten. Op langere termijn weten we het niet.

### *Effecten naar beroep*

Osborne en Frey gaan uit van de huidige ontwikkelingen in computer- en robottechnologie en maken op grond van deze ontwikkelingen een inschatting van de toepassingen die hieruit zullen voortkomen en de gevolgen die deze zullen hebben voor de factor arbeid. Zij geven ook aan wat naar hun inzicht in de komende decennia nog niet mogelijk zal zijn. Hun inschatting is dat in de komende decennia de volgende taken nog niet overgenomen kunnen worden door computers en robots: a) taken die hoge eisen aan de waarneming en het kunnen manipuleren van objecten; b) taken die creatieve intelligentie vereisen; en c) taken die sociale intelligentie vereisen. Op grond hiervan denken zij dat de volgende beroepen een hoog risico hebben om te verdwijnen:

- Productieberoepen: zij verwachten een verdere daling van de werkgelegenheid in deze beroepen door de opmars van geavanceerde robots;
- Bouwberoepen;
- Beroepen in de transport en logistiek;
- Secretariaats- en administratieve beroepen;
- Beroepen in de sfeer van persoonlijke en huishoudelijke diensten;
- Commerciële beroepen.

Beroepen die weinig risico lopen volgens hen, zijn beroepen als managers, beroepen in wetenschap en (hogere) techniek, zorgberoepen en beroepen in de hoek van onderwijs en kunst.

Laatstgenoemde beroepen zijn ook de beroepen die volgens Bakhshi e.a. een grote kans op werkgelegenheids groei tot 2030 hebben. In hun lijst zijn het vooral productieberoepen (in de landbouw, industrie en bouwnijverheid), administratieve beroepen, verkoopmedewerkers in de detailhandel en transportberoepen die een grote kans op werkgelegenheidsdaling hebben. Dat overlapt het lijstje van Osborne en Frey voor een belangrijk deel, maar op een meer gedetailleerd beroepsniveau zijn er bij Bakhshi e.a. veel beroepen waarover zij geen duidelijke uitspraak kunnen doen wat betreft de werkgelegenheidsontwikkeling.

We tekenen hierbij nog het volgende aan. De komende jaren zal in vergrijsde sectoren een grote groep werknemers met pensioen gaan. Ook als de werkgelegenheid in deze sectoren niet groeit of zelfs als deze daalt, kunnen er dan nog voldoende instroommogelijkheden voor jongeren zijn. Dit punt wordt weliswaar door Bakhshi e.a. genoemd, maar verder niet in hun analyse meegenomen. Juist door de relatief korte periode die zij in beschouwing nemen, wringt dit. Volgens het ROA (2017) zal in Nederland in de komende vijf jaar meer dan zeventig procent van de ruim 200.000 verwachte baanopeningen voor mbo niveau 2, 3 en 4 het gevolg zijn van vervangingsvraag. Mede als gevolg hiervan zijn de vooruitzichten voor de lagere opleidingscategorieën minder ongunstig dan men op grond van Bakhsi e.a. zou verwachten.<sup>5</sup> Voor jongeren met een technische opleiding op niveau 2/3 typeert het ROA de vooruitzichten zelfs als redelijk.

#### *Effecten naar opleidingsniveau*

De verwachte ontwikkelingen zijn over het algemeen gunstig voor hoger opgeleiden. Dit komt doordat naarmate het niveau van het werk hoger is, de complexiteit ervan toeneemt en de mate van specialisatie afneemt. Daardoor is dit werk minder gemakkelijk te automatiseren (Fouarge en De Grip, 2013). Toch is het niet zo dat alle beroepen in het laag opgeleide segment ongunstige vooruitzichten hebben. In beroepen waarin sociale contacten centraal staan, zoals in de persoonlijke dienstverlening, blijven de mogelijkheden voor automatisering vooralsnog beperkt. En omgekeerd zijn er ook beroepen in het hoger opgeleide segment zoals piloten, waarvoor de toekomstige werkgelegenheid onzeker is.

In de afgelopen periode hebben we gezien dat de werkgelegenheid voor middelbaar opgeleiden zich het minst gunstig heeft ontwikkeld. Voor lager en vooral hoger opgeleiden was dit duidelijk gunstiger. Het is de vraag of deze polarisatietendens (Autor en Dorn, 2013) zich zal voortzetten. Het is zeker denkbaar dat ook in de eerstkomende tien jaar vooral banen in het middensegment zullen verdwijnen. Dit

---

<sup>5</sup> Ervan uitgaande dat in grote lijnen de ontwikkelingen voor Nederland vergelijkbaar zijn met die in de VS en het VK.



betekent echter niet dat daarmee ook de baankansen voor middelbaar opgeleiden het slechtst zullen zijn. Want als middelbaar opgeleiden minder werk op hun niveau kunnen vinden, zullen zij zich meer gaan richten op banen in het lagere segment. Het gevolg kan zijn dat uiteindelijk toch de lager opgeleiden het slechtst af zijn. Kijken we naar de ontwikkeling van het werkloosheidspercentage in Nederland sinds 2003 dan is dit in procentpunten het sterk toegenomen onder laag opgeleiden, terwijl het onder hoog opgeleiden nauwelijks is gestegen; onder middelbaar opgeleiden is het minder sterk gestegen dan onder lager opgeleiden, maar duidelijk meer dan onder hoger opgeleiden. Op langere termijn zullen ook hoger opgeleiden een grotere kans op baanverlies door de technologische ontwikkelingen krijgen. Mogelijk gaan zij op hun beurt dan middelbaar opgeleiden verdringen.

### *Effecten naar sector*

Als we kijken naar de eerder vermelde studie van Bakhshi e.a. dan valt op dat vooral beroepen in de (semi-)publieke sector gunstige vooruitzichten hebben. Het gaat dan om beroepen in het **onderwijs**, de sector **gezondheid en welzijn**, de sector **cultuur, sport en recreatie** en de **persoonlijke dienstverlening**. In deze sectoren zal naar verwachting de werkgelegenheid voorsnog (blijven) groeien. Binnen het onderwijs en de gezondheidszorg zien we wel ontwikkelingen die tot productiviteitsgroei kunnen leiden. Er zijn steeds meer mogelijkheden om scholing en onderwijs via het internet te volgen, waardoor een veel grotere groep studenten kan worden bereikt dan met klassikaal onderwijs. In beginsel kan dit tot productiviteitsgroei leiden. Maar het persoonlijke contact tussen docent en student blijft toch van belang voor goed onderwijs. Onderwijs en scholing via het internet zijn vooral nog aanvullend op klassikaal onderwijs en leiden niet tot grootschalige substitutie van het traditionele onderwijs (zie ook het volgende hoofdstuk). In de zorg zouden ontwikkelingen op het gebied van nanotechnologie, automatisering en robottechnologie op de lange termijn tot een ingrijpende vermindering van benodigde werkgelegenheid kunnen leiden, maar het is niet waarschijnlijk dat dit al op een termijn tot, zeg, 2030 gaat gebeuren.

In de marktsector is er in feite maar een beperkt aantal sectoren waarvan vrij zeker is dat de werkgelegenheid in de toekomst nog structurele groei zal vertonen. Groei zal er hoofdzakelijk zijn in de IT-sector en in onderdelen van de zakelijke dienstverlening zoals research en management en technisch advies.

De algemene verwachting is dat de daling van de werkgelegenheid in de **landbouw en industrie** zal doorzetten en dat dit gepaard gaat met een verdere toename van de opleidingseisen. In feite is dit dus een voortzetting van bestaande trends. In de **bouw** zullen soortgelijke tendensen te zien zijn.

In de **financiële** sector heeft de automatisering en informatisering in de afgelopen periode al tot vermindering van werkgelegenheid geleid, vooral op het middelbaar gekwalificeerde segment. Een structureel herstel van de werkgelegenheid in deze sector is niet aannemelijk. Zelfs in recente jaren, waarin de economie zich herstelde en veel sectoren groei van de werkgelegenheid lieten zien, daalde de werkgelegenheid in de financiële sector.

In de sector **vervoer** zal waarschijnlijk ook sprake zijn van een afnemende werkgelegenheid doordat de besturing van voertuigen, vliegtuigen en vaartuigen voor een deel (en uiteindelijk mogelijk geheel) geautomatiseerd wordt.

Voor de **handel** zijn de vooruitzichten evenmin gunstig. In de groothandel zien we een sterke automatisering van het logistieke proces, terwijl de detailhandel te maken heeft met een verschuiving

naar webwinkels, wat per saldo leidt tot dalende werkgelegenheid. Wel is de vraag in welke mate de verschuiving naar webwinkels zal doorzetten. Het traditionele winkelen is voor veel mensen aantrekkelijk en veel bedrijven hebben zowel een webwinkel als traditionele winkels.

Voor de sector **communicatie** is het onduidelijk hoe de werkgelegenheid zich zal ontwikkelen. Belangrijk is dat, net als in het verleden, de mogelijkheden die technologie biedt, benut worden. Zo liggen er kansen op het gebied van online marketing en het gebruik van big data om doelgroepen te kunnen bereiken.

Het voorgaande betekent echter niet noodzakelijk dat op korte en middellange termijn het perspectief op een baan slecht is in sectoren waarvan de vooruitzichten op langere termijn minder goed zijn. In sommige sectoren zoals in de bouw is sprake van een inhaaleffect na de crisis, waardoor de vraag naar arbeid vrij sterk toeneemt. Verder leidt de vergrijzing tot een grotere uitstroom van oudere werknemers (al wordt dit enigszins getemperd door de verhoging van de AOW-leeftijd).

## 3 Effecten op het aanbod van arbeid

### 3.1 Technologie en inzetbaarheid van mensen in het arbeidsproces

Mensen met een lichamelijke en/of mentale beperking komen moeilijk aan een baan. Dit geldt ook voor lager opgeleiden zonder beperking. In 2016 bedroeg de netto-arbeidsparticipatie van gehandicapten 29 procent, tegen 72 procent van niet-gehandicapten. Werkgevers staan om verschillende redenen huiverig tegenover het aannemen van deze groepen. Hierbij gaat het om punten als de (veronderstelde) lagere productiviteit van deze groepen, hun grotere begeleidingsbehoefte en extra kosten voor voorzieningen. Voor zover het lager opgeleide arbeid betreft, speelt verder een rol dat hiervoor een ruim arbeidsaanbod aanwezig, waardoor er voor werkgevers geen noodzaak is om zich op mensen met een beperking te richten.

In beginsel kan technologie helpen om de inzetbaarheid van deze groepen te vergroten. Dit is momenteel al het geval. Bijvoorbeeld op IT-gebied zijn er al allerlei toepassingen die het gebruik van computers door mensen met een beperking vergemakkelijken. Zo zijn er door IT meer mogelijkheden om werk thuis te doen, wat een uitkomst kan zijn voor mensen die door een beperking niet of weinig mobiel zijn. Verder zijn er uitgebreide mogelijkheden voor mensen met een beperking, bijvoorbeeld voor blinden of mensen met een motorische beperking, om computers te bedienen. Ook mensen met een lage intelligentie kunnen profiteren van IT, bijvoorbeeld van apps die hen helpen om op hun werk te komen. De mogelijkheid voor mensen met een arbeidsbeperking om met behulp van technologie aan de slag te gaan, is recent verkend met een onderzoek (Biesma e.a., te verschijnen). Voor verdere literatuur verwijzen we naar dit rapport.

Maar er beginnen ook meer mogelijkheden te komen om door technologie direct iets aan een beperking te doen. Een voorbeeld hiervan is de mogelijkheid om mensen die verlamd zijn met behulp van een exoskelet weer te laten lopen<sup>6</sup>. Een ander voorbeeld zijn nieuwe technieken die blinden weer laten zien door een combinatie van elektronica en genterapie. Deze ontwikkelingen bevinden zich echter nog in een beginstadium.

Aanpassingen van de werkplek brengen kosten mee. Werkgevers kunnen hiervoor een tegemoetkoming krijgen van de overheid. Voor mensen die niet voldoende productief zijn om het minimumloon te kunnen verdienen, zijn in het kader van de Participatiewet loonkostensubsidies beschikbaar. Ook de no-risk polis en subsidie voor begeleiding zijn voor deze groep beschikbaar. Maar veel werkgevers zijn toch niet bereid om mensen met een beperking aan te nemen. Als innovaties, zoals hierboven een aantal zijn genoemd, ervoor kunnen zorgen dat mensen met een fysieke en/of mentale beperking kunnen participeren op dezelfde manier als mensen zonder beperking, valt aan te nemen dat dit de kans op betaald werk voor betrokkenen sterk zal verbeteren, althans voor degenen die voldoende opleiding hebben. Voor mensen die ook met hulp van technologie aangewezen blijven op ongeschoold werk is dit veel minder aantrekkelijk door de minder gunstige vooruitzichten voor dit type werk en wellicht ook door concurrentie van middelbaar opgeleiden.

---

<sup>6</sup> Zie bijvoorbeeld ReWalk Robotics (<http://rewalk.com/>) en Ekso Bionics (<http://eksobionics.com/>)

### 3.2 Human capital

Als mensen onder invloed van snellere technologische vernieuwing tijdens hun arbeidsleven veel meer aan onderwijs en scholing moeten gaan doen om inzetbaar te blijven in het arbeidsproces, zal dit aanzienlijke kosten meebrengen. Daar staan als het goed is ook baten tegenover. Als er geen scholing of onderwijs plaatsvindt, worden mensen mogelijk werkloos, wat negatieve gevolgen heeft voor de betrokkenen, maar ook kosten meebrengt voor de maatschappij (hogere uitkeringslasten, onvoldoende arbeidsaanbod voor groeiende sectoren). Door scholing en opleiding worden deze kosten vermeden. Dit neemt niet weg dat naarmate de kosten van scholing en onderwijs tijdens het arbeidsleven toenemen dit een belemmering kan vormen voor deelname eraan. ICT kan scholing en onderwijs efficiënter en daardoor goedkoper maken, waardoor deze belemmering wordt verminderd. Bij online leren kan immers bij gegeven kosten een veel groter aantal studenten worden bereikt. Het aantal studenten per docent wordt bij online onderwijs immers niet beperkt door de omvang van klaslokalen. In beginsel kunnen lessen door studenten over de hele wereld worden gevolgd. In theorie zou dit tot een globale markt voor onderwijs en scholing kunnen leiden en – door toenemende concurrentie tussen onderwijsaanbieders – tot hogere kwaliteit en lagere prijzen.

Een belangrijke vraag bij online leren is of het ontbreken van persoonlijke contact tussen docent/cursusleider en student/cursist geen negatieve invloed heeft op de kwaliteit van het onderwijs of de cursus. Ter beantwoording van deze vraag hebben Means e.a. (2009) een meta-evaluatie uitgevoerd op basis van 51 studies die dit hebben onderzocht. Deze 51 studies zijn een selectie uit een veel grotere groep studies die naar effecten van online leren kijken. Echter, alleen de geselecteerde studies maken gebruik van een onderzoeksdesign met een (al dan niet gerandomiseerde) controlegroep. Uit de meta-evaluatie komt naar voren dat online leren zelfs iets betere onderwijsresultaten geeft dan face-to-face onderwijs of scholing. Verder blijkt dat 'blended learning', waarbij online leren wordt gecombineerd met 'face-to-face' contacten nog iets betere resultaten geeft. Dit zou er dus op wijzen dat online leren niet tot kwaliteitsverlies hoeft te leiden zoals vaak wordt gevreesd. In de praktijk wordt bij online leren vaak voor 'blended' vormen hiervan gekozen. Maar bij deze 'blended' vormen is de kostenbesparing ten opzichte van klassikaal leren minder groot<sup>7</sup>. Ondanks dat bij Means e.a. om een selectie gaat van studies die aan methodologische eisen voldoen, maken zij toch allerlei kanttekeningen bij deze studies. Zo betreffen de 51 studies een heterogene groep van opleidingen (initieel dan wel post-initieel, inhoud van de opleiding, e.d.). Verder zijn de online- en face-to-face varianten binnen studies niet altijd helemaal vergelijkbaar. In een recentere studie van Figlio, Rush en Yin (2013) is wel sprake van een goede benadering van een klassieke experimentele opzet. Zij vinden dat de face-to-face variant significant betere examenresultaten geeft dan de online variant. Voor lager presterende studenten is het verschil groter dan voor beter presterende studenten. Het gaat hierbij natuurlijk maar om één studie die bovendien een specifieke cursus (micro-economie) voor een specifieke doelgroep (universiteitsstudenten) betreft.

In het algemeen zijn er weinig studies met een (min of meer) valide methodologie voor opleidingen/cursussen voor lager opgeleiden. Het is heel goed denkbaar dat juist leerlingen/cursisten die meer moeite hebben met leren, baat hebben bij het persoonlijke contact met een docent. Dit zou kunnen betekenen dat in het kader van leren tijdens de loopbaan 'blended' leren voor velen een betere

---

<sup>7</sup> Gelderblom (2007) vindt zelfs dat er bij 'blended' vormen van leren geen duidelijk bewijs voor kostenbesparing is.

leervorm is dan online leren zonder persoonlijk contact met een docent. Dit zou dan tevens kunnen betekenen dat de besparingen door online leren beperkt zijn. Het is natuurlijk mogelijk dat in de toekomst de techniek zodanig verbetert dat de nadelen van online leren zonder persoonlijk contact met een docent kleiner worden of zelfs opgeheven worden. Maar men kan daar nu niet zonder meer vanuit gaan.

### 3.3 Gezondheid en inzetbaarheid

In samenhang met de technologische ontwikkeling maakt de gezondheidszorg een spectaculaire ontwikkeling door. Tot dusver zijn de effecten het grootst op de curatieve zorg. De nieuwste ontwikkelingen (bijvoorbeeld op het gebied van de oncologie) zouden niet mogelijk zijn geweest zonder de huidige computertechnologie. Al deze ontwikkelingen leiden ertoe dat mensen steeds langer leven en ook langer gezond blijven. Een gezondere levensstijl bij mensen draagt hier ook toe bij.

Als mensen gemiddeld langer leven, moeten ze in hun leven ook in totaal meer besteden. Er zal dus ook meer inkomen gegenereerd moeten worden. Door de vergrijzing stagneert de ontwikkeling van de beroepsbevolking. Daar komt bij dat de productiviteitsstijging die we de afgelopen decennia hebben gezien, te laag is om de benodigde inkomensgroei te realiseren met een nauwelijks stijgende beroepsbevolking. Sinds 1970 vertoont de productiviteitsstijging een dalende tendens en bedraagt deze sinds 2000 amper nog één procent per jaar. Onder meer door verhoging van de AOW-leeftijd wil de overheid zorgen dat voldoende arbeid beschikbaar komt om de welvaart in stand te houden.<sup>8</sup> Doordat mensen langer gezond blijven, kunnen ze ook langer doorwerken is daarbij de gedachte. De eerste ervaringen met de verhoging van de AOW-leeftijd wijzen uit dat deze daadwerkelijk de werkgelegenheid bevordert en ook buitenlandse studies over soortgelijke maatregelen in andere landen trekken deze conclusie (De Koning e.a, 2017). Maar lang niet iedereen blijft na zijn 65<sup>ste</sup> aan het werk. Er zijn er ook veel die in een uitkering komen. Het is afwachten hoe dit zich ontwikkelt als de AOW-leeftijd verder stijgt.

Als wat de technologie-optimisten verwachten waarheid wordt, zal in de toekomst de productiviteitsstijging sterk toenemen en is langer doorwerken misschien niet nodig. Maar voorlopig zijn er nog geen concrete aanwijzingen voor een dergelijke toename.

---

<sup>8</sup> Voor een cijfermatige onderbouwing zie CPB (2010). Overigens tekenen we hierbij aan dat de CPB-berekeningen betrekking hebben over de zeer lange termijn. Het is zeer de vraag of de veronderstellingen die het CPB maakt op die termijn werkelijkheid zullen worden. Stel bijvoorbeeld dat onder invloed van de technologische ontwikkelingen de productiviteitsstijging zich gunstiger zal ontwikkelen dan het CPB aanneemt. Dan zou dit de noodzaak van een verdere verhoging van de AOW-leeftijd sterk verminderen (of het zou de mogelijkheid bieden om eerder in het arbeidsleven meer vrije tijd te hebben en daardoor wellicht langer te kunnen blijven doorwerken).

## 4 Effecten op de aansluiting tussen vraag en aanbod

### 4.1 Transparantie

De ontwikkelingen op het gebied van de informatietechnologie hebben nieuwe mogelijkheden gecreëerd voor vraag en aanbod om elkaar te vinden. Naarmate vraag en aanbod elkaar makkelijker vinden, zullen werkzoekenden sneller een baan vinden en kunnen werkgevers hun vacatures sneller vervullen. Dit leidt tot vermindering van de werkloosheid en openstaande vraag en tot toename van de werkgelegenheid.

Het internet heeft op twee manieren het zoeken naar werk en het vervullen van vacatures vergemakkelijkt. In de eerste plaats zetten de meeste bedrijven hun vacatures op hun website zodat werkzoekenden hier direct op kunnen reageren. Verder zijn er allerlei sites ontstaan waarin werkzoekenden geschikte vacatures en werkgevers geschikte werknemers kunnen vinden. Mogelijk kan in de toekomst gewerkt worden met een systeem waarbij gebruik wordt gemaakt van een database (big data en automatisering) waarin alle vacatures zichtbaar zijn en waarin alle werkzoekenden opgenomen zijn. Hierbij moet wel aandacht zijn voor vereiste wet- en regelgeving. Wanneer vraag en aanbod inzichtelijk zijn, kunnen zij beter op elkaar worden afgestemd. Op die manier kan een transparante arbeidsmarkt worden gecreëerd met eerder genoemde voordelen tot gevolg.

Recente studies (Kuhn en Mansour, 2013; Suvankulov, Chi Keung Lau en Ho Chi Chau, 2012) laten zien dat het gebruik van het internet door werkzoekenden leidt tot een grotere baankans en een kortere zoekduur. Kuhn en Mansour vinden voor de Verenigde Staten dat werklozen die online naar werk zoeken een 25 procent kortere zoekduur hebben dan werklozen die geen internet gebruiken bij het zoeken naar werk. Suvankulov e.a. (2012) vinden dat in Duitsland en Zuid-Korea het gebruik van het internet bij het zoeken naar werk de kans op een baan binnen een jaar met respectievelijk 7,1 en 12,7 procent vergroot. Kuhn en Mansour geven aan dat in oudere studies vaak geen of weinig effect van het internet op de zoekduur werd gevonden en dat dit effect dus kennelijk door de tijd heen is toegenomen. Zij verklaren dit uit een verbetering van online-sites voor vacatures en de toename van de penetratie van het Internet in het algemeen.

De vraag is of die kortere zoekduur bij degenen die het internet gebruiken, zich ook vertaalt in een lagere werkloosheid. Het is immers denkbaar dat er sprake is van verdringing tussen degenen die wel en degenen die geen internet gebruiken. Kroft en Pope (2014) vinden in een analyse van de expansie website geen effect op de werkloosheid. In een oudere studie wijst Autor (2001) op de bevinding dat in de jaren negentig in de Verenigde Staten de aansluiting tussen vraag en aanbod op de arbeidsmarkt is verbeterd. Hij acht het aannemelijk dat dit te maken heeft met het toegenomen gebruik van het internet als zoekkanaal door werkzoekenden en bedrijven. Maar hij noemt tegelijkertijd ook een aantal argumenten die het belang van het internet relativeren. In de eerste plaats wijst hij op het feit dat internet solliciteren aanzienlijk vereenvoudigt en daardoor het aantal sollicitaties sterk doet toenemen. Verder geeft hij aan dat bedrijven bij het aantrekken van personeel veel gewicht toekennen aan zachte factoren (zoals motivatie en andere persoonlijke eigenschappen die niet direct zichtbaar zijn) en wat dit betreft brengt een verschuiving van papieren advertenties naar het internet weinig verschil.

Een ander aspect is de rol van internet in het kader van het re-integratiebeleid. Bij het UWV is men – mede ingegeven door bezuinigingen, voor een groot deel overgestapt van face-to-face contacten tussen job coaches en uitkeringsgerechtigden naar elektronische dienstverlening. Het is zelfs zo dat overwogen

is om al deze contacten volledig digitaal te laten verlopen. Uit een gerandomiseerd experiment blijkt echter dat cliënten waarbij het contact met de job coach geheel digitaal verliep een iets lagere baankans hadden dan de cliënten waarmee af en toe een face-to-face contact was (De Koning e.a, 2015). Groot was het verschil echter niet. Bovendien was men toen nog bezig om ook voor andere vormen van dienstverlening dan gesprekken (bijvoorbeeld bepaalde trainingen) digitale versies te ontwikkelen. Daarmee zouden de nadelen van volledig digitale dienstverlening nog verder kunnen worden verminderd. In elk geval lijkt de conclusies gerechtvaardigd dat zonder verlies aan effectiviteit een groot deel van de diensten aan UWV-klanten kan worden gedigitaliseerd. Hiermee kan een aanzienlijke kostenbesparing worden bereikt zonder dat dit ten koste hoeft te gaan van de effectiviteit van de dienstverlening. Wel ligt het voor de hand om face-to-face contacten tussen cliënt en job coach in bepaalde mate te handhaven en de mate waarin te variëren tussen verschillende groepen cliënten.

Niet iedere werkzoekende is even digitaal vaardig. In 2012 was ongeveer tien procent van de beroepsbevolking laag geletterd. Het percentage laag geletterden is vrij stabiel in de tijd. Mogelijk ligt dit onder werklozen nog hoger. Aan te nemen is dat deze groep ook problemen heeft met het gebruik van internet bij het zoeken naar werk. Waarschijnlijk is in totaal ongeveer tachtig procent als digitaal vaardig te beschouwen. De rest heeft in meerdere of mindere mate problemen met het gebruik van internet. Ook de bredere groep van lager opgeleiden zal oververtegenwoordigd zijn. Het is dus wel denkbaar dat als het vinden van werk afhankelijk wordt van het gebruik van digitale zoekkanalen, dit het naar werk zoeken voor digibeten weer moeilijker maakt. Denkbaar is dat bij de verdere ontwikkeling van software deze ook beter bruikbaar wordt voor de groep die er nu moeite mee heeft. Zo is het bijvoorbeeld denkbaar dat spraaktechnologie kan worden ingezet voor mensen die moeite hebben met de (Nederlandse) taal. Hierdoor wordt het internet toegankelijker voor bijvoorbeeld mensen met analfabetisme of mensen die de taal geheel vreemd zijn, zoals vluchtelingen (Waasdorp 2017).

## 4.2 Ruimtelijke spreiding

Afstemmingsproblemen tussen vraag en aanbod kunnen, behalve uit discrepanties tussen gevraagde en aangeboden competenties, ook voortvloeien uit ruimtelijke discrepanties. Mensen kunnen werkloos zijn omdat voor hen geschikte vacatures een te grote reisduur vergen. Hierdoor vacatures kunnen onvervuld blijven omdat werkzoekenden met de voor deze vacatures vereiste competenties te ver weg wonen.

Technologie kan op twee manieren bijdragen aan vermindering van ruimtelijke discrepanties:

- 1) Via verbetering van de vervoersinfrastructuur;
- 2) Via efficiënter vervoer;
- 3) Via telewerken.

Technologische vernieuwing kan bijdragen aan elk van deze punten. Bij verbetering van de vervoersinfrastructuur kan bijvoorbeeld gedacht worden aan vervoersvormen met een veel hogere snelheid, waardoor reisduren verminderen of het bereik van het vervoer sterk wordt uitgebreid. Voorbeelden zijn capsules die door een vacuümbuis suizen en daarbij grote snelheden bereiken. Er zijn al operationele versies waarmee een snelheid van 600 km per uur wordt bereikt, maar op langere

termijn kan een veelvoud hiervan worden bereikt<sup>9</sup>. Bij efficiënter vervoer kan bijvoorbeeld worden gedacht aan zelfrijdende auto's die onderling informatie uitwisselen waardoor files worden verminderd. Telewerken is al praktijk<sup>10</sup>, maar door verdere verbetering van de techniek zouden mogelijk meer typen werk thuis kunnen worden uitgevoerd.

---

<sup>9</sup> Bijvoorbeeld de hyperloop van de TU Delft.

<sup>10</sup> In 2015 had 74 procent van de bedrijven met tien of meer medewerkers mogelijkheden voor medewerkers om buiten het bedrijf, bijvoorbeeld thuis of onderweg, toegang te hebben tot de ICT-systemen van het bedrijf (CBS 2015).



## 5 Technologie en arbeid in Nederland en Rotterdam

In de meeste internationale studies komt Nederland niet naar voren. Het meeste onderzoek is gedaan voor de VS. Arntz, Gregory en Zierahn (2016) geven resultaten voor de OECD-landen waaronder Nederland. Nederland wijkt daarin weinig af van de VS. Deloitte (2014) heeft een berekening gemaakt op basis van het artikel van Frey en Osborne met aanpassingen naar de Nederlandse arbeidsmarkt. Hierbij is een vertaling gemaakt naar de Nederlandse beroepsgroepenindeling en de mate van automatisering (risico) en is gekeken hoeveel mensen werkzaam zijn per beroepsgroep (impact). Volgens Deloitte zou in Nederland heeft twintig tot dertig procent van de beroepen een hoog risico om te verdwijnen door automatisering.

Onderzoek zoals uitgevoerd door Bakhshi e.a. voor de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk is er niet voor Nederland. Erken en Smid (2016) kijken evenals Bakhshi e.a. naar de invloed van technologie op werkgelegenheidsstromen, maar hun benadering is anders. Zij schatten econometrische modellen waarin de invloed van ICT- en robotkapitaal op het (relatieve) aantal ontslagen wordt beschreven. Het is een gepoolde analyse van gegevens over sectoren, waarbij door databeperkingen per sector korte tijdreeksen moesten worden gebruikt. Met de geschatte modellen zijn vervolgens extrapolaties over de periode 2014-2020 uitgevoerd. De uitkomsten zijn in overeenstemming met wat we recentelijk hebben gezien, namelijk dat de ontwikkelingen relatief gunstig zijn voor lager en hoger opgeleiden en minder gunstig voor middelbaar opgeleiden. Over mogelijk ingrijpende effecten van technologie op langere termijn zegt deze studie niets. Een opvallend resultaat is dat zij significant positieve effecten vinden op de werkgelegenheidsdynamiek: de investeringen in ICT- en robottechnologie leiden zowel tot meer instroom in als tot meer uitstroom uit de werkgelegenheid.

Ook in de regio Rotterdam komen we vergelijkbare ontwikkelingen tegen als hiervoor zijn geschetst. Dit geldt bijvoorbeeld voor de polarisatietendens die naar voren komt uit de Rotterdamse Arbeidsmarktanalyse (OBI/SEOR (2015)). Een ander voorbeeld is de automatisering van het specifieke havenwerk, waardoor veel werkgelegenheid is verdwenen en nog gaat verdwijnen. De overslag bij Tweede Maashaven wordt gekenmerkt door state-of-the-art techniek op logistiek gebied waar nog maar weinig handen aan te pas komen. Voor de regio Rotterdam geldt verder er veel industriële bedrijvigheid is (in het bijzonder de petrochemische industrie) die door de tendens van verduurzaming zal gaan verdwijnen. De sectoren waar de verwachte impact het grootst is voor de werkgelegenheid is in de handel en de gezondheids- en welzijnszorg (Bekker 2016).

Rotterdam kent een relatief groot aandeel mensen die laagopgeleid of ongekwalificeerd zijn. Technologische ontwikkelingen kunnen voor deze groepen en andere groepen (nieuwe) kansen bieden. In de RNE wordt aangegeven dat nieuwe banen gecreëerd kunnen worden als gevolg van de opkomst van een regionale nieuwe maakindustrie door ontwikkelingen als 3D printen. Ook biedt het aanleggen van een nieuwe digitale en energie-infrastructuur nieuwe baanmogelijkheden. Een nieuwe maakindustrie als gevolg van robotisering en 3D printen is genaderd vanuit de visie van Rifkin, waarin wordt aangegeven dat Rotterdam als intermediaire locatie zowel beschikt over voldoende grondstoffen als over een groot klantbereik (Kuipers en Manshanden 2015).

## 6 Slotopmerkingen

De mogelijkheid dat ontwikkelingen op het gebied van automatisering, robotisering en nanotechnologie in de toekomst tot een (nagenoeg) arbeidsloze economie zullen leiden, krijgt veel aandacht. Vooral auteurs uit de hoek van de exacte wetenschappen en de techniek komen met dit toekomstbeeld. Daar staan andere wetenschappers, meestal economen, tegenover die stellen dat dit wel zal meevallen. Hun belangrijkste argument is dat innovatie en productiviteitsgroei geen nieuwe verschijnselen zijn en in het verleden niet tot structurele stijging van de werkloosheid hebben geleid. In Nederland hebben we al vanaf de tweede helft van de negentiende eeuw met een forse productiviteitsgroei te maken. In die periode is eerst in de landbouw en vanaf de zeventiger jaren van de 20<sup>ste</sup> eeuw ook in de nijverheid de werkgelegenheid sterk teruggelopen onder invloed van innovaties. Maar de destructie van banen werd uiteindelijk steeds gecompenseerd door de creatie van nieuwe banen, deels onder invloed van dezelfde innovaties die in eerste instantie tot banenverlies leidden. Bij deze conclusie moet wel de kanttekening worden gemaakt dat sinds de negentiende eeuw het aantal uren dat mensen werken enorm is gedaald door een kortere werkweek, meer vrije dagen en een korter arbeidsleven. Het is de vraag of bij een veel minder sterke daling van het aantal arbeidsuren een structurele stijging van de werkloosheid vermeden had kunnen worden. Als we weer een periode van forse productiviteitsstijgingen tegemoet gaan – op dit moment is dit overigens nog niet het geval – dan is daarom ook de vraag of een verdere daling van het gemiddelde aantal gewerkte uren per persoon nodig zal zijn om dit op te vangen. Als dit zo is, is verder de vraag of deze daling min of meer gelijk verdeeld kan worden over de beroepsbevolking of dat deze daling zich concentreert bij bepaalde groepen. In het laatste geval zou dit dan tot uiting kunnen komen in een stijging van de werkloosheid. Dus op basis van het verleden kun je niet zonder meer concluderen dat technologische vernieuwing in de toekomst niet tot hogere werkloosheid zal leiden.

De huidige ontwikkelingen in de bètawetenschappen en de techniek zijn fascinerend. De ontwikkelingen op het gebied van automatisering, robotologie en nanotechnologie gaan in een zodanig tempo dat zeer ingrijpende innovaties niet meer ondenkbaar zijn. Dat er computers zullen komen die in cognitief opzicht intelligenter zijn dan mensen, is een reële mogelijkheid. Hetzelfde geldt voor robots die behalve cognitieve ook sociale intelligentie hebben en een motoriek die vergelijkbaar is met die bij mensen. Dit zou betekenen dat niet alleen het bestaande werk grotendeels overgenomen kan worden door computers en robots, maar ook dat nieuw werk dat ontstaat door innovaties voor het grootste deel door computers en robots kan worden verricht. Een scenario waarin het meeste betaalde werk verdwijnt, is dus reëel. Als de nanotechnologie de verwachtingen van sommige bètawetenschappers gaat waarmaken is zelfs nog nauwelijks voor te stellen wat de implicaties voor economie en maatschappij zullen zijn. Auteurs als Rifkin speculeren in dit verband over een ‘zero-cost economy’.

Maar of het zo ver zal komen en op welke termijn is moeilijk te zeggen. In het verleden is ook gebleken dat technologieën succesvol kunnen zijn, waarvan eerst werd verwacht dat deze een veel langer ontwikkeltermijn zouden hebben en misschien wel nooit de verwachtingen zouden waar kunnen maken. Kernfusie is daarvan een voorbeeld. Wetenschappers zijn ook niet eenduidig in hun verwachtingen over wat er in de toekomst op technologisch gebied zal gebeuren en op welke termijn. Als we kijken naar de ontwikkelingen op korte termijn, dan zijn er weliswaar allerlei veranderingen zichtbaar, maar van een structurele daling van de stijging van de werkloosheid is zeker geen sprake. We gaan eerder naar een periode van krapte op de arbeidsmarkt tegemoet. Het doemscenario van een dalende werkgelegenheid lijkt nog ver weg. Daarom ligt het niet voor de hand om in het beleid al te zeer vooruit te lopen op dergelijke scenario's. Wel ligt het voor de hand om ervan uit te gaan dat tijdens het arbeidsleven

aanzienlijk meer geïnvesteerd zal moeten worden in opleiding en scholing in verband met veranderingen in functie-inhoud en een grotere mobiliteit. Vooral op een grotere mobiliteit en de daaraan gekoppelde scholings- en opleidingsbehoefte is het huidige beleid nog onvoldoende toegerust. De noodzaak van een systeem voor een leven lang leren wordt alom onderschreven. Binnen het beleid is men ook bezig met de vormgeving van zo'n beleid. Zo wordt de huidige fiscale aftrek voor scholing in 2019 afgeschaft, waarvan de stimulerende werking waarschijnlijk maar heel beperkt was (CPB, 2016) en komt daar een nieuwe subsidieregeling voor scholing en opleiding voor in de plaats. Wel lijkt dit een budget-neutrale operatie te worden, waardoor het per persoon om relatief lage bedragen gaat.

De ontwikkelingen zullen voor Rotterdam niet heel anders zijn dan voor Nederland als geheel. Wat Rotterdam bijzonder maakt, is de specifieke structuur van de regionale industrie met een belangrijk aandeel van de petrochemie en het relatief lage opleidingsniveau. Vanwege de gewenste verduurzaming van de economie kan dit ertoe leiden dat veranderingen in de industriële structuur hier sneller optreden en omvangrijker zijn dan elders. Te verwachten is dat opleidingseisen verder zullen toenemen, waardoor verdere verhoging van de investeringen in menselijk kapitaal hier urgenter zijn dan gemiddeld in Nederland. Wat betreft het initiële onderwijs speelt Rotterdam hierop in met het Nationaal Programma Rotterdam-Zuid en het Bridge-programma. Men zou verder moeten bekijken wat gemeentelijk beleid kan bijdragen aan verbetering van de infrastructuur voor post-initieel onderwijs en scholing en aan de stimulering van deelname hieraan.

## Verwijzingen

- Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn (2016), *The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis*, Technical report 189, OECD social, employment and migration working papers.
- Autor, D.H. and D. Dorn (2013), The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market, *American Economic Review*, Vol. 103, No.5, 1553–1597.
- Autor, D. H. (2001), Wiring the Labor Market, *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 15, No. 1, pp. 25-40.
- Bakhshi, H., J. Downing, M. Osborne and P. Schneider (2017), *The Future of Skills: Employment in 2030*, London, Pearson and Nesta.
- Bekker, G. (2016) Laagopgeleiden zijn en blijven kwetsbaar op de arbeidsmarkt. *Economische Verkenningen Rotterdam*.
- Biesma, A., C. Scholten, M. Poel, K. Zandvliet, M. de Rooij, D. Ifzaren en D. de Vries (te verschijnen), *De kansen van technologie voor inclusie: Verkenning van de kosten en baten van nieuwe technologie als voorziening voor mensen met een arbeidsbeperking*, Technopolis group/SEOR, Amsterdam/Rotterdam.
- CBS (2015), *Telewerken weer in de lift*. Bereikbaar op: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2015/51/telewerken-weer-in-de-lift>.
- CPB (2010), *Analyse verhoging AOW-leeftijd*. CPB notitie, 13 januari 2010.
- CPB (2016), *Evaluatie aftrekpost scholingsuitgaven*, Den Haag.
- Deloitte (2014), *De impact van automatisering op de Nederlandse Arbeidsmarkt: Een gedegen verkenning op basis van Data Analytics*. Amstelveen.
- Erken, H. en T. Smid (2016), *Arbeidsmarkteffecten van ICT-investeringen en robotkapitaal*. Utrecht: RaboResearch - Economisch Onderzoek.
- Figlio, D., M. Rush and L. Yin (2013), Is it live or is it Internet? Experimental estimates of the effects of online instruction on student learning, *Journal of Labor Economics*, Vol. 31, No. 4, 763–84.
- Fouarge, D. & Grip, A. de (2013), Complexiteit, specialisatie en effectiviteit van het werk. In: ter Weel en Kok, *De Nederlandse arbeidsmarkt in taken: eerste bevindingen uit de Nederlandse Skills Survey*.
- Frey C.B. and M.A. Osborne (2013), The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?, *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280.
- Gelderblom, A. (2007), *Scholing van werkenden via ICT: deelname, kosten en baten (ICT-based Training of the Employed: Participation, Costs and Benefits)*, dissertation, Dutch University Press.
- Heckman, J.J. (2007), Comments on Are Protective Labor Market Institutions at the Root of Unemployment? A Critical Review of the Evidence by David Howell, Dean Baker, Andrew Glyn, and John Schmitt, *Capitalism and Society*, 2.
- Howell, D.R., D. Baker, A. Glyn and J.Schmitt (2007), Are protective labor market institutions at the root of unemployment? A critical review of the evidence. *Capitalism and Society*, 2, 1-71.
- Koning, J. de (2016), *The reduction of life hours of work since 1850: estimates for Dutch males*, Rotterdam, SEOR.

Koning, J. de, P. de Hek, L. Mallee, M. Groenewoud en W. Zwinkels (2015), *Experimenteel onderzoek intensieve dienstverlening versus basisdienstverlening bij UWV*, Rotterdam, SEOR/Epsilon Research/Regioplan.

Kroft, K. and D. G. Pope (2014), Does Online Search Crowd Out Traditional Search and Improve Matching Efficiency? Evidence from Craigslist, *Journal of Labor Economics*, vol. 32, no. 2.

Kuhn, P and H. Mansour (2013), Is Internet job search ineffective?, *The Economic Journal*, 124 (December), pp. 1213–1233.

Kuipers, B and W. Manshanden (2015), *Rotterdam. Make IoT happen. The need for a transition of Rotterdam port and city towards the Third Industrial Revolution*. Erasmus University Rotterdam/Netherlands Economic Observatory.

Means, B., Y. Toyama, R. Murphy, M. Bakia and K. Jones (2009), *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies*, Center for Technology in Learning, Washington, U.S. Department of Education.

OBI en SEOR (2015), *Werk en werken in de Rijnmond: een analyse van vraag, aanbod en match op de arbeidsmarkt regio Rijnmond*, Editie 2015, Rotterdam.

ROA (2017), *De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2022*, Maastricht.

Suvankulov, F., M. Chi Keung Lau and F. Ho Chi Chau (2012), Job search on the internet and its outcome, *Internet Research*, Vol. 22 Issue: 3, pp.298-317.

Thompson, E. P. (1991), *The Making of the English Working Class*. Toronto: Penguin Books.

R. van der Veen en F. Dekker (2017), *Het midden weg: technologische ontwikkeling, globalisering, bedrijfsbeleid en kansen op de arbeidsmarkt*, Eburon.

Weel, B. ter. (2015), *De match tussen mens en machine: Koninklijke Vereniging voor de Staathuishoudkunde: Preadviezen 2015* Amsterdam: Joh. Enschedé Amsterdam.

## Verder lezen

Asch, I. van., B. Willemse en A.M. Pot (2013), 'Ouderen online!? Hulpverlening voor ouderen via internet.' *Psychopraktijk*, 5(1), 34-37.

Berge, W. van den & B. ter Weel (2015), *Baanpolarisatie in Nederland*. Den Haag: Centraal Planbureau.

Brynjolfsson, E., A. McAfee and M. Spence (2014), 'New world order: Labor, capital, and ideas in the power law economy.' *Foreign Affairs*, 93(1), 44-53.

CBS (2016), *Prognose bevolking: geslacht en leeftijd, 2017-2060*. Bereikbaar op: <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=83597NED&D1=0&D2=a&D3=0,131-133&D4=0,3,13,23,33,I&HDR=T,G3&STB=G1,G2&VW=T>.

CBS (2017), *Arbeidsvolume en werkzame personen, kwartalen; nationale rekeningen*. Bereikbaar op: <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=82575ned&D1=a&D2=a&D3=0,14&D4=84,89,94,99,104,I&HDR=G2,T&STB=G1,G3&VW=T>.

Est, R., van en L. Kool (2015), *Werken aan de robotsamenleving*. Den Haag: Rathenau Instituut.

Goos, M., A. Manning and A. Salomons (2014), 'Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring.' *The American Economic Review*, 104(8), 2509-2526.

Goos, M. (2015), Polarisatie van de arbeidsmarkt. In: (B. ter Weel red.) *De match tussen mens en machine: Koninklijke Vereniging voor de Staathuishoudkunde: Preadviezen 2015* (pp.115-130). Amsterdam: Joh. Enschedé Amsterdam.

Gordon, R.J. (2004), 'The turtle's progress: Secular stagnation meets the headwinds.' In: *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures* Edited by Coen Teulings and Richard Baldwin.

Graetz, G. and G. Michaels (2015), *Robots at Work*, CEP Discussion Paper No 1335.

Heerink, M., B. Kröse, V. Evers and B. Wielinga (2010), 'Assessing acceptance of assistive social agent technology by older adults: The Almere model.' *International Journal of Social Robotics*, 2(4), 361-375.

Means, B., Y. Toyama, R. Murphy, M. Bakia and K. Jones (2009), *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies*, Center for Technology in Learning, Washington, U.S. Department of Education.

Pot, F. (2015), 'Het werk van de robots redden: De belangrijkste les uit honderd jaar robotisering van de arbeidsmarkt is dat de organisatie van goed werk wel gestuurd kan worden maar zeker niet vanzelf gaat. Sociale dialoog, participatief leiderschap en een stimulerende overheid redden het werk van de robots.' *S & D*, 72(5), 74-82.

Remus, D. and F. Levy (2016), 'Can robots be lawyers? Computers, lawyers, and the practice of law.' SSRN.

Voert, M.J., ter en E.M.T. Beenackers (2016), *Juridische beroepen in de toekomst: Ontwikkelingen binnen advocatuur, notariaat en gerechtsdeurwaardelij*. Den Haag: Wetenschappelijk Onderzoek- en Documentatiecentrum.

## Modellen en theorieën over de invloed van technologie

Acemoglu, D. & D. Autor (2011), 'Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings.' In: *Handbook of Labor Economics*, Volume 4b.

Autor, D.H., F. Levy and R.J. Murnane (2003), 'The skill content of recent technological change: An empirical exploration'. *The Quarterly Journal of Economics* 118(4), 1279-1333.

Autor, D.H. (2014), 'Polanyi's paradox and the shape of employment growth.' *National Bureau of Economic Research*, NBER Working Papers 20485.

Autor, D.H. (2015), 'Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation.' *Journal of Economic Perspectives* 29(3), 3-30.

Goos, M., A. Manning and A. Salomons (2014), 'Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring.' *The American Economic Review*, 104(8), 2509-2526.

Gordon, R.J. (2004), 'The turtle's progress: Secular stagnation meets the headwinds.' In: *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures* Edited by Coen Teulings and Richard Baldwin.

Katz, L.F. and K.M. Murphy (1992), 'Changes in Relative Wages, 1963-1987: Supply and Demand Factors.' *The Quarterly Journal of Economics*, 107(1), 35-78.

## Empirische onderzoeken naar technologie en arbeidsmarkt

Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn (2016), *The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis*, Technical report 189, OECD social, employment and migration working papers.

Autor, D.H. (2014), 'Polanyi's paradox and the shape of employment growth.' *National Bureau of Economic Research*, NBER Working Papers 20485.

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

Deloitte (2014), *De impact van automatisering op de Nederlandse Arbeidsmarkt: Een gedegen verkenning op basis van Data Analytics*. Amstelveen.

Erken, H. en T. Smid (2016), *Arbeidsmarkteffecten van ICT-investeringen en robotkapitaal*. Utrecht: RaboResearch - Economisch Onderzoek.

Frey, C.B. and M.A. Osborne (2013), *The Future of employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization?*, Oxford Martin Publication.

Fouarge, D. en A. de Grip (2013), 'Complexiteit, specialisatie en effectiviteit van het werk.' In: *De Nederlandse arbeidsmarkt in taken: eerste bevindingen uit de Nederlandse Skills Survey (Ter Weel & Kok)*.

Hays (2015), *Baan van de toekomst: Een toekomstschets van de sectoren IT, Engineering & Technology en Oil & Gas*. Amsterdam.

## Attitude van mensen t.o.v. robots

Bartneck, C., T. Suzuki T. Kanda and T. Nomura (2007), 'The influence of people's culture and prior experiences with Aibo on their attitude towards robots.' *AI & Society*, 21(1), 217-230.

Bethel, C.L. and R.R. Murphy (2010), 'Review of human studies methods in HRI and recommendations.' *International Journal of Social Robotics*, 2(4), 347-359.

Dekker, F., A. Salomons and J van der Waal (2017), 'Fear of robots at work: The role of economic self-interest.' *Socio-Economic Review*, 15(3), 539-562.

Enz, S., M. Diruf, C. Spielhagen, C. Zoll and P.A. Vargas (2011), 'The social role of robots in the future: Explorative measurement of hopes and fears.' *International Journal of Social Robotics*, 3:263-271.

Nomura, T., T. Kanda and T. Suzuki (2006), 'Experimental investigation into influence of negative attitudes toward robots on human-robot interaction.' *AI & Society*, 20(2), 138-150.

## Onderwijs en overheid

Deloitte (2016), *De impact van automatisering op het Nederlandse onderwijs: Een verkenning op basis van data-analyse*. Amsterdam: Deloitte.

Est, R., van en L. Kool (2015), *Werken aan de robotsamenleving*. Den Haag: Rathenau Instituut.

Berger, T. & C.B. Frey (2015), Bridging the skills gap. In: T. Dolphin (Ed.), *Technology, globalization and the future on work in Europe: Essays on employment in a digitised economy* (pp. 75-79). Londen: Institute for Public Policy Research.