

De robot de baas

De serie 'Verkenningen' omvat studies die in het kader van de werkzaamheden van de WRR tot stand zijn gekomen en naar zijn oordeel van zodanige kwaliteit en betekenis zijn dat publicatie gewenst is. De verantwoordelijkheid voor de inhoud en de ingenomen standpunten berust bij de auteurs.

Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid
Buitenhof 34
Postbus 20004
2500 EA Den Haag
Telefoon 070-356 46 00
E-mail info@wrr.nl
Website www.wrr.nl

De robot de baas

DE TOEKOMST VAN WERK IN HET
TWEEDE MACHINETIJDPERK

Robert Went, Monique Kremer & André Knottnerus (red.)

Vormgeving binnenwerk: Textcetera, Den Haag

Vormgeving omslag: Cimon Communicatie

Omslagafbeelding: Ministry of Data (Richard Bastiaans, Erik Sandifort)

ISBN 978 94 6298 245 1

e-ISBN 978 90 4853 240 7 (pdf)

NUR 740

© WRR/Amsterdam University Press, Den Haag/Amsterdam 2015

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

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j^o het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

INHOUD

Lijst figuren	9
Woordenlijst	11
<i>Jon Turney</i>	
Ten geleide	15
1 Inleiding	17
<i>Robert Went, Monique Kremer en André Knottnerus</i>	
2 Hoe we robotisering de baas kunnen blijven. Inzetten op complementariteit	23
<i>Robert Went en Monique Kremer</i>	
2.1 Inleiding	23
2.2 Digitale revolutie in een nieuwe fase: het tweede machinetijdperk	25
2.3 Hoe technologie het werk verandert	30
2.4 Naar een inclusieve robotagenda	34
2.5 Slot	41
“Er is geen vaststaand traject voor de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie”, Nicklas Lundblad (Google)	47
<i>Robert Went</i>	
3 Kansen en bedreigingen: negen perspectieven op werken in de robotsamenleving	49
<i>Linda Kool en Rinie van Est</i>	
3.1 Inleiding	49
3.2 De <i>cloud</i> als katalysator voor slimme machines	50
3.3 Automatisering van werk	52
3.4 Een waaijer van negen toekomstbeelden	56
3.5 Slotbeschouwing: inspelen op kansen en bedreigingen	62

	“Banenverlies? Er komen veel nieuwe functies bij”, Kees Smaling (CIO Aegon)	69
	<i>Robert Went en Monique Kremer</i>	
	Waar blijven de robots op het werk?	71
	<i>Fabian Dekker</i>	
4	Stand van zaken en kansen in de robotica	73
	<i>Martijn Wisse</i>	
4.1	Inleiding	73
4.2	Robotarmen	74
4.3	Mobiele robots	78
4.4	Drones	81
4.5	Technische en wetenschappelijke uitdagingen	82
4.6	Conclusie	83
	Gedecentraliseerde productie door 3D-printen, Bram de Zwart/3D Hubs	87
	<i>Robert Went</i>	
5	De impact van technologische verandering op de Nederlandse arbeidsmarkt, 1999-2014	89
	<i>Wiljan van den Berge en Bas ter Weel</i>	
5.1	Inleiding	89
5.2	Dynamiek op de arbeidsmarkt	90
5.3	Macro-economische trends op de Nederlandse arbeidsmarkt	96
5.4	Wie werkt waar en wat levert dat op?	100
5.5	Gevolgen voor arbeidsmarktuitskomsten: lonen en werkloosheid	104
5.6	Conclusie	106
	Lessen uit de Rotterdamse haven	113
	<i>Kees Marges</i>	
	Wachten op Alice: technologie in de thuiszorg	117
	<i>Monique Kremer</i>	
6	Hoe automatisering het karakter van werk verandert	121
	<i>Edward Skidelsky</i>	
6.1	Inleiding	121
6.2	Poesis en praxis	123
6.3	De uitholling van praxis	125

Hoe robots beter kunnen werken – en wij ook	131	
<i>Anna Salomons</i>		
7	Wie de robots bezit, bezit de macht	135
	<i>Richard Freeman</i>	
7.1	Inleiding	135
7.2	Wat gebeurt er met onze werkgelegenheid en vrije tijd?	138
7.3	Wat gebeurt er met lonen en inkomens?	138
7.4	Heterogene arbeid bij <i>skill-biased technological change</i>	139
7.5	Het inkomensaandeel van robots/kapitaal	140
7.6	Wie de robots bezit, bezit de macht	143
7.7	Mensvervangende robots vergezocht?	143
7.8	Oplossing?	144
7.9	Conclusie: beleid voor het robottijdperk	145
De robot van slaaf tot baas? Enige arbeidsrechtelijke vragen bij robotisering	151	
	<i>Jan Popma</i>	
8	Anders dan zij. Onderwijs voor een robotsamenleving	155
	<i>Casper Thomas</i>	
8.1	Inleiding	155
8.2	Een diploma is niet langer de oplossing	157
8.3	Een nieuwe industriële revolutie	158
8.4	De toekomst is creatief en sociaal	161
8.5	Herwaardering voor de alfawetenschappen	164
Auteurs	169	

LIJST FIGUREN

Figuur 3.1	Kansen en bedreigingen van de robotsamenleving	57
Figuur 5.1	Verandering in werkgelegenheidsaandeel in beroepsklassen, 1999-2014	98
Figuur 5.2	Baanpolarisatie in Nederland, 1999-2014	98
Figuur 5.3	Verandering in werkgelegenheidsaandeel van routinematige en niet-routinematige taken, 1996-2012	100
Figuur 5.4	Deel van de werknemers met een bepaalde opleiding in beroepen per loonsegment van 20%	101
Figuur 5.5	Ontwikkeling van het arbeidsaanbod naar opleidingsniveau	104
Figuur 5.6	Rendementsontwikkeling van hoogopgeleiden en van middelbaaropgeleiden	105
Figuur 5.7	Werkloosheidsontwikkeling naar opleidingsniveau, 1996-2014	107
Figuur 7.1	Hoe het in de VS is gegaan: arbeidsaandeel omlaag, ongelijkheid omhoog	142

WOORDENLIJST

Jon Turney

3D-printer

Een apparaat dat digitale informatie omzet in driedimensionale voorwerpen. De eenvoudigste modellen zijn voortgekomen uit de (tweedimensionale) inkjet-technologie. Voorwerpen worden opgebouwd in lagen, die een chemische verbinding aangaan, waardoor er een vast product ontstaat. Ooit zal de 3D-printer misschien worden beschouwd als een verre voorloper van de ‘nanotech assembler’ – nu nog sciencefiction – die uit eenvoudige grondstoffen eigenlijk alles kan maken wat je maar wilt.

Cloud robotics

Software, gegevensopslag en gegevensverwerking bevinden zich nu vaak in de *cloud*, dat wil zeggen, in externe computers en digitale geheugens die via internet toegankelijk zijn. Robots hebben al deze drie elementen nodig. Bij *cloud robotics* vinden deze functies dus op afstand plaats en worden instructies teruggestuurd naar de machine.

Complementariteit

Sommige taken kunnen volledig worden geautomatiseerd. Andere kunnen het beste worden uitgevoerd wanneer robots en mensen samenwerken en elkaar aanvullen. Een goed voorbeeld is robotchirurgie, maar ook het gebruik van computerdiagnostiek door automonteurs is een vorm van complementariteit.

Drone

Een onbemand luchtvaartuig. Het kan autonoom zijn of op afstand worden bestuurd. In het laatste geval is het een (vaak zwaar bewapend) voorbeeld van complementariteit.

Haptische technologie

Haptiek verwijst naar het vergaren van informatie via de tastzin, het voelen van temperatuur, kracht of textuur. Haptische technologie houdt in dat robots zo worden uitgerust dat ze tastinformatie kunnen interpreteren of dat op afstand gevoelde informatie kan worden overgebracht naar een apparaat, bijvoorbeeld een handschoen, zodat de menselijke gebruiker daarvan hetzelfde kan voelen. De informatie kan afkomstig zijn uit de reële wereld of kan alleen in een computer zijn opgeslagen; in dat laatste geval voelt de gebruiker een virtueel object. Zo kunnen de grenzen tussen mensen en robots vervagen.

Kunstmatige intelligentie (KI)

Software die dingen kan doen die over het algemeen als intelligente menselijke vaardigheden worden gezien (zoals analyseren, besluiten nemen, problemen oplossen). Sommige mensen spreken liever van ‘niet-menselijke intelligentie’. KI-robots zijn robots met KI-software.

Machinaal leren

Er is sprake van machinaal leren wanneer computers het vermogen verwerven om iets te doen waarvoor ze niet expliciet zijn geprogrammeerd. Het is een breed vakgebied, maar de meeste varianten hebben betrekking op het herkennen van patronen in gegevens, bijvoorbeeld leren hoe je gezichten kunt herkennen uit een grote hoeveelheid pixels.

Mechatronica

Een term uit de jaren zeventig van de vorige eeuw die wordt gebruikt voor de combinatie van werktuigbouwkunde en elektrotechniek met computers en regel- en besturingssystemen – oftewel robots.

Midas, vloek van

Genoemd naar de koning uit de Griekse mythologie die alles wat hij aanraakte in goud veranderde. Moraal: kijk uit met wat je wenst. Moraal in het computertijdperk: schrijf een algoritme dat precies datgene doet wat jij wilt en houd rekening met uitzonderingen op gewenste functies.

Moore, Wet van

Een empirische ‘wet’ die in 1965 werd geformuleerd door Gordon Moore van Intel, namelijk dat het aantal elektronische componenten op een computerchip, en dus de rekenkracht daarvan, elke 1,5 à 2 jaar verdubbelen. Hij heeft vooralsnog min of meer gelijk gekregen. Dus als straalvliegtuigen computers waren, zou je nu op een theelepeltje brandstof naar Jupiter kunnen vliegen. Dit is tevens een favoriet technologisch vooruitzicht voor mensen die geloven in de komst van (technologische) singulariteit.

People analytics

Tegenwoordig kunnen er grote hoeveelheden gegevens worden verzameld over het gedrag van mensen op hun werk. People analytics is de overkoepelende term voor het analyseren van die data om na te gaan hoe deze meer of minder doeltreffend kunnen worden ingezet.

Robot

Oorspronkelijk een mensachtige machine die menselijke arbeid overnam, afkomstig uit het toneelstuk R.U.R. (Rossum’s Universele Robots) van Karel Čapek uit 1920. Het Tsjechische woord ‘robota’ betekent slavenarbeid. De robots van Čapek

waren organisch en groeiden in vaten, dus we zouden ze nu eerder androïden noemen. Robots worden nog altijd vaak als mensachtig voorgesteld, maar de term wordt ook gebruikt voor alle toestellen of computerprogramma's die enige vorm van 'agency' (gericht handelen) vertonen of nabootsen.

Robotica

Robotica is een bredere term dan robot en heeft betrekking op computertoepassingen die in het dagelijks leven zijn geïntegreerd, zoals de personal assistant in je smartphone, het navigatiesysteem in je auto en de intelligente thermostaat in je huis.

Singulariteit, technologische

Het mogelijke moment in de technologische ontwikkeling waarop de technologie intelligenter wordt dan de mens en zich zelfstandig verder gaat ontwikkelen. Evenals bij singulariteit in de natuurkunde (in een zwart gat) gaat het om een grens waar de normale wetten ophouden te gelden en alles mogelijk is. Wat er dan gebeurt, kunnen we niet weten. Zoals de wiskundige Jack Good in 1965 schreef: "De eerste ultra-intelligente machine is de laatste uitvinding die de mensheid ooit hoeft te doen."

Telepresentie

Het vermogen om op afstand handelingen te verrichten, bijvoorbeeld in een gevarenzone, in een operatiekamer, of zelfs tijdens een signersessie in een boekwinkel, met behulp van een robotachtig apparaat en een computerlink voor de besturing en feedback. Meestal is dit een voorbeeld van complementariteit.

Uncanny valley

Mensen hebben meestal geen moeite met robots die eruitzien als machines. Misschien ook niet met robots die de mens perfect nabootsen (hoe zouden ze dat moeten weten?). Maar mensen lijken zich ongemakkelijk te voelen tegenover robots die er min of meer als een levend wezen uitzien maar toch geen echte imitatie daarvan zijn. Dergelijke humanoïde robots wonen in de Uncanny Valley (Griezelvallei), een term die in 1970 werd bedacht door Masahiro Mori, een Japanse hoogleraar in de robotica die onderzoek deed naar gevoelens over robots.

Waldo

Een op afstand bestuurd toestel dat de gebruiker in staat stelt om te werken met behulp van een mechanische arm en hand. De term is afkomstig uit een sciencefictionverhaal van Robert Heinlein uit 1942. De uitvinder in dat verhaal maakte krachtige waldo's – zoals het gevaarte dat Ripley bestuurt in het laadruim van de *Nostromo* in de film *Alien*. In het echt zijn deze apparaten tot nu toe meestal wat minder robuust. Ze worden gebruikt in gevaarlijke omgevingen zoals nucleaire opwerkingsfabrieken of biologische laboratoria met een hoog veiligheidsniveau.

Wetware

De delen van mensen – en andere levende wezens – die ons in staat stellen om te rekenen (en in het beste geval te denken), dus ons brein en zenuwstelsel. De term wordt door computerwetenschappers gebruikt om het onderscheid met hardware en software aan te duiden.

TEN GELEIDE

Werk is de spil van de economie en de samenleving, en is cruciaal in het leven van mensen. Betaald werk zorgt voor inkomen, eigenwaarde en het verbindt mensen. Maar zal dat in de toekomst zo blijven? Banen bestaan steeds vaker uit verschillende 'taken' die soms ook gedaan kunnen worden door computers en robotica, of door mensen elders in de wereld. En op de arbeidsmarkt ontstaan lossere verbintenissen tussen werkgevers en werknemers – de flexibilisering van arbeidsrelaties.

Het WRR-project Toekomst van Werk brengt cruciale arbeidsmarktontwikkelingen op het terrein van de digitale revolutie en flexibilisering van de arbeidsrelaties in kaart, onderzoekt de sociale en economische betekenis daarvan, en draagt ideeën aan voor beleid. Deze verkenning is het eerste product van dit project.

De robot de baas richt zich op de veranderingen ten aanzien van werk als gevolg van robotisering en verregaande vormen van digitalisering, en presenteert in dit kader een 'inclusieve robotagenda'. De volgende stap in dit project wordt een verkenning over flexibilisering en veranderende arbeidsrelaties. Daarna zal een afrondende publicatie verschijnen.

Deze WRR-verkenning is voorbereid door een projectgroep bestaande uit de WRR-medewerkers prof. dr. Monique Kremer, dr. Robert Went, dr. Fabian Dekker, WRR-voorzitter prof. dr. André Knottnerus en de stagiairs Milanne Mulder MSc en Philip Post MSc.

Aan deze publicatie is meegewerkt door een keur van auteurs, wier bijdragen kort worden geïntroduceerd in de inleiding. De WRR is hun erkentelijk voor hun bijdragen.

1 INLEIDING

Robert Went, Monique Kremer en André Knottnerus

“Pikken robots ooit onze banen in”, kopte het *Algemeen Dagblad* op 15 september 2015. “Bang voor de robots? Daar is wel reden toe”, schreef *NRC Handelsblad* in maart 2015. En een item van Telegraaf tv heeft als titel: ‘Kijk uit voor de robots!’ Sinds een paar jaar lijkt het alsof er een ‘robotalarm’ is afgegaan. De robots komen! En omdat ze steeds beter en slimmer worden, kunnen ze veel van ons werk overnemen. Dergelijke krantenkoppen staan niet los van recent wetenschappelijk onderzoek. Het geruchtmakende onderzoek van Frey en Osborne (2013), onderzoekers uit Oxford, speelde een belangrijke rol bij de persaandacht. Zij voorspelden dat in twintig jaar tijd 47 procent van alle banen in de vs overgenomen kan worden door computers. In hun lange lijst van bedreigde beroepen staan telemarketeers, verzekeraars en technisch wiskundigen bovenaan. Weinig bedreigd zijn banen als ‘ontspanningstherapeut’ en sociaal werker. Het Britse onderzoek werd in Nederland gereproduceerd door Deloitte (2014) met net zulke geruchtmakende statistieken.

Tegelijkertijd is er voor robots ook fascinatie en een zekere waardering. Over de Google-auto verschenen talloze nieuwsitems in de media. De zoekterm heeft al 900 miljoen hits op, natuurlijk, Google. Ook is er veel aandacht voor robots in de zorg. Paro, het zeehondrobotje, maakt volgens de berichten het leven van dementerende ouderen een stuk leuker. En over Alice, de zorgrobot van mevrouw Van Wittmarschen, is een heuse documentaire gemaakt. In deze berichtgeving wordt steeds op een positieve manier verband gelegd met de toekomst van werk. “Minder werkdruk door robotstofzuiger”, meldde het *Algemeen Dagblad* op 16 juni 2015. Een robot kan het werkzame leven flink verlichten. Vaak wordt daarbij gewezen naar de econoom Keynes, die al in 1930 voorspelde dat automatisering zou kunnen leiden tot een 15-urige werkweek. Dan zouden mensen eindelijk verlost zijn van werk en veel vrije tijd hebben.

In deze WRR-verkenning presenteren we geen utopieën of dystopieën over de toekomst van werk. Ook publiceren we geen beroepenlijstjes of de nieuwste high-tech-snuffjes. De vraag die centraal staat is meer verkennend van aard, namelijk wat de betekenis van digitalisering en robotisering is en kan zijn voor de toekomst van werk. Een drietal thema’s wordt uitgediept. Het eerste is: welke robotisering (en digitalisering) zien we vanuit het perspectief van de arbeidsmarkt nu en in de toekomst op ons afkomen, en welke factoren spelen daarbij een rol? Het tweede: wat is bekend over de gevolgen van digitalisering en robotisering voor werk?

En ten derde stellen we de vraag welke vraagstukken een plek moeten krijgen op de beleidsagenda van de overheid, en wat de handelingsmogelijkheden zijn voor wetenschappers, werkgevers en werknemers en hun organisaties, en anderen.

Robotisering en arbeidsmarkt

Welke vormen van digitalisering en robotisering in de toekomst mogelijk zijn is de vraag die we hebben gesteld aan Rini van Est en Linda Kool van het Rathenau Instituut (hoofdstuk 3). In opdracht van de Tweede Kamer verscheen eerder dit jaar hun rapport *Werken aan een robotsamenleving* (Van Est en Kool 2015). De auteurs wijzen op allerlei nieuwe IT-gerelateerde ontwikkelingen: machines worden niet alleen sneller en slimmer, er ontstaan ook nieuwe toepassingen, bijvoorbeeld omdat gebruikgemaakt kan worden van de *cloud*. Ze wijzen erop dat kunstmatige intelligentie en robotica steeds meer inzicht en behendigheid krijgen, waardoor een nieuwe generatie robots mogelijk wordt: de *collaboratieve* of *co-robot*. Robots komen uit hun kooi en voor het eerst hoeft de mens zich niet aan de robot aan te passen, maar andersom. De auteurs sluiten hun bijdrage af met negen positieve en negatieve toekomstscenario's over de robotsamenleving.

Robotdeskundige Martijn Wisse van de TU Delft beschrijft in hoofdstuk 4 de technologische stand van zaken met betrekking tot robotica, waarbij hij zich beperkt tot drie varianten: robotarmen, mobiele robots en drones. Hij signaleert dat er veel kansen liggen op het terrein van de ontwikkeling van deze robots. Nederland heeft een relatief lage 'robotdichtheid', doordat er in de Nederlandse MKB-economie nog weinig investeringen in robotisering plaatsvinden. Hij pleit voor het bij elkaar brengen van technostarters, durfkapitaal en robotica-onderzoek. Tevens zijn heldere juridische kaders nodig in verband met problemen rond aansprakelijkheid.

Wat precies de effecten van robotisering op de arbeidsmarkt van de toekomst zijn, is lastig te voorzien. Voor zover bekend, is daarnaar in Nederland nog geen onderzoek gedaan. Wel hebben Bas ter Weel en Wiljan van den Berge van het CPB onderzocht wat de betekenis is geweest van digitalisering voor de Nederlandse arbeidsmarkt. Zij komen in hoofdstuk 5 van deze verkenning tot de conclusie dat digitalisering de afgelopen vijftien jaar vooral de banen voor middelbaar opgeleiden – en dan vooral aan de onderkant daarvan – onder druk hebben gezet, al blijkt dat in Nederland wel minder het geval te zijn dan in andere landen zoals de VS. Belangrijk is evenwel dat digitalisering de meeste impact heeft op taken *binnen* banen. Secretariaesses die voorheen vooral met typen, het aannemen van de telefoon en het verdelen van de faxberichten bezig waren, doen nu andere taken, zoals planning en projectmanagement.

Hoe belangrijk ook, de toekomst van arbeid gaat dus niet alleen over wie een baan heeft en hoe die wordt betaald, maar ook over de aard en het karakter van het werk. Edward Skidelsky, die filosofie en theologie doceert aan de University of Exeter,

behandelt in hoofdstuk 6 de gevolgen van automatisering voor het karakter van werk, vooral in de dienstensector. Hoewel er voldoende technologische en economische mogelijkheden zijn om diensten te mechaniseren, is de vraag relevant of mensen dit wel willen. Want door automatisering komt de productie centraal te staan en kan de dienstverlening op de achtergrond raken. Skidelsky wijst erop dat dan ook het karakter van het werk verandert: “Procedures worden gestandaardiseerd. Er is steeds minder ruimte voor eigen beoordeling en vertrouwen.”

De laatste twee hoofdstukken gaan vooral over de vraag hoe intelligent omgegaan kan worden met de risico's en kansen van robots en automatisering. Harvard-econoom Richard Freeman gaat in op nieuwe verdelingsvragen die de robotisering met zich meebrengt. Hij schrijft: “Mijn stelling is eenvoudig: ongeacht of technologische vooruitgang arbeidsbesparend, kapitaalbesparend, *skill-biased* is of niet, en ongeacht hoe snel robots of andere machines de menselijke kennis en kunde evenaren of overtreffen, het effect van de nieuwe technologieën op het welzijn van mensen in de hele wereld wordt bepaald door de vraag wie de eigenaar is van de nieuwe technologieën.” Daarom stelt hij voor om werkenden mede-eigenaar te maken van robots en andere machines.

Casper Thomas, publicist en voormalig WRR-medewerker, brengt in hoofdstuk 8 in kaart hoe we in de curricula en organisatie van het onderwijs moeten inspelen op een toekomst met meer en snellere robots en verdergaande digitalisering. Slimmer worden dan de machine op haar eigen terrein is geen optie meer. Er is veel consensus onder deskundigen dat naast kennis ook andere vaardigheden steeds belangrijker zullen worden, zoals veerkracht en creativiteit: vaardigheden waarin de mens zich kan onderscheiden van machines. Dat zegt ook de eerdergenoemde Frey van de Universiteit van Oxford. Er zijn volgens hem drie soorten werk waar vooralsnog grote obstakels zijn om te worden overgenomen door robots: werk dat creativiteit vergt, werk gericht op nieuwe ideeën verzinnen en werk met veel sociale interactie. Thomas haalt ook *Fortune* senior-editor Geoff Colvin aan die in zijn boek *Humans are underrated* stelt dat voor het vaststellen van het onderwijscurriculum het een betere strategie is te vragen van welke activiteiten we willen dat ze door mensen worden uitgevoerd, zelfs als computers ze ook kunnen doen. Denk bijvoorbeeld aan rechterlijke uitspraken of aan zorgtaken, handelingen waar nu mensen op aanspreekbaar zijn.

Tussen deze hoofdstukken staan korte teksten over hoe nieuwe of bestaande technologieën (kunnen) uitpakken in de praktijk van de arbeidsmarkt. We hebben wetenschappers gevraagd drie belangrijke thema's kort uit te werken: Fabian Dekker (WRR en Erasmus Universiteit) doet verslag van lopend onderzoek naar hoe werkgevers aankijken tegen robotisering. Wat opvalt is hoe weinig er eigenlijk sprake is van robotisering: werkgevers vinden robots te duur, zij vragen om een ander verdienmodel, en er zijn technische problemen. Ook zijn er zijn culturele

barrières (mensen willen het niet). Anna Salomons (Universiteit Utrecht) zet het onderzoek naar het gebruik van technologie op de werkvloer op een rij. Wat blijkt? Nieuwe technologie leidt pas tot productiviteitswinst als er in de werkorganisatie aanpassingen worden doorgevoerd om met de nieuwe werkomstandigheden om te gaan: meer trainingsmogelijkheden, meer autonomie op het werk ('eigenaarschap') en meer werkzekerheid zijn elementen hiervan. Vakbonden, zo blijkt uit onderzoek, kunnen daarbij een belangrijke rol spelen. Jan Popma (verbonden aan de Faculteit der Rechtsgeleerdheid van de Universiteit van Amsterdam) schetst in een korte bijdrage enkele juridische vragen: moeten werknemers gehoorzamen aan een robot? Wie is aansprakelijk voor als het fout gaat bij een zelflerende robot?

In de verkenning wordt ook verslag gedaan van praktijken van en ervaringen met nieuwe technologieën. Robert Went interviewt Bram de Zwart, een van de oprichters van het bedrijf 3D Hubs, die verwacht dat 3D-printers (ook een soort robots) de wereld gaan veranderen. Hij sprak ook met Nicklas Lundblad van Google Europe over de keuzes die we zullen gaan maken bij het ontwikkelen van nieuwe technologie. De gevolgen van technologie voor werk komen aan bod in het gesprek dat Went en Kremer hadden met CIO Kees Smaling van Aegon: hoe gaat digitalisering in zijn werk bij een groot verzekeringsbedrijf? En in een andere korte tekst geeft Monique Kremer een impressie over het gebruik van technologie in de thuiszorg. Kees Marges kijkt op ons verzoek terug naar de grootscheepse automatisering in de haven. Welke lessen kunnen daaruit worden getrokken? En om op terug te kunnen grijpen bij het lezen van de hoofdstukken, is, ten slotte, een woorden- en begrippenlijst voor ons gemaakt door *science writer* Jon Turney, die onder meer *The rough guide to the future* (2011) schreef.

Naar een 'inclusieve robotagenda'

In het nu volgende hoofdstuk van Robert Went en Monique Kremer (hoofdstuk 2) wordt een eerste aanzet gegeven hoe we robotisering en digitalisering de baas kunnen blijven. Op basis van de bovenstaande inzichten, aangevuld met literatuuronderzoek en gesprekken met nationale en internationale deskundigen uit de wetenschap, beleid en praktijk, betogen zij dat het nodig is om te komen tot een brede 'inclusieve robotagenda'. Zo'n agenda is niet alleen van belang voor de (nationale) overheid maar evenzeer voor onderzoekers, werkgevers en werkenden en hun organisaties, en andere betrokkenen zoals gebruikers. Om de vruchten te plukken van nieuwe mogelijkheden en om (potentiële) nadelen zoveel mogelijk tegen te kunnen gaan, is een actieve opstelling van politiek en samenleving nodig. Vandaar de titel van deze verkenning: *De robot de baas*.

In de agenda die zij voorstellen is *complementariteit* het sleutelwoord: niet zoveel mogelijk mensen proberen te vervangen door robots, maar mensen samen mét robotica productiever maken. Het is daarbij van belang te streven naar *inclusieve robotisering*. Hoewel robots en andere machines steeds slimmer worden, blijken

technologische ontwikkelingen en toepassingen vaak anders uit te pakken of trager te verlopen dan wordt verwacht of geclaimd. Het is van belang als overheid te bevorderen dat verschillende partijen rond het thema robotisering bij elkaar komen. Daarbij is het van belang te zoeken naar mogelijkheden voor *co-creatie*, waarbij nieuwe toepassingen niet worden bedacht door *techneuten* voor de mensen die ermee aan het werk moeten, maar samen worden ontwikkeld. Dit is het eerste thema dat een plek verdient op de ‘inclusieve robotagenda’.

Het tweede thema is *inzetten op complementaire kennis en vaardigheden* op alle niveaus in het onderwijs. Een hoge opleiding op zich biedt geen voldoende antwoord op het slimmer worden van machines. Ook bepaald soort werk van hogeropgeleiden (accountants, artsen, advocaten) kan in de toekomst door robots overgenomen worden. Technisch onderwijs biedt op zichzelf waarschijnlijk evenmin een voldoende antwoord. De ook voor het onderwijs relevante vraag zou moeten zijn: wat is het typisch menselijke in werk? Welke taken, relaties en verantwoordelijkheden zullen bij mensen blijven horen, of willen we per se bij mensen (blijven) beleggen? Daarvoor is het van belang na te denken over de vraag welke kennis en kunde passen bij complementariteit.

Het derde thema is het *eigenaarschap van werk*. In studies naar werkstress, burn-out en aan de positieve kant werkplezier en productiviteit, komt steevast naar voren dat het hebben van autonomie of ‘eigenaarschap’ de productiviteit ten goede komt. De vraag is: hoe kunnen mensen en technologie samenwerken en hoe kunnen mensen de baas blijven over hun eigen werk (en over de robot)?

Het vierde thema is *nieuwe verdelingsvragen*. Er zullen mensen zijn die onvoldoende mee kunnen komen in de robotsamenleving. Het is onmogelijk te voorspellen wie dat in de toekomst zullen zijn. Wie zal zonder werk komen te zitten of wie zal van werk naar werk begeleid dienen te worden? Daarom is een portfolio van verschillende beleidsinstrumenten van belang om mensen waar nodig te kunnen helpen en ondersteunen. Ook is de vraag van belang of het mogelijk (en wenselijk) is werkenden mede-eigenaar te maken van robots en andere machines. Volgens sommige auteurs in deze verkenning is dat ook een manier waarop werkenden de robot de baas kunnen blijven.