

Canon deel 19: Technologie en arbeidsmarkt

LUC SOETE

Hoogleraar en rector
magnificus aan de
Universiteit Maastricht

BAS TER WEEL

Onderdirecteur van
het Centraal Planbureau en hoogleraar
aan de Universiteit
Maastricht

Tot het begin van dit millennium was er een brede consensus dat nieuwe technologie voordelig is voor hoogopgeleide werknemers, dat het taken die door laaggeschoolden werden uitgevoerd zou overnemen en dat nieuwe technologie loonongelijkheid en werkloosheid onder laagopgeleide mensen aanwakkerde. Deze consensus reflecteerde wat zowel vóór als na de Tweede Wereldoorlog werd waargenomen en werd gedefinieerd met begrippen als 'automatisering', 'arbeidsbesparende technologische verandering' en 'technologisch werkloosheid'. Vanaf de jaren zeventig van de vorige eeuw werd de discussie vooral gedreven door de opkomst van micro-elektronica en computertechnologie en het stijgende aanbod van hogeropgeleiden in alle OESO-landen – wat deels ook technologisch gedreven is. Vanaf de jaren negentig is het vooral de internationale impact van de opkomst van informatie en communicatietechnologie (ICT), zoals het internet en de fragmentatie van productieketens, die nieuwe vragen oproept rond duurzame werkgelegenheid. In deze canon laten we in tien vensters zien wat de mechanismen en de meest recente ontwikkelingen zijn die de relatie tussen technologische verandering en arbeidsmarktuitkomsten bepalen.

We beginnen deze canon met vijf vensters over de mechanismen die de werking van de arbeidsmarkt in tijden van technologische verandering beïnvloeden. Deze mechanismen worden in de vijf daaropvolgende vensters geïllustreerd aan de hand van de computerrevolutie die kenmerkend is geweest voor de relevante economische literatuur in de afgelopen periode.

1 DE DERDE INDUSTRIËLE REVOLUTIE

Nieuwe technologie is productiever dan bestaande technologie. Om met de nieuwe technologie overweg te kunnen, moeten werknemers investeren in nieuwe kennis en vaardigheden. Dit is kostbaar omdat bestaande kennis en vaardigheden versneld worden afgeschreven. De intrede van computertechnologie vanaf begin jaren zeventig

heeft tot technologierevoluties in veel bedrijven geleid, zoals automatisering en rationalisering dat deden in de jaren dertig. Werknemers met de laagste omschakelingskosten, waren de eerste gebruikers van de nieuwe technologie. In het geval van computertechnologie waren dit hoogopgeleiden (Caselli, 1999). De revolutie is niettemin toch snel verlopen omdat de kosten van computertechnologie snel zijn gedaald. De snelheid van computerchips neemt nog steeds exponentieel toe, terwijl de kosten van extra rekenkracht dalen. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van veel toepassingen die door bijna alle werknemers worden gebruikt.

Revoluties kunnen echter ook de andere kant opgaan. In de jaren dertig maakte de lopende band in de fabrieken van Henry Ford het werk minder kennisintensief. Hierdoor nam juist de relatieve vraag naar laagopgeleide werknemers toe, zoals Neisser (1942) laat zien. Dit type revolu-



ties is vaak veel sneller, omdat bijna iedereen meteen kan overschakelen op de nieuwe technologie zonder investeringen in nieuwe kennis en vaardigheden. Als gevolg hiervan wordt de premie die in de markt wordt betaald voor hogeropgeleiden minder, waardoor de loonongelijkheid in een economie daalt.

Caselli, F. (1999) Technological revolutions. *American Economic Review*, 89(1), 78–102.

Neisser, H. (1942) Permanent technological unemployment. *American Economic Review*, 32(1), 50–71.

2 WELKE VORM VAN FACTORSUBSTITUTIE IS DOMINANT?

Het debat tot de jaren zeventig van de vorige eeuw gaat veelal over de manier waarop technologische verandering gemodelleerd dient te worden. Is het een Harrod-neutrale arbeidsbesparende verandering, waarbij de efficiency van arbeid toeneemt? Als dat zo is, stijgen de winsten van bedrijven maar zijn er mogelijk ook minder mensen nodig om de productie te leveren. Deze vorm van technologische verandering leidt tot werkloosheid. Of is technologie Hicks-neutraal, waarbij de marginale bijdrages van kapitaal en arbeid ongewijzigd blijven? Bij deze vorm van technologische verandering blijft de inkomensverdeling in een economie constant. Of toch Solow-neutrale, kapitaalbesparende technologische verandering? In dit geval leidt technologische verandering tot meer werkgelegenheid, maar mogelijk ook tot meer ongelijkheid onder verschillende types werknemers.

De belangrijke bijdrage van deze discussie is geweest dat technologie steeds meer wordt gezien als onderdeel van het productieproces. Welke vorm van technologische verandering nu het meest wordt waargenomen is echter niet zo eenvoudig te duiden, wat het gevolg is van de maakbaarheid van fysiek en menselijk kapitaal. Deze theoretische en empirische zoektocht naar de gevolgen van technologie voor economische groei, maar zeker ook voor de arbeidsmarkt, in de drie bijdrages van Solow (1957), Salter (1961) and Atkinson en Stiglitz (1969), heeft mede geleid tot een literatuur over het patroon van technologiediffusie.

Atkinson, A. en J. Stiglitz (1969) A new view of technological change. *Economic Journal*, 79(315), 573–578.

Salter, W. (1961) *Productivity and technical change*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Solow, R. (1957) Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312–320.

3 HOE WERKT TECHNOLOGIEDIFFUSIE?

Belangrijke componenten in de adoptie van nieuwe technologie zijn de omvang van een bedrijf en de dalende kosten van de technologie. In het algemeen zien we een S-curve van adoptie over de tijd, met een klein aantal vroege gebruikers, een grote middengroep en enkele achterblijvers. Griliches (1957) laat dit als eerste zien voor het

verbouwen van mais in de Verenigde Staten. Grotere bedrijven hebben meer profijt van de nieuwe technologie, omdat ze meer efficiencywinst kunnen behalen en eenvoudiger grote investeringen kunnen doen. Daarnaast zijn bedrijven met duurere werknemers ook vaak eerder met het gebruik van nieuwe technologie, omdat ze kunnen besparen op arbeidskosten (David, 1969). Niet verrassend zijn dit vaak bedrijven met meer hoogopgeleide werknemers, waardoor er een correlatie bestaat tussen het aantal hoogopgeleide werknemers en het gebruik van geavanceerde technologie. Als rekening wordt gehouden met het patroon van technologiediffusie, lijkt technologische verandering een tweeledig proces dat vergeleken kan worden met de vooruitgang van een slang: verandering als het gevolg van nieuwe technologische doorbraken – de kop van de slang – en snelle of langzame diffusie van deze doorbraken in de maatschappij – het bewegende lichaam van de slang (Stoneman, 1983).

David, P.A. (1969) A contribution to the theory of diffusion. *Stanford University RCEG memorandum*, 71.

Griliches, Z. (1957) Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. *Econometrica*, 25(4), 501–522.

Stoneman, P. (1983) *The economic analysis of technological change*. Oxford: Oxford University Press.

4 WAAROM NIEUWE TECHNOLOGIE DE VRAAG NAAR HOOGOPGELEIDEN VERHOOGT

De correlatie tussen technologische verandering en de vraag naar arbeid kan op verschillende manieren worden geduid. Nelson en Phelps (1966) laten zien dat de vraag naar hoogopgeleiden stijgt in tijden van technologische verandering. De oorzaak van deze stijging is dat de ruimte voor innovatie groter is als er nieuwe technologieën verschijnen. Deze innovatie vraagt om verandering en aanpassingen die de opbrengsten van onderwijs verhogen. Het resultaat is dat de loonongelijkheid toeneemt en op een hoger niveau eindigt. Acemoglu (1998) benadert hetzelfde fenomeen vanuit de omvang van de markt. Het aantal hoogopgeleiden is behoorlijk gestegen, waardoor het rendabel is om technologie te ontwikkelen die door deze groep wordt gebruikt. Als gevolg daarvan wordt deze groep productiever ten opzichte van de rest. Deze productiviteitswinst leidt tot hogere relatieve lonen en daarmee tot een hoger niveau van loonongelijkheid. In beide modellen stijgt de vraag naar hoogopgeleide werknemers sterker dan het aanbod, waardoor de relatieve lonen stijgen. Ook daalt de vraag naar lager opgeleide werknemers, waardoor het zelfs zo kan zijn dat niet alleen relatieve, maar ook absolute loondalingen of werkloosheid bij deze groepen worden waargenomen.

Acemoglu, D. (1998) Why do new technologies complement skills? Directed technical change and wage inequality. *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1055–1090.

Nelson, R.R. en E.S. Phelps (1966) Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *American Economic Review*, 56(1/2), 69–75.

5 DE MATCH TUSSEN MENS EN MACHINE

Technologie lijkt dus complementair aan hooggeschoolde arbeid, waardoor de relatieve lonen van hoogopgeleiden zouden moeten stijgen ten opzichte van die van laagopgeleiden. Niet iedere periode in de afgelopen eeuw wordt echter gekenmerkt door stijgende loonongelijkheid tussen hoger- en lageropgeleiden. Een eenvoudig vraag-aanbod-model met als input hoog- en laaggeschoolde arbeid en waarin rekening wordt gehouden met technologische verandering lijkt redelijk goed in staat om de relatieve lonen te verklaren. Goldin en Katz (2008) laten voor de Verenigde Staten zien dat het aanbod van hooggeschoolde arbeid tot 1980 groter was dan de vraag. Hierdoor bleven de relatieve lonen stabiel en daalden ze soms zelfs. Vanaf 1980 lijkt er sprake van een omgekeerd beeld. Het aanbod hoogopgeleiden neemt niet verder toe, terwijl de vraag wel stijgt. Dit leidt tot een sterke toename van de loonongelijkheid in de Verenigde Staten. Dit fenomeen, waarbij de vernieuwing van het arbeidsaanbod de door technologie gedreven vraag niet meer kan bijbenen, was voor Tinbergen reden om te stellen dat arbeid de slag verliest. Met verliezen doelde hij op toenemende ongelijkheid in zowel lonen als kansen op werk (Tinbergen, 1975).

Goldin, C. en L.F. Katz (2008) *The race between education and technology*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Tinbergen, J. (1975) *Income distribution: analysis and policies*. Amsterdam: North-Holland.

We sluiten de canon af met vijf vensters over de meeste recente impact van technologie op de arbeidsmarkt. Deze impact is het gevolg van ICT. Het internet als bron van informatie en kennis, de ongekende mogelijkheden om met elkaar te communiceren en te handelen, de zichtbaarheid van productiviteitsverschillen en de komst van robots veranderen de verhoudingen op de arbeidsmarkt.

6 COMPUTERTECHNOLOGIE BEÏNVLOEDT LONEN, MAAR PENNEN OOK

De correlatie tussen computergebruik en lonen is helder: werknemers die in de jaren tachtig al gebruikmaakten van computers, verdienden een hoger loon dan vergelijkbare mensen die geen computers gebruikten. De interpretatie van deze correlatie was dat computertechnologie specifieke vaardigheden vereist die op de markt worden beloond met een forste premie. In de studie van Krueger (1993) loopt de premie wel op tot twintig procent meer loon. Voor een deel zal het zo zijn dat er wordt betaald voor vaardigheden, maar de technologie past zich ook aan de gebruiker aan. Computergebruik is niet de meest geavanceerde taak in de gemiddelde baan. Een studie van DiNardo en Pischke (1997) die min of meer als grap begon, laat dan ook zien dat de premie op het gebruik van een pen net zo hoog is als de premie op het gebruik van computertechnologie.

De meer onderschreven interpretatie van de correlatie tussen ICT en lonen is dat bedrijven hun best betaalde werknemers als eerste computers hebben gegeven om zo te besparen op dure krachten. Deze werknemers worden productiever door het gebruik van computertechnologie, waardoor hun lonen langzaam zullen toenemen ten opzichte van andere werknemers. Dit verklaart dus zowel het niveau als de toename van loonongelijkheid. De technologie is echter snel goedkoper geworden, waardoor het voor steeds meer werknemers rendabel is geworden om computertechnologie te gebruiken.

DiNardo, J. en J.-S. Pischke (1997) The return to computer use revisited: have pencils changed the wage structure too? *Quarterly Journal of Economics*, 112(1), 291–303.

Krueger, A.B. (1993) How computers have changed the wage structure: evidence from microdata, 1984–1989. *Quarterly Journal of Economics*, 108(1), 33–60.



7 COMPUTERS NEMEN ROUTINEMATIGE TAKEN OVER

Banen bestaan uit bundels van taken (Acemoglu en Autor, 2011). Computers zijn goed in het uitvoeren van codificeerbare taken die als een 'routine' kunnen worden omschreven. Een onderscheid tussen routinematige taken en niet-routinematige taken, zoals Autor *et al.* (2003) voor het eerst maakten, is daarom nuttig. Routinematige taken worden op een standaardwijze uitgevoerd, terwijl niet-routinematige taken aanpassingsvermogen van de werknemer vergen. Niet-routinematige taken vragen creativiteit, probleemoplossend vermogen, flexibiliteit en andere vaardigheden, waarbij de gewenste acties van de werknemer niet vooraf te bepalen zijn. Hoogopgeleiden voeren vaker de analytische en interactieve taken uit die complementair zijn aan computertechnologie.

Aan de andere kant voeren middelbaaropgeleiden juist vaker routinematige taken uit die deels zijn overgenomen door computertechnologie. Laagopgeleiden ondervinden door twee elkaar tegenwerkende bewegingen weinig last of baat van de investeringen in ICT: enerzijds is er substitutie van werk door computertechnologie, anderzijds complementariteit door een gestegen vraag naar dienstverlening met een relatief groot aandeel interactieve taken aan de onderkant van de arbeidsmarkt.

Acemoglu, D. en D.H. Autor (2011) Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings. In: O. Ashenfelter en D.E. Card (red.) *Handbook of Labor Economics*, vol. 4. Amsterdam: Elsevier, 1043–1171.

Autor, D.H., F. Levy en R.J. Murnane (2003) The skill content of recent technological change: an empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1334.

8 BAANPOLARISATIE

De afgelopen jaren lijkt de werkgelegenheid voor de hoogst, maar ook laagst, betaalde banen toe te nemen, terwijl de werkgelegenheid in het middensegment van de arbeidsmarkt daalt. Daarnaast werken hoogopgeleiden vaker in de meest aantrekkelijke beroepen in het middensegment. Dit lijkt voornamelijk het gevolg te zijn van hogere eisen (kleiner aandeel routinematige taken) die worden gesteld door werkgevers en verandering van de aard van het werk, wat blijkt uit stijgende lonen in beroepen die eerder door mbo'ers werden bezet en nu door hoogopgeleide werknemers. Middelbaaropgeleiden werken daarentegen vaker in laagbetaalde beroepen in het middensegment (of aan de onderkant) waar ze het teruglopende aanbod van laagopgeleiden opvangen. In deze beroepen zijn de arbeidsmarktperspectieven relatief slecht (Michaels *et al.*, 2014).

De taken in de huidige banen aan de onderkant van de arbeidsmarkt worden niet overgenomen door computertechnologie. Wel is het zo dat de productiviteit in deze banen nauwelijks stijgt. De vraag naar diensten, zoals schoonmaken en beveiligen, is echter relatief prijsinelastisch, waardoor het aandeel van dit soort beroepen in de totale werkgelegenheid toch stijgt. Een andere factor die de vraag naar laaggeschoolde arbeid verhoogt is de toege-



nomen koopkracht van consumenten, waardoor er steeds meer huishoudelijke taken worden uitbesteed (Goos *et al.*, 2014).

Goos, M., A. Manning en A. Salomons (2014) Explaining job polarization: routine-biased technological change and offshoring. *American Economic Review*, 104(8), 2509–2526.

Michaels, G., A. Natraj en J. van Reenen (2014). Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over 25 years. *Review of Economics and Statistics*, 96(1), 60–77.

9 PRODUCTIE IN INTERNATIONALE WAARDEKETENS

Computertechnologie maakt het ook eenvoudiger om delen van het productieproces uit te besteden en op te knippen. Een steeds groter deel van de productie wordt in verschillende landen uitgevoerd. Productie in dit soort wereldwijde waardeketens laat voor OESO-landen een verschuiving zien naar steeds meer werk dat gedaan wordt door hoogopgeleiden en een grotere rol voor kapitaal in het productieproces. Vooral de routinematige aspecten van het werk worden uitbesteed, omdat dit eenvoudig uit te leggen is en vast te leggen in relatief eenvoudige regels en opdrachten. Tevens is de kwaliteit en omvang van dit deel van de productie op afstand te controleren. Daarnaast bestaan er vooral comparatieve voordelen van dit werk buiten de OESO, zoals in China en andere delen van Azië (Grossman en Rossi-Hansberg, 2008).

Binnen de waardeketens specialiseren westerse landen zich steeds meer in taken waar vooral hogeropgeleiden goed in zijn. Bij de productie van goederen en diensten zijn er steeds meer beroepen en sectoren betrokken die slechts indirect samenhangen met de daadwerkelijke productie. Timmer *et al.* (2014) laten zien dat dienstverlening, zoals onderzoek, marketing en ondersteunende diensten, inmiddels ongeveer de helft van de gemiddelde toegevoegde waarde in het productieproces van goederen als Duitse auto's uitmaakt.

Grossman, G. en E. Rossi-Hansberg (2008) Trading tasks: a simple theory of offshoring. *American Economic Review*, 98(5), 1978–1997.

Timmer, M.P., A.A. Erumban, B. Los *et al.* (2014) Slicing up global value chains. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 99–118.

10 ROBOTS Beroepen hebben net als producten een levenscyclus. In tijden van snellere technologische verandering verdwijnen er meer beroepen en ontstaan er ook meer nieuwe. De afgelopen tijd zijn verschillende rapporten verschenen die zich richten op het verdwijnen van beroepen en banen. De mate waarin en de snelheid waarmee dit moet gebeuren, wordt afgemeten aan het gemak waarmee de taken van het beroep kunnen worden overgenomen door technologie. Ook de recente discussie over robotisering als nieuwe uiting van de opkomst en diffusie van ICT wordt vaak in deze context geplaatst. Er zijn echter nauwelijks empirische studies beschikbaar die een helder beeld hiervan schetsen. De uitzondering is een recente studie van Michaels en Graetz (2015). Zij laten zien dat robots voor een toename in productiviteit en economische groei hebben gezorgd. Ze raken daarbij vooral de werkgelegenheid van laagopgeleiden en voor een deel middelbaaropgeleiden.

De discussie, die wordt aangewakkerd door onder meer Brynjolfsson en McAfee (2014), over verdwijnende beroepen en banen roept desalniettemin een beeld op van massale werkloosheid door een dalende vraag naar arbeid. Er zijn twee opmerkingen te plaatsen bij die beelden. His-



torisch gezien is er geen reden voor deze angst. Er zijn een aantal technologische revoluties geweest: de stoommachine, elektriciteit en computers. Het verlies aan banen in de landbouw en later de industrie is daarbij groot geweest. Daartegenover staat het ontstaan van nieuwe banen. Dit waren er bij de afgeronde revoluties rond de stoommachine en elektriciteit meer dan vóór die revoluties. Daarnaast hebben landen die voorop liepen in de ontwikkeling en implementatie van nieuwe technologie, de transitie sneller en succesvoller doorgemaakt. Vroegtijdig inspelen op de komende veranderingen op de arbeidsmarkt en investeren in nieuwe technologie lijken de transitie soepeler te laten verlopen.

Brynjolfsson, E. en A. McAfee (2014) *The second machine age. Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: W.W. Norton & Company.

Michaels, G. en G. Graetz (2015) Robots at work. *CEP Discussion Paper*, 1335.

ESB canon van de economie

Onderwijseconomie ◇ Monetaire economie ◇ Internationale en ontwikkelingseconomie

◇ Ondernemerschap ◇ Woningmarkt ◇ Innovatie ◇ Arbeidsmarkt ◇ Openbare financiën ◇ Economische Geschiedenis

◇ Energie ◇ Gezondheidseconomie ◇ Milieueconomie ◇ Marketing ◇ Sociale zekerheid

◇ Internationale monetaire economie ◇ Personeel & Organisatie ◇ Gedragseconomie ◇ Pensioenen ◇ Technologie & Arbeidsmarkt

◇ Finance ◇ Marktordening ◇ Econometrie ◇ Ruimtelijk ◇ Groei & Conjunctuur

VOIGENDE KEER IN DE ESB CANON VAN DE ECONOMIE: **FINANCE**