



Centraal Planbureau

Technologie, de arbeidsmarkt en de rol van beleid

In deze publicatie analyseren we de gevolgen van technologische verandering voor de Nederlandse arbeidsmarkt van midden jaren 90 tot eind jaren 10. Ook in Nederland is er sprake van een aanzienlijke automatisering van taken van werkenden. Maar tegelijkertijd ontstaan er door nieuwe technologie ook aanzienlijk veel nieuwe taken voor werkenden. Per saldo komen er ongeveer evenveel taken voor werkenden bij als dat er verdwijnen.

Beleid kan de samenwerking tussen mens en machine verder verbeteren. Enerzijds door het stimuleren van technische en sociale vaardigheden in het initieel onderwijs en het stimuleren van leven lang ontwikkelen door werkenden. Anderzijds door het stimuleren van nieuwe technologie die nieuwe taken voor werkenden oplevert en het voorkomen van excessieve automatisering die werkenden vervangt.

CPB - januari 2023

Egbert Jongen,
Wiljan van den Berge (Universiteit Utrecht en CPB),
Maarten Goos (Universiteit Utrecht),
Yannis Kerkemeros (Universiteit Utrecht)

Samenvatting

Technologische verandering heeft geleid tot een forse toename in de materiële welvaart. De ontwikkeling en adoptie van nieuwe technologieën, zoals de computer, het internet en kunstmatige intelligentie hebben gezorgd voor een flinke groei van de productiviteit. Hierdoor is de materiële welvaart sterk toegenomen.

Door automatisering verdwijnt ook in Nederland een aanzienlijke hoeveelheid taken voor werkenden. Binnen verschillende sectoren is er sprake van een daling van het inkomensaandeel van werkenden (bijvoorbeeld in de bouw en in de financiële dienstverlening). Dit is consistent met voortschrijdende automatisering, waarbij machines, robots en software steeds meer taken van werkenden overnemen. Tussen medio jaren 90 en eind jaren 10 is volgens deze indicator bijna één op de vijf taken van werkenden geautomatiseerd.

Door nieuwe technologie ontstaat er echter ook een aanzienlijke hoeveelheid nieuwe taken voor werkenden in Nederland. Nieuwe technologie leidt zowel direct als indirect tot nieuwe taken voor werkenden. Binnen verschillende sectoren is er sprake van een stijging van het inkomensaandeel van werkenden (bijvoorbeeld de ICT). Dit is consistent met nieuwe taken voor werkenden als gevolg van nieuwe technologie (zoals data science en e-commerce). Dit is het directe effect van nieuwe technologie. Indirect heeft nieuwe technologie ook tot nieuwe taken voor werkenden geleid. Door de bijbehorende toename in de welvaart zijn we meer gaan uitgeven aan arbeidsintensieve sectoren (bijvoorbeeld de zorg, maar ook de persoonlijke dienstverlening zoals personal trainers). Per saldo is het aantal taken voor werkenden tussen medio jaren 90 en eind jaren 10 weinig veranderd. Er zijn ongeveer evenveel taken voor werkenden bijgekomen als dat er zijn verdwenen.

Het ontstaan en verdwijnen van taken is niet gelijk verdeeld over groepen op de arbeidsmarkt, vooral het middensegment is in de gevarenzone. Met name routinematige taken zijn verdwenen. Sinds het begin van de 21^e eeuw is het aandeel routinematige taken in Nederland afgenomen met ruim 7 procentpunt. Veel van de beroepen met routinematige taken bevinden zich in het middensegment van de loonverdeling op de arbeidsmarkt (denk aan financiële dienstverlening). Het middensegment wordt daarom bovenmatig blootgesteld aan automatisering. Vooral de bovenkant heeft geprofiteerd van het ontstaan van nieuwe taken (zoals data science en management), en in mindere mate ook de onderkant (persoonlijke dienstverlening).

Om de kansen van nieuwe technologie optimaal te benutten is het belangrijk voldoende aandacht te besteden aan technische en sociale vaardigheden in het initieel onderwijs, daarnaast neemt de noodzaak van leven lang ontwikkelen toe. Technische en sociale vaardigheden zijn complementair aan nieuwe technologie. Door het aanbod van deze vaardigheden te vergroten, worden bedrijven geprikkeld om meer te investeren in nieuwe taken voor werkenden. Omdat technologische ontwikkeling zowel zorgt voor het verdwijnen van bestaande banen als voor het ontstaan van nieuwe banen zullen werkenden moeten blijven investeren in hun kennis en vaardigheden.

De overheid heeft een rol in het stimuleren van investeringen in nieuwe technologie, en moet waken voor excessieve automatisering. De overheid moet voorkomen dat er te weinig geïnvesteerd wordt in de ontwikkeling van nieuwe taken voor arbeid. Daarnaast moet de overheid waken voor excessieve automatisering, de verhouding van de belasting op arbeid en kapitaal speelt daarin een rol.

1 Inleiding

De gevolgen van technologische vooruitgang op de arbeidsmarkt zijn al lang onderwerp van discussie, waarbij technologische vooruitgang enerzijds als bedreiging en anderzijds als oplossing wordt gezien. Al sinds de Industriële Revolutie leiden de gevolgen voor de arbeidsmarkt van technologische vooruitgang tot veel discussie (Mokyr 1990). Enerzijds is er aandacht voor de materiële welvaart die technologische vooruitgang genereert, via nieuwe producten en de onderliggend nieuwe banen en taken voor werkenden, en via lagere prijzen. Recentelijk wordt technologische vooruitgang ook genoemd als deel van de oplossing voor de arbeidsmarktkrapte (Van Gennip 2022). Anderzijds is er ook aandacht voor de banen en taken van werkenden die door technologische vooruitgang verloren gaan (Acemoglu en Restrepo 2019a), waarbij er tegenwoordig minder zorgen zijn over de gevolgen voor de hoeveelheid werk en meer zorgen zijn over de kwaliteit van het resterende werk (Autor e.a. 2020).

In de afgelopen periode is er veel aandacht voor de verdelingseffecten van technologische vooruitgang, tussen werkenden en kapitaalbezitters en tussen verschillende groepen werkenden. Wat betreft de verdelingseffecten tussen werkenden en kapitaalbezitters is er in verschillende landen sinds medio jaren 90 van de vorige eeuw sprake van een schijnbaar trendmatige daling van het inkomensaandeel dat naar werkenden gaat en een toenemend inkomensaandeel dat naar kapitaalbezitters gaat. Daarvoor zijn verschillende verklaringen (Grossman en Oberfield 2022), waarbij automatisering een prominente kandidaat is (Acemoglu en Restrepo 2019a).¹ Door automatisering neemt het aandeel taken dat door werkenden wordt gedaan af, hierdoor daalt het inkomensaandeel van werkenden. Wat betreft de verdelingseffecten tussen verschillende groepen werkenden, hebben de afgelopen decennia met name werkenden aan de bovenkant en (in mindere mate) aan de onderkant van de arbeidsmarkt geprofiteerd van technologische vooruitgang, terwijl de nadelen geconcentreerd waren bij de middengroepen (Goos e.a. 2009, 2014, Van den Berge en Ter Weel 2015, Van Vliet en Van Doorn 2021).

In deze publicatie analyseren we de gevolgen van technologische vooruitgang op de Nederlandse arbeidsmarkt, met speciale aandacht voor de verdelingseffecten. We analyseren eerst in welke mate er sprake is geweest van een toename in de gemiddelde productie en in hoeverre werkenden hiervan hebben geprofiteerd in termen van een hogere beloning. Een belangrijke vraag daarbij is of het inkomensaandeel van werkenden ook in Nederland is gedaald. Vervolgens analyseren we in welke mate technologische verandering heeft geleid tot het verdwijnen of het ontstaan van banen en taken voor werkenden. Daarna analyseren we hoe dit zich vertaalt in veranderingen in gevraagde vaardigheden op de arbeidsmarkt en wat dit heeft betekend voor verschillende groepen op de arbeidsmarkt.

Daarna gaan we ook in op de rol van beleid bij het pakken van de voordelen van technologische vooruitgang en het mitigeren van de nadelen. Daarbij gaat het er enerzijds om te zorgen dat vraag en aanbod van kennis en vaardigheden nu en in de toekomst goed op elkaar aansluiten. Zowel de kennis en vaardigheden opgedaan in het initieel onderwijs zijn daarbij cruciaal alsook leven lang ontwikkelen. Anderzijds gaat het daarbij ook om het stimuleren van nieuwe technologie waardoor nieuwe taken voor werkenden ontstaan en het voorkomen van excessieve automatisering, waar fiscale prikkels mogelijk een rol in spelen.

¹ Dit wordt ondersteund door analyses van de relatie tussen robotisering en het verdwijnen van banen in verschillende regio's in de VS (Acemoglu en Restrepo, 2020a).

2 Organiserend raamwerk

In de analyse volgen we het organiserend raamwerk van Acemoglu en Restrepo (2019a), daarbij heeft technologie via vier kanalen invloed op de vraag naar arbeid. Ten eerste is er technologie die arbeid (en eventueel kapitaal) productiever maakt in iedere (baan of) taak. Vervolgens is er technologie die taken van arbeid vervangt. Ook is er technologie die nieuwe taken voor arbeid genereert. Naast deze drie kanalen is, ten vierde, ook nog relevant dat technologische ontwikkeling gepaard gaat met een verschuiving van de vraag naar producten en diensten, en daarmee met een verschuiving van de vraag naar arbeid tussen sectoren. Deze vier kanalen lichten we hieronder verder toe.

Generieke technologische ontwikkeling maakt arbeid productiever in elke taak; dit leidt doorgaans tot een hogere vraag naar arbeid en hogere lonen. Dit is de technologische ontwikkeling zoals gemodelleerd in de neoklassieke (exogene) groeitheorie (Solow 1956) en de endogene groeitheorie (Romer 1986). Denk hierbij bijvoorbeeld aan een snellere computer: deze zal er niet direct voor zorgen dat de verdeling van taken tussen arbeid en kapitaal anders wordt, maar zorgt er wel voor dat de huidige taken sneller en dus productiever uitgevoerd kunnen worden. Doordat de productiviteit in een taak toeneemt, stijgt de vraag naar arbeid en stijgen daarmee ook de lonen.²

Automatisering van taken kan leiden tot een lagere vraag naar arbeid en een lager inkomensaandeel. De standaard groeimodellen kunnen echter niet verklaren waarom in sommige landen en sectoren het inkomensaandeel van werkenden in de productie trendmatig afneemt (of toeneemt). Acemoglu en Restrepo (2019a) breiden daarom de standaard groeimodellen uit met enerzijds automatisering van taken die voorheen door arbeid werden gedaan en anderzijds met het ontstaan van nieuwe taken die (initieel) alleen door arbeid gedaan kunnen worden. Automatisering heeft daarbij twee effecten op de arbeidsmarkt. Aan de ene kant leidt automatisering ertoe dat de productiviteit stijgt (productiviteitseffect). Dit zorgt voor een toename in de vraag naar arbeid, omdat bedrijven goedkoper kunnen produceren. Echter, doordat automatisering ook taken van arbeid vervangt, neemt de inzet van werkenden af en daalt ook het inkomensaandeel van arbeid (verdringingseffect). Met andere woorden: automatisering leidt tot een grotere koek, maar arbeid krijgt een kleiner deel van die koek. Het hangt van de specifieke vorm van automatisering af of het productiviteitseffect groter of kleiner is dan het verdringingseffect.³

De creatie van nieuwe taken voor arbeid leidt tot een hogere vraag naar arbeid en een hoger inkomensaandeel. Technologische innovatie kan ook leiden tot nieuwe taken voor arbeid (zie ook Autor e.a. 2022). Het betreft hier de creatie van nieuwe taken waarin arbeid een comparatief voordeel heeft ten opzichte van kapitaal (Acemoglu en Restrepo 2019a noemen dit het hersteleffect). Daarbij gaat het vaak om taken waar een sterk analytisch of creatief vermogen voor nodig is, zoals *data science*: met het beschikbaar komen van veel data neemt ook de vraag toe naar werkenden om die data te analyseren. De creatie van nieuwe taken leidt daarom zowel tot een toename in de productiviteit (want de nieuwe taken zijn relatief productief, wederom het productiviteitseffect) als een uitbreiding van het aantal taken voor arbeid (hersteleffect), en leidt via beide mechanismen tot een hogere vraag naar arbeid. Bij nieuwe taken voor arbeid wordt niet alleen de koek groter, maar het deel van de koek dat naar arbeid gaat wordt ook groter (werkenden verrichten immers een groter deel van alle taken).

² Naast het productiviteitseffect kan er dan een substitutie-effect optreden: doordat bijvoorbeeld kapitaal productiever wordt, kan er een verschuiving plaatsvinden in taken van arbeid naar kapitaal. Deze substitutie-effecten zijn empirisch echter doorgaans klein.

³ Zie Bessen e.a. (2022) voor een analyse van de gevolgen van automatisering voor werkenden in Nederland. Bij automatisering zijn de zorgen vooral om zogenaemde *so-so technologies*, waarbij mensen vervangen worden door machines met een beperkte productiviteitswinst (als voorbeeld noemen Acemoglu en Restrepo 2019a het automatiseren van de klantenservice).

Tabel 2.1 Top 10 nieuwe vacatures op LinkedIn aan het begin van de coronacrisis

Positie			
1	Onderwijspersoneel	6	Operationeel personeel
2	Gespecialiseerde zorgprofessionals	7	Overige creatieve freelancers
3	Medewerkers klantenservice	8	Professionele en persoonlijke coaches
4	Medewerkers e-commerce	9	Freelancers digitale content
5	Ondersteunend personeel in de zorg	10	Rollen in sales en business development

Bron: LinkedIn.

Technologische ontwikkeling gaat daarnaast ook gepaard met een verschuiving van de omvang van verschillende sectoren in de economie, dit beïnvloedt ook de vraag naar arbeid en het inkomensaandeel van werkenden. Technologische ontwikkeling leidt tot een toename in de gemiddelde welvaart van huishoudens. Deze toename in welvaart zorgt er (mede⁴) voor dat de vraag naar producten en diensten verschuift, en daarmee de vraag naar arbeid in verschillende sectoren. Zo heeft de toegenomen welvaart geleid tot een toename in de vraag naar persoonlijke dienstverlening. Technologische verandering heeft daarmee zowel direct als indirect gevolgen voor de vraag naar arbeid (zie ook Autor e.a. 2022). Ter illustratie van de verschuivingen in de vraag naar arbeid geeft tabel 2.1 een indicatie van de verschuiving in de vraag naar arbeid aan het begin van de coronacrisis, die een deel van de technologische ontwikkeling versneld heeft.⁵ We zien bijvoorbeeld een hoge vraag naar *e-commerce*-medewerkers en personen die zich bezig houden met *digital content*, maar ook naar creatieve beroepen en naar persoonlijke begeleiding, naast de hoge vraag naar personeel in het onderwijs en de zorg. We kunnen dit mechanisme vangen door het model van Acemoglu en Restrepo (2019a) uit te breiden naar een model met verschillende sectoren waarvan de samenstelling (onder andere) door technologische ontwikkeling kan veranderen.⁶ Daarbij houden we dan rekening met een verschuiving van de vraag naar arbeid tussen sectoren, en mogelijke samenstellingseffecten in het inkomensaandeel van werkenden die gepaard gaan met de schuivende aandelen van sectoren (waarbij het inkomensaandeel van werkenden tussen sectoren kan verschillen, en dus ook het aandeel van de taken in de sector die gedaan worden door arbeid).

In de volgende paragrafen analyseren we hoe deze kanalen in Nederland hebben geleid tot veranderingen in de productiviteit, de beloning van werkenden en het inkomensaandeel van werkenden. Daarbij kijken we eerst naar het gemiddelde over alle sectoren heen. Vervolgens maken we een decompositie van deze veranderingen binnen en tussen sectoren.

3 Gemiddelde beloning werkenden volgt gemiddelde productiviteit

Technologische verandering heeft geleid tot een forse toename in de gemiddelde materiële welvaart. De ontwikkeling en adoptie van nieuwe technologieën, zoals de computer, robots, het internet en kunstmatige

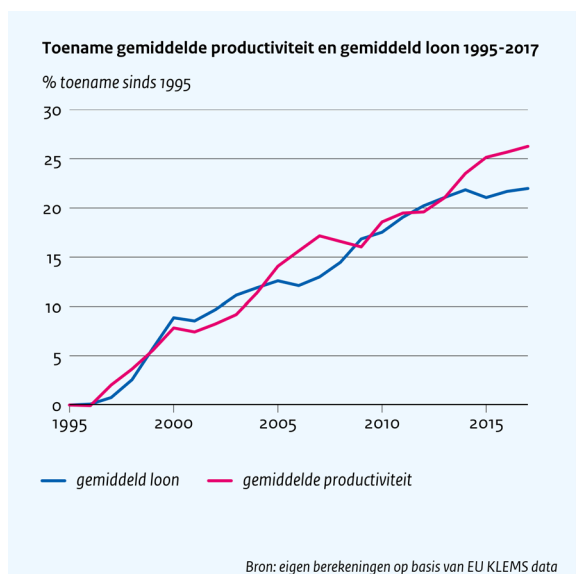
⁴ Daarnaast spelen bijvoorbeeld ook demografische veranderingen en veranderingen in voorkeuren een rol, zie Autor e.a. (2022) voor een empirische analyse van verschillende bronnen van nieuwe banen en taken.

⁵ Met dank aan Sein O Muineachain en het team van Economic Graph van LinkedIn voor de analyse van de data.

⁶ De technische details van deze analyse zijn beschikbaar op verzoek.

intelligentie, zorgden voor een flinke groei van de productiviteit. Dit heeft vervolgens het bruto binnenlands product per hoofd van de bevolking sterk doen toenemen, tevens ontstond meer werkgelegenheid en een hoger arbeidsinkomen (Solow 1956, Acemoglu en Restrepo 2019a). Ook de afgelopen decennia heeft technologische vooruitgang in Nederland geleid tot een forse toename van de gemiddelde materiële welvaart, zie figuur 3.1. Gemiddeld genomen is in Nederland de toename in de beloning van werkenden vrijwel gelijk aan de toename in de gemiddelde productiviteit. Het inkomensaandeel van werkenden is daarmee relatief constant.⁷

Figuur 3.1 Toename gemiddelde beloning werkenden volgt toename gemiddelde productiviteit



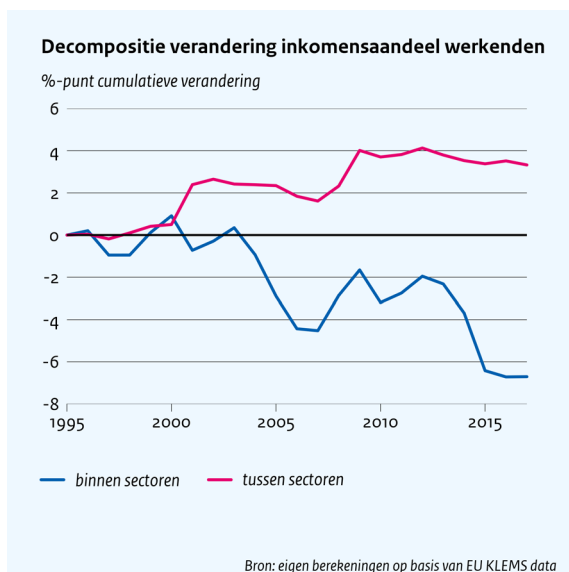
4 Automatisering en ontstaan van nieuwe taken nagenoeg in balans

Gemiddeld genomen is het inkomensaandeel van werkenden dan wel relatief constant, maar dit is het saldo-effect van een effect binnen sectoren en een effect tussen sectoren dat tegen elkaar inwerkt.

Gemiddeld volgt de beloning van werkenden de gemiddelde toename in de productiviteit, het inkomensaandeel van arbeid is dan relatief constant. Dit is echter het saldo-effect van twee tegengestelde ontwikkelingen. We kunnen de verandering in het inkomensaandeel (bij benadering) splitsen in: 1) een verandering in het inkomensaandeel binnen sectoren, gegeven de omvang van de sectoren in de totale productie in het basisjaar, en 2) een verandering in het inkomensaandeel tussen sectoren als gevolg van de veranderingen in de omvang van sectoren in de totale productie, gegeven het inkomensaandeel binnen sectoren in het basisjaar (en een interactieterm, beperkt in omvang). Figuur 4.1 geeft het resultaat van deze analyse. Daarbij zien we dat het inkomensaandeel van werkenden binnen sectoren is afgenomen over de periode 1995-2017 (de blauwe lijn). Op macroniveau wordt dit effect echter (grotendeels) gemaskeerd door een toename in het aandeel van sectoren met een relatief hoog inkomensaandeel van werkenden in de totale productie (de rode lijn).

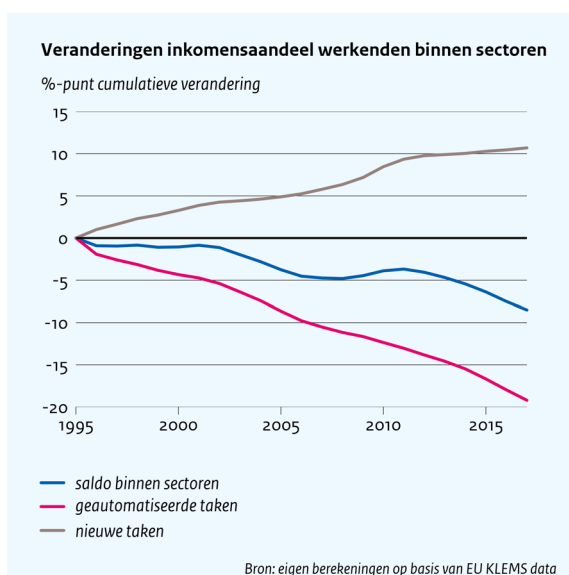
⁷ We analyseren daarbij data van midden jaren 90 van de vorige eeuw tot eind jaren 10 van de huidige eeuw. Tijdens de coronacrisis en de recente energiecrisis zijn er grote wijzigingen geweest in het inkomensaandeel van werkenden, maar het is daarbij moeilijk om tijdelijke en permanente ontwikkelingen uit elkaar te halen.

Figuur 4.1 Ontwikkeling inkomensaandeel werkenden binnen en tussen sectoren



De daling in het inkomensaandeel van werkenden binnen sectoren is consistent met voortschrijdende automatisering. De ontwikkeling in het inkomensaandeel is het saldo van het negatieve effect van automatisering op de vraag naar arbeid en het positieve effect van de creatie van nieuwe taken op de vraag naar arbeid. Beide zijn weergegeven in figuur 4.2, waarbij het saldo (bij benadering) het effect binnen sectoren is. In Nederland lijkt automatisering de overhand te hebben binnen sectoren (zie ook Kerkemeros en Tyros 2021). Over de periode 1995-2017 is ongeveer één op de vijf taken van werkenden binnen sectoren geautomatiseerd. Daar staat tegenover dat er nieuwe taken voor werkenden binnen sectoren bij zijn gekomen over dezelfde periode (ruim één op de tien). Per saldo is het inkomensaandeel van arbeid binnen sectoren echter afgenomen. De omvang van de automatisering en het ontstaan van nieuwe taken binnen sectoren, en daarmee ook het saldo-effect, is vergelijkbaar met de Verenigde Staten (Acemoglu en Restrepo 2019a, Figure 5). Een nadere analyse leert dat vooral in de bouw, de detailhandel, de horeca en de financiële dienstverlening de automatisering groter is dan de creatie van nieuwe taken voor werkenden.

Figuur 4.2 Binnen sectoren domineert automatisering van taken het ontstaan van nieuwe taken voor werkenden



Tegelijkertijd nemen de uitgaven aan sectoren met een relatief hoog inkomensaandeel van werkenden toe. Met name de uitgaven aan ‘arbeidsintensieve’ sectoren, waar het inkomensaandeel van werkenden in de productie relatief hoog is, en daarmee het aandeel taken dat wordt verricht door arbeid, zijn gestegen. Door dit kanaal is het aandeel taken dat door arbeid wordt verricht (enigszins) toegenomen. Voorbeelden daarvan zijn het onderwijs, de zorg en de zakelijke dienstverlening.

Op macro niveau is het inkomensaandeel van werkenden daarom relatief stabiel, en daarmee ook het saldo van taken voor werkenden, maar tegelijkertijd is de productiviteitsgroei relatief laag. Binnen sectoren neemt het inkomensaandeel van werkenden doorgaans af, maar tegelijkertijd neemt het aandeel van sectoren met een relatief hoog inkomensaandeel in de economie toe. Per saldo is er maar een beperkte verandering in het inkomensaandeel van werkenden over alle sectoren heen, en dus het aandeel taken dat door arbeid wordt verricht, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de VS, waar het inkomensaandeel sinds medio jaren 90 van de vorige eeuw trendmatig lijkt te dalen (Acemoglu en Restrepo 2019a). Daar zit voor Nederland echter ook een andere kant aan. Vooral in sectoren met een relatief lage arbeidsintensiteit, zoals de elektriciteits- en gasector, elektronica en de financiële dienstverlening, is de productiviteit sterk gegroeid. Dit zijn sectoren waar veel nieuwe technologie is toegepast in de afgelopen twintig jaar, denk bijvoorbeeld aan automatisering bij banken en verzekeraars, waardoor er een flinke productiviteitsprong is gemaakt ten opzichte van het gemiddelde in de economie. In sectoren met een relatief hoge arbeidsintensiteit is de productiviteitsgroei juist relatief laag geweest (zoals bijvoorbeeld in de zorg). Omdat arbeidsintensieve sectoren in Nederland relatief groot zijn en omdat met name deze sectoren in omvang zijn toegenomen, is de productiviteitsgroei in Nederland relatief laag geweest.⁸

5 De vraag naar routinematige vaardigheden neemt af

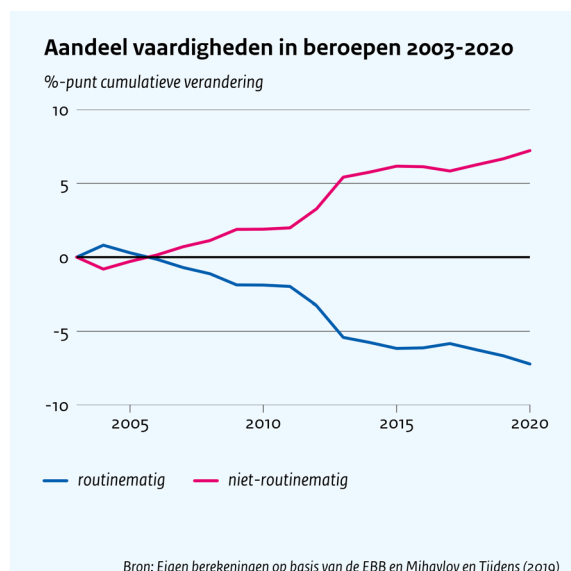
Het aandeel routinematige vaardigheden in beroepen neemt af, het aandeel niet-routinematige vaardigheden neemt toe. De taken van beroepen van werkenden zijn onder te verdelen in routinematige taken en niet-routinematige taken. Op basis van de *International Standard Classification of Occupations 2008* hebben Mihaylov en Tijdens (2019) per beroep het aandeel bepaald van routinematige en niet-routinematige taken voor de beroepen opgenomen in de Enquête Beroepsbevolking (EBB). Routinematige taken zijn daarbij gedefinieerd als taken die ook door een computergestuurde technologie gedaan kunnen worden. Passen we deze indeling toe op de microdata van de EBB voor de jaren 2003-2020 dan vinden we dat in deze periode het aandeel routinematige taken met 7,2%-punt is afgenomen en het aandeel niet-routinematige taken met 7,2%-punt is toegenomen, zie figuur 5.1.

Binnen de routinematige vaardigheden is vooral het aandeel cognitieve vaardigheden afgenomen, binnen de niet-routinematige vaardigheden is vooral het aandeel analytische vaardigheden toegenomen. In navolging van Autor e.a. (2003) splitsen Mihaylov en Tijdens (2019) de vaardigheden verder op in vijf typen: 1) routinematig cognitief (bijvoorbeeld een boekhouder), 2) routinematig handmatig (bijvoorbeeld een fabrieksmedewerker), 3) niet-routinematig interactief (bijvoorbeeld een manager), 4) niet-routinematig analytisch (bijvoorbeeld een onderzoeker) en 5) niet-routinematig handmatig (bijvoorbeeld persoonlijke dienstverlening). Over de periode 2003-2020 is de afname in routinematig cognitieve

⁸ Deze ontwikkeling is gerelateerd aan het Baumol-effect, waarbij het aandeel van de uitgaven aan sectoren met een lage productiviteitsgroei toeneemt, omdat de beloning van arbeid en daarmee de productiekosten in deze sectoren meestijgen met de beloning van arbeid in sectoren met een hoge productiviteitsgroei (Baumol 1967).

vaardigheden het grootst (-4,1%), gevolgd door routinematig handmatige vaardigheden (-3,1%). Over dezelfde periode is de toename in niet-routinematige analytische vaardigheden het grootst (+4,8%), gevolgd door niet-routinematige interactieve vaardigheden (+3,7%). Het aandeel niet-routinematige handmatige vaardigheden verandert weinig over deze periode, maar is in het coronajaar 2020 wel ruim een procentpunt lager (-1,3%) dan in de andere jaren.

Figuur 5.1 Aandeel routinematige vaardigheden binnen beroepen neemt af



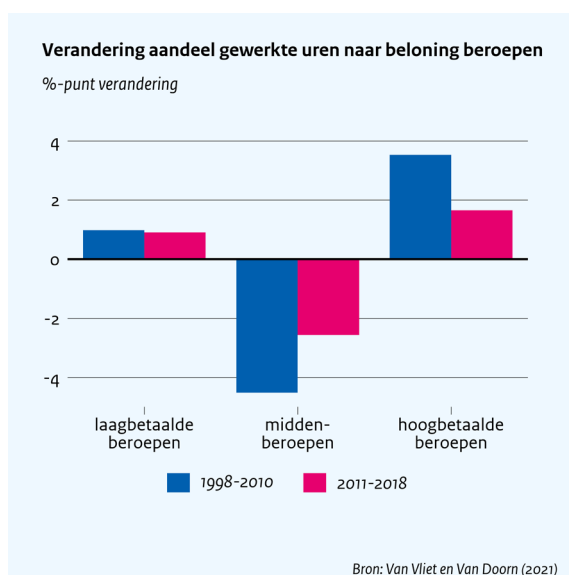
6 Vooral het middensegment komt in de gevarenzone

De afname in de vraag naar routinematige vaardigheden treft vooral de middengroepen op de arbeidsmarkt. In het midden van de verdeling van arbeidsinkomen bevinden zich relatief veel beroepen met een relatief hoog aandeel routinematige vaardigheden, zoals boekhouder en logistiek medewerker. Met name deze beroepen en de onderliggende taken zijn in het verleden geautomatiseerd, waardoor de vraag naar werkenden in het middensegment is afgenomen, zowel in het buitenland (zie Goos e.a. 2009, 2014) als in Nederland (zie Van den Berge en Ter Weel 2015 en Van Vliet en Van Doorn 2021).⁹ Figuur 6.1 geeft recente cijfers over deze ontwikkeling in Nederland uit Van Vliet en Van Doorn (2021).¹⁰ Zowel in de periode 1998-2010 als in de periode 2011-2018 is het aandeel van de zogeheten ‘middenberoepen’ (zie Van Vliet en Van Doorn 2021 voor de indeling van beroepen in groepen) in het totaal aantal gewerkte uren gedaald. De daling lijkt daarbij in absolute waarde wel wat afgenomen in de (ook wat kortere) periode 2011-2018 (-4,5%-punt in 1998-2010 en -2,6%-punt in 2011-2018). Het is niet direct duidelijk waardoor dit komt (Van Vliet en Van Doorn 2021), mogelijk is de automatisering in de latere periode minder geconcentreerd bij het middensegment.

⁹ Een nuancering daarbij is dat internationaal gezien de zogenaamde ‘polarisatie’ in Nederland relatief klein is, zie Van den Berge en Ter Weel (2015) en Van Vliet en Van Doorn (2021).

¹⁰ We zijn Lars van Doorn en Olaf van Vliet dankbaar voor het beschikbaar stellen van de data in de figuur.

Figuur 6.1 Technologische verandering leidt tot polarisatie op de arbeidsmarkt



De toename in de vraag naar niet-routinematige vaardigheden vindt vooral plaats bij relatief hoogbetaalde beroepen én bij relatief laagbetaalde beroepen. Boven in de verdeling van arbeidsinkomen bevinden zich relatief veel beroepen waarvoor niet-routinematige vaardigheden belangrijk zijn, zoals onderzoek en management. Voor deze beroepen ontstaan er juist nieuwe taken en mogelijkheden door nieuwe technologie, en neemt de vraag naar deze beroepen toe. Ook onder in de verdeling van arbeidsinkomen zitten relatief veel beroepen waarnaar de vraag toeneemt. Indirect is dit ook het gevolg van technologische verandering, door de toename in de welvaart neemt de vraag naar persoonlijke dienstverlening toe, zoals pedagogisch medewerker in de kinderopvang en personal trainer.

7 Beleid inrichten op samenwerking tussen technologie en werkenden

Op verschillende beleidsterreinen liggen er mogelijkheden om de samenwerking tussen technologie en werkenden te verbeteren. Zoals betoogd door David Autor tijdens de CPB Lecture 2021 (Autor 2021) is technologische verandering niet iets wat ons zomaar overkomt, maar bepalen wij grotendeels zelf onze eigen toekomst, door het stimuleren en sturen van de ontwikkeling van de technologie en de opbouw van kennis bij werkenden (zie ook Van den Berge en Ter Weel 2015 en Ter Weel 2018). Voor een productieve samenwerking tussen ‘mens en machine’ is het enerzijds van belang om vraag en aanbod van vaardigheden op elkaar aan te laten (blijven) sluiten. Anderzijds is het belangrijk om de ontwikkeling en adoptie van ‘arbeidsvriendelijke’ technologie te stimuleren, waarbij de ontwikkeling van nieuwe banen en taken voor werkenden wordt gestimuleerd en excessieve automatisering wordt ontmoedigd (Autor e.a. 2020). Op deze beleidsuitdagingen gaan we hieronder nader in.

In het initieel onderwijs is het belangrijk voldoende aandacht te besteden aan technische en sociale vaardigheden. Technische en sociale vaardigheden zijn complementair aan nieuwe technologie en nieuwe taken. Door het aanbod van deze vaardigheden te vergroten, worden bedrijven geprikkeld om meer te investeren in het ontwikkelen en toepassen van nieuwe taken voor arbeid (Autor e.a. 2003, Europese Commissie 2020). Een tekort aan deze vaardigheden lijkt op verschillende plekken tot *bottlenecks* te leiden,

zoals mogelijk bij de adoptie van kunstmatige intelligentie in Nederland (AINED 2021) en de ontwikkeling van 3D-prints in de VS (Autor e.a. 2020). De opbouw van technische vaardigheden zou in de praktijk de vorm kunnen krijgen van meer financiering voor de zogeheten STEM (*Science, Technology, Engineering en Mathematics*) studies (Goos 2018), waarbij de financiering zorgvuldig moet worden afgewogen tegen de financiering van andere opleidingen. Verder is het van belang om voldoende aandacht te besteden aan de opbouw van sociale vaardigheden, zoals communicatie, samenwerking en omgevingssensitiviteit. Deze vaardigheden zijn nodig voor het uitvoeren van niet-routinematige taken, zijn moeilijk te automatiseren en zijn daarmee ook kansrijk voor de toekomst. Tevens is het belangrijk scholieren en studenten goed te informeren over de toekomstperspectieven van verschillende opleidingen en hen zo nodig bij te sturen in de richting van nieuwe (toekomstgerichte) taken.

Daarnaast is er de noodzaak van leven lang ontwikkelen, dat is vooral een uitdaging voor personen met een laag en middelbaar opleidingsniveau. Omdat technologische ontwikkeling zowel zorgt voor het verdwijnen van bestaande banen als het ontstaan van nieuwe banen, zullen werknemers moeten blijven investeren in hun kennis en vaardigheden (en mobiel moeten blijven). Bij- en omscholing zijn daarbij essentieel om personen te helpen de benodigde nieuwe vaardigheden te leren en door te stromen naar nieuw (beter betaald) werk, of om personen aan nieuwe taken te helpen binnen het bedrijf of de sector (Dauth e.a. 2021; Schmidpeter en Winter-Ebmer 2021).¹¹ Dit lijkt met name relevant voor werkenden met een laag of middelbaar opleidingsniveau (Acemoglu en Restrepo 2019b), zie ook figuur 7.1.¹² Werkgevers hebben vaak maar weinig prikkels om te investeren in deze groep, omdat die zich niet altijd vertalen in meer winst (*hold-up* probleem) en omdat werkgevers werknemers niet willen opleiden voor de concurrent (*poaching externality*). Een gebrek aan voldoende financiële middelen, informatie (bijvoorbeeld op het aanbod en de kwaliteit van verschillende opleidingen), kortzichtigheid en het vangnet van de sociale zekerheid kan er ook bij werkenden toe leiden dat zij de noodzaak voor bij- en omscholing (en mobiliteit) onvoldoende zien (Commissie Regulering van Werk 2020).¹³ Door werknemers meer zeggenschap te geven over hun ontwikkeling (bijvoorbeeld via een persoonlijk ontwikkelbudget) en de kennisinfrastructuur voor leven lang ontwikkelen te verbeteren kunnen werknemers hun kennis en vaardigheden makkelijker *up-to-date* houden (zie ook Ter Weel 2018).

De overheid heeft een rol in het stimuleren van investeringen in nieuwe technologie (Autor e.a. 2020). Nieuwe technologie is vaak een drijvende kracht achter nieuwe banen en taken voor werkenden (Autor e.a. 2022), en daarmee achter de vraag naar arbeid en de loongroei. Kennisspillovers naar andere (en toekomstige) bedrijven en lange doorlooptijden kunnen leiden tot te weinig investeringen in nieuwe technologie door de markt. Overheidsinvesteringen zijn daarnaast vaak complementair aan investeringen in de markt. Wanneer de overheid te weinig investeert, kan dat leiden tot onderinvestering door de markt. In Nederland investeert de overheid generiek in onderzoek via bijvoorbeeld universiteiten (wat ook spillovers kan hebben naar de markt, zoals via startups). Via het Nationaal Groeifonds investeert de overheid ook direct in de (verdere) ontwikkeling van bepaalde technologieën¹⁴, zoals kunstmatige intelligentie en quantumtechnologie. Tegelijkertijd blijven er risico's van onderinvestering in de ontwikkeling van nieuwe technologie in Nederland, omdat er in Nederland minder wordt geïnvesteerd in research & development dan gemiddeld in de OESO (OESO 2022).

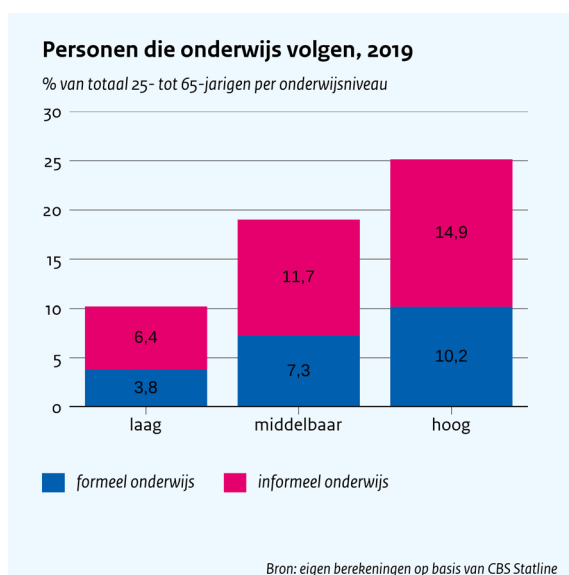
¹¹ Dauth e.a. (2021) vinden bijvoorbeeld dat bedrijfsspecifiek bijscholingsprogramma's in Duitsland effectief zijn in het ondervangen van de gevolgen van de introductie van industriële robots.

¹² Daarnaast is er natuurlijk veel opbouw van kennis en vaardigheden door het leren via het werk zelf (*on-the-job learning*).

¹³ Juist door automatisering bedreigde werknemers investeren relatief weinig in nieuwe kennis en vaardigheden (Koster en Bos 2018).

¹⁴ Daarbij bestaat ook het risico van overheidsfalen, en blijft een zorgvuldige onafhankelijke toetsing van belang.

Figuur 7.1 Lager opgeleide personen volgen tijdens het werkzame leven minder vaak formeel en informeel onderwijs



De overheid moet daarnaast waken voor excessieve automatisering, bijvoorbeeld via versturende fiscale prikkels (Acemoglu en Restrepo 2020b). Bij excessieve automatisering worden te veel banen en taken van werkenden vervangen door machines, robots en software. In een analyse voor de VS laten Acemoglu e.a. (2020) kwantitatief zien dat het belastingstelsel in de VS, via subsidies op kapitaal en belastingen op arbeid, waarschijnlijk leidt tot meer automatisering dan sociaal wenselijk is. Het verlagen van de lasten op arbeid (inclusief de sociale premies) en het verhogen van de lasten op kapitaal kan dan helpen om excessieve automatisering te voorkomen (zie ook Ter Weel 2018). Een vergelijkbare analyse voor Nederland ontbreekt vooralsnog, maar gegeven de relatief hoge lasten op arbeid in Nederland ten opzichte van kapitaal (Europese Commissie 2021) is dit een extra reden om nog eens kritisch te kijken naar de relatieve belasting op arbeid en kapitaal (zie ook Cnossen en Jacobs 2019).

Referenties

Acemoglu, D. en P. Restrepo, 2019a, Automation and news tasks: How technology displaces and reinstates labor, *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), pp. 3-30.

Acemoglu, D. en P. Restrepo, 2019b, Artificial intelligence, automation and work, in : Agrawal, A., Gans, J. en A. Goldfarb, red., *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, University of Chicago Press, Chicago, pp. 197-236.

Acemoglu, D. en P. Restrepo, 2020a, Robots and jobs: Evidence from US local labor markets, *Journal of Political Economy*, 128(6), pp. 2188-2244.

Acemoglu, D. en P. Restrepo, 2020b, The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 13(1), pp. 25-35.

Acemoglu, D., A. Manera en P. Restrepo, 2020, Does the US tax code favor automation?, *Brookings Papers on Economic Activity*, Spring 2020, pp. 231-285.

AINED, 2021, Artificiële intelligentie: Nederland aan de slag met AI voor welvaart en welzijn, AINED. [\[link\]](#)

- Autor, D., 2021, CPB Lecture 2021: Shaping the future of work, CPB, Den Haag. [\[link\]](#)
- Autor, D., D. Mindell en E. Reynolds, 2020, The work of the future: Building better jobs in an age of intelligent machines, MIT, Cambridge. [\[link\]](#)
- Autor, D., C. Chin, A. Salomons en B. Seegmiller, 2022, New frontiers: The origins and content of new work, 1940-2018, NBER Working paper 30389, Cambridge. [\[link\]](#)
- Autor, D., F. Levy en R. Murnane, 2003, The skill content of recent technological change: An empirical exploration, *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), pp. 1279-1333.
- Baumol, W., 1967, Macroeconomics of unbalanced growth: The anatomy of urban crisis, *American Economic Review*, 57(3), pp. 415-426.
- Berge, W. van den en B. ter Weel, 2015, Baanpolarisatie in Nederland, CPB Policy Brief 2015/13, Den Haag. [\[link\]](#)
- Bessen, J., M. Goos, A. Salomons en W. van den Berge, 2022, What happens to workers at firms that automate, *Review of Economics and Statistics*, te verschijnen.
- Commissie Regulering van Werk, 2020, In wat voor land willen wij werken?, Ministerie van Sociale zaken en Werkgelegenheid, Den Haag. [\[link\]](#)
- Cnossen, S. en B. Jacobs, red., *Ontwerp voor een beter belastingstelsel*, ESB, Amsterdam. [\[link\]](#)
- Dauth, W., S. Findeisen, J. Südekum en N. Woesner, 2021, The adjustment of labor markets to robots, *Journal of the European Economic Association*, 19(6), pp. 3104-3153.
- Europese Commissie, 2020, Digital economy and society index, Europese Commissie, Brussel. [\[link\]](#)
- Europese Commissie, 2021, Implicit tax rates 2007-2019, Europese Commissie, Brussel.
- Gennip, K. van, 2022, Aanpak arbeidsmarktkrapte, kamerbrief d.d. 24 juni 2022, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Den Haag. [\[link\]](#)
- Goos, M., 2018, The impact of technological progress on labour markets: Policy challenges, *Oxford Review of Economic Policy*, 34(3), pp. 362-375.
- Goos, M., A. Manning en A. Salomons, 2009, Job polarization in Europe, *American Economic Review Papers & Proceedings*, 99(2), pp. 58-63.
- Goos, M., A. Manning en A. Salomons, 2014, Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring, *American Economic Review*, 104(8), p. 2509-2526.
- Grossman, G. en E. Oberfield, 2022, The elusive explanation for the declining labor share, *Annual Review of Economics*, 14, pp. 93-124.
- Kerkemeros, Y. en S. Tyros, 2021, Omarm automatisering, maar zorg dat werkenden hiervan profiteren, *Economisch Statistische Berichten*, 106(4797), pp. 222-225.

Koster, S. en L. Bos, 2018, Door automatisering bedreigde werknemers investeren weinig in carrière, *Economisch Statistische Berichten*, 103(4762), pp. 282-284.

Mihaylov, E. en K. Tijdens, 2019, Measuring the routine and non-routine task content of 427 four-digit ISCO-08 occupations, Tinbergen Institute Discussion Paper 2019-035/V, Amsterdam. [\[link\]](#)

OESO, 2022, OECD Main science and technology indicators, OESO, Parijs. [\[link\]](#)

Romer, P., 1986, Increasing returns and long-run growth, *Journal of Political Economy*, 94(5), pp. 1002-1037.

Schmidpeter, B. en R. Winter-Ebmer, 2021, Automation, unemployment and the role of labor market training, *European Economic Review*, 137.

Solow, R., 1956, A contribution to the theory of economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), pp. 65-94.

Vliet, O. van en L. van Doorn, 2021, Baanpolarisatie en flexibilisering op de Europese arbeidsmarkt: Beleidsimplicaties voor Nederland, in: Hirsch Ballin, E., Jaspers, A., Knottnerus, J. en H. Vinke, red., *De Toekomst van de Sociale Zekerheid: De Menselijke Maat in een Solidaire Samenleving*, Boom, Den Haag, pp. 287-304.