

NUMMER 20, 7 april 2025

**GENTSE
ECONOMISCHE
INZICHTEN**



**UNIVERSITEIT
GENT**

AUTOMATISERING IN TIJDEN VAN VERGRIJZING: VLOEK OF ZEGEN?

Freddy Heylen en Arthur Jacobs
Vakgroep Economie, Universiteit Gent



**FACULTEIT ECONOMIE
EN BEDRIJFSKUNDE**

KERNINZICHTEN

- De vergrijzing zet extra neerwaartse druk op de al lage economische groei. Dat mensen langer werken, meer menselijk kapitaal opbouwen, en meer sparen in reactie op de toenemende levensverwachting, compenseert de demografische tegenwind slechts gedeeltelijk.
- Gezaghebbende economen menen dat automatisering, gestimuleerd door arbeidskrapte en een lage rente, de negatieve groeieffecten van vergrijzing wel kan neutraliseren. Ons onderzoek, toegepast op België, toont duidelijke positieve effecten van automatisering, maar het negatieve demografische effect wordt niet volledig weggewerkt.
- Automatisering heeft ook merkbare nadelen. De ongelijkheid neemt toe. Het arbeidsaandeel in het nationaal inkomen daalt sterk, terwijl inkomens uit kapitaal en vermogen winnen. Daarnaast kan de loonkloof tussen hoog- en kortgeschoolde werknemers verder groeien.
- Ook budgettair zijn er negatieve gevolgen. Omdat arbeid zwaarder belast wordt dan kapitaal en vermogen, leidt een verschuiving van inkomen van arbeid naar kapitaal tot een aanzienlijk inkomstenverlies voor de overheid.
- Optimaal beleid t.o.v. automatisering vraagt dan ook een gelijke belasting van inkomens uit arbeid en kapitaal, een hogere progressiviteit in de belastingvoeten, en verhoogde inspanningen voor vorming en herscholing, zodat werknemers die hun baan verliezen bij automatisering elders productief ingezet worden.
- Het kan ook beter, door focus op technologieën en machines die complementair zijn aan arbeid, d.w.z. mensen efficiënter laten werken of zinvolle nieuwe taken creëren. Dan stijgen de arbeidsproductiviteit en het bbp per capita zonder extra ongelijkheid en budgettaire problemen. Vorming is ook dan cruciaal, vooral in digitale vaardigheden en beheersing van AI-tools.

INLEIDING: DEMOGRAFISCHE VERANDERING EN LANGDURIGE STAGNATIE

In zowat alle geavanceerde economieën is de economische groei per capita de voorbije decennia substantieel gedaald. Tabel 1 toont de cijfers voor België. We zien links in de tabel een daling van gemiddeld bijna 2,7% per jaar in 1970-89 naar gemiddeld minder dan 1% de voorbije 15 jaar. Sommige economen vrezen dat de situatie van zwakke economische groei nog zeer lang zou kunnen duren. Ze onderschrijven de theorie van *secular stagnation* (langdurige stagnatie). Naast de terugval in de groeivoet van de arbeidsproductiviteit, wordt demografische verandering hierbij steevast als voornaamste oorzaak genoemd.

De eenvoudige opsplitsing van het bbp per capita in drie factoren in onderstaande vergelijking maakt de demografische 'rem' op het inkomen per hoofd meteen duidelijk, en geeft ook aan via welke kanalen die gecompenseerd kan worden.

$$\frac{\text{bbp}}{\text{totale bevolking}} = \frac{\text{bbp}}{\text{arbeidsinzet in uren}} \cdot \frac{\text{arbeidsinzet in uren}}{\text{bevolking op actieve leeftijd}} \cdot \frac{\text{bevolking op actieve leeftijd}}{\text{totale bevolking}} \quad (1)$$

Het bbp (of inkomen) per capita laat zich schrijven als het product van de arbeidsproductiviteit (het bbp per gewerkt uur), het gemiddeld aantal gewerkte uren per persoon op beroepsactieve leeftijd, en het aandeel van de personen op beroepsactieve leeftijd in de totale bevolking. De arbeidsinzet in uren kan toenemen wanneer meer mensen aan het werk gaan (of blijven) en wanneer wie al werkt meer uren presteert. Na het nemen van groeivoeten volgt dan een vergelijking voor de economische groei per capita:

$$\text{economische groei per capita} = \text{groei arbeidsproductiviteit} + \text{groei gewerkte uren per persoon op actieve leeftijd} + (\text{groei bevolking op actieve leeftijd} - \text{totale bevolkingsgroei}) \quad (2)$$

De eerder genoemde Tabel 1 illustreert de realiteit achter deze vergelijking. De economische groei per capita wordt bepaald door de evolutie van de arbeidsproductiviteit, de totale arbeidsinzet in uren, en de demografie. In de tabel is de bevolking op actieve leeftijd bepaald als de groep van 20 tot en met 64 jaar. De mogelijke oorzaken van langdurige stagnatie zullen zich dan ook via een of meer van die drie componenten doen gelden. Is de laatste component van vergelijking (2) positief, dan spreken we van een demografisch dividend; is die negatief dan is er demografische tegenwind.

Demografische verandering: van dividend naar tegenwind

Zoals te zien in de rechterkolom van Tabel 1, genoot België in de jaren '70 en '80 nog van een demografisch dividend van gemiddeld 0,41%-punt per jaar. De babyboomgeneratie kwam op de arbeidsmarkt; elk jaar steeg de fractie personen op actieve leeftijd binnen de totale bevolking.

Ieder jaar waren er meer mensen die inkomen konden creëren dat gedeeld moest worden met in verhouding steeds minder afhankelijke personen. Voor het inkomen per capita was dit goed nieuws. Geleidelijk verdween evenwel dit gunstig effect. Meer nog, in de periode 2010 – 2024 was er een uitgesproken negatieve impact van -0,27%-punt per jaar. Voor de komende 15 jaar verwacht de Europese Commissie een vergelijkbare demografische tegenwind (-0,23%-punt)¹. Daarna verzwakt het negatieve effect van de demografie

¹ De OESO (Demography Database) en het Federaal Planbureau zijn nog iets negatiever. Voor 2025-39 verwachten

zij een demografisch effect op de economische groei per capita van respectievelijk -0,33%-punt en -0,29%-punt.

Tabel 1: Economische groei per capita (België, 1970-2070, gemiddelde jaarlijkse groei, in %).

	bbp per capita	arbeidsproductiviteit	gewerkte uren per persoon op actieve leeftijd	bevolking op actieve leeftijd / totale bevolking
1970-89	2,69	3,47	-1,13	0,41
1990-09	1,57	1,43	0,19	-0,03
2010-24	0,96	0,52	0,72	-0,27
2025-39	0,97	0,81	0,38	-0,23
2040-70	1,22	1,35	0,03	-0,17

Bronnen: Voor de eerste drie datakolommen: Penn World Table 10.01 (data tot 1995), OECD Productivity Database (data voor 1996-2022) en Europese Commissie (2024, Ageing Report, data vanaf 2023). Voor de meest rechtse kolom: OECD Demography Database (voor data tot 2024) en Europese Commissie (2024, Ageing Report, voor data vanaf 2025).

op de economische groei per capita, maar het blijft wel tot minstens 2070 bestaan. De geleidelijke pensionering van de babyboom-generatie, de intussen gedaalde fertiliteit, en de toenemende levensverwachting doen de fractie van mensen op actieve leeftijd binnen de totale bevolking trendmatig dalen. In verhouding zijn er nu steeds minder mensen die inkomen (kunnen) creëren dat gedeeld moet worden met meer afhankelijke personen. Onvermijdelijk is er een negatieve impact op het inkomen per capita.

Zeker in een omgeving waarin de groei van het bbp per capita niet eens 1% bedraagt, en zich tegelijk grote maatschappelijke noden manifesteren die veel middelen opeisen (klimaat, infrastructuur, wachtlijsten in de zorg, defensie ...), vormt een demografische tegenwind van ongeveer 0,25%-punt een aanzienlijk probleem. Zelfs het 'simpele' behoud van de levensstandaard wordt dan voor een gemiddeld gezin moeilijk, en strijd om koopkracht ligt voor de hand. De overheid heeft in die omstandigheden ook minder ruimte om soelaas te bieden. De lagere economische groei vermindert haar belastingontvangsten, terwijl de vergrijzing tot bijkomende pensioen- en zorguitgaven leidt (cfr. de zogenaamde 'vergrijzingsfactuur').

Demografische verandering: gedragseffecten

De demografische tegenwind zal de komende decennia niet verdwijnen. Blijft ook de stagnatie? Niet noodzakelijk. Het negatieve effect van de

demografie op de economische groei per capita is niet allesbepalend. Mensen kunnen hun spaargedrag, hun arbeidsaanbod en hun investering in scholing aanpassen wanneer ze langer leven (en toekomstige pensioenen onzeker zijn). Bedrijven kunnen hun investeringen in vast kapitaal en R&D wijzigen. Al die gedragsveranderingen zullen zich ook in vergelijking (2) manifesteren, ofwel direct in de groei van het aantal gewerkte uren per persoon op actieve leeftijd, ofwel indirect (via de investeringen) in de groei van de arbeidsproductiviteit. Soms is het effect gunstig, soms evenwel ongunstig. Verder weten we dat al die gedragsveranderingen elkaar kunnen versterken.

Ongunstige gedragseffecten

- (i) Een daling van de inzetbare hoeveelheid arbeid maakt dat bedrijven over minder werknemers beschikken om het beste uit hun machines te halen. De rendabiliteit van vast kapitaal zal dalen. Bedrijven zullen dan minder investeren, wat in vergelijking (2) ongunstig is voor de groeivoet van de arbeidsproductiviteit.
- (ii) Een oudere werkende bevolking zou minder innovatief zijn en/of zich op de werkvloer minder snel nieuwe ideeën en technologieën eigen maken. De ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit zou ook daardoor vertragen.

Gunstige gedragseffecten

- (iii) Mensen die verwachten langer te leven, zullen ook langer in hun consumptie moeten voor-

zien. Dat vereist meer en langer werken. In vergelijking (2) is er meteen een rechtstreeks gunstig effect via het aantal gewerkte uren per persoon op actieve leeftijd.

- (iv) Voor wie langer werkt, is het ook rendabeler om meer menselijk kapitaal op te bouwen via studie of bijkomende opleiding, want het menselijk kapitaal kan dan langer ingezet worden. Extra opleiding kan ook gewoon nodig zijn. Dat effect is opnieuw gunstig voor de arbeidsproductiviteit. In de omgekeerde richting is geweten dat hoger opgeleiden spontaan meer en langer werken. Beide effecten versterken elkaar dus.
- (v) De verruiming van het aantal gewerkte uren, en het verhoogde opleidingsniveau van werknemers, zijn beide gunstig voor de rendabiliteit van vast kapitaal. Dat kan de eerder vermelde terugval in de investeringen (gedeeltelijk) neutraliseren.
- (vi) Wie verwacht langer te leven, zal meer sparen gedurende de loopbaan. Als velen dat doen, zal de rente dalen. Dat is gunstig voor de investeringen in vast kapitaal, menselijk kapitaal en R&D, en daardoor ook voor de arbeidsproductiviteit en de economische groei.

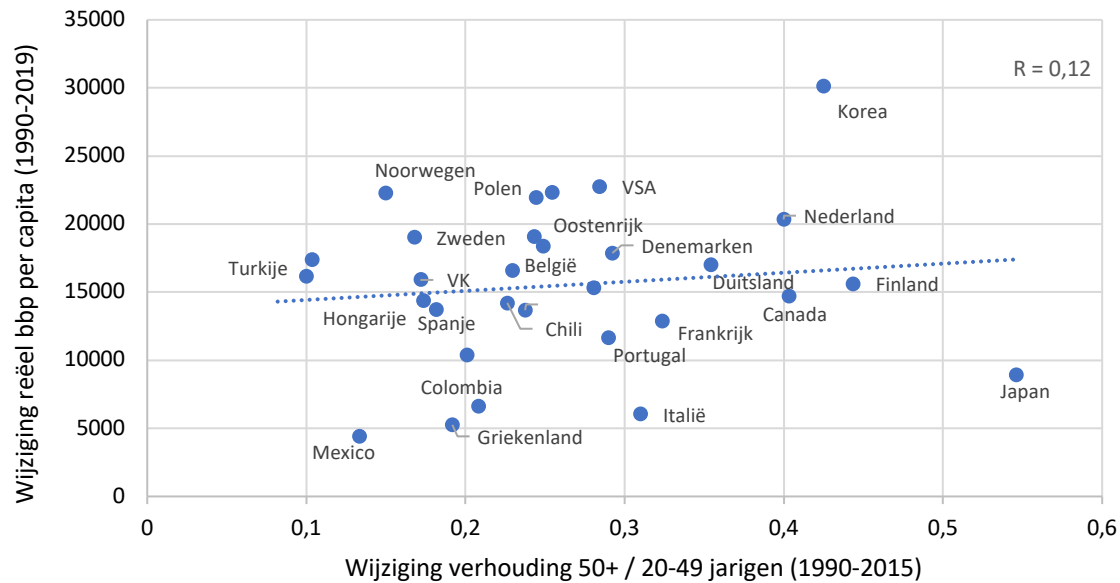
Zijn de gunstige gedragseffecten sterker dan de ongunstige? En compenseert dat dan de tegenwind van de dalende fractie van de bevolking op actieve leeftijd? Een ruime literatuur blijft veeleer pessimistisch (zie Jacobs en Heylen, 2024, voor een overzicht). Devriendt en Heylen (2020) onderzochten dit concreet voor België aan de hand van een kwantitatief macro-economisch algemeen-evenwichtsmodel dat alle boven genoemde gedragseffecten behalve (ii) capteert. Netto waren de gedragseffecten duidelijk positief, maar ze compenseerden niet eens de helft van de demografische tegenwind.

AUTOMATISERING ALS ZEGEN?

Sommige economen gaan evenwel in tegen bovenstaand pessimisme. In het bijzonder Acemoglu en Restrepo (2017) wijzen erop dat bestaande modellen en analyses een cruciale factor onderschatten of negeren, met name automatisering. In hun visie zou de demografische verandering de incentives tot automatisering, en de gunstige effecten daarvan op de arbeidsproductiviteit, zodanig versterken dat er mogelijk geen negatief effect op de economische groei per capita meer overblijft. Figuur 1, een geactualiseerde variant van een figuur van Acemoglu en Restrepo, kan inspireren. Voor 30 OESO-landen relateert ze de verandering in het reëel bbp per capita tussen 1990 en 2019 (in dollar) op de verticale as aan een indicator voor de vergrijzing van de bevolking op de horizontale as. Meer bepaald toont die indicator de toename tussen 1990 en 2015 van de verhouding van het aantal 50-plussers in de bevolking tot het aantal 20-49-jarigen. Tegen het boven beschreven pessimisme in, zien we geen negatieve relatie. Acemoglu en Restrepo tonen vervolgens aan dat de snelst vergrijzende landen ook het aantal robots per werknemer het meest zagen toenemen. Automatisering dus.

In eigen onderzoek (Jacobs & Heylen, 2024) modelleren we automatisering en haar effecten in een kwantitatief macro-economisch model. Dat model incorporeert ook de andere bovengenoemde effecten van demografische verandering (i) en (iii)-(vi). In de volgende secties gaan we kort in op dat model, zijn empirische validiteit en een aantal simulatieresultaten voor België. Voor we dat doen, geven we evenwel nog een aantal eenvoudig gehouden antwoorden op enkele basisvragen. Wat verstaan we onder automatisering, en welke vorm staat centraal in ons

Figuur 1: Vergrijzing en verloop van het reëel bbp per capita sinds 1990 in 30 OESO-landen



Bronnen: IMF, World Economic Outlook, April 2024 (bbp per capita); World Bank, Population Estimates and Projections, Juli 2024.

Noot: Wanneer we op de verticale as de groei van het bbp per capita beschouwen, wordt de correlatie R quasi nul.

onderzoek? Hoe beïnvloedt demografische verandering (incentives tot) automatisering? Wat zijn de voor- en nadelen van (door demografische verandering uitgelokte) automatisering? Lezers die meer formele diepgang wensen ten aanzien van de laatste twee vragen, verwijzen we naar Box 1.

Automatisering

Onder automatisering verstaan we dat taken die nodig zijn in de productie van goederen en diensten niet langer door mensen maar door (automatiserings)kapitaal worden uitgevoerd. Dat kapitaal neemt de vorm aan van zelfgestuurde machines en software. Aan de basis ligt technologische innovatie. Die kan zowel quasi-perfecte als imperfecte substituten voor menselijke arbeid genereren. De spin- en weefmachines uit de eerste industriële revolutie, veel recenter de computer voor rekentaken, en robots in bijvoorbeeld autoassemblage en laswerk, vormen voorbeelden van quasi-perfecte substituten. Ze voeren de betreffende taken autonoom, preciezer, sneller en goedkoper uit dan mensen, en hebben die taken volledig overgenomen. Daarnaast zijn er heel wat techno-

logische innovaties die tot automatiseringskapitaal hebben geleid dat hoogstens een imperfect substituit is voor menselijke arbeid: klanten met vragen worden geholpen via een chatbot in plaats van een telefonist, zelfscankassa's nemen het over van kassabedienden, vision systemen komen in de plaats van kwaliteitscontroleurs, enz. Het zijn geen perfecte substituten: de technologische alternatieven voeren niet precies dezelfde taken uit als de mensen die ze vervangen en vereisen een andere organisatie van het takenpakket. Ze hebben het vaak ook moeilijk met complexere vragen of omstandigheden. Vaak blijven werknemers nodig als back-up. Toch kunnen er redenen zijn waarom automatiseringskapitaal geleidelijk overneemt. Dat brengt ons bij niet-technologische drijfveren van automatisering, in de eerste plaats demografische verandering.

Demografische verandering en (incentives tot) automatisering

In ons model veronderstelden we de technologie constant. Automatisering ontstaat er dus alleen omwille van niet-technologische ontwikkelingen,

met name demografische verandering. Die leidt enerzijds tot een gebrek aan arbeidskrachten en duurdere arbeid, en anderzijds tot verhoogd sparen en een lagere rente. Voor de bedrijven wordt het daardoor aantrekkelijker om te investeren in kapitaal dat menselijke arbeid vervangt. Robots nemen de taken van autoassembleurs en lassers over, en chatbot-software komt in de plaats van telefonisten. Box1 toont deze economische logica formeel aan. Door demografie centraal te stellen wordt meteen ook duidelijk waarom automatisering kan samengaan met een krappe arbeidsmarkt met relatief lage werkloosheid.

Voor- en nadelen van (door demografische verandering uitgelokte) automatisering

Box 1 toont de voornaamste implicaties van toenemende automatisering in een gestileerde setting. Hier geven we de intuïtie achter de belangrijkste effecten.

Een duidelijk voordeel is dat de arbeidsproductiviteit en het bbp per capita stijgen door bijkomende automatisering. Intuïtief is dit gemakkelijk te begrijpen. De vergrijzing zorgt voor arbeidsschaarste (openstaande vacatures). Als bedrijven ook kunnen reageren op die krapte door technologische alternatieven in te schakelen (bijv. robots), dan kan de productie op peil blijven. Dezelfde output dus met minder werknemers. Of ook, een hogere output met een gegeven aantal werknemers. Die productiviteitswinst is er trouwens niet enkel door extra automatiseringskapitaal. Ook traditioneel kapitaal vaart wel bij automatisering. Zonder personeel richt je geen nieuwe productielijn op. Maar als technologische alternatieven (automatiseringskapitaal) beschikbaar zijn, wordt dat wel een optie. In een context

van langdurige stagnatie is die productiviteitswinst het goede nieuws (zie ook vergelijking (2)).

De hogere arbeidsproductiviteit komt evenwel niet per se ten goede aan de werknemers. Op twee niveaus neemt de ongelijkheid toe. Ten eerste zet de vervanging van arbeid door automatiseringskapitaal (ondanks de toename in de arbeidsproductiviteit) de lonen onder druk, terwijl de verhoogde vraag naar kapitaal de rente doet stijgen². De toegenomen ingebruikname van robots is dan ook vooral goed nieuws voor vermogensbezitters. Geaggregeerd zal het loonaandeel in het nationaal inkomen dalen, en het kapitaal- en vermogensaandeel stijgen. Ten tweede groeit de ongelijkheid binnen de groep van werknemers. De meest kwetsbaren zijn werknemers die actief zijn in een arbeidsmarktsegment waar veel jobs direct onderhevig zijn aan automatisering. Eerder onderzoek wijst uit dat dit in sterkere mate geldt voor kort- en midden-geschoolden. Zij voeren gemiddeld meer routinematige taken uit, die gemakkelijker door automatiseringskapitaal overgenomen kunnen worden (zie bijvoorbeeld de resultaten van Arntz et al., 2016, en Frey & Osborne, 2017).

Op termijn kan de opkomst van artificiële intelligentie, die een veel sterkere bedreiging vormt voor de niet-routinematige taken van hooggeschoolden dan robotica (Autor, 2024; Bloom et al., 2024), ertoe dwingen deze analyse te herzien. Momenteel schatten we de vervangbaarheid van hooggeschoolden evenwel nog steeds iets beperkter in. De loonkloof tussen kort- en hooggeschoolden dreigt bijgevolg verder toe te nemen onder invloed van automatisering.

² Later in dit Inzicht zal blijken dat deze rentestijging voor de economische groei per capita dan weer minder gunstig is. De

positieve gedragsreacties op vergrijzing, die we eerder beklemtuonden, worden zwakker.

Box 1. Demografische verandering, automatisering en haar effecten

Inleiding

Hier bewijzen we op een meer formele manier drie stellingen. In vergelijking met de modellering in ons onderzoek (Jacobs & Heylen, 2024) houden we het wel relatief eenvoudig. Bijvoorbeeld maken we de veronderstelling dat er slechts één type menselijke arbeid is en dat het aanwezige automatiseringskapitaal hiervoor een perfect substitueert is. De drie stellingen luiden als volgt:

- Demografische verandering, gevat door een daling van de bevolking op actieve leeftijd en een daling van de rente (door verhoogd sparen), werkt automatisering in de hand.
- Automatisering doet de arbeidsproductiviteit en het bbp per capita stijgen, maar het loonniveau en het arbeidsaandeel in het totaal inkomen dalen.
- Het kan ook anders: een uitbreiding van de voorraad traditioneel kapitaal en technologische vooruitgang die werknemers versterkt in plaats van vervangt, leiden ook tot hogere arbeidsproductiviteit en een hoger bbp per capita. Maar in dat geval stijgen de lonen en zijn de gevolgen voor het arbeidsaandeel neutraal.

Productie

Beschouw de volgende productiefunctie met constante schaalopbrengsten, maar afnemende meeropbrengsten in arbeid en kapitaal apart beschouwd.

$$Y = AK^\alpha(L + vP)^{1-\alpha} \quad \text{met: } v > 0, 0 < \alpha < 1 \quad (B1)$$

In deze vergelijking staat L voor de ingezette hoeveelheid menselijke arbeid, K voor de voorraad traditioneel kapitaal en P voor de voorraad automatiseringskapitaal. Verder is A een indicator voor de algemene stand van de technologie die elke productiefactor ten goede komt, en duidt v de relatieve efficiëntie van automatiseringskapitaal versus menselijke arbeid aan.³

Onder traditioneel kapitaal verstaan we machines of voertuigen die door werknemers aangestuurd worden, of gebouwen waarin werknemers actief zijn. Arbeid en traditioneel kapitaal zijn complementair, ze hebben elkaar nodig om tot output te komen. Automatiseringskapitaal omvat bijvoorbeeld robots, zelfscankassa's, 3D printers of algoritmen die de taak van mensen kunnen overnemen. De letter P is niet toevallig gekozen: automatiseringskapitaal is immers ook 'programmeerbare arbeid'. In (B1) zijn beide vormen van arbeid als perfecte substituten gemodelleerd. Ongeacht hoeveel van beide al is ingezet, kan elke eenheid menselijke arbeid perfect vervangen worden door $1/v$ eenheden automatiseringskapitaal zonder enige impact op de output. Als algoritmen, robots, enzovoort efficiënter worden, stijgt v .

Implicaties van demografische verandering en de mogelijkheid van automatisering

In de veronderstelling van perfecte concurrentie, zullen de bedrijven ook nu werknemers (menselijke arbeid) inzetten tot hun marginaal product (= hun opbrengst voor het bedrijf) gelijk is aan de reële loonkost, die we hier w noemen. Wiskundig wordt dat marginaal product bepaald als de eerste afgeleide van de productiefunctie naar L . Algebraïsch is de voorwaarde voor een optimum dan ook:

$$(1 - \alpha)A \left(\frac{K}{L + vP} \right)^\alpha = w \quad (B2)$$

Naast menselijke arbeid zullen de bedrijven ook de beide types kapitaal optimaal inzetten. In het optimum zal hun marginaal product of rendabiliteit gelijk zijn aan de kost van kapitaaluitbreiding, bepaald door de som van de reële rente r en de depreciatievoet δ .

$$v(1 - \alpha)A \left(\frac{K}{L + vP} \right)^\alpha = \alpha A \left(\frac{L + vP}{K} \right)^{1-\alpha} = r + \delta \quad (B3)$$

De term links is het marginaal product van automatiseringskapitaal (of de afgeleide van de productiefunctie naar P), de term in het midden het marginaal product van traditioneel kapitaal. Bemerk onze veronderstelling dat geldschieters financiering verstrekken aan de bedrijven aan één rentevoet, ongeacht hoe de bedrijven de middelen gebruiken. Ook de depreciatievoet veronderstellen we gelijk voor beide types kapitaal. Bijgevolg zullen in

³ Voor de eenvoud veronderstellen we dat alle werknemers L fulltime werken. Wijziging in de arbeidsinzet in uren (cf. vergelijkingen (1) en (2) in de hoofdttekst), is er hier dus enkel door wijziging in het aantal werknemers.

evenwicht de twee soorten kapitaal even winstgevend zijn, anders zouden rationele investeerders/bedrijven reorganiseren.

De bovengenoemde stellingen kunnen nu gemakkelijk en intuïtief bewezen worden.

- Zo zien we links in vergelijking (B3) dat een afname van de actieve bevolking en de inzetbare werkgelegenheid L tot een hoger marginaal product van automatiseringskapitaal leidt. L staat er in de noemer. Het is ook logisch. Onder afnemende meeropbrengsten stijgt de rendabiliteit van arbeid wanneer er minder van ingezet wordt. De perfecte inwisselbaarheid van menselijke en programmeerbare arbeid maakt dat beide van die hogere rendabiliteit genieten. Bemerk dat het omgekeerde gebeurt voor traditioneel kapitaal. Gegeven de complementariteit met menselijke arbeid leidt een daling van L tot een daling van het marginaal product van K . Bedrijven zullen dan ook hun automatiseringskapitaal uitbreiden, en in verhouding minder investeren in traditioneel kapitaal. Tot het marginaal product van beide weer gelijk is aan de kapitaalkost $r + \delta$. Als die kapitaalkost zelf daalt, omdat de rente daalt, maakt ook dat investeringen in automatiseringskapitaal interessanter. In dit geval geldt dat ook voor traditioneel kapitaal. Herstel van het evenwicht in vergelijking (B3) zet bij een daling van r aan tot uitbreiding van zowel P als K .

- Vertrekkende van de productiefunctie is de arbeidsproductiviteit, of de output per ingezette eenheid (menselijke) arbeid, gemakkelijk te berekenen:

$$\frac{Y}{L} = A \left(\frac{K}{L} \right)^{\alpha} \left(\frac{L + vP}{L} \right)^{1-\alpha} \quad (B4)$$

We zien dat zowel een toename van A en K als een toename van P de arbeidsproductiviteit verhoogt. Gegeven vergelijking (1) in de hoofdttekst, komt dit ook het bbp en inkomen per capita ten goede. Gaat die hogere output per werknemer ook naar de werknemers zelf?

- Op twee manieren zien we dat dit bij P niet het geval is. Zo leert vergelijking (B2) dat een verhoging van P tot een lager marginaal product van menselijke arbeid leidt, wat zich zal doorzetten in een lager loon. Net zoals een uitbreiding van L dat zou doen. Verder van belang zijn de implicaties van (B2) en (B4) voor het (menselijke) arbeidsaandeel in het inkomen. Vergelijking (B5) toont de berekening. Een verhoging van P leidt tot een lager arbeidsaandeel. Een toename van v heeft dezelfde gevolgen.

$$\text{Arbidsaandeel} = \frac{wL}{Y} = \frac{(1-\alpha)A\left(\frac{K}{L+vP}\right)^{\alpha} L}{Y} = \frac{(1-\alpha)A\left(\frac{K}{L+vP}\right)^{\alpha} L}{AK^{\alpha}(L+vP)^{1-\alpha}} = \frac{(1-\alpha)L}{L+vP} \quad (B5)$$

Totaal anders is het bij traditionele kapitaaluitbreiding en 'neutrale' technologische vooruitgang. De vergelijkingen (B4) en (B2) tonen dat K en A niet alleen de arbeidsproductiviteit, maar ook het loon verhogen. Ze zijn dan ook neutraal voor het arbeidsaandeel: K en A komen niet voor in het eindresultaat van (B5). Bemerk tot slot dat als $P > 0$, ook een afname van L tot een lager arbeidsaandeel leidt. Is $P = 0$, dan maakt de hoogte van L geen verschil.

De empirische relevantie van bovenstaande theoretische resultaten is opvallend. Zo tonen Bergholt et al. (2022) dat het arbeidsaandeel in het inkomen in de VS vrij stabiel bleef in de tweede helft van de 20^{ste} eeuw. Toen domineerden A en K . Na de eeuwwisseling begon dat arbeidsaandeel evenwel sterk te dalen. Bergholt et al. verklaren het overgrote deel van die daling door de recentere golf van automatisering. (Na de financiële crisis kwam daar een tweede bepalende factor bij: de toenemende marktmacht van grote bedrijven).

De veronderstelling van perfecte substitueerbaarheid tussen alle menselijke arbeid en automatiseringskapitaal, die we in vergelijking (B1) maakten, is uiteraard overdreven. Cruciaal is die extreme veronderstelling echter niet. Ook bij meer realistische modellering, waarbij bepaalde taken enkel door menselijke arbeid uitgevoerd kunnen worden, of waarbij de substitueerbaarheid tussen menselijk arbeid en automatiseringskapitaal beperkter is, blijkt automatisering een negatief effect te hebben op het arbeidsaandeel in het inkomen (zie verder in de hoofdttekst: de bespreking van figuur 3).

DEMOGRAFIE EN AUTOMATISERING IN EEN MACRO - ECONOMISCH ALGEMEEN - EVENWICHTSMODEL

We geven hier een kort overzicht van het model dat we gebruiken om de automatiseringseffecten van de vergrijzing na te gaan. De geïnteresseerde lezer vindt het volledige model en zijn vergelijkingen terug in Jacobs en Heylen (2024).

- Een periode in het model omvat 15 jaar. In elke periode leven vijf generaties. Een goede modellering van het verloop van de bevolkingsstructuur is cruciaal. De omvang van de jongste generatie wordt bepaald door de fertiliteit, terwijl sterftেকansen en de levensverwachting de omvang sturen naarmate een generatie ouder wordt. We baseren ons op tijdsvariërende historische gegevens over fertiliteit en sterftেকansen, en prognoses van de Verenigde Naties voor de toekomst.
- In tegenstelling tot het eenvoudige model uit Box 1, is de factor arbeid in werkelijkheid niet homogeen en niet perfect vervangbaar door automatiseringskapitaal. We maken in het model een onderscheid tussen kort-, midden- en hooggeschoolden. Naast ongelijkheid in hun loon, verschillen de opleidingsniveaus ook in de *automatiseerbaarheid* van hun taken. Die is gemiddeld hoger naarmate de uitvoering van taken kortere scholing vereist (Arntz et al., 2016; Frey en Osborne, 2017). Kort- en middengeschoolde werknemers hebben dan ook een grotere kans om hun loon finaal te zien dalen ten gevolge van automatisering, ook al verhoogt die de arbeidsproductiviteit. Voor hooggeschoolden liggen het ongunstige effect van taakovername en het gunstige productiviteitseffect meer in balans, wat het netto-effect op het loon onduidelijk maakt.
- Zoals in Box 1, onderscheiden we in ons model naast automatiseringskapitaal ook traditioneel

kapitaal. Denk aan machines of voertuigen die door werknemers aangestuurd worden. Dit type kapitaal vormt een complement voor alle types arbeid (en voor automatiseringskapitaal). Meer traditioneel kapitaal leidt algemeen tot hogere lonen.

- We geven in ons model ook volop ruimte aan andere gedragseffecten als reactie op vergrijzing. Individuen kiezen zelf hun arbeidsaanbod op latere leeftijd en de tijdsinvestering in hoger onderwijs op jonge leeftijd. Inspelend op de langere levensduur kunnen ze ervoor kiezen om langer school te lopen en later met pensioen te gaan. Individuen kiezen ook zelf hoeveel ze doorheen hun leven sparen voor hun oude dag.
- Er is ook een rol weggelegd voor de overheid. De overheid heft belastingen op arbeid, op consumptie, en op inkomsten uit kapitaal en vermogen. De belasting op arbeid is progressief. De overheid betaalt daarmee o.a. de publieke dienstverlening, uitkeringen aan (vervroegd) gepensioneerden, en de rente op de overheidsschuld.

Empirische validiteit van het model

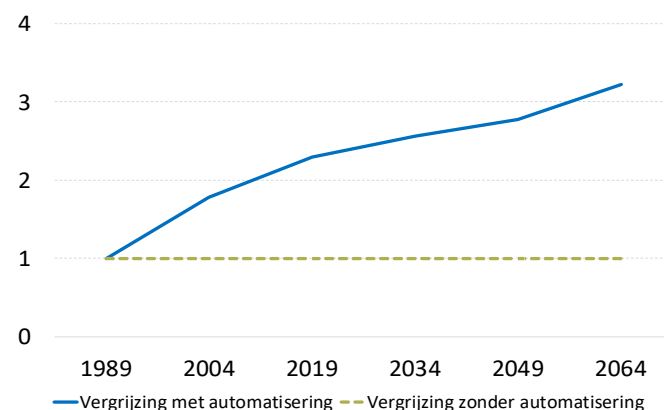
Landen verschillen qua demografie en beleidsparameters (bv. fiscaliteit, overheidsschuld, pensioensysteem...). Ons model voorspelt dat ze dan ook zullen verschillen in cruciale macrovariabelen, zoals de afhankelijkheidsgraad van ouderen, de mate van automatisering, de arbeidsparticipatie van 50-plussers, en de investering in hoger onderwijs door de jongste generatie. In Jacobs en Heylen (2024) tonen we dat de modelvoorspellingen voor deze variabelen in 15 OESO-landen in 2005-2019 behoorlijk goed overeenkomen met de realiteit. Het is bijgevolg zinvol om na te gaan wat het model voorspelt voor (de gevolgen van) toekomstige vergrijzing en automatisering.

DEMOGRAFIE EN AUTOMATISERING: VERWACHTE EFFECTEN

In deze sectie tonen we de (verwachte) effecten van vergrijzing en automatisering voor België. Het feit van de vergrijzing zelf behoeft weinig toelichting. In 1975 waren er slechts 0.25 65-plussers per persoon op actieve leeftijd (20-64). Vandaag is dit 0.35. In de toekomst zal die verhouding verder oplopen. De VN (World Population Prospects) ziet een toename tot 0.55 in 2060. Deels is dat te wijten aan een terugval in het aantal personen tussen 20 en 64 jaar (tot 2050 zou dit lager zijn dan vandaag), deels aan een continue stijging van het aantal 65-plussers.

Zoals eerder aangegeven, schept een vergrijzende bevolkingsstructuur de ideale context voor automatisering. Figuur 2 toont de modelvoorspellingen voor het verloop van de stock aan automatiseringskapitaal per werknemer doorheen de tijd. De automatisering van de Belgische economie neemt dus sterk toe. Let op, de door het model voorspelde toename is niet het gevolg van technologische vooruitgang maar louter het product van de vergrijzing. In werkelijkheid worden de technologische alternatieven voor menselijke arbeid ook sterker doorheen de tijd, dus we onderschatten allicht de echte mate van automatisering. Het moge echter duidelijk zijn dat de vergrijzing op zich al leidt tot een sterke incentive tot ingebruikname van automatiseringstechnologie. Dalende fertiliteit betekent immers een krapte op de arbeidsmarkt en duurdere arbeid. Een langere levensduur doet mensen meer sparen, wat leidt tot een lagere rentevoet. Zoals al eerder gezegd, maken beide factoren het technologische alternatief voor menselijke arbeid aantrekkelijker voor de bedrijven.

Figuur 2: Automatiseringskapitaal per werknemer (index, 1989=1)



Effecten van vergrijzing mocht er geen automatisering zijn...

Figuur 3 toont de modelvoorspellingen voor het verloop van de belangrijkste macro-economische variabelen doorheen de tijd. Het eerste scenario dat we bekijken is aangeduid door de stippellijn. Hier manifesteert de vergrijzing zich volledig, en kunnen alle endogene gedragseffecten spelen, behalve automatisering. Zoals ook te zien in Figuur 2, wordt die kunstmatig uitgeschakeld. De stippellijn geeft dus weer wat de effecten van de demografische verandering in België zijn wanneer bedrijven geen beroep doen op technologische alternatieven voor menselijke arbeid. Alle beleidsparameters blijven constant in dit scenario, behalve de consumptiebelasting. Die wordt aangepast opdat de overheidsschuld in procent van het bbp in de toekomst constant blijft.

In paneel (a) van Figuur 3 zien we dat de demografische verandering, en de gedragsreacties waartoe die aanzet, tot 2005-19 de economische groei eerder stimuleerden dan afremden. De verklaring is dat de matige stijging van de afhankelijkheidsgraad meer dan volledig gecompenseerd werd door een toenemend arbeidsaanbod van 50- tot 65-jarigen in paneel (b) en toenemende arbeidsproductiviteit in paneel

(c). Aan de basis van deze laatste liggen de bijkomende tijdsinvestering van jongeren in de opbouw van menselijk kapitaal door scholing (paneel d) en toenemende investeringen in traditioneel kapitaal door bedrijven (paneel e). Onze simulaties bevestigen zo de gunstige theoretische effecten die we beschreven op p. 4. De gedragsreacties van individuen zijn in de eerste plaats het gevolg van de langere levensduur die aanzet tot (langer) werken om meer inkomen te verwerven en te sparen. Daarnaast interageren beide reacties ook positief onderling. Het vooruitzicht op een langere loopbaan maakt een goede opleiding belangrijker, en rendabeler. Vice versa, loont het meer om langer te blijven werken als je veel gestudeerd hebt en een hoog loon verdient. Doordat mensen meer sparen voor hun oude dag daalt de rente en de kost van kapitaal (paneel f), wat het voor bedrijven interessanter maakt te investeren, ondanks de gedaalde fertiliteit en het relatieve tekort aan jonge arbeidskrachten. Dat relatieve tekort is wel goed nieuws voor de werkenden. In panelen (i) en (j) nemen de lonen toe. Zowel voor kort- als hooggeschoolden ligt het reëel loon door de vergrijzing (zonder automatisering) in 2020-34 ruim 10% hoger dan in 1975-89.

Wat de nabije en verdere toekomst betreft, zien we dat de demografie in de afwezigheid van automatisering veeleer negatief bijdraagt tot de jaarlijkse groei van het bbp per capita. De terugval, aangeduid door de stippellijn, is over de hele periode 2020-2049 groter dan 0,2%-punt. Ook daarna blijft het effect negatief. De voorspelling is dus dat de gedragseffecten (langer werken en meer studeren) en de incentives om meer te investeren in traditioneel kapitaal, dankzij de lagere rente, onvoldoende sterk zijn om de sterke toename van de afhankelijkheidsratio te compen-

seren. We bevestigen hiermee de eerder vermelde conclusie van Devriendt en Heylen (2020).

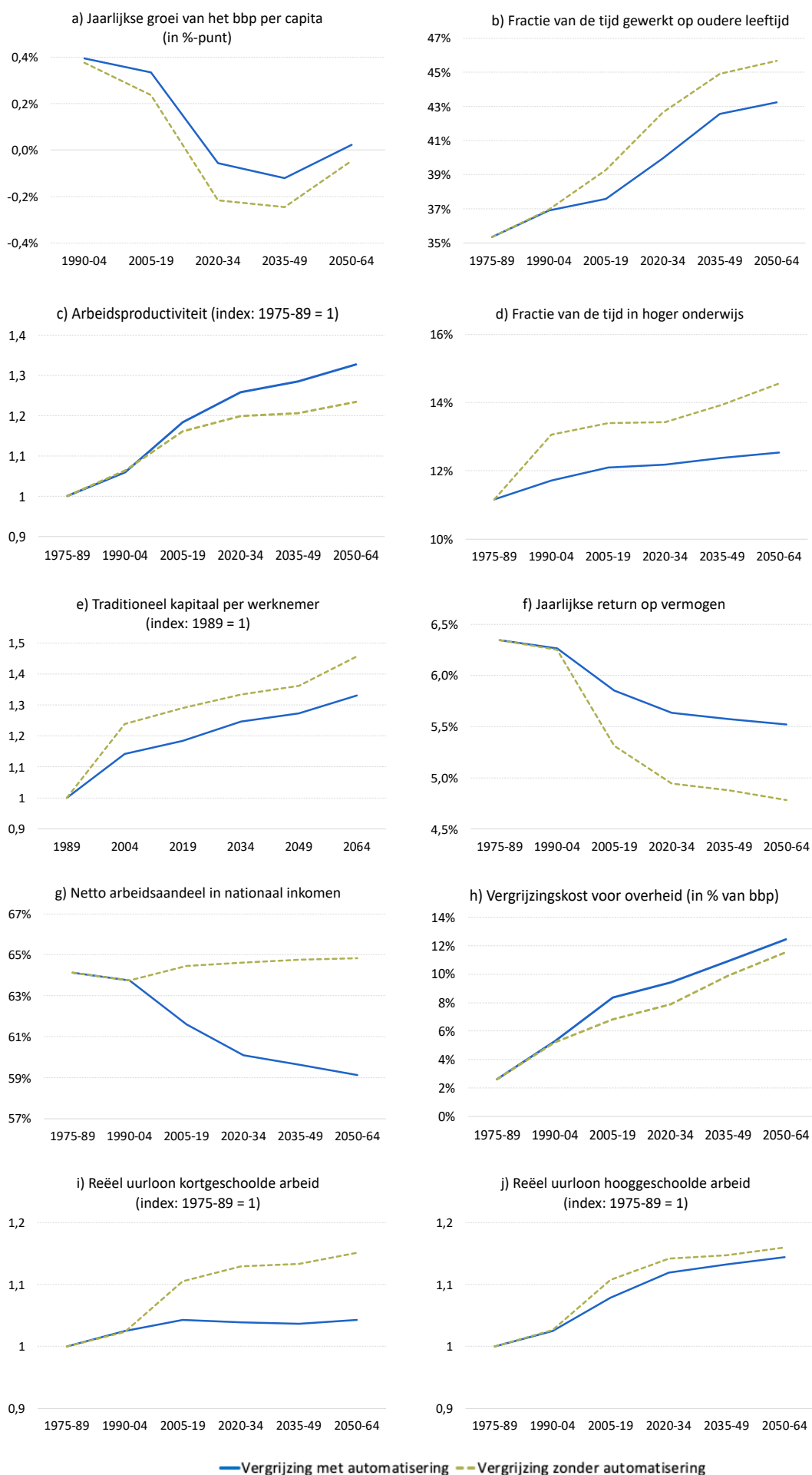
Effecten van vergrijzing én automatisering

Wat verandert er in het scenario waarin bedrijven wel mogen reageren op de vergrijzing door te automatiseren? In Figuur 2 zagen we reeds dat de vergrijzing een sterke stimulans vormt voor de ingebruikname van automatiseringstechnologieën, maar heeft dit ook belangrijke gevolgen voor de macro-economie? In Figuur 3 worden de macro-effecten van de vergrijzing in het geval van bijkomende automatisering weergegeven door de volle blauwe lijn. Opnieuw houden we alle beleidsparameters constant, behalve de consumptiebelasting.

Het antwoord is genuanceerd. In paneel (a) van Figuur 3 zien we dat de toekomstige groei-effecten van de vergrijzing een stuk minder negatief worden als bedrijven technologische alternatieven voor menselijke arbeid kunnen aanboren. Desondanks blijft vergrijzing een rem op de groei van de Belgische economie veeleer dan een motor. De automatiseringstechnologieën van vandaag stellen bedrijven m.a.w. in staat om de gevolgen van arbeidskrapte te verzachten, maar niet om ze volledig weg te werken. Een eerste verklaring is dat veel automatiseringstechnologieën geen perfect alternatief voor menselijke arbeid zijn.

Een bijkomende verklaring voor het feit dat automatisering de vergrijzing niet volledig kan neutraliseren, is de interactie met de gedrags-effecten. In panelen (b) en (d) zien we dat mensen minder geneigd zijn om langer te werken en om verder te studeren in een automatiserende economie. De volle blauwe lijn ligt onder de stippellijn. Het hogere rendement op kapitaal en vermogen (paneel f) speelt hierbij een belangrijke

Figuur 3: Macro-economische effecten van de vergrijzing



Noot: We tonen hier enkel de impact van de demografische verandering (en de endogene aanpassing van de consumptiebelasting). In realiteit zullen de reeksen in de panelen c, e, i en j sterker groeien dankzij factorneutrale technologische vooruitgang. Technisch zijn de hier getoonde reeksen ontdaan van hun (exogene) trend.

rol. Wanneer sparen beter rendeert, zijn onderwijs en langer werken minder noodzakelijk om voldoende pensioeninkomen op te bouwen. De reden voor het hogere rendement in het geval van automatisering ligt dan weer bij de aanwezigheid van bijkomende investeringsopportuniteiten (in de vorm van kapitaal dat mensen vervangt), en dus de hogere vraag naar kapitaal.

Wanneer we paneel (e) van Figuur 3 vergelijken met Figuur 2, zien we dat de vergrijzing in de eerste plaats investeringen in automatiseringskapitaal (dat menselijke arbeid vervangt) aanmoedigt. Dit is veel minder het geval voor investeringen in traditioneel kapitaal (dat complementair is aan menselijke arbeid). Investerings- en arbeidsvervangende technologie gaan tot op zekere hoogte ten koste van investeringen in traditioneel kapitaal, zien we in paneel (e). De volle lijn ligt er onder de stippellijn. De hierboven vermelde opwaartse druk op de rente kan hier verklaring bieden.

De panelen (g), (i) en (j) vertellen ons meer over de ongelijkheidseffecten van de vergrijzing en de automatisering. De ingebruikname van automatiseringskapitaal is heel wat nefaster voor kortgeschoolden (paneel i) dan voor hooggeschoolden (paneel j). De achterliggende reden is dat die eersten typisch meer routinematige taken uitvoeren. Daardoor staan ze sterker bloot aan directe vervanging door automatisering dan hooggeschoolden, althans gegeven de stand van de technologie op het moment van het onderzoek. De productiviteitswinst die automatisering betekent (en die indirect een positieve invloed heeft op het loon van niet-vervangen werknemers) compenseert een deel van dit verlies, maar dus niet alles. In paneel (g) zien we dat het aandeel van de loonmassa in het nationaal inkomen (na aftrek van depreciatie van kapitaal) afneemt door automatisering. Ze speelt dus in het

voordeel van mensen die hun inkomen verwerven uit vermogen, en in het nadeel van mensen die hun inkomen onttrekken aan arbeid.

Paneel (h) geeft tot slot de vergrijzingskost voor de overheid weer als percentage van het bbp. Meer specifiek gaat het om het begrotingstekort dat zou ontstaan bij ongewijzigd beleid (en ongewijzigde consumptiebelasting) ten opzichte van de modelperiode 1975-1989. Het is duidelijk dat de vergrijzing een serieuze budgettaire uitdaging vormt. De voornaamste redenen uit het model zijn gekend: hogere pensioenlasten door de toename in de afhankelijkheidsratio, gecombineerd met afnemende groei. Het is boeiend om het scenario met automatisering te vergelijken met dat zonder automatisering. Intuïtief zou men vermoeden dat de budgettaire uitdaging iets kleiner wordt onder automatisering. Wat goed is voor de economische groei is typisch ook goed voor de begroting, aangezien de belastbare basis sneller toeneemt. Hier is dit echter niet het geval: onder automatisering neemt het begrotingstekort net iets sterker toe. De verklaring ligt bij de daling van het arbeidsaandeel. De personenbelasting vormt de belangrijkste inkomstenbron voor de Belgische overheid: wanneer een kleiner deel van het bbp naar werknemers gaat en een groter deel naar vermogenden (die het automatiseringskapitaal bezitten), betekent dat een terugval van de belastingontvangsten. Arbeid wordt immers zwaarder belast dan kapitaal. Dit effect speelt voor de begroting een sterkere rol dan de hogere groei door automatisering. De erosie van het arbeidsaandeel door automatisering vormt dus ook een budgettaire uitdaging voor de overheid. Daarnaast zal ook de eerder vermelde hogere rente, via de rentelasten op de overheidsschuld, druk zetten op de begroting.

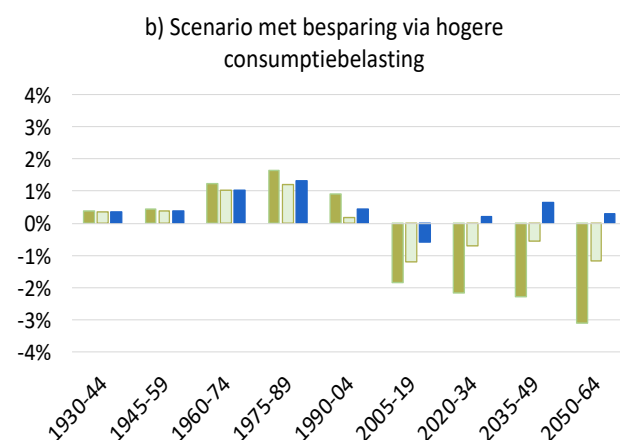
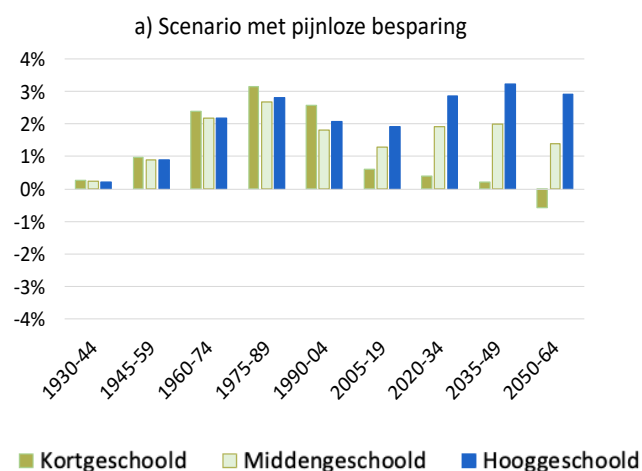
Welvaartseffecten van automatisering

De cruciale vraag is uiteindelijk of we in tijden van vergrijzing beter af zijn met of zonder automatisering. In Figuur 4 evalueren we daarom de welvaartsimpact van automatisering. De gehanteerde welvaartsindicator neemt het scenario zonder automatisering als startpunt en kijkt hoeveel bijkomende consumptie individuen in dat scenario nodig zouden hebben om evenveel nut doorheen de verwachte levensloop te ervaren als in het scenario met automatisering. Concreet geeft de figuur weer met hoeveel procent de consumptie van individuen in het scenario van vergrijzing zonder automatisering moet toenemen in iedere overblijvende periode van hun leven opdat ze in dat scenario evenveel nut zouden ervaren als in het scenario met vergrijzing én automatisering. Positieve cijfers betekenen dus dat automatisering welvaartsverhogend is voor de betreffende individuen. We maken onderscheid tussen twee beleids-scenario's. We weten, op basis van Figuur 3 paneel (h), dat de automatisering een budgettaire kost voor de overheid met zich meebrengt wegens minder inkomsten uit personenbelasting. Automatisering dwingt de overheid dus tot bijkomende besparingen, bovenop wat al nodig

was om de vergrijzing het hoofd te bieden. In paneel (a) in Figuur 4 blijft de besparing zonder gevolg voor de gezinnen: er wordt in dat geval bespaard op overheidsconsumptie. In paneel (b) voelt de bevolking de besparing wel: de consumptiebelasting wordt er bijkomend verhoogd. Op de horizontale as wordt een onderscheid gemaakt tussen verschillende generaties: de waarden bij 1990-2004 slaan bijvoorbeeld op de generatie die 27 jaar oud werd in die periode. De waarden bij 2050-2064 betreffen een toekomstige generatie, die 27 jaar wordt in 2050-2064.

Voor de vroegere generaties, die voornamelijk actief zijn op de arbeidsmarkt vóór de bijkomende automatisering operationeel wordt (vóór 2005-2019), zien we dat automatisering in beide scenario's een positieve welvaartsimpact heeft. De lagere lonen wegens automatisering wegen immers minder door voor hen, aangezien die vooral de jongere generaties treffen. Ze genieten echter wel nog van het hogere rendement op hun spaarcenten. Voor latere generaties zien we een duidelijke heterogeniteit in de welvaartseffecten afhankelijk van de scholingsgraad. Voor kort- en middengediplomeerden onder de latere generaties zijn de welvaartsimplicaties van automatisering

Figuur 4: Welvaartseffecten van automatisering



Noot: Deze figuur duidt het welvaartseffect van automatisering aan voor verschillende generaties met verschillende scholing. Elke periode op de horizontale as staat voor een bepaalde generatie, met name de generatie die 27 werd (wordt) in die periode.

altijd minder gunstig dan voor hooggeschoolden. De verklaring zit bij de verschillende looneffecten. Als de overheid 'pijnloos' bespaart, kunnen die welvaartseffecten voor quasi iedereen wel positief blijven. In het andere scenario draaien de effecten van automatisering voor quasi iedereen netto negatief uit, het meest van al voor kortgeschoolden. Toekomstige generaties zijn dan werkelijk beter af zonder automatisering.

CONCLUSIES EN BELEIDSIMPLICATIES

Kortom, er liggen mogelijkheden om de negatieve groeieffecten van de vergrijzing te verzachten door technologische alternatieven voor menselijke arbeid aan te boren en bedrijven toe te laten om te reageren op de krapte op de arbeidsmarkt via automatisering. Hierbij moeten echter drie belangrijke kanttekeningen gemaakt worden.

Ten eerste is de mate waarin automatisering soelaas biedt voor de krapte op de arbeidsmarkt beperkt. Dit heeft twee belangrijke redenen. In de eerste plaats zijn automatiseringstechnologieën geen perfect alternatief voor menselijke arbeid. (Voor de uitvoering van heel veel taken is er zelfs geen alternatief). Daarnaast gaat toenemende automatisering gepaard met een afname van gunstige gedragsreacties op de vergrijzing: er is minder incentive tot langer werken en tot investering in menselijk kapitaal door scholing.

Ten tweede zijn de arbeidsmarkteffecten van automatisering niet gelijk verdeeld. Kort- en middengeschoolden voeren typisch meer routinematige taken uit en zijn bijgevolg meer blootgesteld aan vervanging door automatisering. Automatisering kan bijgevolg de *skill*

premium en de loonongelijkheid verhogen. Die zet zich ook door in hogere welvaartsongelijkheid. Automatisering herverdeelt bovendien niet enkel van kort- naar hooggeschoolde werknemers, maar ook van arbeid naar kapitaal. Onderzoek wijst automatisering aan als een sleutelfactor achter de daling van het arbeidsaandeel in het nationaal inkomen in geavanceerde landen.

Ten derde vormt automatisering een budgettaire uitdaging voor de Belgische overheid. Die is immers in hoge mate afhankelijk van ontvangsten uit de personenbelasting (in het bijzonder de belasting op arbeid). De verschuiving van inkomen van arbeid naar kapitaal betekent slecht nieuws voor de begroting aangezien de belastingvoet op arbeid hoger is dan die op kapitaal en vermogen. Publieke besparingen brengen allicht verdere welvaartskosten met zich mee.

Wat zijn de beleidsimplicaties van onze bevindingen? Sterkere productiviteitsgroei is cruciaal voor de toekomstige welvaart. Daarover is zowat iedereen het eens. Gegeven dat ons model uitgaat van constante automatiseringstechnologie, vormen onze resultaten allicht een *lower bound* scenario: de werkelijke productiviteitsgroei en compensatie van de groeieffecten van de vergrijzing door automatisering liggen vermoedelijk iets hoger dan hier getoond. Even belangrijk zijn evenwel de manier waarop die productiviteitsgroei gerealiseerd wordt, en het flankerend beleid.

De AI-revolutie is in volle gang. Acemoglu en Johnson (2023), twee van de recentste Nobelprijswinnaars economie, en Susskind (2024) uiten grote bezorgdheid over de keuzes die gemaakt worden. Onze bevindingen bevestigen die zorgen. Zij wijzen erop dat de technologische ontwikkeling vooral gericht wordt op 'machine

intelligence' en 'AI automation', d.w.z. machines en AI die de intelligentie en de vervanging van mensen nastreven. Die keuze zal gunstige gevolgen hebben voor de arbeidsproductiviteit en het bbp per capita, en helpt ook de arbeidsschaarste te verminderen. Tegelijkertijd zal echter de ongelijkheid tussen verschillend geschoolde werknemers en (vooral) tussen arbeid en kapitaal verder toenemen. Acemoglu en Johnson vrezen bovendien dat het hogere kapitaal- en vermogensaandeel een extra prikkel voor kapitaalbezitters zou kunnen inhouden om de technologie nog meer in de richting van automatisering ter vervanging van werknemers te duwen. De onderhandelingsmacht van de werknemers zou daardoor in hun visie (verder) verzwakken, wat de automatisering mogelijk nog versnelt.

Productiviteitsgroei door automatisering dwingt dan ook tot bijkomende beleidsingrepen. Ons onderzoek wijst in de richting van (i) het wegwerken van de verschillen in de belasting van inkomen uit arbeid en inkomen uit vermogen, en (ii) een hogere progressiviteit in de belastingvoeten. Een specifieke belasting van automatiseringskapitaal is niet aangewezen: de ongelijkheid zou dalen, maar aan een aanzienlijke efficiëntiekost (een lager bbp per capita). Cruciaal is verder een beleid gericht op vorming en herscholing van werknemers. Daardoor kunnen werknemers die in een bepaalde sector vervangen worden door automatiseringskapitaal elders nuttig ingezet worden, en daar de arbeidsschaarste verminderen. Denk aan de toenemende nood aan arbeidskrachten in de (ouderen)zorgsector. De vergrijzing heeft namelijk niet alleen gevolgen voor het aanbod van arbeid, maar ook voor de vraag naar arbeid.

Het kan ook anders. Acemoglu en Johnson pleiten voor 'machine usefulness' en 'AI augmentation'. Het gaat dan om nieuwe technologieën, AI-tools en machines die complementair zijn aan arbeid, d.w.z. mensen toelaten efficiënter te werken, hogere kwaliteit te leveren, of nieuwe taken te vervullen. In de terminologie van dit Inzicht (zie Box 1) zouden de neutrale technologie A en traditioneel kapitaal K toenemen. De arbeidsproductiviteit, het gemiddeld loon en het bbp per capita zouden er ook bij winnen, evenwel zonder toenemende ongelijkheid, en zonder negatieve gevolgen voor de overheidsbegroting. Ook dan blijft evenwel de opdracht om sterk in te zetten op vorming, in het bijzonder op digitale competenties die werknemers in staat stellen gevorderde AI-tools te hanteren.

Referenties

- Acemoglu, D., & Johnson, S. (2023). *Power and Progress*, PublicAffairs, New York.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017). Secular stagnation? The effect of aging on economic growth in the age of automation. *American Economic Review*, 107(5), 174-179.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2022). Demographics and automation. *The Review of Economic Studies*, 89(1), 1-44.
- Arntz, M., Terry G., & Ulrich Z. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries. *OECD Social, Employment, and Migration Paper*, N° 189.
- Autor, D. (2024). Applying AI to rebuild middle class jobs. *NBER Working Paper Series*, N° 32140, National Bureau of Economic Research.
- Bergholt, D., Furlanetto, F., & Maffei-Faccioli, N. (2022). The decline of the labor share: new empirical evidence. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 14(3), 163-98.
- Bloom, D. E., Prettnner, K., Saadaoui, J., & Veruete, M. (2024). Artificial intelligence and the skill premium. *NBER Working Paper Series*, N° 32430, National Bureau of Economic Research.
- Devriendt, W., & Heylen, F. (2020). Macroeconomic and distributional effects of demographic change in an open economy—the case of Belgium. *Journal of Demographic Economics*, 86(1), 87-124.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280.
- Jacobs, A., & Heylen, F. (2024). Demographic change, secular stagnation and inequality: automation as a blessing? *Journal of Demographic Economics*, DOI:10.1017/dem.2024.10.
- Susskind, D. (2024). *Growth: A Reckoning*, Allen Lane.



Prof. dr. Freddy Heylen is gewoon hoogleraar macro-economie aan de Vakgroep Economie. Zijn onderzoek betreft de reële macro-economie, in het bijzonder de determinanten van economische groei en werkgelegenheid op lange termijn, de effecten van het begrotingsbeleid, en de effecten van demografische veranderingen. Meer informatie over zijn onderzoek vindt u op zijn [homepage](#). Contacteren kan via Freddy.Heylen@UGent.be.



Arthur Jacobs is doctoraatsstudent aan de Vakgroep Economie en aspirant Fundamenteel Onderzoek van het Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek - Vlaanderen (Projectnummer: 1115623N). Zijn onderzoek richt zich op de effecten van automatisering op economische groei en ongelijkheid. Meer informatie over zijn onderzoek vindt u op zijn [Scholar](#)-pagina. Contacteren kan via Arthur.Jacobs@UGent.be.

Gentse Economische Inzichten vormen een forum voor toegankelijk gecommuniceerde onderzoeksbevindingen en beleidsaanbevelingen door vorsers van de Universiteit Gent. De Inzichten vertolken alleen de visie van de auteur(s). Zij kunnen niet doorgaan als de visie van een onderzoeksgroep, de Vakgroep Economie of Universiteit Gent. Voor meer onderzoek van de Vakgroep Economie verwijzen we naar <https://www.ugent.be/eb/economics/en>.

Gentse Economische Inzichten wordt mede mogelijk gemaakt door een gift van www.sustinvest.eu. SUSTINVEST heeft geen inspraak over inhoud en beleidsaanbevelingen.

