



Position paper digitalisering

Digitalisering beïnvloedt de samenleving, en leidt tot maatschappelijke kansen en uitdagingen. In dit position paper wordt de impact van digitalisering geanalyseerd vanuit een economische invalshoek.

Economische efficiënties en publieke belangen worden door nieuwe producten, diensten en technologieën geraakt.

Het CPB draagt actief bij aan het groeiend begrip in de economische wetenschap voor digitalisering door nieuw onderzoek op te zetten.

CPB onderzoek naar digitalisering kent drie thema's:

- Verandering van waardecreatie door digitalisering
- De impact van digitalisering op verdeling
- Rol van data in het digitale tijdperk

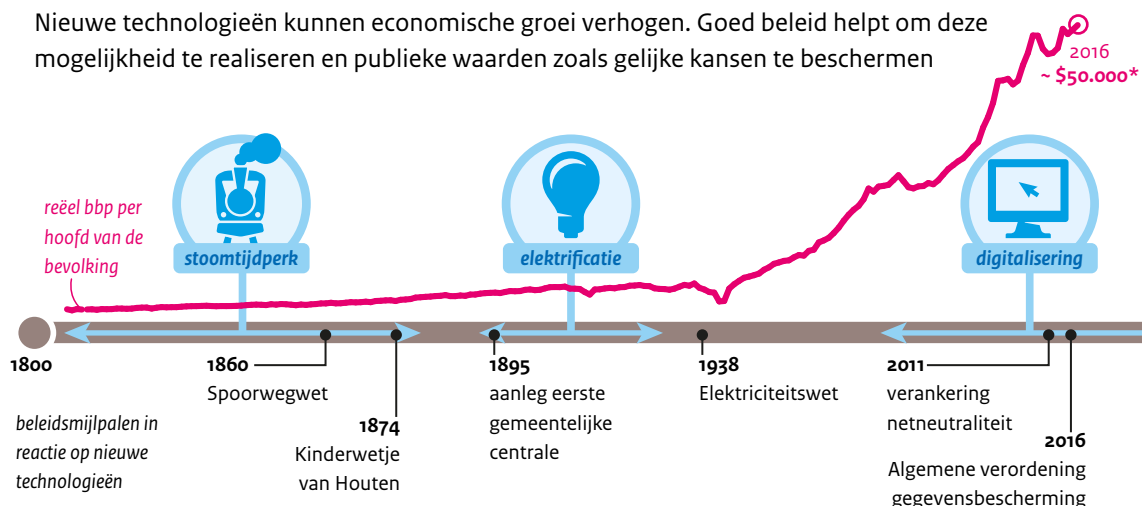
CPB Position Paper

Ramy El-Dardiry, Bastiaan Overvest

november 2019

Onderzoeksagenda digitalisering

Nieuwe technologieën kunnen economische groei verhogen. Goed beleid helpt om deze mogelijkheid te realiseren en publieke waarden zoals gelijke kansen te beschermen



Data, rekenkracht en verbondenheid blijven in snel tempo toenemen.
Digitalisering van de economie kan worden geduid in drie stappen:

Techniek en producten

Digitalisering leidt tot nieuwe diensten producten en technologieën, als:

- mobiel internet en internet der dingen
- geavanceerde robotica en kunstmatige intelligentie
- zelfrijdende voertuigen

Economische waarde

Waardeketens veranderen; dat heeft impact op economische efficiënties:

- platformen die vraag en aanbod bij elkaar brengen
- voortschrijdende automatisering
- nieuwe innovaties via kunstmatige intelligentie

Publieke belangen

Nieuwe vragen omtrent marktfaalens, verdeling en publieke goederen:

- machtsconcentratie door 'winner-takes-all' dynamiek
- afnemende solidariteit door gepersonaliseerde verzekeringen
- toegang en gebruik van data

CPB-thema's

Veranderende waardecreatie

- impact op productiviteit
- studies naar veranderende (semi-)publieke waardeketens

Impact van digitalisering op verdeling

- mededinging
- kansen op de arbeidsmarkt
- personalisering vs. solidariteit
- belastinggrondslagen

Rol van data in het digitale tijdperk

- status van data als productiefactor
- waarde van privacy

Position paper digitalisering

“Welke zijn de grenzen van het nut en van de schade, welke door het gebruik van werktuigen in de fabrieken van ons vaderland, in de plaats van menschen handen, voor den staat in het algemeen worden aangebracht, en in hoeverre is het overzulks te wenschen, dat het openbaar bestuur het in gebruik brengen van die werktuigen of aanmoedige of beperke?”

Hoe moet de overheid reageren op technologische veranderingen? Tweehonderd jaar geleden wierp de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen deze vraag op over de langzaam op gang komende industrialisatie in het Verenigd Koninkrijk der Nederlanden. Het antwoord werd in de decennia daarna uitgewerkt. Er kwamen nieuwe wetten, organisaties en investeringen die de industrialisatie aanjaagden en soms ook begremsden. Zo verbood het ‘Kinderwetje van Houten’ vanaf 1874 kinderarbeid in fabrieken, werd het vervoer van grondstoffen en industrieel geproduceerde goederen gefaciliteerd door de aanleg van kanalen en spoorwegen en werden in 1902 de staatsmijnen opgericht om in de behoefte van steenkool te kunnen voorzien.

Fast forward naar de 21^e-eeuw: machines nemen niet onze handen over maar ons brein. In het Strategisch Actieplan voor Artificiële Intelligentie¹ zoekt het kabinet naar wegen om enerzijds economische kansen te benutten en tegelijkertijd kaders te stellen. Opiniemakers, bedrijven en wetenschappers roepen tegelijkertijd de regering op meer te investeren.² De vraag van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen is daarmee opnieuw actueel geworden. Net als tijdens de Industriële Revolutie, zullen de keuzes van vandaag nog lang zichtbaar zijn in de vormgeving en het welzijn van ons land.

Als bureau voor economische beleidsanalyse heeft het CPB een taak om te adviseren over het accommoderen van digitalisering in de economie en daarmee beleidsmakers te ondersteunen. In dit position paper worden de gevolgen van digitalisering voor de economie en de implicaties voor het CPB-onderzoek verkend. Nadat wordt geschetst hoe digitalisering de samenleving verandert, wordt een denkkader geboden om deze veranderingen te ordenen. Vanuit een globale bespreking van de economische literatuur over digitalisering worden de belangrijkste lacunes in het bestaande onderzoek geïdentificeerd en een drietal thema’s voorgesteld die de komende jaren richting kunnen geven aan het CPB-onderzoek naar digitalisering. De bevindingen in dit paper komen voort uit een serie interviews met wetenschappers, beleidsmakers en mensen uit het bedrijfsleven, gehouden in het voorjaar van 2019, en een literatuurstudie.

¹ [Strategisch Actieplan voor Artificiële Intelligentie](#), oktober 2019.

² Zie bijv. ‘Afwachtplan voor AI’, FD, 9-10-2019 en ‘AI op de agenda, nu de miljarden nog’, NRC, 9-10-2019

1 Digitalisering: drijvende kracht van maatschappelijke verandering

Digitalisering verandert de maatschappij. Haast elke menselijke activiteit, of het nou werken, studeren, consumeren, communiceren of recreëren betreft, wordt getroffen door digitalisering. Digitale producten en diensten bieden de samenleving kansen om welzijn en welvaart te vergroten zoals ook wordt benadrukt in de nationale digitaliseringsstrategie³. En ondanks de snelle ontwikkelingen van de afgelopen jaren, zoals de massale omarming van de smartphone, lijken we soms pas aan het begin te staan van het digitale tijdperk. De zelfrijdende auto, diagnosestelling op afstand met behulp van patroonherkenning en de opkomst van apps die de kluseconomie faciliteren, zijn voorbeelden van ontwikkelingen die de potentie hebben onze samenleving blijvend te transformeren.

Het maatschappelijk debat over hoe om te gaan met digitalisering intensiveert. Onderzoekers en bedrijfsleven hebben bijvoorbeeld uiteengezet welke stappen Nederland moet nemen om voorop te kunnen lopen bij de ontwikkeling en toepassing van kunstmatige intelligentie.⁴ Geregeld doemt de vraag op of de beleidsinstrumenten die dateren uit het ‘analoge’ tijdperk nog adequaat zijn in het digitale tijdperk. Zo is de Tweede Kamer bijvoorbeeld recent een onderzoek gestart om meer grip op digitalisering te krijgen.⁵ De omvang van grote technologiebedrijven als Google, Facebook, Microsoft en Apple wordt met argusogen bekeken. Zijn er veranderingen in het mededingingstoezicht noodzakelijk om het belang van de consument te borgen? Het kabinet heeft onlangs voorstellen gedaan het mededingingsrecht op Europees niveau hiervoor aan te passen.⁶ De veronderstelde machtsconcentratie van techbedrijven eechoot door in discussies over een mogelijk toenemende ongelijkheid tussen burgers onderling. Deze discussies over een toenemende ongelijkheid spitsen zich niet louter toe op inkomen of vermogen, maar ook op de verdeling van kansen en onzekerheid op de arbeidsmarkt, onderwijs en huisvesting. De digitale economie wordt daarnaast steeds zichtbaarder in de publieke ruimte en soms brengt dat negatieve neveneffecten met zich mee. Bijvoorbeeld wanneer de verkeersveiligheid in het geding komt door het gebruik van mobiele apps, wanneer bewoners overlast ervaren door tijdelijke verhuur van appartementen in hun buurt via een deelplatform of wanneer er grootschalige planologische aanpassingen in de openbare ruimte nodig zijn om het 5G-netwerk mogelijk te maken. De opmars van kunstmatige intelligentie ten slotte brengt ethische vraagstukken met zich mee omtrent verantwoordelijkheid, beslismacht en uitsluiting (zie bijvoorbeeld Korinek (2019)).

Digitalisering vertoont kenmerken van een Algemeen Toepasbare Technologie (ATT). Onder digitalisering verstaan we het gebruik van data en digitale technologieën dat resulteert in nieuwe activiteiten, of dat leidt tot veranderingen in bestaande activiteiten (OECD 2019). Een ATT is een sectoroverstijgende technologie die zich kan blijven ontwikkelen en op zichzelf ook weer innovaties mogelijk maakt. De boekdrukkunst, de stoommachine, de verbrandingsmotor en elektriciteit zijn voorbeelden van ATT's uit het verleden. Jovanovic en Rousseau (2005) laten overtuigend zien hoe de opkomst van informatietechnologie sinds de jaren zeventig sterke gelijkenissen vertoont met de elektrificatie van onze samenleving begin twintigste eeuw.

Digitalisering verandert zowel *wat* we doen als *hoe* we het doen. Figuur 1.1 toont dat het gebruik van internet gemeengoed is geworden in onze samenleving, zowel als er wordt gekeken naar particulier gebruik als naar gebruik in het bedrijfsleven. De opkomst van smartphones in het laatste decennium (internet thuis via

³ [Nederlandse Digitaliseringsstrategie](#): Nederland digitaal - Hier kan het. Hier gebeurt het, juni 2018.

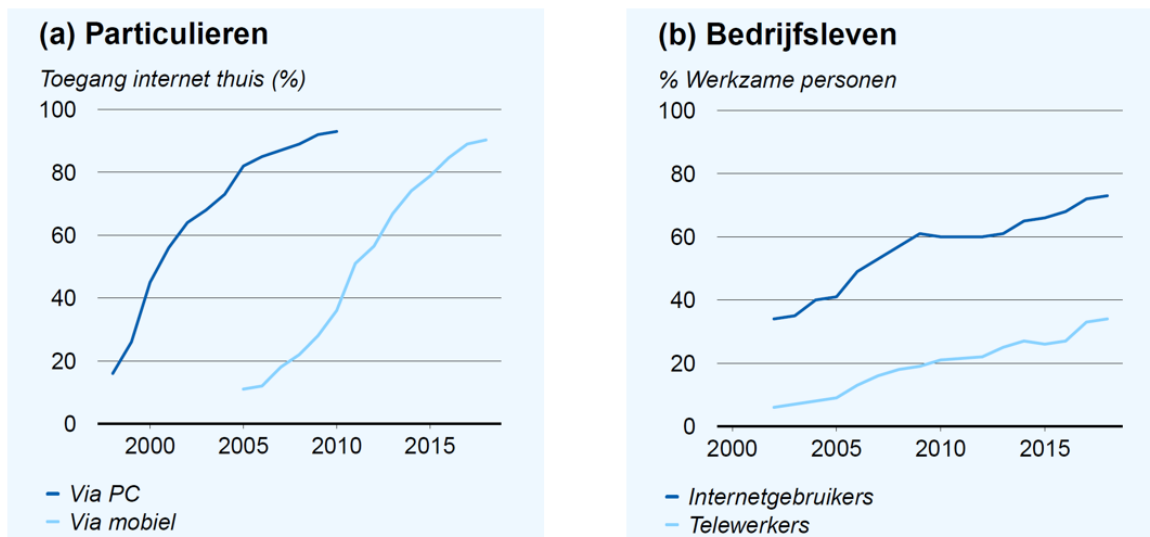
⁴ AI voor Nederland, vergroten, versnellen, verbinden, AINED, oktober 2018.

⁵ [Motie](#) van het lid Verhoeven c.s. over het instellen van een onderzoekscommissie, mei 2019.

⁶ [Kamerbrief](#) over toekomstbestendigheid van het mededingingsinstrumentarium in relatie tot online platforms, mei 2019.

mobiele telefoon in figuur 1.1a) maakt ook duidelijk dat digitalisering nog volop in ontwikkeling is. Innovatie en adoptie van digitale producten en diensten verlopen snel: de adoptie van mobiel internet is nog niet verzadigd of de volgende vernieuwingsgolf dient zich aan in de vorm van kunstmatige intelligentie en het internet der dingen. Het gebruik van internet in het bedrijfsleven gaat daarnaast hand in hand met de opmars van telewerk (figuur 1.1b).

Figuur 1.1 Toegang en gebruik internet.



Noot: Figuur (a) toont het % personen van 12 jaar en ouder met de toegang tot internet thuis via een PC (inclusief laptop) en via een mobiele telefoon. Figuur (b) toont het % werkzame personen die internet gebruiken voor hun werk en het % werkzame personen die regelmatig telewerken. Bron: CBS.

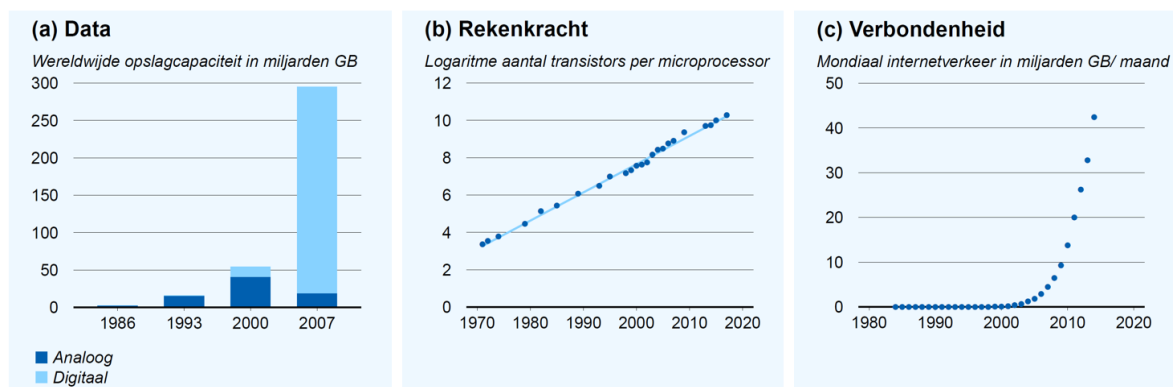
Er zijn er nog veel open vragen over digitalisering en de impact ervan op de economie. Zo is bijvoorbeeld in de economische wetenschap op dit moment een levendige discussie gaande over de in de VS waargenomen toename van concentratie van productiviteit en verhoogde markups (zie o.a. Akcigit en Ates (2019), Andrews et al. (2015) en De Loecker en Eeckhout (2017)). Digitalisering en dan met name de ‘winner-takes-all’ effecten die worden geassocieerd met grote techbedrijven zouden hiervoor een verklarende factor kunnen zijn. De langetermijneffecten voor waardeketens zijn vaak nog onduidelijk. Denk aan de gevolgen van robotisering en kunstmatige intelligentie voor de arbeidsmarkt. Digitalisering stelt ook bestaand beleid voor uitdagingen. Hoe bijvoorbeeld belasting te heffen op aanbieders van digitale diensten?

Dit type economische vragen staat centraal in dit position paper. Het paper is uit drie delen opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt een analyseraamwerk met een focus op de economische waarde van digitalisering en de impact op publieke belangen vanuit een economisch perspectief uiteengezet. In hoofdstuk 3 wordt een beeld geschetst van de stand van zaken in het economische onderzoek rondom digitalisering – binnen en buiten het CPB. In hoofdstuk 4 worden tot slot de meest relevante onderzoeksthema’s omtrent digitalisering voor het CPB in de komende jaren besproken.

2 Digitalisering door een economische bril

Digitalisering is op zichzelf niet nieuw. De technologische basis voor digitalisering werd gelegd in de tweede helft van de twintigste eeuw. De uitvinding van de transistor net na de Tweede Wereldoorlog, de toepassing van transistoren op geïntegreerde circuits in de jaren zeventig, en de ontwikkeling van netwerkprotocollen hebben een technologische ontwikkeling in gang gezet die in feite nog steeds plaatsvindt. Figuur 2.1 laat zien (a) hoe dit geleid heeft tot een almaar toenemende hoeveelheid digitale data, (b) hoe de rekenkracht van processoren exponentieel toeneemt via een verdubbeling van het aantal transistoren per chip elke twee jaar en (c) hoe het internationale dataverkeer sinds de komst van het internet is gestegen. Deze drie factoren (meer data, toegenomen rekenkracht en een sterkere verbondenheid tussen apparaten) zijn de drie *drijvers* die digitalisering van de samenleving hebben mogelijk gemaakt. In dit hoofdstuk beschrijven we een methode om digitalisering te duiden vanuit economisch perspectief.

Figuur 2.1 Ontwikkeling van (a) hoeveelheid data, (b) aantal processoren per microchip en (c) mondiaal internetverkeer



Bronnen: Hilbert en Lopez (2011), <https://ourworldindata.org/technological-progress>, Cisco blog.

Een analyseraamwerk helpt bij het begrijpen van hoe deze technologische ontwikkelingen onze samenleving beïnvloeden. Ons raamwerk ordent de impact van digitalisering in drie stappen (zie figuur 2.2).

- Stap 1: Welke **producten, diensten en technologieën** brengt digitalisering voort? Wat is de impact van deze nieuwe producten, diensten en technologieën op waardeketens?
- Stap 2: Waarin schuilt de **economische waarde** van digitaliserende waardeketens? Om dit te begrijpen worden de veranderingen die digitalisering teweegbrengt voor productie, consumptie en innovatie, geanalyseerd.
- Stap 3: Welke gevolgen heeft digitalisering voor **publieke belangen**? In dit paper focussen we op de publieke belangen die gerelateerd zijn aan economische vraagstukken. In het bijzonder wil dat zeggen dat er wordt gekeken naar de impact van digitalisering op marktfaalen, verdelingsvraagstukken en publieke goederen.

Figuur 2.2 Een analyseraamwerk voor digitalisering



In de rest van dit hoofdstuk gaan we dieper in op de drie verschillende stappen en sluiten we ter illustratie af met de uitwerking van het raamwerk voor de verzekeringssector.

2.1 Stap I: nieuwe producten, diensten en technologieën

De nieuwe producten, diensten en technologieën zijn divers. Het McKinsey Global Institute heeft in 2013 een lijst van twaalf disruptieve technologieën opgesteld. Twee derde van deze lijst bestaat uit grotendeels digitale technologieën: mobiel internet, automatisering van kenniswerk, het internet der dingen, cloudtechnologie, geavanceerde robotica, (deels) zelfrijdende voertuigen, 3D-printen en genomica gebaseerd op big data (McKinsey 2013). Kunstmatige intelligentie en blockchaintechnologie hebben daarnaast een stormachtige ontwikkeling doorgemaakt. Zo ligt het aantal Amerikaanse startups dat zich bezighoudt met de ontwikkeling van kunstmatige intelligentiesystemen, in 2017 veertien keer hoger dan in 2000 en werden er in 2017 t.o.v. 1996 negen keer zoveel wetenschappelijke papers gepubliceerd op het gebied van kunstmatige intelligentie⁷. De nieuwe technologieën leiden tot nieuwe producten en diensten. Meerzijdige platformen die een netwerk trachten op te bouwen door verschillende typen eindgebruikers bij elkaar te brengen (Rochet en Tirole 2004), springen hierbij het meest in het oog. Deze platformen, zoals Google, Amazon en Apple, domineren inmiddels de lijst van ondernemingen met de hoogste marktwaarde.

De nieuwe producten, diensten en technologieën hebben als bijzondere eigenschap dat ze de drijvers en zichzelf versterken. Deze zelfversterkende lus zorgt ervoor dat het digitale ecosysteem steeds krachtiger wordt. Bij de ontwikkeling van zelfrijdende voertuigen, bijvoorbeeld, wordt een grote hoeveelheid observationele data gegenereerd en staan voertuigen onderling met elkaar in verbinding. De achterliggende algoritmes beperken hun lerende vermogen vervolgens niet tot de data afkomstig van een enkel voertuig, maar gebruiken en verbeteren het hele netwerk tegelijk.⁸ Vergelijkbare versterkende effecten zien we ook in de platformeconomie. Een bedrijf dat erin geslaagd is om een netwerk te creëren met een kritieke massa, genereert en ontvangt veel data over dat netwerk en kan die data vervolgens weer gebruiken om de dienstverlening te verbeteren, het netwerk aantrekkelijker te maken en uiteindelijk het platform te laten groeien.

⁷ Zie het rapport AI index 2017 ([link](#)).

⁸ <https://www.ben-evans.com/benedictevans/2017/8/20/winner-takes-all>.

2.2 Stap II: economische waarde

Digitalisering heeft, door de introductie van nieuwe producten en diensten, sommige waardeketens grondig veranderd en heeft de potentie om ook andere waardeketens blijvend te veranderen. Deze verandering kan plaatsvinden via het digitaliseren van specifieke onderdelen in de waardeketen, via het wegvallen van elementen binnen de waardeketen of via de vervlechting van verschillende waardeketens. Het gebruik van big data om een betere risico-inschatting te maken voor een verzekering is een voorbeeld van het digitaliseren van een element in de waardeketen. Webwinkels, maaltijdboxbedrijven en onlinesupermarkten maken het voor klanten mogelijk om via hun smartphone producten of boodschappen aan te schaffen. Ze leveren de producten vervolgens direct vanuit het warehouse bij de consument. Deze bedrijven slaan het aanbieden van producten in een fysieke winkel over en hierdoor kunnen onderdelen van de waardeketen, die steeds minder waarde toevoegen, verdwijnen. De opkomst van mobiliteitsintegratoren, ten slotte, is een goed voorbeeld van vervlechting van waardeketens. Deze integratoren proberen via een app een ‘one-stop-shop’ voor mobiliteit te worden waarmee de consument in al zijn of haar mobiliteitsbehoeften kan worden voorzien, of het nou openbaar vervoer, taxi of een fiets betreft.

De impact die digitalisering heeft op de economie kan beter begrepen worden door te ontleden hoe digitalisering productie, consumptie en innovatie beïnvloedt. Onder productie verstaan we het creëren van goederen of diensten door gebruik te maken van de productiefactoren arbeid, kapitaal en land. In het digitale tijdperk vormen data een essentiële input voor productie. *The Economist* ging zelfs zo ver om data als de nieuwe olie te bestempelen.⁹ Recent heeft een groep economen ervoor gepleit om data in tegenstelling tot olie in sommige gevallen als arbeid te beschouwen (Arrieta Ibarra, et al. 2018). In essentie gaat het er hier om wie de eigendomsrechten van data bezit en of deze eigendomsrechten verhandelbaar zijn. Het verschil kan belangrijke implicaties hebben voor de plaats waar de baten van datagebruik neerslaan en hoe de marktmacht van techbedrijven zich ontwikkelt. Los van de uitkomst laat de discussie zien dat digitalisering voor economen tot fundamentele vragen leidt over de randvoorwaarden waarbinnen de economie functioneert. Het is belangrijk om te begrijpen welke typen bedrijven digitaliseren, wanneer dat plaatsvindt, waar productie plaatsvindt en hoe digitalisering (arbeids)productiviteit en participatie verandert. Meer in het algemeen rijst de vraag waarom en hoe digitalisering economische efficiëntie verhoogt of verlaagt.

Er zijn vier dimensies waarlangs digitalisering economische efficiënties verandert. We bouwen hierbij voort op de inzichten van Goldfarb en Tucker (2019) en een recent overzichtsartikel van de OESO (2019). Deze dimensies zijn:

- **Schaalbaarheid.** Digitale producten hebben lage marginale kosten en zijn daarnaast vaak nauwelijks plaats-of tijdgebonden. Deze eigenschappen vergroten en versnellen de schaalbaarheid, zowel in volume als geografisch. Een gevolg is dat succesvolle startups, na een vaak relatief grote investering in vaste kosten, razendsnel kunnen uitgroeien tot wereldspelers. WhatsApp en Facebook groeiden bijvoorbeeld in minder dan tien jaar uit tot een platform met meer dan een miljard gebruikers.
- **Netwerkeffecten en lagere transactiekosten via marktplaatsen.** Digitale platformen maken het mogelijk om vraag en aanbod op een efficiënte wijze bij elkaar te brengen. Deze platformen hebben de potentie om het zoeken naar producten en diensten gemakkelijker te maken en via reviewsystemen de betrouwbaarheid van de marktplaats te vergroten. Het succes van platformen valt of staat met de grootte van het netwerk aan zowel de vraag- als de aanbodzijde. Beginnende platformen zijn er dan ook vaak op gericht om in de eerste plaats een voldoende grote gebruikersbasis te creëren en later pas naar winstgevendheid te kijken.

⁹ The Economist. (2017), *The world's most valuable resource is no longer oil, but data.*

- **Personalisering.** Het inschatten van individuele eigenschappen, voorkeuren en gedragingen wordt door de verhoogde traceerbaarheid van digitale gegevens eenvoudiger. Producten en diensten kunnen daardoor meer worden toegespitst op de individuele consument.
- **Automatisering en robotisering.** De vervanging van menselijke arbeid door ICT-systemen is ingezet in de twintigste eeuw en beïnvloedt zowel de productieve als de dynamische efficiëntie van de economie. Tot dusver heeft deze automatisering kenniswerk grotendeels ontzien. De ontwikkeling van artificiële intelligentie breidt de reikwijdte van automatisering echter verder uit, vooral bij het maken van voorspellingen of het maken van beslissingen. Tegelijkertijd kan gedeeltelijke automatisering ook nieuwe werkgelegenheid creëren door het introduceren van nieuwe beslistaken (Agrawal, Gans en Goldfarb 2019).

Net zo goed als productie, wordt ook consumptie door digitalisering geraakt. De behoeften, middelen en beschikbare tijd van consumenten zijn niet statisch, maar veranderen mee. In 2017 winkelde 79% van de Nederlandse bevolking weleens online.¹⁰ Online winkelen is aantrekkelijk, omdat de transactiekosten voor consumenten lager zijn. Daarnaast lieten Brynjolfsson et al. in 2003 al zien dat de variëteit van producten in webwinkels het consumentensurplus verhoogt (Brynjolfsson, Hu en Smith 2003). De consumptie van digitale goederen en diensten leidt tot nieuwe verwachtingen en gedragingen van consumenten. Zo is de manier waarop mensen onderling communiceren, door digitalisering gewijzigd.¹¹ Het bijhouden van sociale media is onderdeel geworden van het onderhouden van relaties, maar wordt ook ingezet in de communicatie tussen bedrijven, organisaties, politici en burgers. In sommige gevallen kunnen de nieuwe consumptiepatronen, zoals het gebruik van sociale media, publieke belangen beïnvloeden. Zo geeft bijna dertig procent van de socialemediagebruikers in de leeftijdscategorie 18-25 jaar aan zichzelf als verslaafd te beschouwen.¹² Het risico van uitholling van Nederlandse binnensteden door een groeiend gebruik van webwinkels vormt een belangrijk aandachtspunt voor beleidsmakers.¹³

Digitalisering verandert speur- en ontwikkelingswerk en de innovatiedynamiek. Door verschillende digitale technologieën verandert de manier waarop innovatie plaatsvindt. Zo verbeteren open data, open source software en open access de toegang tot kennis, maakt AI het mogelijk om nieuwe ideeën te ontwikkelen en kunnen onderzoekers gemakkelijk op afstand met elkaar samenwerken via communicatietechnologie en cloudplatforms (Bijlsma en Overvest 2018). Digitalisering zorgt er zo voor dat bestaande kennis beter wordt benut, het vergroot de mogelijkheden om nieuwe kennis te ontwikkelen en kan productiviteit van onderzoekers verhogen.

2.3 Stap III: publieke belangen

Met een economische bril kunnen we een deel van de impact op publieke belangen verder verdiepen. De impact van digitalisering op de brede welvaart vraagt uiteindelijk om een discipline-overstijgende analyse. Specifiek vanuit economisch oogpunt vraagt digitalisering om een analyse van:

- **Marktfalen:** welke marktfalens veranderen, verdwijnen of worden geïntroduceerd door digitalisering? Hierbij kan onder andere gedacht worden aan hoe digitalisering het marktfalen van externe effecten beïnvloedt (bijvoorbeeld meer elektriciteitsgebruik en CO₂-uitstoot) of asymmetrische informatie verandert (bijvoorbeeld via een reputatiesysteem)?
- **Verdeling:** hoe verandert digitalisering marktconcentratie bij bedrijven? Hoe veranderen inkomens- en vermogensverdelingen? Zijn er burgers voor wie de sociaaleconomische kansen in de samenleving

¹⁰ CBS, Eurostat, [Nederland in top 5 online winkelen](#).

¹¹ SCP, Wennekens, A.M., J. de Haan en F. Huysmans (2016). Communicatie via (sociale) media. In: Media:Tijd in kaart. Geraadpleegd op 23 mei 2019 via https://digitaal.scp.nl/mediatijd/communicatie_via_media.

¹² J. van Beuningen, R. Kloosterman, Opvattingen over sociale media, CBS, 2018.

¹³ Zie bijvoorbeeld: D. Evers, J. Tenneks, F. Van Dongen, De bestendige binnenstad, PBL, 2014.

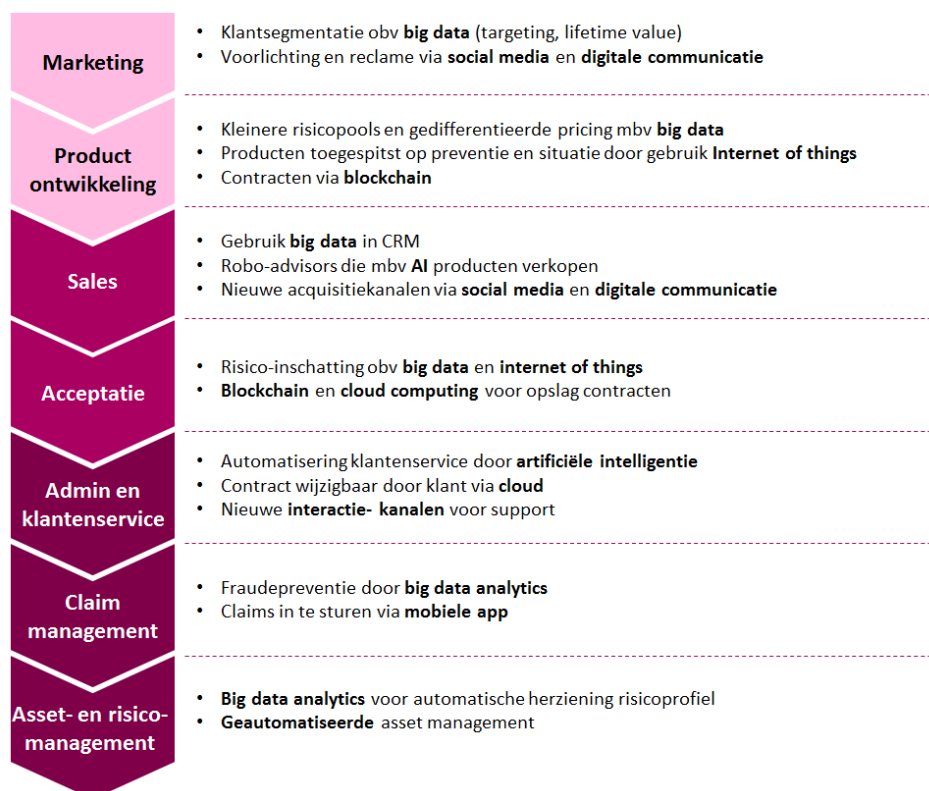
veranderen? Hoe beïnvloedt digitalisering herverdelingsmechanismen zoals belastingheffing? Welke grondslag moet bijvoorbeeld aan de basis staan voor de vennootschapsbelasting bij een internationaal opererend platformbedrijf?

- **Publieke goederen:** wat zijn de gevolgen van digitalisering voor bestaande publieke goederen, zoals de kwaliteit van de openbare ruimte? Zijn er digitale producten of diensten, zoals data of het internet, die als publiek goed moeten worden beschouwd?

2.4 Illustratie raamwerk: digitalisering bij verzekeringen

Om te laten zien hoe het analyseraamwerk in de praktijk gebruikt kan worden, passen we het toe op de verzekeringssector. Eling en Lehmann (2018) hebben op basis van de wetenschappelijke literatuur in kaart gebracht hoe digitalisering aangrijpt op de verschillende waardeketenelementen van verzekeraars. Figuur 2.3 geeft een schematisch, niet uitputtend, overzicht van de mogelijke impact van digitalisering op de primaire activiteiten van verzekeraars.

Figuur 2.3 Mogelijke toepassing van nieuwe producten, diensten en technologieën in waardeketen verzekeraars



Noot: figuur op basis van Eling en Lehmann (2018).

2.4.1 Nieuwe producten, diensten en technologieën door digitalisering bij verzekeringen

Grofweg kan digitalisering de elementen in de waardeketen op drie manieren veranderen. Allereerst verschuift de wijze waarop verzekeraars interacteren met hun klanten naar digitale middelen. Ten tweede automatiseren de back-officeprocessen en worden ze sterker aan data gekoppeld. Ten derde kunnen aangeboden producten wijzigen door in te springen op nieuwe, digitale risico's (bijv. cyberveiligheid of de deeleconomie), door risicopools nauwkeuriger te definiëren, of door met behulp van data preventie te bevorderen.

2.4.2 Economische waarde van digitalisering voor verzekeraars en verzekerden

Deze mogelijke veranderingen in de waardeketen voor verzekeraars kunnen economische waarde vergroten. Nauwkeurigere klantsegmentatie via product- en premiedifferentiatie, vergelijkingswebsites en een beter zicht op het eigen risicoprofiel maken het in theorie makkelijker om voor een consument het juiste product te vinden. De allocatieve efficiëntie neemt dan toe en transactiekosten voor consumenten nemen af. Digitale dienstverlening creëert schaalvoordelen voor verzekeraars, het is bijvoorbeeld minder noodzakelijk om filialen te openen als afhandeling geheel via het web kan plaatsvinden en de efficiëntie van back-end-processen kan toenemen door automatisering. Nadat consumenten een verzekering hebben afgesloten, is er een risico op *moral hazard*. Dit wil zeggen dat verzekerden hoger risicogedrag kunnen gaan vertonen, omdat ze weten dat ze bij eventuele schade gedekt zijn door hun verzekeraar. Digitalisering biedt mogelijkheden om deze moral hazard te verkleinen. Bijvoorbeeld door verzekeringspremies te koppelen aan gedrag dat continu gemonitord en teruggekoppeld wordt via smartphones of Internet of Things apparaten.

2.4.3 Publieke belangen in een digitaliserende verzekeringssector

De mogelijkheden van digitalisering in de verzekeringssector roepen ook vragen op voor publieke belangen. We benoemen hier de belangrijkste vraagstukken met betrekking tot marktfalen en verdeling.

Allereerst rijst de vraag welke solidariteit tussen risicogroepen we als samenleving willen borgen. Met andere woorden: welke risico's moeten collectief met elkaar ondervangen worden, zelfs als digitalisering het mogelijk maakt om veel specifiekere risicoprofielen van individuen te maken. Daarnaast kunnen consumenten ervoor kiezen om vanwege uiteenlopende redenen minder digitaal actief te zijn, bijvoorbeeld vanuit privacyoverwegingen, of omdat ze nieuwe digitale technieken niet kunnen of willen eigen maken. Welke consequenties heeft digitalisering van de verzekeringsmarkt voor deze digitaal inactieven? Blijft de markt voor hen voldoende toegankelijk en welke extra kosten ten opzichte van een digitaal product zijn toelaatbaar?

De toegang tot meer persoonlijke data door digitaal actieve consumenten kan daarnaast externe effecten teweegbrengen als de data van deze consumenten gebruikt wordt om een risicoprofiel te verfijnen van digitaal inactieven. Denk bijvoorbeeld aan het gezondheidsprofiel van familieleden. Daarnaast zagen we al dat monitoring op gedrag kansen biedt om *moral hazard* tegen te gaan. Verzekeraars experimenteren bijvoorbeeld al met autoverzekeringen waarvan de hoogte van de premie afhangt van het rijgedrag.

Tot slot brengt de stortvloed aan nieuwe digitale data andere risico's met zich mee. Verzekeraars kunnen de extra informatie gebruiken om consumenten te verleiden tot het aanschaffen van verzekeringen die ze niet nodig hebben. Als enkel consumenten inzicht krijgen in hun eigen, specifiekere risicoprofiel kunnen ze selectiever verzekeringen afsluiten. Op termijn zou dit het verzekeringsmodel kunnen uithollen of de prijzen van verzekeringen kunnen laten toenemen. De antwoorden op de vraag hoe om te gaan met bovenstaande kwesties zullen sterk afhankelijk zijn van het type verzekering, maar ze delen de noodzaak voor een breed maatschappelijk debat over solidariteit en markten in een digitale samenleving.

3 Stand van zaken economisch onderzoek

Wat betekent digitalisering voor het economisch onderzoek? Digitalisering is een sectordoorsnijdende ontwikkeling en is mede daarom relevant voor alle economische vakgebieden. Zonder overdrijving kunnen we stellen dat een beter begrip van de economische gevolgen van digitalisering wereldwijd prioriteit heeft. De

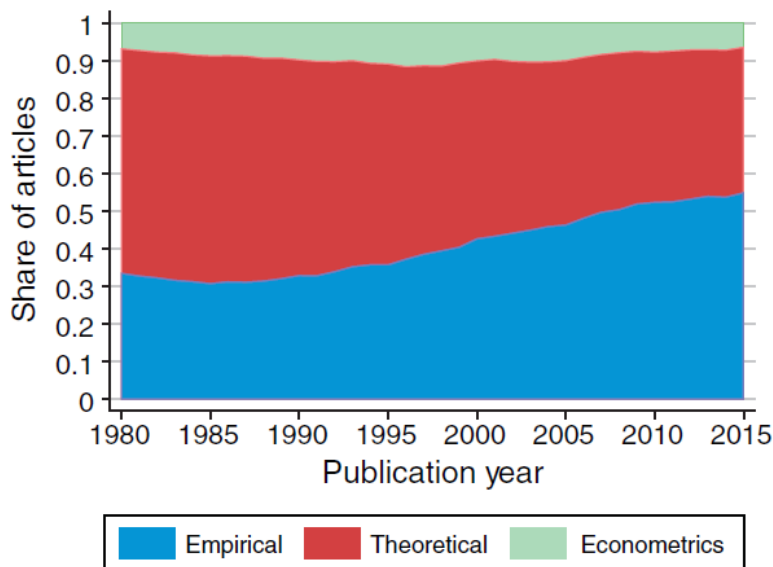
OESO heeft bijvoorbeeld het ‘Going Digital’ project¹⁴, MIT heeft het ‘Initiative on the Digital Economy’¹⁵ en NBER bracht een boek uit over de economie van kunstmatige intelligentie¹⁶. Om een indruk te krijgen van dit type onderzoek geeft dit hoofdstuk aan de hand van het kader uit hoofdstuk 2 een globaal, niet-uitputtend, overzicht van welke thema’s in de literatuur aan bod komen.

3.1 Nieuwe producten, diensten en technologieën

Het onderzoek naar hoe waardeketens veranderen door digitalisering bevindt zich op het snijvlak van bedrijfskunde en economie. Economen hebben voor verschillende sectoren geanalyseerd hoe digitalisering waardeketens verandert. Gilbert (2015) bestudeert bijvoorbeeld welke impact de introductie van e-boeken heeft gehad op de uitgeefbranche en fysieke boekenwinkels. Rysman en Schuh (2017) analyseren welke digitale innovaties de markt van betalingsverkeer kunnen transformeren. Zij laten hierbij zien dat een deel van het businessmodel van traditionele banken onder druk komt te staan. Andere voorbeelden van economisch onderzoek naar veranderende waardeketens door digitalisering gaan bijvoorbeeld over personalisering in de zorg (Miller and Tucker 2017), de impact van kunstmatige intelligentie op efficiëntie binnen een waardeketen (Brynjolfsson, Hui and Liu 2018) of innovatie (Cockburn, Henderson and Stern 2018), en de veranderingen die digitalisering met zich meebrengt voor de media (Waldfogel 2018).

Er wordt niet alleen economisch onderzoek gedaan naar de impact van nieuwe producten, diensten en technologieën op waardeketens, digitalisering verandert ook *hoe* economisch onderzoek wordt verricht. De toenemende beschikbaarheid van data en rekenkracht maakt het mogelijk om vernieuwend empirisch onderzoek te doen en economen maken volop gebruik van deze mogelijkheden. Met behulp van machine-learningtechnieken classificeren Angrist et al. (2017) de economische literatuur en constateren dat het belang van empirisch onderzoek sterk is toegenomen sinds de jaren tachtig, zie figuur 3.1.

Figuur 3.1 Aandeel empirische, theoretische en econometrische papers in de economische literatuur



Noot: Figuur is overgenomen uit Angrist et al. (2017).

¹⁴ <https://www.oecd.org/going-digital/>

¹⁵ <http://ide.mit.edu/>

¹⁶ <https://www.nber.org/books/agra-1>

Een van de grote kansen voor onderzoek ligt in het gebruik van administratieve data (Einav en Levin 2014). Het voordeel van administratieve data boven alleen surveydata is dat deze (nagenoeg) volledig zijn voor de onderzoekspopulatie en daardoor niet gevoelig zijn voor non-responsbias en (de facto) een-op-een gekoppeld kunnen worden aan andere data. Mede door de goede faciliteiten van het CBS zijn Nederlandse onderzoeksinstellingen, zoals het CPB, voorlopers in het gebruik van administratieve data.

Een andere technologie die impact heeft op onderzoek is machine learning. Traditioneel leunen economen sterk op statistische technieken zoals (lineaire) regressieanalyses. Vanuit de computerwetenschappen zijn tal van technieken ontwikkeld die het economische onderzoek kunnen verrijken, bijvoorbeeld door een verhoging van de voorspelkracht of de mogelijkheid om teksten en andere informatie in data om te zetten. In een overzicht van de belangrijkste machine-learningtechnieken stellen Athey en Imbens (2019) dat de adoptie van deze technieken in het economisch onderzoek nog te langzaam verloopt. Het CPB ziet ook de potentie van machine learning voor zowel het economisch onderzoek als het lopend werk. Recente CPB-publicaties die machine-learningtechnieken gebruiken, zijn Gerritsen, Kattenberg en Kuijpers (2019), in een onderzoek naar het effect van leeftijd van jonge migranten bij aankomst in Nederland op hun onderwijsresultaten en Scheer (2019) in een onderzoek over het voorspellen van de ontwikkeling van de werkloosheid. In 2019 heeft het CPB een nieuwe afdeling opgericht, het data science team, met de opdracht om ervaring op te doen met machine-learningtechnieken en de benodigde kennis te verspreiden binnen en buiten het CPB.

3.2 De economische waarde van digitalisering

Het onderzoek naar de economische waarde van digitalisering richt zich vooral op de impact op productie. Aangejaagd door enerzijds de achterblijvende productiviteitsgroei in ontwikkelde economieën en anderzijds de optimistische verwachtingen van sommige technologie-experts onderzoeken auteurs als Gordon (2018) en Brynjolfsson, Rock, en Syverson (2019) de historische parallel met eerdere technologische veranderingen, zoals de elektrificatie en opkomst van IT in de twintigste eeuw en verkennen ze de potentiële gevolgen voor productiviteit van digitale technologieën. In het optimistische artikel van Brynjolfsson, Rock, en Syverson wordt de verwachting uitgesproken dat alleen al de introductie van zelfrijdende auto's in de logistieke sector tot een productiviteitsstijging kan leiden van 1,7 procent. Gordon daarentegen toont zich sceptisch over de te verwachten impact van digitalisering op productiviteitsgroei. Hij beargumenteert o.a. dat de adoptie van kunstmatige intelligentie geleidelijk zal verlopen en daardoor niet zal leiden tot een hogere productiviteitsgroei. De analyse van Elstner et al. (2018) voor de Duitse economie suggereert dat digitalisering heeft geleid tot een gelijktijdige groei van banen en productie waardoor arbeidsproductiviteitsgroei deels achterwege blijft. Verschillende OESO-studies (bijv. Andrews et al. (2016) en Berlingieri et al. (2017)) observeren een toenemende divergentie tussen de meest productieve en de minst productieve bedrijven wereldwijd. In Nederland is deze divergentie nog niet waargenomen (van Heuvelen, Bettendorf en Meijerink 2018).

Immateriële activa

De investeringen in immaterieel kapitaal (*intangibles*) groeien sneller dan klassieke investeringen in materieel kapitaal, zoals gebouwen en machines (*tangibles*). Immateriële activa zijn een belangrijke aanjager van innovatie geworden (Corrado et al. (2012), Belitz et al. (2018)) en de economische groei en welvaart worden er steeds afhankelijker van (Griliches 1994). Organisaties kunnen investeren in immaterieel kapitaal via digitalisering (software en databanken), innovatie (onderzoek en ontwikkeling, copyright, design) en door economische competenties te verwerven (uitgaven aan marketing en marktonderzoek, bedrijfsspecifiek *human capital*, organisatiekapitaal)

Immaterieel kapitaal verschilt van materieel kapitaal door de vier zogenaamde S-eigenschappen (Haskel and Westlake 2017):

Schaalbaarheid. In vergelijking met materieel kapitaal, kan de schaal van immaterieel kapitaal uitgebreid worden tegen relatieve lage kosten. Dit resulteert in stijgende schaalvoordelen. In het geval van netwerkgoederen, worden de voordelen van een schaaluitbreiding versterkt door netwerkexternaliteiten. Denk bijvoorbeeld aan een app, die verkocht kan worden aan miljoenen mensen zonder veel extra kosten en die met een toenemend netwerk waardevoller wordt.

Sunk costs (verzonken kosten). De investeringen in immaterieel kapitaal worden gekenmerkt door hoge *sunk costs*. Dit type kosten kan een bedrijf moeilijk terugverdienen als het de activa verkoopt. In tegenstelling tot machines en apparatuur, kunnen immateriële activa een beperkte doorverkoopwaarde hebben. Hierdoor zijn deze investeringen risicovoller en moeilijker te financieren met extern kapitaal.

Spillovers. Immaterieel kapitaal genereert vaak spillovers (Chen en Inklaar 2016). Dit hangt samen met de eigenschap dat ze tegelijkertijd gebruikt kunnen worden door meerdere gebruikers. Als gevolg van deze spillovers kunnen bedrijven gemakkelijker profiteren van investeringen door andere bedrijven waardoor de prikkel om zelf te investeren aangetast wordt.

Synergieën. Immaterieel kapitaal creëert synergieën waardoor de productiviteit en waarde van activa in zijn geheel worden verhoogd. Op zichzelf staande onderdelen als organisatiestructuur, onderzoek-en ontwikkelingswerk en bedrijfssoftware zijn waardevol, maar gecombineerd worden ze meer waard.

Een actueel vraagstuk is welke rol data en andere immateriële activa (zie kader) spelen in productiviteitsverschillen tussen bedrijven. Beter begrip van de economische waarde van data is nog grotendeels onontgonnen terrein, zoals Veldkamp (2019) benadrukt in een recente beschouwing over dit onderwerp. Een eerste empirische studie is van Bajari, Chernozhukov, Hortaçsu, & Suzuki (2019). Zij onderzoeken data van Amazons retailactiviteiten en vinden, consistent met statistische theorie, dat naarmate een datareeks langer is, betere voorspellingen mogelijk zijn en dat de verbeteringen van de voorspelkracht afnemen. Dit laatste wijst voor het bedrijf dat zij onderzocht hebben op afnemende meeropbrengsten van meer data.

Een gerelateerd vraagstuk is wat digitalisering betekent voor de arbeidsmarkt. Kunstmatige intelligentie, automatisering en robotisering zijn technologieën die niet alleen de productiviteit kunnen verhogen, maar ook impact hebben op de vraag naar arbeid. De vraag is, kortweg, of digitalisering de vraag naar arbeid laat toe-of afnemen. De adoptie van ICT gaat, in de meeste OESO-landen, samen met een toenemende

inkomensongelijkheid tussen hoog- en laagopgeleiden (Goos, Manning en Salomons 2014). Ook in Nederland is sprake van stijgende loonongelijkheid (Van den Berge en Ter Weel 2015), maar lijkt de omvang hiervan vooralsnog klein. Het CPB heeft in 2015 samen met het Sociaal-Cultureel Planbureau scenario's opgesteld voor de onderkant van de arbeidsmarkt in 2025 (De Graaf-Zijl, et al. 2015). De verandering in vraag naar vaardigheden, deels gedreven door digitalisering, vormt hierbij een belangrijke onzekerheid. Acemoglu en Restrepo (2017) onderzoeken het effect van robotisering in de VS en vinden negatieve effecten op werkgelegenheid en lonen. In een recent en deels CPB-onderzoek concluderen Bessen et al. (2019) dat voor werknemers de kans op beëindiging van een arbeidsrelatie na automatisering toeneemt. Ook is er een beperkte daling van het inkomen. In een meer verkennende studie focussen Acemoglu en Restrepo (2019) zich op de huidige prikkels voor bedrijven om te investeren in kunstmatige intelligentie. Ze concluderen dat er een reëel risico bestaat dat bedrijven op dit moment met name arbeidsvervangende AI ontwikkelen waarbij productiviteitsstijgingen minimaal zullen zijn.

Daarnaast stelt digitalisering economen en statistische onderzoekers voor de uitdaging om goed te meten. Zonder goede metingen ook geen adequate inzichten in economische ontwikkelingen. De introductie van de digitale camera en later de smartphone heeft geleid tot een enorme daling van de marginale kosten en een stijging van de kwaliteit van foto's. Die prijsdaling en kwaliteitsverbetering, die ook bij andere gedigitaliseerde producten en diensten bestaan, komen nauwelijks tot uitdrukking in het bbp, maar hebben geleid tot een toename van het consumentensurplus. Een gerelateerde kwestie is hoe de economische waarde van data, algoritmes en andere niet-tastbare bezittingen gemeten moet worden. Deze kwesties zijn van belang voor bijvoorbeeld monetair beleid en onderzoek naar de ontwikkeling van TFP-groei of huishoudinkomens. Reinsdorf en Schreyer (2019) laten zien dat bestaande statistische praktijk leidt tot een overschatting van inflatie en dat deze overschatting economisch relevant is.

Economische groei wordt op de lange termijn gedragen door productiviteitsgroei en de belangrijkste drijvers daarvan zijn onderwijs en onderzoek. Digitalisering verandert de manier waarop bedrijven en onderzoeksinstituten onderzoek kunnen doen. Onderzoek is bijvoorbeeld steeds meer gebaseerd op big data en steeds minder afhankelijk van geografische afstanden. Kunstmatige intelligentie kan niet alleen de productiviteit van de productie verbeteren, maar ook de productiviteit van het R&D-proces door meer data- en algoritmegeïnduceerd onderzoek (Cockburn, Henderson en Stern 2018). Technologische ontwikkelingen verlagen ook de kosten voor bedrijven en investeerders om te experimenteren met nieuwe bedrijfsmodellen (Ewens, Nanda en Rhodes-Kropf 2018). De CPB Policy Brief van Bijlsma en Overvest (2018) verkent de verschillende gevolgen van digitalisering voor R&D en R&D-beleid. Daarnaast biedt digitalisering kansen voor het onderwijs: bijvoorbeeld via online cursussen of trainingen (Massive Open Online Courses, of MOOC's) of door via datageïnduceerde inzichten het onderwijs te personaliseren. Bettinger et al. (2017) gaan in op de gevolgen van MOOC's voor studenten, zoals cursusafronding, cursusresultaat en toegankelijkheid van onderwijs. MOOC's lijken vooral de kansen te vergroten voor mensen die anders niet in de gelegenheid zouden zijn om onderwijs te volgen (Goodman, Melkers en Pallais 2019).

3.3 Publieke belangen ten tijde van digitalisering

In het onderzoek naar publieke belangen richt economisch onderzoek zich onder meer op de gevolgen van digitalisering voor marktmacht, privacy en cyberveiligheid. Een belangrijke trend lijkt te zijn dat marktmacht van bedrijven toeneemt (De Loecker en Eeckhout 2017) en de kans van jonge bedrijven om succesvol te worden afneemt (zie bijvoorbeeld Decker et al. (2016) voor de VS en Bijlens en Konings (2018) voor België). Volgens sommige economen kan deze trend worden verklaard door globalisering of technologische veranderingen (Autor, et al. 2017) en is marktmacht van grote bedrijven op een inefficiënt

niveau beland (Covarrubias, Gutiérrez en Philippon 2019). De toename in mark-ups¹⁷ vindt plaats in meerdere landen binnen de OESO en doet zich sterker voor in digitaal intensieve sectoren (Calligaris, Criscuolo en Marcolin 2018). In Nederland zijn er nog geen sterke aanwijzingen voor (van Heuvelen, Bettendorf en Meijerink 2018). Op het niveau van markten is er een steeds beter begrip van hoe platformen (Rysman 2009), marktplaatsen (Bajari en Hortaçsu 2003) en internet (Brown en Goolsbee 2002) concurrentie veranderen. Ook over privacy is een rijke literatuur ontstaan, zie Acquisti, Taylor en Wagman (2016) voor een overzicht van theoretische en empirische literatuur over de economie van privacy. In een Policy Brief doet het CPB voorstellen voor beter economisch onderbouwd beleid voor persoonsgegevens (Bijlsma, Straathof en Zwart 2014). Een opkomende literatuur richt zich op het (deels) publieke belang van cyberveiligheid. Acemoglu, Malekian, & Ozdaglar (2016) bestuderen in een theoretische setting de gevolgen van (externe) netwerkeffecten op de prikkels voor individuen om te investeren in beveiliging. De risicorapportage cyberveiligheid economie (CPB, 2019) biedt een breed overzicht van cyberberrisico's voor de Nederlandse samenleving.

4 Onderzoeksprioriteiten rond digitalisering

Analyse van de Nederlandse economie en de overheidsfinanciën vormt de centrale opdracht van het CPB.

De toegevoegde waarde van het CPB schuilt in het vervullen van een brugfunctie tussen de economische wetenschap en beleid (CPB 2017). Vanuit die visie heeft het CPB zowel beleidsadviezen gegeven als empirisch economisch onderzoek verricht naar onderwerpen die bezien door het digitaliseringskader relevant zijn.

De hoeveelheid mogelijke onderzoeken maakt een prioritering noodzakelijk. Onderzoek van het CPB richt zich bij voorkeur op voor Nederland beleidsrelevante economische onderwerpen met een hoge mate van onzekerheid. Het vorige hoofdstuk heeft laten zien dat er in de economische wetenschap nog veel onbekend is over hoe verdergaande digitalisering productiviteit en de structuur van markten beïnvloedt. Hier past onderzoek binnen drie thema's: hoe verandert waardecreatie, welke impact heeft digitalisering op verdeling en wat is de rol van data. In dit hoofdstuk worden deze thema's nader toegelicht.

Het eerste thema gaat over de *verandering van waardecreatie door digitalisering*. In hoofdstuk 3 bespraken we hoe digitalisering waardeketens kan veranderen door het digitaliseren van specifieke elementen, het overbodig maken van elementen in de waardeketen of juist door het combineren van taken. Bij dit thema kan in eerste instantie gedacht worden aan analyses op specifieke sectoren. Vooral bij sectoren met (semi)publieke diensten en goederen is de beleidsrelevantie groot. Voor verzekeringen hebben we al kort aangestipt welke veranderingen digitalisering mogelijk maakt en welke verstrekende gevolgen dit potentieel kan hebben voor de markt. Bijlsma en Van Veldhuizen (2019) hebben voor financiële markten de potentiële impact van digitalisering verkend, maar er zijn nog veel open vragen. De introductie van cryptocurrencies kan grote gevolgen hebben voor de betalingsverkeermarkt. Welke risico's ontstaan er en welke rol is passend voor centrale banken? Algoritmes en kunstmatige intelligentie worden steeds meer toegepast op de kapitaalmarkten. Kan deze toepassing leiden tot instabiliteit van beurzen? Op een vergelijkbare manier zijn er zowel risico's als kansen voor zorg, onderwijs, rechtspraak en mobiliteit. Inzicht in hoe waardeketens veranderen of nog kunnen veranderen, helpt bij het formuleren van nieuwe beleidsvragen.

¹⁷ Verschil tussen verkoopprijs en marginale kosten van een product.

Digitalisering zal niet alleen effect hebben op bestaande sectoren, maar kan ook leiden tot grote verschuivingen over sectoren heen. Zo is het goed denkbaar dat bepaalde sectoren (relatief) in omvang afnemen, terwijl nieuwe sectoren juist opbloeien. Denk daarbij aan eerdere grote transities van bijvoorbeeld landbouw naar industrie en van industrie naar diensten. Deze transities waren mogelijk door een combinatie van factoren. Enerzijds leidden nieuwe technologieën in bestaande sectoren tot grote productiviteitswinsten en uitstoot van arbeid, anderzijds verschenen er technologieën die de opkomst van nieuwe sectoren mogelijk maakten en waarin veel mensen vervolgens emplooi vonden. Nadere ontleding van productiviteitsgroei op sectoraal, geografisch of takenniveau kan helpen om de onderliggende trends van stagnerende productiviteit op macroniveau te duiden, zie bijv. de methode van Acemoglu en Restrepo (2019). Voortbouwend op eerder onderzoek op het gebied van productiviteit kunnen we de relatie tussen digitalisering en productiviteit verder onderzoeken. Verschillende vragen liggen nog open. Bijvoorbeeld, worden hoogproductieve bedrijven (de zogenaamde koplopers, zie van Heuvelen, Bettendorf en Meijerink (2018)) gekenmerkt door hoge investeringen in digitalisering / immaterieel kapitaal? Worden dezelfde patronen gevonden voor alle sectoren? Worden bedrijven, of sectoren, die een hoge mark-up toepassen (Van Heuvelen, Bettendorf and Meijerink 2019) ook gekenmerkt door een groot aandeel van immaterieel kapitaal? Een gerelateerde vraag is welke rol (digitale) startups in Nederland spelen op de totale productiviteitsgroei. Een beter begrip op microniveau biedt hierbij aanknopingspunten voor de formulering van effectief beleid.

Het tweede thema gaat over *de impact van digitalisering op verdeling*. Omdat digitalisering dwars door sectoren en bestaande instituties heen kan snijden, kan dit impact hebben op de verdeling van lonen, vermogen, winsten, kansen op de arbeidsmarkt en sociale zekerheden in de economie. Digitalisering kan bijvoorbeeld de loonverschillen vergroten tussen laag- en hoogopgeleiden. Onderzoek zou meer inzicht kunnen verschaffen in hoe, waar en wanneer de veronderstelde tekorten van technisch opgeleiden zich uiteten op de arbeidsmarkt. Welke technisch opgeleiden ontvangen een loonpremium en in welk deel van hun loopbaan? De uitkomsten van een dergelijk onderzoek kunnen vervolgens richting bieden aan onderwijsbeleid.

Binnen dit tweede thema speelt ook de balans tussen personalisering en solidariteit. Via personalisering kunnen premies voor verzekeringen steeds meer gebaseerd zijn op individuele risico's, waardoor de verdeling van kosten verandert tussen mensen met hoge risico's en lage risico's en solidariteit ondergraven kan worden. De verdelingsvraag speelt ook bij mededinging. Door de komst van digitale platformen en andere techbedrijven lijkt de aard van marktwerking te veranderen. Economische machtsposities lijken, door netwerkeffecten of bezit van waardevolle data, onaantastbaarder dan voorheen en bedrijven met een centrale positie in de markt kunnen allerlei voorwaarden opleggen aan andere bedrijven. Deze nieuwe marktordening verandert de kansen voor toetreders en de verdeling van economisch surplus. Dit roept de vraag op of de bestaande kaders voor concurrentie en regulering nog passend zijn. Een verwante vraag is hoe de digitale economie de effectiviteit en omvang van belastingheffing en subsidies verandert. Op welke manier kunnen digitale platformen worden belast? Welke grondslag voor de vennootschapsbelasting doet bijvoorbeeld recht aan de digitale economie die van zichzelf nauwelijks fysieke grenzen kent: is een grondslag op basis van omzetlocatie effectiever dan het huidige stelsel gebaseerd op vestigingsplaats of zou dit de Nederlandse concurrentiepositie teveel schaden? Welke mogelijkheden bestaan er voor het belasten van arbeid in een platformeconomie?

Het laatste thema is gericht op de *rol van data in het digitale tijdperk*. Data zijn tot nu toe impliciet, en grotendeels onbewust, als een privaat goed beschouwd. De hoge marktwaarderingen van techbedrijven zijn deels een resultaat van verdienmodellen die geënt zijn op het verhandelen en bezitten van deze data. Moeten data daarom als een nieuwe productiefactor worden beschouwd? Het is echter mogelijk dat de status van data als privaat goed tot suboptimale uitkomsten leidt voor de samenleving als geheel (zie bijvoorbeeld Bartelsman (2018)). Hier rijst de vraag wat de optimale toekenning van eigendomsrechten van data is en wat deze rechten dan behelzen. Wat is het gevolg van AI op de optimale toekenning van eigendomsrechten? Als datadeling

afgedwongen wordt, zouden marktpartijen mogelijk meer concurreren op basis van producten in plaats van op de data zelf. Bij het nadenken over eigenaarschap van data is ook privacy relevant. Wat is bijvoorbeeld de private en maatschappelijke waarde van het beschermen van privacy?

Tot slot, digitalisering vraagt om zorgvuldige afwegingen, omdat het de gehele samenleving raakt. In dit position paper zijn de CPB-onderzoeksprioriteiten op het gebied van digitalisering uiteengezet. Economische analyses op de beschreven thema's kunnen de beantwoording van beleidsvraagstukken ondersteunen en nieuwe vraagstukken agenderen. Dat belang werd tweehonderd jaar geleden ingezien door de Leidse hoogleraar Hendrik Willem Tydeman. Hij begon zijn winnende inzending op de prijsvraag van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen door te benadrukken dat staathuishoudkundige analyses 'eenzijdige beoordelingen' kunnen voorkomen.

5 Bronnen

- Acemoglu, D., A. Malekian, en A. Ozdaglar, 2016, Network security and contagion, *Journal of Economic Theory*, vol. 166, pag. 536-585
- Acemoglu, D., en P. Restrepo, 2017, Robots and jobs: Evidence from US labor markets, NBER working paper 23285
- Acemoglu, D., en P. Restrepo, 2019, Automation and new tasks: how technology displaces and reinstates labor, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 33, nr. 2, pag. 3-30
- Acemoglu, D., en P. Restrepo, 2019, The Wrong Kind of AI? Artificial Intelligence and the Future of Labor Demand, NBER working paper 25682
- Acquisti, A., C. Taylor, en L. Wagman, 2016, The economics of privacy, *Journal of Economic Literature*, vol. 54, nr. 2, pag. 442-492
- Agrawal, A., J. S Gans, en A. Goldfarb, 2019, Artificial Intelligence: The Ambiguous Labor Market Impact of Automating Prediction, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 33, nr. 2, pag. 31-50
- AI Index, 2017, annual report
- Akcigit, U., en S. Ates. 2019, What Happened to U.S. Business Dynamism?, NBER working paper 25756
- Andrews, D., C. Criscuolo, en P. N. Gal, 2015, Frontier Firms, Technology Diffusion and Public Polic: Micro Evidence from OECD Countries, OECD Productivity Working Paper 2
- Andrews, D., C. Criscuolo, en P. N. Gal, 2016, The best versus the rest: the global productivity slowdown, divergence across firms and the role of public policy, OECD Productivity Working Paper 5
- Angrist, J., P. Azoulay, G. Ellison, R. Hill, en S. F. Lu, 2017, Economic research evolves: Fields and styles, *American Economic Review*, vol. 107, nr. 5, pag. 293-297
- Arrieta Ibarra, I., G. Goff, D. Jiménez Hernández, L. Lanier, en E. Glen Weyl, 2018, Should We Treat Data as Labor? Moving Beyond 'Free', *American Economic Association Papers & Proceedings*, vol. 108, pag. 38-42
- Athey, S., en G. Imbens, 2019, Machine Learning Methods Economists Should Know About, *Annual Review of Economics*, vol. 11, pag. 685-725
- Autor, D., D. Dorn, L. Katz, C. Patterson, en J. Van Reenen, 2017, The Fall of the Labor Share and the Rise of Superstar Firms, NBER working paper 23396
- Bajari, P., en A. Hortaçsu, 2003, The winner's curse, reserve prices, and endogenous entry: Empirical insights from eBay auctions, *RAND Journal of Economics*, vol. 34, nr. 2, pag. 329-355
- Bajari, P., V. Chernozhukov, A. Hortaçsu, en J. Suzuki, 2019, The impact of big data on firm performance: An empirical investigation, *AEA Papers and Proceedings*, vol. 109, pag. 33-37
- Bartelsman, E., 2018, Vervoer en internet: het huwelijk tussen Uber en de Provo's, *ESB*.
- Belitz, H, M Le Mouel, en A. Schiersch, 2018, Company productivity increases with more knowledge-based capital, *DIW Weekly Report*
- Berlingieri, G., P. Blanchenay, en C. Criscuolo, 2017, The Great Divergence(s), OECD Science, Technology and Industry Policy Papers 39
- Bessen, J. E., M. Goos, A. Salomons, en W. Van den Berge, 2019, Automatic Reaction-What Happens to Workers at Firms that Automate?, CPB discussion paper
- Bettinger, E. P., L. Fox, S. Loeb, en E. S. Taylor, 2017, Virtual classrooms: How online college courses affect student success, *American Economic Review*, vol. 107, nr. 9, pag. 2855-2875

- Bijlsma, M., B. Straathof, en G. Zwart, 2014, Kiezen voor privacy: hoe de markt voor persoonsgegevens beter kan, CPB policy brief
- Bijlsma, M., en B. Overvest, 2018, Digitalisering R&D, CPB policy brief
- Bijlsma, M., en S. Van Veldhuizen, 2019, De virtuele bank als onderneming, *Ondernemingsrecht*, 2019/10
- Bijnens, G., en J. Konings, 2018, Declining business dynamism in Belgium, *Small Bus. Econ.*
- Brown, J. R., en A. Goolsbee, 2002, Does the Internet make markets more competitive? Evidence from the life insurance industry, *Journal of Political Economy*, vol. 110, nr. 3, pag. 481-507
- Brynjolfsson, E., D. Rock, en C. Syverson, 2019, Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox, in *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, door A. Agrawal, J. Gans en A. Goldfarb.
- Brynjolfsson, E., X. Hui, en M. Liu, 2018, Does machine translation affect international trade? Evidence from a large digital platform, NBER working paper 24917
- Brynjolfsson, E., Y. Hu, en M. D. Smith, 2003, Consumer Surplus in the Digital Economy: -Estimating the Value of Increased Product Variety at Online Booksellers, *Management Science*, vol. 49, nr. 11, pag. 1580-1596
- Calligaris, S., C. Criscuolo, en L. Marcolin, 2018, Mark-ups in the digital era, OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2018/10
- Chen, W., en R. Inklaar, 2016, Productivity spillovers of organization capital, *Journal of Productivity Analysis*, vol. 45, nr. 3, pag. 229-245
- Cockburn, I. M., R. Henderson, en S. Stern, 2018, The impact of artificial intelligence on innovation, NBER working paper 24449
- Corrado, C., J. Haskel, C. Jona-Lasinio, en M. Iommi, 2012, Intangible capital and growth in advanced economies: Measurement methods and comparative results, Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit Discussion Paper series 6733
- Covarrubias, M., G. Gutiérrez, en T. Philippon, 2019, From Good to Bad Concentration? U.S. Industries over the Past 30 Years, NBER working paper 25983
- CPB, 2017, Economisch inzicht voor beter beleid, CPB position paper
- CPB, 2019, Risicorapportage Cyberveiligheid Economie, CPB notitie
- De Graaf-Zijl, Marloes, Edith Josten, Stefan Boeters, Evelien Eggink, Jonneke Bolhaar, Ingrid Ooms, Adri Den Ouden, en Isolde Woittiez, 2015, *De onderkant van de arbeidsmarkt in 2025*, CPB en SCP
- De Loecker, J., en J. Eeckhout, 2017, The rise of market power and the macroeconomic implications, NBER working paper 23687
- Decker, R. A., J. Haltiwanger, R. S. Jarmin, en J. Miranda, 2016, Where has all the skewness gone? The decline in high-growth (young) firms in the U.S., *European Economic Review*, vol. 86, pag. 4-23
- Einav, L., en J. Levin, 2014, Economics in the age of big data, *Science*, vol. 346, nr. 6210, 1243089.
- Eling, M., en M. Lehmann. 2018, The Impact of Digitalization on the Insurance Value Chain and the Insurability of Risks, *Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice*, vol. 43, nr. 3, pag. 359-396
- Elstner, S., L. P. Feld, en C. M. Schmidt, 2018, The German productivity paradox: Facts and explanations, Ruhr Economic Paper 767
- Ewens, M., R. Nanda, en M. Rhodes-Kropf, 2018, Cost of experimentation and the evolution of venture capital, *Journal of Financial Economics*, vol. 128, nr. 3, pag. 422-442
- Gerritsen, S., M. Kattenberg, en S. Kuijpers, 2019, The impact of age at arrival on education and mental health, CPB discussion paper
- Gilbert, R. J., 2015, E-books: A Tale of Digital Disruption, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 29, nr. 3, pag. 165-184
- Goldfarb, A., en C. Tucker, 2019, Digital Economics, *Journal of Economic Literature*, vol. 57, nr. 1, pag. 3-43

- Goodman, J., J. Melkers, en A. Pallais, 2019, Can online delivery increase access to education?, *Journal of Labor Economics*, vol. 37, nr. 1, pag. 1-34
- Goos, M., A. Manning, en A. Salomons, 2014, Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring, *American Economic Review*, vol. 104, nr. 8, pag. 2509-2526
- Gordon, R. J., 2017, *The rise and fall of American growth: The US standard of living since the civil war*
- Gordon, R. J., 2018, Why has economic growth slowed when innovation appears to be accelerating?, NBER working paper 24554
- Giliches, Z., 1994, Productivity R&D, and the Data Constraint, *American Economic Review*, vol. 84, nr. 1, pag. 1-23
- Haskel, J., en S. Westlake, 2017, *Capitalism without Capital: The Rise of the Intangible Economy*.
- Hilbert, M., P. Lopez, 2011, The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information, *Science*, Vol. 332, nr. 6025, pag. 60-65
- Jovanovic, B., en P. L. Rousseau, 2005, General Purpose Technologies, in *Handbook of Economic Growth*, Editor: P. Aghion en S. N. Durlauf, 1181-1224
- Korinek, A., 2019, Integrating ethical value and economic value to steer progress in artificial intelligence, NBER working paper 26130
- McKinsey, 2013, Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy
- Miller, A. R., en C. Tucker, 2017, Frontiers of Health Policy: Digital Data and Personalized, *Innovation Policy and the Economy*, vol. 17, nr. 1, pag. 49-75
- OECD, 2019, Seven vectors of digital transformation, OECD digital economy working papers 273
- Reinsdorf, M., en P. Schreyer, 2019, Measuring consumer inflation in a digital economy, OECD Statistics Working Paper 101
- Rochet, J.-C., en J. Tirole, 2004, Two-Sided Markets: An Overview, Institut d'Economie Industrielle working paper
- Rysman, M., 2009, The economics of two-sided markets, *Journal of Economic Perspectives* vol. 23, nr. 3, pag. 125-143
- Rysman, M., en S. Schuh, 2017, New Innovations in Payments, in *Innovation Policy and the Economy*, door S. Greenstein, J. Lerner en S. Stern, 27– 48, University of Chicago Press
- Scheer, B., 2019, Werkloosheidsramingen met machine learning: kan het nog beter?, CPB achtergronddocument
- The Economist, 2017, The world's most valuable resource is no longer oil, but data
- Van den Berge, W., en B. Ter Weel, 2015, Baanpolarisatie in Nederland, CPB policy brief
- Van Heuvelen, G. H., L. Bettendorf, en G. Meijerink, 2019, Estimating Markups in the Netherlands, CPB achtergronddocument.
- van Heuvelen, G. H., L. Bettendorf, en G. Meijerink, 2018, Frontier firms and followers in the Netherlands: Estimating productivity and identifying the frontier, CPB achtergronddocument
- Veldkamp, L., 2019, Data and the aggregate economy, draft versie voor the Journal of Economic Literature
- Waldfoegel, J., 2018, *Digital Renaissance. What data and economics tell us about the future of popular culture*