



Kwantificeren economische baten van R&D-beleid

Op basis van nieuwe wetenschappelijke inzichten hebben we gekeken of het mogelijk is om de macro-economische effecten van onderzoek- en ontwikkelingsbeleid zinnig te kwantificeren.

We concluderen dat de nieuwe inzichten nog onvoldoende zijn om het zogeheten R&D-beleid op een betrouwbare manier in een macro-model door te rekenen en de productiviteitseffecten daarvan te bepalen.

Het CPB blijft wel andere bijdragen leveren aan onderzoek gericht op innovatiebeleid, door bijvoorbeeld (literatuur) onderzoek te doen naar de effectiviteit van specifieke R&D-instrumenten.

CPB - september 2023

Yvonne Adema
Bastiaan Overvest
Paul Verstraten

1 Inleiding¹

Onderzoek en ontwikkeling (R&D) staan aan de basis van onze welvaart. Aan het begin van de 20e eeuw lag de levensverwachting in Nederland op minder dan vijftig jaar.² Inmiddels is de levensverwachting gestegen naar 81,6 jaar.³ Een deel van deze stijging kan toegeschreven worden aan innovaties zoals betere hygiëne, gezondere voeding, vaccins of nieuwe behandelmethode. Op het materiële vlak was de vooruitgang eveneens spectaculair: het bruto binnenlands product (bbp) per hoofd van de bevolking steeg met een factor van bijna zeven in de afgelopen eeuw.⁴ Deze vooruitgang was niet mogelijk geweest zonder R&D.⁵ Via R&D ontstaan nieuwe producten en processen, zoals het internet of nieuwe medicijnen, en worden bestaande producten en processen geleidelijk steeds beter, zoals zonnepanelen, computerchips of kunstmatige intelligentie.⁶

Overheden zien het belang van R&D in. Twintig jaar geleden stelden de Europese regeringsleiders zich ten doel om de uitgaven aan R&D te verhogen naar 3% van het bbp. Bedrijven zouden daarvan twee derde moeten financieren.⁷ De ambitie achter deze kwantitatieve doelstelling was om van de Europese Unie de “meest competitieve en dynamische kenniseconomie ter wereld” te maken. Dit doel staat bekend als de *Lissabon Strategie*⁸ en deze ambitie is nog altijd springlevend. De EU steunt R&D voor zo’n 90 miljard euro via programma’s als Horizon Europe en *Next Generation EU*. Met een verwijzing naar de Lissabon Strategie bevat het regeerakkoord van Rutte IV verschillende R&D-maatregelen, zoals het Nationaal Groeifonds en het missiegedreven innovatiebeleid. Op verzoek van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap bracht de KNAW (2023) een adviesrapport uit dat beschrijft hoe wetenschappelijk onderzoek tot welvaart leidt.

Recent economisch onderzoek naar R&D levert nieuwe empirische inzichten op over de productiviteit van R&D en de rol van doorbraaktechnologieën. De nieuwe literatuur heeft ook meer aandacht voor thema’s als de arbeidsmarkt voor onderzoekers of de rol van startups en gevestigde bedrijven in het innovatieproces. Door de “credibility revolution” in de economische wetenschap – de toegenomen nadruk op het precies en geloofwaardig schatten van causale effecten via (quasi-)experimentele methoden – is de aandacht voor effectmetingen van R&D-beleid vergroot, zowel in de wetenschappelijke literatuur als in beleidsevaluaties. Daarnaast is de Europese Commissie begonnen met het gebruik van kwantitatieve macro-modellen om de productiviteitsbaten van innovatiebeleid te kwantificeren.

Vanwege deze nieuwe empirische inzichten herijken we of het mogelijk is de macro-economische effecten van R&D-beleid zinvol te kwantificeren. Het CPB neemt productiviteitseffecten van R&D en onderwijs niet mee in de doorrekeningen van partijmaatregelen en het coalitieakkoord. Ook bij onderwerpen als zorg, wonen, bereikbaarheid, energie, klimaat en natuur worden eventuele productiviteitseffecten buiten beschouwing gelaten. In de evaluatie van *Keuzes in Kaart 2013-2017* (CPB, 2013) wordt deze keuze toegelicht. Een belangrijk argument destijds was een gebrek aan voldoende empirische inzichten. Ook de omvang en complexiteit van de doorrekeningen wogen zwaar mee. In deze publicatie heroverwegen we of nu, ruim tien

¹ Diverse CPB-collega’s hebben waardevolle input geleverd door mee te lezen en eerdere versies van commentaar te voorzien. We danken in het bijzonder Leon Bettendorf, Nicoleta Ciurila, Free Huizinga en Rob Luginbuhl.

² <https://publ.nidi.nl/output/2003/nidi-2003-bevolkingsatlas.pdf>.

³ <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/dashboard-bevolking/levensloop/verweduwen>.

⁴ <https://www.rug.nl/ggdch/historicaldevelopment/maddison/releases/maddison-project-database-2020>.

⁵ Van Sonsbeek e.a. (2023) beschrijven uitgebreid de sociaal-economische veranderingen in Nederland en de rol van technologische vooruitgang daarin.

⁶ Innovatie leidt uiteraard niet altijd en overal tot meer welvaart. Een voorbeeld is de pijnstiller OxyContin: Cutler en Glaeser (2021) laten zien hoe in de afgelopen 25 jaar dit medicijn in de VS tot oversterfte heeft geleid. Via regulering kan de overheid het risico op negatieve baten van R&D beperken.

⁷ <https://www.consilium.europa.eu/media/20939/71025.pdf>.

⁸ https://ec.europa.eu/invest-in-research/action/history_en.htm.

jaar later, de empirische literatuur en macro-modellering zodanig ontwikkeld zijn dat een doorrekening wel mogelijk is. Deze heroverweging is mede ingegeven vanuit onze ambities op het terrein van brede welvaart, waarbij we een breder palet aan informatie willen aanleveren tijdens de begrotingssystematiek (CPB/PBL/SCP, 2022). We richten ons daarbij op enkele in het oog springende studies, waaronder het rapport van de Commissie-Veugelers (2020) over macromodellering van R&D, en bespreken daarbij de belangrijkste wetenschappelijke trends in dit veld.

Ook voor onderwijsbeleid bestaat behoefte aan het kwantificeren van de economische baten, dit ligt buiten de scope van dit onderzoek. De economische baten van onderwijs worden in deze publicatie niet besproken. De reden is dat R&D en onderwijs, hoewel ze in beleid vaak in één adem genoemd worden, sterk van elkaar verschillen in de manier waarop investeringen tot economische baten leiden. Een overzicht van de opbrengsten van onderwijsinvesteringen, in termen van leerwinst en persoonlijke inkomenseffecten, is te vinden in Kansrijk Onderwijsbeleid (CPB, 2016a; 2020). De twee terreinen van onderwijs en R&D hangen overigens wel met elkaar samen. In het hoger onderwijs vindt zowel onderwijs als onderzoek plaats en ontstaat via het opleiden van onderzoektalent meer aanbod van onderzoekers (Van Reenen, 2021).

De volgende hoofdstukken bespreken recente economische inzichten en de lessen die het CPB trekt uit de recente literatuur rond R&D-macro-modellering. We maken daarbij onderscheid tussen drie verschillende vraagstukken. In hoofdstuk 2 gaan we in op de vraag hoe R&D-uitkomsten, zoals nieuwe kennis, innovaties of octrooien, doorwerken op economische uitkomsten als productiviteitsgroei. Hoofdstuk 3 richt zich op de vraag in hoeverre de huidige macro-economische modellen voor R&D voldoende accuraat zijn om beleid mee door te rekenen. Hoofdstuk 4 onderzoekt wat bekend is over de mate waarin instrumenten van het R&D-beleid doeltreffend R&D-uitkomsten weten te beïnvloeden. We sluiten af met de lessen die het CPB uit het bovenstaande trekt.

2 Onzekere baten nieuwe technologieën

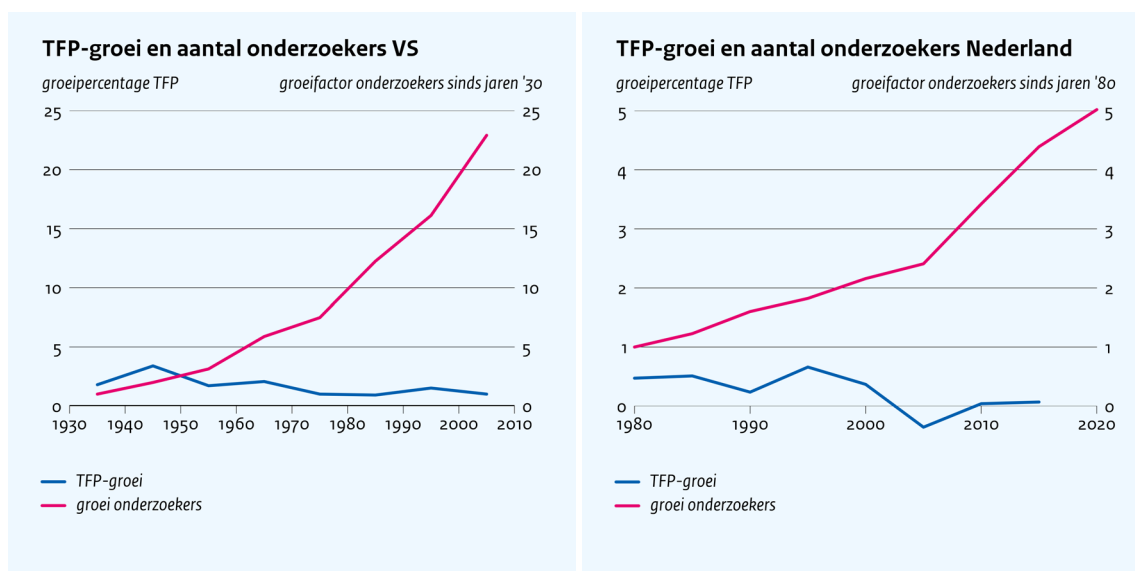
De OESO landen zagen in de afgelopen vijftien jaar een daling van de economische groei. Deze daling ging gepaard met een afname van de groei van de totale factorproductiviteit (TFP) – de belangrijkste drijver van economische groei op de lange termijn. De oorzaak van de dalende TFP-groei is onderwerp van een levendig wetenschappelijk debat. Een belangrijke vraag in dit debat is of de langzame groei een blijvend fenomeen is of dat op termijn de productiviteitsgroei weer zal aantrekken.⁹

De achterblijvende TFP-groei is onder andere het gevolg van een dalende onderzoeksproductiviteit. Terwijl R&D-uitgaven en het aantal onderzoekers stegen, daalde de TFP-groei. Figuur 1 laat dit zien voor de VS en voor Nederland. Tussen 1930 en 2000 daalde de TFP-groei in de VS gestaag, terwijl het aantal onderzoekers in diezelfde periode meer dan vertwintigvoudigd is. In Nederland vervijfvoudigde het aantal onderzoekers in de afgelopen veertig jaar, maar ook hier daalde de TFP-groei. Bloom e.a. (2020) laten zien dat deze geaggregeerde trend ook op sector- en productniveau zichtbaar is. Zo vergt de ontwikkeling van snellere computerchips en betere medicijnen proportioneel steeds meer onderzoekstijd. De ontwikkeling van

⁹ Nieuwe technologieën/onderzoek zijn niet de enige drijver van TFP-groei. Vermindering van misallocatie, verbetering van managementkwaliteit of benutting van schaalvoordelen kan ook groei bevorderen. Zie Grabska e.a. (2017), Crafts (2018), Meijerink e.a. (2021), De Bondt e.a. (2021) en Fernald e.a. (2023) voor een overzicht van de mogelijke verklaringen van de vertraging in de productiviteitsgroei.

medische technologie voor de behandeling van kanker en hartfalen is, gemeten in gewonnen levensjaren, steeds moeilijker geworden. Een ander voorbeeld is dat het aantal onderzoekers dat zich bezighoudt met de verbetering van de zaad efficiëntie van mais en sojabonen in 2009 23 keer zo groot was als in 1969. De groei van de zaadopbrengst van de nieuwe plantvariëteiten bleef echter min of meer constant.

Figuur 1. TFP-groei blijft achter bij aantal onderzoekers in de VS (links) en Nederland (rechts)



Bron (links): Bloom e.a. (2020). Bron (rechts): OECD Main Science & Technology Indicators database (aantal onderzoekers) en Penn World Table (TFP-groei), data zijn gemiddelden voor perioden van vijf jaar.

Zeldzame nieuwe doorbraaktechnologieën kunnen daarentegen wel tot een groeisprong leiden.

Doorbraaktechnologieën zorgen voor nieuwe vormen van kapitaalverdieping en maken vervolginnovaties mogelijk. Na de introductie van de doorbraaktechnologieën stoom, elektriciteit en ICT vonden groeiversnellingen plaats in de afgelopen twee eeuwen (Crafts, 2018; Kelly e.a., 2021). Daarnaast kan een doorbraaktechnologie het onderzoeksproces zelf verbeteren. Cockburn e.a. (2019) noemen zulke technologieën dan ook wel ‘uitvindingsmethoden’. Denk aan het gebruik van computers of internet in de ontwikkeling en verspreiding van nieuwe kennis. Kunstmatige intelligentie zou een nieuwe doorbraaktechnologie kunnen zijn die ook een uitvindingsmethode is. Doorbraaktechnologieën zijn echter zeldzaam.

De toekomstige baten van nieuwe doorbraaktechnologieën zijn onzeker. Onze kennis over de oorzaken en het verloop van specifieke technologieën in het verleden groeit (Perez, 2010; Crafts, 2021), maar deze inzichten helpen niet om toekomstige technologietrajecten beter te voorspellen. Het is inherent onzeker of, wanneer en met welke impact een nieuwe doorbraakinnovatie zal ontstaan. Ook kan er een lange periode zitten tussen de doorbraaktechnologie en de economische impact. Tussen het octrooi van James Watt en de groeiversnelling in het Verenigd Koninkrijk zat ruim zestig jaar en pas veertig jaar na de introductie van stroomlevering in New York versnelde de groei in de Verenigde Staten (Crafts, 2021). Ook de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie verloopt in onvoorspelbare golfbewegingen: academici spraken er al over in 1956 (Kaplan en Haenlein, 2019), maar in de jaren 80 was sprake van een ‘AI winter’ door krimpende onderzoeksbudgetten (Hendler, 2008). Het heeft vervolgens tot de 21ste eeuw geduurd voordat grootschalige private investeringen werden aangetrokken¹⁰. En er is nog steeds geen consensus over hoe kunstmatige intelligentie de economie

¹⁰ <https://www.brookings.edu/articles/what-investment-trends-reveal-about-the-global-ai-landscape/>.

zal veranderen¹¹. Deze onzekerheid over nieuwe doorbraaktechnologieën en nieuwe toepassingen ervan is een belangrijke barrière voor een bruikbare inschatting van de toekomstige baten van nieuwe R&D-investeringen.

3 Macro-modellering van R&D

Theoretische macro-economische modellen van R&D helpen om het algemene verband tussen R&D en economische groei te begrijpen. Een klassiek voorbeeld is het groeimodel van Romer (1986). Zijn model laat zien hoe kennis, als niet-rivaal goed, door andere bedrijven gebruikt kan worden en zo tot economische groei leidt. Voortbouwend op dit inzicht hebben economen in de afgelopen decennia een steeds beter begrip gekregen van de mechanismen achter economische groei. Zo verkenden Aghion e.a. (2001) de relatie tussen concurrentie en innovatie. Het belang van economische instituties, zoals bescherming van eigendomsrechten, wordt uitgelicht in Acemoglu e.a. (2005). Acemoglu e.a. (2018) laten zien hoe de wisselwerking tussen bedrijvendynamiek en R&D gemodelleerd kan worden. De meerwaarde van dit soort studies zit in het begrijpen van de mechanismen van economische groei; deze studies zijn niet bedoeld om de kwantitatieve effecten van concrete beleidsmaatregelen mee in te schatten.

Op basis van theoretische groeimodellen zijn empirische R&D-macromodellen ontwikkeld. Een empirisch R&D-macromodel is een geschat of gekalibreerd model waarin de belangrijke relaties tussen de verschillende actoren – zoals consumenten en bedrijven – zijn gekwantificeerd. Een empirisch R&D-macromodel kan voor verschillende doelen gebruikt worden. In de wetenschappelijke literatuur worden deze modellen bijvoorbeeld gebruikt om beter zicht te krijgen op orde-grootte van effecten, zie bijvoorbeeld Akcigit e.a. (2022). R&D-macromodellen worden ook gebruikt om de economische effecten van voorgenomen R&D-beleid te kwantificeren. Dit type model wordt door de Europese Commissie (EC) gebruikt om Europees R&D-beleid door te rekenen (zie bijvoorbeeld Pfeiffer e.a., 2021 en 2023). Een voorbeeld van zo'n model is het QUEST III R&D model. Dit model wordt gebruikt voor het doorrekenen van bijvoorbeeld investeringen onder de programma's Horizon Europe en *Next Generation EU* (zie bijvoorbeeld Sanchez-Martinez e.a., 2017; Di Bartolomeo e.a., 2022). Onderstaand kader geeft een toelichting op dit specifieke model.

Een recent gezaghebbend rapport over macro-modellering van R&D constateert dat verdere ontwikkeling noodzakelijk is. In 2020 bracht de Commissie-Veugelers een uitgebreid rapport uit over het gebruik van R&D-macromodellen zoals QUEST bij het doorrekenen van Europees R&D-beleid. R&D-macromodellen kunnen uitruilen in kaart brengen tussen korte- en langetermijneffecten van beleid en omgaan met wederzijdse afhankelijkheden tussen sectoren, markten en landen. Het ontbreekt de huidige modellen echter aan belangrijke elementen zoals heterogeniteit van bedrijven en technologieën, financiële fricties en een modellering van publiek uitgevoerde R&D. Volgens de Commissie-Veugelers zijn cruciale parameters bovendien nog onvoldoende gebaseerd op recente data. Het rapport concludeert dat de huidige R&D-macromodellen verder ontwikkeld moeten worden voordat accurate schattingen van R&D-beleid geleverd kunnen worden. Ook gevoeligheidsanalyses van Pfeiffer e.a. (2023) laten zien dat plausibele variatie in een cruciale parameter grote gevolgen heeft voor de geschatte economische groei, zie het volgende kader.

Macro-modellering van R&D heeft extra uitdagingen. Naast de conclusies van de Commissie-Veugelers zijn er aanvullende complicaties die macro-modellering van Nederlands R&D-beleid bemoeilijken. Ten eerste is technologische ontwikkeling een proces dat zich op mondiaal niveau afspeelt, waarbij onderzoekers en bedrijven continu van elkaar leren en elkaar uitdagen. De interactie van dat proces met nationaal innovatiebeleid is nog onvoldoende begrepen. Een tweede complicatie is dat in de huidige R&D-modellen

¹¹ [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIEF/2019/637967/EPRS_BRI\(2019\)637967_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIEF/2019/637967/EPRS_BRI(2019)637967_EN.pdf).

doorbraaktechnologieën niet expliciet gemodelleerd zijn. Dat wringt, omdat juist doorbraaktechnologieën de voornaamste oorzaak zijn van productiviteitsstijgingen. Op basis van de recente schattingen van dalende onderzoeksproductiviteit zijn geen grote sprongen in de productiviteitsgroei te verwachten van R&D-investeringen die voortbouwen op bestaande technologieën. Ten derde speelt de richting of de aard van de innovatie geen rol in R&D-macromodellen, terwijl die wel relevant zijn voor de maatschappelijke impact. Een voorbeeld is onderzoek naar CO₂-intensieve technologieën zoals de verbrandingsmotor. Acemoglu e.a. (2016) laten zien dat zonder bijsturing door de overheid het financieel interessanter kan zijn voor bedrijven om onderzoek te blijven richten op vervuilende technologieën, wat ten koste gaat van het gebruik van schonere technologieën. Een recente literatuurstudie van het CPB benoemt beleidsopties voor het stimuleren van “groene innovatie” (Rusu e.a., 2021).

Het QUEST III R&D-model

Het QUEST-model is een rijkgedetailleerd empirisch model van de EU-economie. Het beschrijft het gedrag van huishoudens, producenten, een overheid en een centrale bank. In de kern is het een zogenoemd Nieuw-Keynesiaans dynamisch stochastisch algemeen evenwichtsmodel (DSGE). Het model levert schattingen van de effecten van beleid op bbp, werkgelegenheid en productiviteit. Van QUEST bestaan verschillende versies die voor verschillende doeleinden gebruikt worden. Het R&D-model is een uitbreiding van het standaard QUEST-model met een R&D-sector en een koppeling tussen R&D en technologische groei. Daarnaast beschrijft het R&D-model ook de verspreiding (*diffusion*) van innovaties in de economie. Met het R&D-model wordt een heel scala aan beleidsinstrumenten doorgerekend, zoals R&D-loonsubsidies, belastingkortingen op inkomsten uit octrooien of publiek gefinancierde R&D. QUEST onderscheidt de verschillende EU-landen en kan zo onderscheid maken tussen nationaal en supranationaal beleid.

De koppeling tussen R&D en groei is gebaseerd op het semi-endogene groeiemodel van Jones (1995; 2005). Zowel in QUEST als in de modellen van Jones wordt het aantal nieuwe innovaties bepaald door het aantal R&D-medewerkers en de bestaande kennisvoorraad. Dit verband wordt ook wel de ideeënproductiefunctie genoemd. In essentie zien ideeënproductiefuncties in groei modellen er zo uit: $g_A = RA^{-\beta}$, waarbij g_A de groeivoet van nieuwe ideeën is, R het aantal onderzoekers, A de kennisvoorraad waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de binnenlandse en de internationale kennisvoorraad, en $\beta > 0$ de parameter die hoger is naarmate het moeilijker wordt om nieuwe ideeën te genereren bij een grotere kennisvoorraad. Welke waarde β heeft, is cruciaal voor de geschatte effecten van R&D. Bloom e.a. (2020) schatten een waarde van rond de drie voor de Amerikaanse economie. In het huidige QUEST-model is de waarde van β , op grond van een schatting van Bottazzi en Peri (2007), gekalibreerd op ongeveer 0,5. In een recente studie laten Pfeiffer e.a. (2023, sectie 6.1) zien dat als de geschatte parameter van Bloom e.a. (2020) wordt gebruikt, de geschatte effecten van R&D op de economische groei significant kleiner worden. Dit illustreert de gevoeligheid van R&D-modeluitkomsten voor plausibele variatie in kernparameters, iets waarop het rapport van de Commissie-Veugelers ook wijst.

4 Beleidsevaluaties

In de afgelopen tien jaar is via micro-econometrische studies meer inzicht verkregen in de effectiviteit van individuele R&D-maatregelen. Het is gecompliceerd om de mogelijke verbanden tussen R&D en macro-economische uitkomsten zoals groei te kwantificeren. Wel kan de effectiviteit van concrete beleidsinstrumenten worden onderzocht met causale micro-econometrische studies. Tot voor kort werd bij evaluaties van R&D-instrumenten slechts mondjesmaat gebruikgemaakt van causale studies (zie CPB, 2016b). Hier onderscheidt het R&D-beleid zich van het onderwijsbeleid, waar dankzij (natuurlijke) experimenten veel meer causaal onderzoek beschikbaar is (zie CPB, 2016a). Recente studies naar de effectiviteit van R&D-beleid in het buitenland vergroten het inzicht in de effecten van beleid. Howell (2017) gebruikt bijvoorbeeld een quasi-experimentele methode om te laten zien dat het winnen van een Amerikaanse R&D-beurs (SBIR) bedrijven helpt om octrooien te ontwikkelen, omzetgroei te behalen en durfkapitaal aan te trekken. Santoleri e.a. (2022) laten, voor een EU R&D-beursprogramma, eveneens zien dat het winnen van een beurs leidt tot meer octrooien. R&D-instrumenten zijn niet altijd aantoonbaar effectief. Zo vinden Wang e.a. (2017) geen bewijs voor effecten van een Chinees R&D-programma. Kortom, resultaten hangen af van de vormgeving en andere factoren. Dit maakt het lastig om op basis van internationale studies de effecten van specifiek Nederlands R&D-beleid te bepalen.

Ook in Nederlandse beleidsevaluaties krijgen effectmetingen steeds meer aandacht.

Beleidsinstrumenten, en dus ook R&D-beleidsinstrumenten, worden in Nederland iedere vier tot zeven jaar geëvalueerd.¹² Met deze evaluaties krijgt de Tweede Kamer inzicht in onder meer de doeltreffendheid en doelmatigheid van het gevoerde beleid. Onder invloed van het rapport van de Commissie-Theeuwes (Expertwerkgroep Effectmeting, 2012) en de ‘*credibility revolution*’ zijn in de afgelopen jaren meerdere evaluaties verschenen die pogen om effecten van het beleid met quasi-experimentele technieken te schatten. De observatie dat een bedrijf zowel gebruikmaakt van een R&D-subsidie als investeert in R&D, impliceert niet dat het een het ander veroorzaakt of versterkt. In de economische wetenschap is de aandacht daarom verschoven naar onderzoek dat met behulp van microdata en econometrische schattingstechnieken inzichten geeft in de causale effecten van beleid. Een voorbeeld is de evaluatie van de WBSO (de R&D-loonkostensubsidie), waarbij door benutting van discontinuïteiten in de regeling het causale effect is geschat op de private uitgaven aan R&D (De Boer e.a., 2019).

Desalniettemin zijn voor een groot deel van het R&D-beleid geen effectmetingen beschikbaar. Volgens het ministerie van Economische Zaken en Klimaat wordt bij zeventig procent van de beleidsdoorlichtingen geen gebruikgemaakt van de aanbeveling van de Commissie-Theeuwes om causale identificatietechnieken toe te passen.¹³ Voor het topsectorenbeleid of de TO2-instellingen (onder andere TNO en Deltares) kunnen bijvoorbeeld geen uitspraken gedaan worden over de effecten ervan. Er is daarmee een beperkt inzicht in de effectiviteit van het Nederlandse R&D-instrumentarium.

Studies naar de effectiviteit van R&D-instrumenten zijn niet gericht op productiviteit. Veel van de beleidsevaluaties die een causaal effect van R&D-beleid schatten, richten zich op R&D-uitkomsten op microniveau zoals patenten en octrooien. Dit is niet zonder reden, want het gebruik van microdata maakt het mogelijk om een goede controlegroep samen te stellen. De stap van micro- naar macrogrootheden is onder andere lastig vanwege de mogelijke aanwezigheid van externe effecten – meer R&D bij het ene bedrijf kan

¹² Regeling periodiek evaluatieonderzoek 2022. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0046970/2022-07-27>.

¹³ <https://www.bedrijvenbeleidinbeeld.nl/beleidsevaluatie/hoe-wordt-het-bedrijvenbeleid-geëvalueerd>.

leiden tot kennisspillovers naar andere bedrijven, die zodoende meeliften op het succes van de ander.¹⁴ Een analyse op macroniveau zou dit beter kunnen ondervangen, maar dan is causaliteit niet vast te stellen. Van Elk e.a. (2015) hebben voor een lange tijdreeks (1963-2011) en voor 22 OESO-landen het macro-economische verband tussen publieke R&D en productiviteitsgroei onderzocht. Hun schattingen laten zien dat het gevonden verband tussen publieke R&D en productiviteitsgroei sterk afhangt van het gebruikte model en zowel negatief als positief kan uitvallen. De resultaten laten zien dat het verband tussen publieke R&D en productiviteitsgroei op het niveau van landen niet robuust vast te stellen is.

5 Lessen en conclusie

Het empirische inzicht in hoe R&D, beleid en productiviteitsgroei met elkaar samenhangen is toegenomen. Economische groei is niet een glad traject waarbij onderzoeksinspanningen zich voorspelbaar uitbetalen in productiviteitsverbeteringen. Productiviteitsgroei gaat in golven, waarbij we de rol van doorbraaktechnologieën als de drijvende maar onvoorspelbare kracht steeds beter begrijpen. Het is inmiddels ook duidelijk dat het in de afgelopen eeuw steeds moeilijker is geworden om productiviteitsverbeteringen te realiseren – het laaghangend fruit is al geplukt. De meeste ontwikkelde economieën zagen een daling van de productiviteitsgroei, terwijl de uitgaven aan R&D relatief gelijk bleven of zelfs toenamen. Gegeven de trend van een dalende onderzoeksproductiviteit is het niet erg aannemelijk dat de economische opbrengsten van R&D-investeringen uit het verleden zich in de nabije toekomst zullen herhalen zonder een nieuwe doorbraaktechnologie. Of deze doorbraaktechnologieën zich zullen aandienen en wat de effecten ervan zullen zijn, is fundamenteel onzeker. Ook op het gebied van macro-modellering zijn stappen gezet. Kwantitatieve R&D-macromodellen zijn gebouwd en hebben hun weg naar de beleidspraktijk gevonden. Ook is het inzicht in de effectiviteit van het R&D-instrumentarium op R&D-inspanningen vergroot omdat meer beleidsevaluaties gestoeld zijn op causale effectmetingen.

Er zijn echter nog grote hindernissen voor een betrouwbare doorrekening van economische effecten van R&D-beleid. De belangrijkste hindernis, die vrij onoverkomelijk lijkt, is de onzekerheid over de baten van nieuwe technologieën. Op voorhand is onbekend welke nieuwe mogelijkheden voor productie en onderzoek ontstaan door een nieuwe technologie. Een tweede barrière is dat de huidige kwantitatieve macro-modellen nog veel tekortkomingen hebben. Zo geeft de Commissie-Veugelers aan dat heterogeniteit van technologieën en publiek uitgevoerde R&D nog niet (goed) worden gemodelleerd en dat cruciale parameters onvoldoende gebaseerd zijn op recente data. Modellering van innovatie in kleine open economieën zoals Nederland kent extra uitdagingen vanwege de belangrijke rol van internationale technologiespillovers. Ten slotte is voor een groot deel van het Nederlandse R&D-beleid onbekend wat de eerste-orde-effecten ervan zijn. Met name in het geval van zeer omvangrijke beleidsinterventies, zoals het topsectorenbeleid, is het lastig om een goede controlegroep samen te stellen. Kortom, een zinvolle kwantificering van de economische effecten van R&D-beleid in Nederland is op dit moment niet goed mogelijk.¹⁵

R&D en innovatie zijn van cruciaal belang voor onze welvaart – daarom volgt het CPB het wetenschappelijk onderzoek naar R&D op de voet. Gegeven de context van stagnerende productiviteitsgroei en grote maatschappelijke uitdagingen op uiteenlopende gebieden van energievoorziening en

¹⁴ Deze kennisspillovers zijn ook precies de reden (hoewel niet de enige reden) waarom de overheid innovatie niet volledig aan de markt overlaat. Er kan echter ook sprake zijn van negatieve spillovers, zoals het 'business stealing effect' (Bloom e.a., 2013).

¹⁵ De KNAW kwam recent tot een vergelijkbare conclusie: "Een belangrijke constatering derhalve is dat in geen van de reguliere instrumenten of modellen ruimte is om op regelmatige basis onderbouwing te leveren bij de evaluatie van beleidsalternatieven en -keuzes waarbij investeringen in wetenschap een (mogelijk waardevolle) rol spelen. De ontwikkeling van één, integraal model waarin hiervoor wel ruimte is, lijkt onrealistisch" ([link](#)).

klimaatadaptatie tot gezondheidszorg is onderzoek hiernaar belangrijk. De toegevoegde waarde van het economische onderzoek voor beleid ligt met name in de analyse van individuele maatregelen. In de Kansrijk Innovatiebeleidstudies (CPB, 2016b; 2020b) wordt een overzicht gegeven van de empirische inzichten uit de literatuur over de effecten van specifieke R&D-instrumenten.¹⁶ Voor het Nationaal Groeifonds geeft het CPB bijvoorbeeld een economische analyse van ingediende investeringsvoorstellen (CPB, 2023) en een recente literatuurstudie benoemt beleidsopties voor groene innovatie (Rusu e.a., 2021). Op deze wijze zullen we blijven bijdragen aan economische inzichten voor beter innovatiebeleid.

¹⁶ Zie ook Bloom e.a. (2019) voor een vergelijkbaar overzicht.

6 Literatuur

- Acemoglu, D., S. Johnson en J.A. Robinson, 2005, Institutions as a fundamental cause of long-run growth, *Handbook of Economic Growth*, 1, 385-472 ([link](#)).
- Acemoglu, D., U. Akcigit, D. Hanley en W. Kerr, 2016, Transition to clean technology, *Journal of Political Economy*, 124(1), 52-104 ([link](#)).
- Acemoglu, D., U. Akcigit, H. Alp, N. Bloom en W. Kerr, 2018, Innovation, reallocation, and growth, *American Economic Review*, 108(11), 3450-3491 ([link](#)).
- Aghion, P., C. Harris, P. Howitt en J. Vickers, 2001, Competition, imitation and growth with step-by-step innovation, *The Review of Economic Studies*, 68(3), 467-492 ([link](#)).
- Akcigit, U., D. Hanley en S. Stantcheva, 2022, Optimal taxation and R&D policies, *Econometrica*, 90(2), 645-684 ([link](#)).
- Bloom, N., M. Schankerman en J. van Reenen, 2013, Identifying technology spillovers and product market rivalry, *Econometrica*, 81(4), 1347-1393 ([link](#)).
- Bloom, N., J. van Reenen en H. Williams, 2019, A toolkit of policies to promote innovation, *Journal of Economic Perspectives*, 33(3), 163-184 ([link](#)).
- Bloom, N., C.I. Jones, J. van Reenen en M. Webb, 2020, Are ideas getting harder to find?, *American Economic Review*, 110(4), 1104-1144 ([link](#)).
- Bottazzi, L., en G. Peri, 2007, The international dynamics of R&D and innovation in the long run and in the short run, *The Economic Journal*, 117(518), 486-511 ([link](#)).
- Cockburn, I.M., R. Henderson en S. Stern, 2018, The impact of artificial intelligence on innovation: An exploratory analysis, *National Bureau of Economic Research* ([link](#)).
- Commissie Veugelers, 2020, *Moving the Frontier of Macroeconomic Modelling of Research and Innovation Policy* ([link](#)).
- CPB, 2013, *Vernieuwing doorrekening verkiezingsprogramma's; Evaluatie 'Keuzes in Kaart 2013-2017'* ([link](#)).
- CPB, 2016a, *Kansrijk Onderwijsbeleid* ([link](#)).
- CPB, 2016b, *Kansrijk Innovatiebeleid* ([link](#)).
- CPB, 2020, *Kansrijk Onderwijsbeleid Update* ([link](#)).
- CPB, 2020b, *Kansrijk Innovatiebeleid Update* ([link](#)).
- CPB, 2023, *CPB-analyse voorstellen Nationaal Groeifonds. Derde beoordelingsronde, 2023* ([link](#)).
- CPB/PBL/SCP, 2022, *Verankering van brede welvaart in de begrotingssystematiek – Voortgangsrapportage van de drie gezamenlijke planbureaus* ([link](#)).

- Crafts, N., 2018, The productivity slowdown: is it the 'new normal'?, *Oxford Review of Economic Policy*, 34(3), 443-460 ([link](#)).
- Crafts, N., 2021, Artificial intelligence as a general-purpose technology: an historical perspective, *Oxford Review of Economic Policy*, 37(3) ([link](#)).
- Cutler, D.M. en E.L. Glaeser, 2021, When innovation goes wrong: Technological regress and the opioid epidemic, *Journal of Economic Perspectives*, 35(4), 171-196 ([link](#)).
- De Boer, P. J., D. Faber, M. Gielen, S. de Haas van Dorsser, P. den Hertog, M. Janssen, A. Vankan, B. Verspagen, 2019, *Evaluatie WBSO 2011-2017* ([link](#)).
- De Bondt, H., G. Buiten, M. Polder en M. van Rossum, 2021, *De Nederlandse productiviteitspuzzel. Overzicht, enkele uitkomsten en uitdagingen rondom het meten van productiviteit* ([link](#)).
- Di Bartolomeo, G., en P. D'Imperio, 2022, A macroeconomic assessment of the Italian National Recovery and Resilience Plan, *Luiss SEP Working Paper* ([link](#)).
- Expertwerkgroep Effectmeting, 2012, 'Durf te meten', *Eindrapport Expertwerkgroep Effectmeting (november 2012)* ([link](#)).
- Fernald, J., R. Inklaar en D. Ruzic, 2023, The Productivity Slowdown in Advanced Economies: Common Shocks or Common Trends?, *Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper Series* ([link](#)).
- Grabska, K., L. Bettendorf, R. Luginbuhl, G. Meijerink en A. Elbourne, 2017, *Productivity Slowdown – Evidence for the Netherlands* ([link](#)).
- Hendler, J., 2008, Avoiding another AI winter, *IEEE Intelligent Systems*, 23(02), 2-4 ([link](#)).
- Howell, S.T., 2017, Financing innovation: Evidence from R&D grants, *American Economic Review*, 107(4), 1136-1164 ([link](#)).
- Jones, C.I., 1995, R&D-based models of economic growth, *Journal of Political Economy*, 103(4), 759-784 ([link](#)).
- Jones, C.I., 2005, Growth and ideas. In: Aghion, P., en S.N. Durlauf, 2005, *Handbook of Economic Growth*, 1063-1111 ([link](#)).
- Kaplan, A., en M. Haenlein, 2019, Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence, *Business Horizons*, 62(1), 15-25 ([link](#)).
- Kelly, B., D. Papanikolaou, A. Seru en M. Taddy, 2021, Measuring technological innovation over the long run, *American Economic Review: Insights*, 3(3), 303-320 ([link](#)).
- KNAW, 2023, *Waarde van wetenschap. Observeren, weten en meten* ([link](#)).
- Meijerink, G., L. Bettendorf en D. Freeman, 2021, *National Productivity Board 2021 annual report* ([link](#)).
- Perez, C., 2010, Technological revolutions and techno-economic paradigms, *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 185-202 ([link](#)).
- Pfeiffer, P., J. Varga en J. in 't Veld, 2021, Quantifying spillovers of next generation EU investment, *European Commission, Directorate General Economic and Financial Affairs* ([link](#)).

- Pfeiffer, P., J. Varga en J. in 't Veld, 2023, Unleashing Potential: Model-Based Reform Benchmarking for EU Member States, *European Commission, Directorate General Economic and Financial Affairs* ([link](#)).
- Romer, P.M., 1986, Increasing returns and long-run growth, *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037 ([link](#)).
- Rusu, A., E. Mot en A. Trinks, 2021, *Green innovation policies: a literature and policy review* ([link](#)).
- Sanchez-Martinez, M., C. Benedetti-Fasil, P. Christensen en N. Robledo-Böttcher, 2017, R&D tax credits and their macroeconomic impact in the EU: an assessment using QUEST III, *Publications Office of the European Union* ([link](#)).
- Santoleri, P., A. Mina, A. Di Minin en I. Martelli, 2022, The causal effects of R&D grants: Evidence from a regression discontinuity, *Review of Economics and Statistics*, 1-42 ([link](#)).
- Van Elk, R., B. ter Weel, K. van der Wiel, B. Wouterse en B. Verspagen, 2015, *Een macro-economische analyse van het rendement op publieke kennisinvesteringen* ([link](#)).
- Van Reenen, J., 2021, Innovation and human capital policy, *National Bureau of Economic Research* ([link](#)).
- Van Sonsbeek, J.-M., F. Bos, J. Ebrechts en E. Verkade, 2023, *De Nederlandse economie in historisch perspectief* ([link](#)).
- Wang, Y., J. Li en J.L. Furman, 2017, Firm performance and state innovation funding: Evidence from China's Innofund program, *Research Policy*, 46(6), 1142-1161 ([link](#)).