

Bijlage 1: Beknopt literatuuroverzicht van de effecten van menselijk kapitaal en R&D op economische groei

Sinds Nobelprijswinnaar Paul Romer zijn baanbrekende werk publiceerde, getiteld [Endogenous technological change](#), is in de economische wetenschap een enorme stroom aan theoretische en empirische publicaties op gang gekomen die het belang van menselijk kapitaal en Research & Development voor economische groei onderbouwen (zie [OECD \(2015\)](#) voor een overzicht). Hieronder volgt een selectie van relevante empirische studies die het beeld ondersteunen dat menselijk kapitaal en binnenlandse R&D belangrijke factoren zijn voor economische groei.

Waar studies in eerst instantie nog wankele effecten lieten noteren van menselijk kapitaal ([Benhabib en Spiegel, 1994](#)), veranderde dit beeld nadat [De La Fuente en Doménech \(2006\)](#) met aanzienlijk betere data gingen rekenen. Een punt van kritiek is echter vaak dat er sprake zou kunnen zijn van wederkerige causaliteit tussen R&D en menselijk kapitaal enerzijds en economische groei anderzijds (zie bijvoorbeeld [Bils en Klenow, 2000](#)). En ander kritiekpunt is dat met name menselijk kapitaal een veel minder sterk verband met economische groei zou hebben wanneer bepaalde controlevariabelen in de schattingen worden opgenomen.

Sindsdien is er echter weer een veelvoud aan studies verschenen die deze problemen hebben weten te ondervangen. Bijvoorbeeld door af te dalen tot een lager aggregatieniveau dan het landenniveau ([Ciccone en Papaioannou \(2009\)](#); [Diebolt en Hippe \(2018\)](#)) of door naar andere aspecten van menselijk kapitaal te kijken dan louter onderwijsdeelname ([Hanushek en Woessmann, 2008](#)). Ook zijn er studies die bepaalde conditionaliteiten opleggen aan de impact van menselijk kapitaal, zoals de mate van kapitaalintensiteit ([Ahsan en Haque, 2017](#)).

Voor R&D zijn er verschillende studies die via Granger causality-toetsen laten zien dat de causaliteit loopt van R&D naar innovatie en economische groei (zie bijvoorbeeld [Frantzen, \(2003\)](#); [Guloglu en Tekin \(2012\)](#) en [Maradana et al. \(2017\)](#)). Twee belangrijke studies hebben het causaliteitsprobleem via instrumenteren weten op te lossen (zie [Bloom, Shankerman en Van Reenen \(2013\)](#) en [Bloom, Lucking en Van Reenen \(2018\)](#)).

Tot slot hebben we in ons overzicht de studies die het belang van buitenlandse R&D en technologische catching-up op de productiviteit empirisch hebben onderzocht nog niet eens meegenomen (zie bijvoorbeeld [Griffith, Redding en Van Reenen \(2004\)](#)). Om deze *spillovers* te kunnen benutten, heeft een land of bedrijf overigens zelf een kritische kennisbasis nodig ([Cohen en Levinthal, 1989](#)).

Menselijk kapitaal

Studie	Methode	Resultaten
Engelbrecht (1997)	Paneldata voor 21 OECD-landen over de periode 1971-1985	Positief effect van menselijk kapitaal (outputelasticiteit van 0,14) op de groei van de totale factorproductiviteit (TFP)
Bassanini en Scarpetta (2002)	Paneldata voor 21 OECD-landen over de periode 1971-1988	Een stijging van de gemiddelde opleidingsduur van de bevolking (25-64 jaar) met 1 jaar zorgt op termijn voor een hoger bbp per hoofd van 6%
Sianesi en Arnold (2003)	Literatuuroverzicht	Een stijging van de opleidingsduur van de bevolking met één extra jaar zorgt voor een 3 tot 6% hoger bbp per hoofd van de bevolking. In de dynamische sfeer zijn de effecten een stuk groter, maar hier plaatsen de auteurs kanttekeningen bij
Griffith, Redding en Van Reenen (2004)	Paneldata op sectoraal niveau voor 12 landen over periode 1971-1990	Menselijk kapitaal draagt ruwweg 0,3 tot 0,5 procentpunt bij aan TFP-groei
Sala-i-Martin, Doppelhofer en Miller (2004)	Bayesian Averaging of Classical Estimates (BACE) voor 88 landen	Van 67 onderzochte factoren is basisschooldeelname een van de drie belangrijkste ter verklaring van structurele economische groei
Arnold, Bassanini en Scarpetta (2007)	Paneldata voor 21 OECD-landen over de periode 1971-2004	Een stijging van de gemiddelde opleidingsduur van de bevolking met 1 jaar zorgt op termijn voor een hoger bbp per hoofd van tussen de 6 en 9%
Hanushek en Woessmann (2008)	Panelschatting voor 50 landen over periode 1960-2000	Niet de gemiddelde opleidingsduur is van belang voor de economische ontwikkeling van landen, maar de ontwikkeling van cognitieve vaardigheden (waar onderwijs een belangrijke bijdrage aan levert)
Ciccone and Papaioannou (2009)	37 sectoren in de maakindustrie voor 40 landen	Landen met hogere onderwijsniveaus in de jaren tachtig laten een significant hogere groei zien van sectoren met een hoge menselijke kapitaalintensiteit in de daaropvolgende decennia
Ahsan en Haque (2017)	Panelschatting voor 112 landen over periode 1970-2012	Menselijk kapitaal heeft een significant effect op groei van het bbp per capita, maar alleen bij landen met hoog ontwikkelingsniveau (gemeten als kapitaalgoederenvoorraad per hoofd)
Erken, Donselaar en Thurik (2018)	Dynamic OLS en GMM schattingen voor 20 OECD-landen over de periode 1969-2010	Menselijk kapitaal heeft significante impact op TFP en TFP-groei. Er wordt een outputelasticiteit gevonden op TFP van tussen de 0,2 en 0,5. In de dynamische sfeer ligt de elasticiteit tussen de 0,7 en 1,0
Hailemariam (2018)	Panelschattingen voor 36 landen over periode 1870-2010	Een verhoging van het tertiaire onderwijs met 1 jaar zorgt voor een stijging van de economische groei van tussen 6% tot 11% in vijf jaar tijd
Diebolt en Hippe (2018)	Historische data voor wisselende sample van landen tussen 1850 en 2010	Menselijk kapitaal, gemeten naar onder andere geletterdheid, is een cruciale factor in het verklaren van het hedendaagse innovatiekapitaal (patenten per hoofd) en welvaartsniveau (bbp per hoofd)
Erken, Van Es en Groenewegen (2019)	Macrodata voor Nederland over de periode 1973-2017	Een euro extra in onderwijs levert via een hogere productiviteit 1 euro en 30 cent op voor de samenleving. Voor privaat R&D ligt deze 'bang for the buck' 2 euro en 30 cent op en voor publieke R&D zelfs 4 euro en 20 cent

Research & Development (binnenlands)

Studie	Methode	Resultaten
Coe en Helpman (1995)	Panelschattingen voor 22 OECD-landen over de periode 1972-1990	R&D-kapitaal bij bedrijven heeft een elasticiteit van tussen de 0,13 en 0,22 op de TFP-ontwikkeling
Engelbrecht (1997)	Paneldata voor 21 OECD-landen over de periode 1971-1985	R&D-kapitaal bij bedrijven heeft een elasticiteit van tussen de 0,08 en 0,19 op de TFP-ontwikkeling. In dynamische schattingen heeft de groei van R&D-kapitaal een elasticiteit van tussen de 0,10 en 0,18 op de TFP-groei
Frantzen (2003)	Dynamic VAR en error correction augmented VAR models voor 22 sectoren in de maakindustrie voor 14 OECD-landen over de periode 1972-1994	De causaliteit loopt grotendeels van R&D-variabelen naar TFP, in plaats van andersom
Guellec en van Pottelsberghe (2004)	Error-correctieschattingen voor panel van 16 OECD-landen over de periode 1980-1998	R&D-kapitaal bij bedrijven heeft een langetermijnelasticiteit van 0,13 op de TFP-ontwikkeling, en publiek R&D-kapitaal van 0,17
Griffith, Redding en Van Reenen (2004)	Paneldata op sectoraal niveau voor 12 landen over periode 1971-1990	R&D draagt ruwweg 0,6 tot 1 procentpunt bij aan TFP-groei
Guloglu en Tekin (2012)	Panelcausaliteitstoetsen voor 13 OECD-landen over de periode 1991-2007	R&D heeft een causaal effect op innovatie en innovatie heeft een causaal effect op economische groei. De causaliteit loopt ook deels de andere kant op
Coe, Helpman en Hoffmaister (2009)	Dynamic OLS schattingen voor 24 landen over de periode 1971-2004	R&D-kapitaal bedrijven heeft een elasticiteit van tussen de 0,06 en 0,13 op de TFP-ontwikkeling. Menselijk kapitaal heeft ook een robuust en zeer significante positieve invloed
Bloom, Schankerman en Van Reenen (2013)	Data voor 715 Amerikaanse bedrijven over de periode 1980-2001	De maatschappelijke baten van R&D zijn 3,5 keer zo groot als de private baten
OECD (2015)	Meta-analyse	Op basis van 55 studies wordt een gemiddelde outputelasticiteit gevonden van 0,13. Op basis van 9 studies wordt een gemiddeld maatschappelijk rendement gevonden van 1,2 procent. Voor studies op landenniveau is het maatschappelijk rendement 1,7 procent, waarschijnlijk omdat hierin internationale spillovers beter worden meegenomen
Maradana et al. (2017)	Panelschattingen voor 19 Europese landen over de periode 1984-2014	Er is een duidelijke en causale relatie tussen zes innovatie-indicatoren (o.a. hightech exporten, R&D-uitgaven en patenten) met economische groei per hoofd van de bevolking
Erken, Donselaar en Thurik (2018)	Dynamic OLS en GMM schattingen voor 20 OECD-landen over de periode 1969-2010	R&D van bedrijven heeft statistisch significante impact op TFP en TFP-groei. Er wordt een outputelasticiteit gevonden en de elasticiteit ligt tussen de 0,05 en 0,2 in de niveauevergelijking. In de dynamische schatting ligt de elasticiteit tussen de 0,1 en 0,14
Lucking, Bloom en Van Reenen (2019)	Zelfde dataset als Bloom, Schankerman en Van Reenen (2013), maar dataset is verlengd tot 2015	De maatschappelijke baten van R&D zijn 4 keer zo groot als de private baten

Erken, Van Es en Groenewegen (2019)	Macrodata voor Nederland over de periode 1973-2017	Groei van privaat R&D-kapitaal heeft een elasticiteit op de Nederlandse TFP-groei van 0,2. Voor publiek R&D-kapitaal ligt de elasticiteit op 0,24
Audretch en Belitski (2020)	Data voor 9.213 Britse bedrijven over de periode 2002-2014	R&D is belangrijk voor zowel innovatie als productiviteit van bedrijven
Soete, Verspagen en Ziesemer (2021)	VECM-modellen voor 17 OECD-landen over de periode 1974-2014	De meeste landen (waaronder Nederland) laten een significant positief verband zien tussen publieke en private R&D enerzijds en TFP anderzijds, maar in enkele landen resulteert een negatief verband

Bijlage 2: berekening onderwijskapitaal

Om onderwijskapitaal af te leiden uit de reeks onderwijsuitgaven, maken we gebruik van de zogenoemde *perpetual inventory method* (PiP). Daarbij wordt de volgende formule toegepast:

$$OK_t = O_t + (1 - \delta)OK_{t-1}$$

Hierin staat OK voor het reële onderwijskapitaal en O voor de reële onderwijsuitgaven. Nominale onderwijsuitgaven zijn afkomstig van het CBS (zie [hier](#)) en worden gedefleerd met de CPI. Als afschrijvingsvoet gebruiken we een percentage van 6,8 uit de studie van [Dinerstein, Megalokonomou en Yannelis \(2020\)](#). Om het startkapitaal te berekenen, is de volgende formule van toepassing:

$$OK_t = O_t + (1 - \delta)\omega O_{t-1} + (1 - \delta)^2\omega^2 O_{t-2} + \dots$$

waarbij OK_t staat voor het startkapitaal. Verder staat O_t voor de eerste observatie van de onderwijsuitgaven in de reeks en $\omega = \frac{1}{1+g}$. g is gemiddelde jaarlijkse groeivoet van de reeks.

Daarmee wordt de beginvoorraad:

$$OK_t = \frac{O_t}{1 - \omega(1 - \delta)}$$

En de groeivoet wordt berekend door

$$g = \left(\frac{O_n}{O_t}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$