

ERASMUS UNIVERSITEIT ROTTERDAM
Erasmus School of Economics
Masterscriptie Fiscale Economie

Fiscaal innovatiebeleid; het effect op patentaanvragen

Naam student: J.J. Wallenburg
Studentnummer: 435432

Begeleider: dr. A.A.F. Gerritsen
Tweede beoordelaar: dr. K.F.J. Spiritus

Datum finale versie: 29/11/2020

Het geschrevene in deze scriptie is de opvatting van de auteur en niet noodzakelijk die van de begeleider, tweede beoordelaar, Erasmus School of Economics of Erasmus Universiteit Rotterdam.

Abstract

Innovatie staat bekend om haar positieve externaliteiten op economieën. Om deze externaliteiten te internaliseren in de innovatiebeslissingen van bedrijven, stimuleren landen innovatie op fiscale wijze. Deze fiscale stimuleringen zijn te onderscheiden in twee soorten fiscale stimuleringen; inputstimuleringen waarbij wordt gestimuleerd aan de hand van de input van innovatieve activiteiten en outputstimuleringen waarbij wordt gestimuleerd aan de hand van de output van innovatieve activiteiten.

Dit paper gebruikt patentdata voor de periode 2011 tot en met 2018 van bedrijven gelegen in OECD-landen. In dit paper wordt de marginale invloed van zowel input- als outputstimuleringen onderzocht op het aantal aangevraagde patenten. In de resultaten wordt een positief significant effect gevonden van inputstimuleringen op patentaanvragen, maar geen significant effect van outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten. Slechts bij de 5% grootste patentaanvragen is een positief effect van outputstimuleringen waar te nemen. Daarnaast is in dit onderzoek geen bewijs gevonden voor een verschillend effect van outputstimuleringen bij het bestaan van een bruto/netto regime of een Modified Nexus Approach van een patent box.

1 Inleiding

Om concurrentie voor te blijven, zijn bedrijven genoodzaakt om producten/diensten te verbeteren of te ontwikkelen. Om te innoveren, verrichten bedrijven daarom Research & Development (R&D-) activiteiten. Naast zakelijk succes voor bedrijven, draagt innovatie bij aan de productiviteit en derhalve de economische groei van een land. Het groeipotentieel dat innovatie meebrengt, creëert de drang van beleidsmakers om innovatie lokaal te laten plaatsvinden. In de afgelopen jaren speelt het belastingbeleid een steeds grotere rol in het stimuleren van innovatie. Zo is de begrote fiscale overheidssteun van innovatie sinds het jaar 2000 gestegen van 284 miljoen naar 1.281 miljoen in 2020 (Rathenau, 2020).

Met een potentiële impuls voor de economische groei voor ogen, wordt innovatie op verschillende manieren gefaciliteerd. Op fiscaal gebied kunnen de innovatiestimuleringen in twee groepen worden verdeeld, namelijk fiscale stimuleringen van kosten aan R&D-activiteiten (hierna: inputstimuleringen) en fiscale stimuleringen van inkomen uit R&D-activiteiten (hierna: outputstimuleringen). Bij inputstimuleringen zijn kosten, gemaakt met het uitvoeren van innovatief onderzoek, extra gunstig aftrekbaar van het belastbaar inkomen voor de vennootschapsbelasting/winstbelasting. Bij outputstimuleringen worden inkomsten uit innovatieve activiteiten tegen een lager vennootschapsbelastingtarief belast ten opzichte van inkomsten uit niet-innovatieve activiteiten.

Afgelopen jaren hebben diverse landen zowel input- als outputstimuleringen geïntroduceerd om innovatie te bevorderen. Nederland is één van die landen die zowel een input- als outputstimulering hebben ingesteld. In Nederland bestaan in totaal drie fiscale stimuleringsmaatregelen van innovatie. Ten eerste, de Wet Speur- en Ontwikkelingswerk (hierna: WBSO) die zorgt voor een aftrek in de inkomstenbelasting en een afdrachtsvermindering voor de loonbelasting en premie volksverzekeringen. Ten tweede zorgt de Research & Development aftrek (hierna: RDA) voor een extra aftrek voor de vennootschapsbelasting met als grondslag de (niet loon-) kosten aan R&D-activiteiten. Ten derde kent Nederland een innovatiebox. Voordelen die worden behaald uit gekwalificeerde immateriële activa, die voortkomen uit innovatieve activiteiten, worden effectief belast tegen een lager vennootschapsbelastingtarief.

Ongeacht het ontwerp van de fiscale stimuleringsmaatregelen, zou beargumenteerd kunnen worden dat de stimuleringen leiden tot een stijging van de innovatie. Echter, wordt de effectiviteit van de verschillende fiscale stimuleringen in Nederland betwist. Zo heeft het CPB (2016) gepleit voor een afschaffing van de innovatiebox. De innovatiebox zou immers in Nederland weinig effect hebben op de onderinvesteringen in R&D, waarbij minder investeringen worden gedaan dan sociaal wenselijk. De innovatiebox zou voornamelijk gebruikt worden om belasting te ontwijken. Het effect van de innovatiebox op lokale R&D is echter empirisch onduidelijk volgens het CPB. Volgens empirisch onderzoek van het CPB (2016) voorkomt de WBSO wél onderinvesteringen. Het CPB trekt derhalve

de conclusie dat R&D-investeringen via de inputstimulering effectief worden gestimuleerd, terwijl het bestaan van de innovatiebox naar verwachting niet leidt tot een verhoging van R&D-investeringen.

Het doel van dit onderzoek is om het effect van input- en outputstimuleringen in de vennootschapsbelasting op innovatie te analyseren. Door middel van een wereldwijde analyse kan een beeld worden gegeven over het optimale beleid met betrekking tot input- en outputstimuleringen. Hierbij staat het marginale effect van een stimulering centraal zodat antwoord kan worden gegeven op de vraag: zorgt een grotere input-/outputstimulering voor meer innovatie? In dit onderzoek zullen subsidievoeten worden gebruikt om de intensiteit van stimuleringen te meten. Het aantal aangevraagde patenten wordt gebruikt als maatstaf voor innovatie in een land. Derhalve luidt de onderzoeksvraag als volgt:

Wat is de marginale invloed van de impliciete subsidievoeten van input- en outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten?

Dit onderzoek breidt de wetenschappelijke literatuur op diverse gebieden uit. In het verleden heeft al eerder onderzoek plaatsgevonden naar het effect van belastingen op het aantal aangevraagde patenten. De onderzoekers Karkinsky & Riedel (2011) en Griffith, Miller & O'Connell (2014) hebben bijvoorbeeld voor de periode 1995 tot en met 2003 en de periode 1985 tot en met 2005 onderzoek gedaan naar het effect van vennootschapsbelasting op het aantal aangevraagde patenten respectievelijk de locatiekeuze van deze patenten. Later hebben andere onderzoekers gekeken naar het effect van de introductie van een innovatiebox (ook wel patent box genoemd) op het aantal aangevraagde patenten (Bradley, Danchy & Robinson, 2015; Aldstædster, Barrios, Nicodeme, Skonieczna & Vezzani, 2018; Gaessler, Hall & Harhoff, 2019). Slechts enkele onderzoekers hebben simultaan het effect van inputstimuleringen én outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten onderzocht. Zo hebben Ernst & Spengel (2011), Ernst, Richter en Riedel (2014) en Bösenberg en Egger (2017) al eerder onderzoek gedaan naar het effect van de fiscale stimuleringen op het aantal aangevraagde patenten. Ernst & Spengel (2011) onderzochten het effect van inputstimuleringen en het belastingtarief op het aantal aangevraagde patenten over de periode 1998-2007. Vervolgens bekeken Ernst et al. (2014) het effect van input- en outputstimuleringen op de kwaliteit en kwantiteit van patenten over de periode 1995 tot 2007. Vanwege het tijdsframe van deze onderzoeken is het echter lastig om iets te zeggen over de patent boxen, omdat deze vooral recent zijn ingevoerd. Bösenberg en Egger (2017) hebben het meest recent gekeken naar het effect van input- en outputstimuleringen over de periode 1996 tot 2012. Echter is het onderzoek van Bösenberg en Egger uitgevoerd op landelijk niveau (geaggregeerde patentaanvragen) waardoor dit onderzoek, vanwege potentiële *reverse causality*, niet geschikt is om het effect van stimuleringsmaatregelen te analyseren (Abramovksy et al., 2018). Bij een onderzoek naar het effect van stimuleringsmaatregelen ben ik geïnteresseerd in de verandering van innovatie als gevolg van veranderde stimuleringsmaatregelen. Bij een onderzoek waarbij innovatie op landelijk niveau wordt

gemeten, kan de aan-/afwezigheid van landelijke innovatie een reden zijn om het stimuleringsbeleid in een land aan te passen. Daarom impliceert de gevonden correlatie in het onderzoek van Bösenberg en Egger geen causaliteit. In tegenstelling tot het onderzoek van Bösenberg en Egger, wordt in dit paper gekeken naar de mate van innovatie op bedrijfsniveau. Dit zorgt ervoor dat het risico op reverse causality wordt beperkt, waardoor dit onderzoek geschikter is om het causale effect van stimuleringsmaatregelen van innovatie op de mate van innovatie te onderzoeken. Het is namelijk niet aannemelijk dat de mate van innovatie van één bedrijf effect zal hebben op het landelijke stimuleringsbeleid van innovatie.

Daarnaast is dit paper wetenschappelijk relevant omdat een recente analyse wordt gedaan naar het effect van zowel input- als outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten. Vanwege de recentere introducties van patent boxen, worden in dit onderzoek meer patentboxen gebruikt in vergelijking met eerdere literatuur om de effectiviteit van fiscale stimuleringsmaatregelen in het verhogen van de mate van innovatie te onderzoeken.

Dit onderzoek zal maatschappelijk relevant zijn voor het fiscaal beleid van overheden aangezien het onderzoek een duidelijk beeld geeft over de gevolgen van fiscale stimuleringsmaatregelen op het gebied van innovatie in een land. Resultaten van dit onderzoek kunnen worden meegenomen om te bepalen welke fiscale stimuleringsmaatregelen worden gebruikt om de meeste innovatie te behalen. Enerzijds draagt dit onderzoek bij aan het bereiken van een maatschappelijk optimum op het gebied van innovatie. Anderzijds geeft dit onderzoek inzicht in de efficiëntie van het fiscale stimuleringsbeleid voor innovatie.

In dit onderzoek wordt op bedrijfsniveau gekeken naar het effect van input- en outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten per bedrijf per jaar over de jaren 2011 tot en met 2018. Met behulp van de opgestelde impliciete subsidievoeten op landelijk niveau en de paneldata op bedrijfsniveau is de marginale invloed van input- en outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten geanalyseerd. De resultaten van dit onderzoek impliceren een positief effect van inputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten. In dit onderzoek wordt geen significant positief effect gevonden van outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten. Echter is wél een significant positief effect van outputstimuleringen waar te nemen als de 5% grootste patentaanvragers worden geanalyseerd.

Dit paper is op de volgende wijze opgebouwd. Eerst zal in sectie 2 de theorie betreffende innovatie en het fiscaal stimuleringsbeleid worden besproken. Ook zal in deze sectie eerder onderzoek en een theoretisch benadering worden behandeld. Vervolgens zullen hieruit de hypotheses voortvloeien om de centrale vraagstelling te beantwoorden. Daarna zal in sectie 3 de verzameling van data en het dataselectieproces van de data op landelijk en bedrijfsniveau worden besproken. Ook de beschrijvende statistieken zullen in deze sectie aan bod komen. In sectie 4 staat de toegepaste methode en het transformeren van variabelen centraal. De resultaten van dit onderzoek worden beschreven in sectie 5,

gevolgd door de conclusie en discussie in sectie 6 waarin de centrale vraagstelling wordt beantwoord en de beperkingen van dit onderzoek worden besproken.

2 Theoretisch kader

In deze sectie zal worden gekeken naar het innovatiebegrip (2.1), de verschillende belangen van partijen bij innovatie en twee vormen van fiscale stimulering waarmee wordt betoogd om tot maatschappelijk optimale uitkomsten te komen (2.2). Aansluitend, zal in sectie 2.3 op theoretische wijze worden gekeken naar de invloed van de fiscale stimuleringen op innovatie. Vervolgens bespreek ik in sectie 2.4 de eerdere empirische literatuur betreffende het effect van input- en outputstimuleringen op innovatie. Uiteindelijk zal in sectie 2.5 met behulp van de theoretische benadering en de empirische literatuur de hypothesen worden gevormd.

2.1 Proxy voor innovatie

Om onderzoek naar innovatie uit te voeren, is het van belang eerst het begrip innovatie te definiëren. In dit paper wordt onder de definitie van innovatie verstaan: ‘het voor het eerst op de markt brengen van nieuwe producten en diensten en het voor het eerst gebruiken van nieuwe productie- en distributieprocessen’ (CPB, 2016). Aangezien in de praktijk niet meetbaar is wie ‘het eerst’ een product op de markt brengt of een proces gebruikt, is het innovatiebegrip niet kwantificeerbaar. Om de mate van innovatie te meten, kunnen daarom indicatoren worden gebruikt die een beeld geven over de aanwezigheid van innovatie.

Het CPB (2016) noemt verschillende indicatoren die worden gebruikt om innovatie te meten. Ten eerste kunnen uitgaven aan R&D gebruikt worden om de intensiteit van innovatie te meten. Ten tweede kan het aantal onderzoekers in een land dienen als maatstaf voor de innovatie-intensiteit. Ten derde noemt het CPB het aantal patentaanvragen dat kan worden gebruikt als indicatie van R&D-prestaties. Ondanks dat uitgaven aan R&D en het aantal onderzoekers meten hoeveel middelen worden ingezet om innovatie te bereiken, meten deze maatstaven niet wat de resultaten zijn van de ingezette middelen. Met andere woorden, de maatstaven uitgaven aan R&D en het aantal onderzoekers weergeven de input-factoren om innovatie te creëren. De maatstaf ‘aantal patentaanvragen’ weergeeft de output van deze input-factoren en is daarom vanwege de causale relatie met innovatie beter geschikt om de daadwerkelijke innovatie te meten dan maatstaven die de input-factoren weergeven. Hoge uitgaven en de aanwezigheid van veel onderzoekers garanderen namelijk geen innovatie, terwijl het bestaan van een patentaanvraag garandeert dat innovatie al heeft plaatsgevonden.

Hoewel patentdata wordt geprefereerd boven maatstaven die innovatie-input meten, heeft het gebruik van patentdata als innovatiemaatstaf enkele beperkingen. Zo zal het aantal patentaanvragen vooral succesvolle innovatie omvatten. Het economische belang om succesvolle innovatie te patenteren is namelijk groter bij succesvolle innovatie dan niet-succesvolle innovatie.

Daarnaast heeft het gebruik van het aantal patentaanvragen de beperking dat deze maatstaf slechts gepatenteerde innovatie omvat. In de praktijk worden veel uitvindingen niet gepatenteerd. Diverse motivaties bestaan om een uitvinding niet te patenteren. Ten eerste kan de waarde van de uitvinding te klein zijn om de kosten voor een patentaanvraag te rechtvaardigen. Ten tweede kan de uitvinding ook op andere wijze worden beschermd (bijvoorbeeld met bedrijfsgeheimen, reputatie, een *first-mover advantage*, et cetera). Ten derde zijn niet alle uitvindingen geschikt om te patenteren. Vooral producten die kunnen worden geproduceerd, zijn geschikt om gepatenteerd te worden. Aan de hand van deze motivaties zou daarom kunnen worden geconcludeerd dat patentdata niet alle innovatieve activiteiten omvat.

Bovendien omvat het aantal patentaanvragen geen informatie met betrekking tot de kwaliteit van de patenten. Van Pottelsberghe, Denis en Guellec (2001) benoemen de rechtsscheve verdeling van de waarde van patenten (veel patenten met geen industriële toepassing). Deze omstandigheid wordt niet meegenomen in het gebruik van patent aantallen als indicator van innovatie.

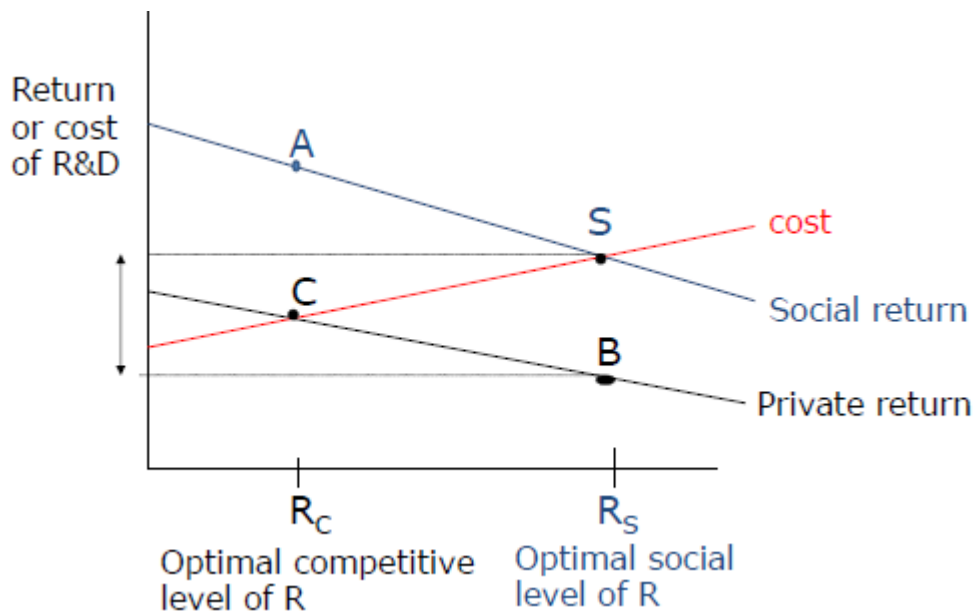
Daarnaast bestaan in landen verschillende wetgevingen omtrent patenten. Het is mogelijk dat in het ene land een patent makkelijker is aan te vragen dan in het andere land. Dit zorgt ervoor dat het lastig is om patent aantallen te vergelijken tussen bedrijven gelegen in verschillende landen.

2.2 Innovatie en spillovers

Volgens Nelson (1959) en Arrow (1962) zorgt innovatie, als gevolg van R&D-investeringen, voor positieve externaliteiten. Als een bedrijf investeert in bijvoorbeeld nieuwe productietechnologie, dan ontvangt het bedrijf private winsten uit deze innovatie. Echter heeft niet alleen het bedrijf dat in R&D investeert baten bij de innovatie, ook andere bedrijven in andere sectoren kunnen namelijk de nieuwe kennis goed gebruiken (*spillover*). De private baten van het innoverende bedrijf vormen daarom maar een onderdeel van de grotere totale maatschappelijke baten van innovatie. In het Nelson-Arrow paradigma wordt daarom verondersteld dat bedrijven te weinig investeren in R&D. Naast het gat tussen private en maatschappelijke baten, zorgt ook de mogelijkheid dat andere bedrijven ideeën toe eigenen voor een onderinvesteringen in R&D.

Bij het bestaan van deze positieve externaliteit van innovatie, zullen de marginale maatschappelijke baten van innovatie hoger zijn dan de marginale private baten. Om een maatschappelijk optimale intensiteit van innovatie te bereiken, zullen deze positieve externaliteiten moeten worden geprijsd in individuele economische beslissing van een bedrijf. In Figuur 1 is het verschil in marginale maatschappelijke baten (lijn A-S) en marginale private baten (lijn C-B) grafisch uitgebeeld. Zonder overheidsingrijpen zal een economische beslissing worden gemaakt wat leidt tot het evenwicht (C) waarbij vanuit maatschappelijk oogpunt te weinig R&D (R_C) wordt verricht. Om het evenwicht te bereiken waarbij R_S aan R&D plaatsvindt, kunnen enerzijds de marginale private baten van R&D

worden verhoogd zodat het evenwicht in punt S wordt bereikt. Anderzijds kunnen de marginale kosten van R&D worden verlaagd zodat het evenwicht punt B wordt bereikt. Een gedeeltelijke verhoging van de marginale private baten in combinatie met een gedeeltelijke verlaging van de marginale private kosten kan ook zorgen voor het bereiken van de optimale hoeveelheid R_s . In dat geval bevindt het snijpunt tussen vraag en aanbod zich op een lijn tussen punt S en punt B.



Figuur 1: Optimale subsidie innovatie.

Bron: Hall, 2019.

Om de positieve externaliteiten van de spillovers van innovatie toch te verwerken in de economische beslissing van bedrijven, bestaan verschillende maatregelen die de overheid in de praktijk toepast om innovatie te stimuleren. In de eerste plaats kunnen overheden innovatieve bedrijven rechtstreeks stimuleren door middel van directe subsidie voor innovatie of R&D. Op deze wijze worden de private marginale baten van R&D voor bedrijven verhoogd. Een belangrijk nadeel van deze directe subsidies zijn de hoge administratieve kosten die optreden bij het evalueren en controleren van het gebruik van de subsidies (Hall, 2019). In de tweede plaats kunnen overheden innovatieve bedrijven indirect stimuleren door belastingvoordelen toe te kennen aan innovatieve bedrijven door middel van een belastingsubsidie. Nadelig aan deze methode van stimuleren, is het feit dat bedrijven de stimulans hebben om aanspraak te maken op deze belastingvoordelen, zelfs als in de praktijk geen/amper sprake is van innovatie. Vanuit het perspectief van het bedrijf bestaat dus een prikkel om belasting te ontwijking door onrechtmatig gebruik te maken van deze belastingvoordelen. Bij het toekennen van belastingvoordelen aan bedrijven speelt daarom ook het probleem dat lastig is vast te stellen welk bedrijf innovatief is.

Het fiscaal stimuleren van innovatie kan plaatsvinden door de aftrekposten van investeringen in innovatie te verhogen (inputstimuleringen) of de inkomsten uit innovatieve projecten fiscaal voordelig in aanmerking te nemen (outputstimuleringen). In deze paper zal ik mij volledig richten op het onderzoeken van deze beide vormen van indirecte stimuleringen die worden toegewezen via de belastingstelsels.

Bij inputstimuleringen wordt de belastinglast verlaagd door R&D-investeringen fiscaal gunstig te behandelen in de vennootschapsbelasting. Dankzij een fiscaal gunstige behandeling van investeringen ontstaat een verlaagde belastbare winst waardoor uiteindelijk een belastingvoordeel ontstaat. In de praktijk zijn verschillende vormen van inputstimuleringen (door landen) ingevoerd, zoals *R&D tax credits* en *super-deductions*. R&D tax credits zorgen voor een verlaging van de verschuldigde belastingen op basis van R&D-uitgaven. R&D super-deductions zorgen voor een verlaging van belastingen door extra aftrek (meer dan 100%) voor R&D-uitgaven toe te staan in de winstbelasting. Dit is een extra kostenaftrek naast de kostenaftrek die normaal geldt voor bedrijfsuitgaven. De overeenkomst tussen R&D tax credits en super-deductions is dat beide instrumenten een verlaging van de belastinglast realiseren door stimuleringen afhankelijk van de hoogte van een R&D-investeringen. Deze fiscale maatregelen stimuleren dus de input-zijde van innovatieve activiteiten en worden daarom gezamenlijk inputstimuleringen genoemd.

Bij outputstimuleringen worden inkomsten uit innovatieve activiteiten tegen een lager tarief belast in de vennootschapsbelastingen. Door een patent-/innovatiebox te introduceren, zorgen overheden voor een verlaging van het vennootschapsbelastingtarief voor inkomsten die gegenereerd zijn door kwalificerend intellectueel eigendom van het bedrijf. De kwalificatie van het intellectueel eigendom voor de innovatiebox kan zowel op ruimere als strengere wijze worden vormgegeven. Zo kunnen slechts patenten onder dit kwalificerend eigendomsrecht vallen, maar kunnen ook andere rechten kwalificeren (zoals copyrights, handelsmerken, etc.). Daarnaast kunnen ook globale verschillen bestaan op het gebied van de berekeningsbasis van de innovatiebox (geen verrekening R&D-kosten); zo bestaan innovatieboxen die de bruto inkomsten uit intellectueel eigendom als berekeningsbasis kiezen, maar ook innovatieboxen die de netto-inkomsten (verrekening van R&D-kosten) als grondslag kiezen. Hierbij wordt een netto regime potentieel fiscaal ongunstiger verondersteld omdat een kleiner deel van de inkomsten uit het intellectuele eigendom tegen een laag tarief wordt belast dan bij een bruto regime. Ten slotte kan de reikwijdte van de innovatiebox ook afhangen van bepaalde R&D-eisen. De *Modified Nexus approach*, die per 1 juli 2016 door alle OECD-landen met een preferentieel Intellectueel Eigendom-regime (hierna: IP-regime) moest worden ingevoerd, eist bijvoorbeeld voldoende substantiële activiteiten in het desbetreffende land waardoor een directe link moet bestaan tussen R&D-uitgaven en belastingvoordelen (OECD, 2015). In tegenstelling tot input-stimuleringen (die slechts gericht zijn op de input-zijde), zijn output-stimuleringen in de basis gericht op de output-zijde van de innovatieve activiteiten.

2.3 Theoretisch benadering

2.3.1 Inputstimulering

Voordat empirisch onderzoek wordt behandeld, kan ook op theoretische wijze gekeken worden naar de invloed van input- en outputstimuleringen. In een situatie zonder belasting ga ik ervanuit dat een bedrijf streeft naar de optimalisatie van winst (π) met de inbreng van innovatief kapitaal (K), ofwel de R&D-investering. De winstfunctie wordt opgesteld met de productiefunctie van kapitaal verminderd met de kosten van kapitaal (zie vergelijking 1). In deze theoretisch benadering ga ik ervan uit dat de kosten van kapitaal worden gevormd door de economische afschrijving (δ) plus de rentevoet (r) minus de inflatie (i) van het ingebrachte innovatieve kapitaal. Ook gaan we ervan uit dat de productiefunctie stijgt ($F'(K) > 0$). De winstfunctie luidt dan als volgt:

$$\pi = F(K) - (\delta + r - i)K \quad (1)$$

De optimale inbreng van kapitaal (investering) wordt berekend door de winstfunctie te differentiëren en gelijk te stellen aan nul:

$$\frac{\Delta\pi}{\Delta K} = 0 \rightarrow F'(K) = \delta + r - i \quad (2)$$

Uit vergelijking 2 valt op te merken dat de optimale investeringsbeslissing in R&D zich bevindt op het punt wanneer de marginale kapitaalproductiviteit ($F'(K)$) gelijk is aan de marginale kosten van de R&D-investering ($\delta + r - i$) ($MO = MK$).

In een situatie waarbij vennootschapsbelasting wordt geheven met een statutair belastingtarief (τ) en waarbij alle kosten van kapitaal niet aftrekbaar zijn van het belastbare bedrag, luidt de winstfunctie als volgt:

$$\pi = (1 - \tau)F(K) - (\delta + r - i)K \quad (3)$$

Om de optimale investering te berekenen, wordt gedifferentieerd en gelijk gesteld aan nul:

$$\frac{\Delta\pi}{\Delta K} = 0 \rightarrow (1 - \tau)F'(K) - (\delta + r - i) = 0 \rightarrow F'(K) = \frac{(\delta + r - i)}{(1 - \tau)} \quad (4)$$

Kortom de invoering van een vennootschapsbelasting, waarbij de kosten van kapitaal niet aftrekbaar zijn, verlaagt de optimale investeringshoeveelheid K . Bijwerking van het invoeren van een vennootschapsbelasting is dus het ontmoedigen van innovatieve investeringen.

Echter zijn in de praktijk vaak een gedeelte van de kosten van kapitaal aftrekbaar. Zo zijn in de praktijk afschrijvingskosten fiscaal aftrekbaar van het belastbare bedrag. In dit model zijn de opportuniteitskosten (saldo rentevoet en inflatie) niet aftrekbaar en zijn afschrijvingskosten voor een wettelijk vastgesteld percentage (z) aftrekbaar.

$$\pi = (1 - \tau)F(K) - (1 - z\tau)\delta K - (r - i)K \quad (5)$$

$$\frac{\Delta\pi}{\Delta K} = 0 \rightarrow (1 - \tau)F'(K) - (1 - z\tau)\delta - (r - i) = 0 \rightarrow F'(K) = \frac{(1 - z\tau)\delta + (r - i)}{(1 - \tau)} \quad (6)$$

In vergelijking 6 is in zijn totaliteit een negatief effect van het statutaire belastingtarief op de investeringsbeslissing te zien; een hoger statutair tarief zorgt voor een verhoging van de marginale kosten dat wordt gedempt door een effectief hogere waarde van de aftrek ten behoeve van de afschrijvingen ($z\tau\delta$ gaat omhoog).

Naast aftrekbare afschrijvingskosten voor de vennootschapsbelasting, zorgt het bestaan van inputstimuleringskosten ook voor een lager verschuldigd belastingbedrag met behulp van een super deduction (s) of een tax credit (c). Het bestaan van fiscale afschrijvingen en fiscale inputstimuleringskosten zorgen ervoor dat de kosten van kapitaal worden verlaagd door een percentage per eenheid R&D-investering, in de formule aangegeven met de letter A (zie vergelijking 8). Met de introductie van afschrijvingen en fiscale inputstimuleringskosten luidt de winstfunctie dan als volgt (zie vergelijking 7):

$$\pi = (1 - \tau)F(K) - (1 - A)\delta K + (r - i)K \quad (7)$$

$$A = z * \tau + s * \tau + c = (z + s)\tau + c \quad (8)$$

Differentiatie en het gelijk stellen aan nul van de vergelijking 7 leidt tot het volgende optimum:

$$\frac{\Delta\pi}{\Delta K} = 0 \rightarrow (1 - \tau)F'(K) - (1 - A)\delta - (r - i) = 0 \rightarrow F'(K) = \frac{(1 - A)\delta + (r - i)}{(1 - \tau)} \quad (9)$$

Het toevoegen van inputstimuleringskosten zorgt ervoor dat de marginale kosten van de investering worden verlaagd waardoor de optimale investering in innovatie wordt verhoogd. Invoering van een inputstimulering heeft dus een positieve invloed op de investeringsbeslissing. Een hogere A zorgt voor een hogere hoeveelheid innovatief kapitaal in het evenwicht. Een hoger belastingtarief zorgt ervoor dat het effect van de inputstimulering wordt verhoogd (A wordt via $s * \tau$ groter in vergelijking 8 en 9). Een lager belastingtarief zorgt ervoor dat het effect van inputstimulering wordt verlaagd (A wordt kleiner in vergelijking 8 en 9). Echter heeft het belastingtarief weer een negatief effect op de hoogte van de optimale investering via de noemer van vergelijking 9. Wanneer de afschrijving en inputstimuleringskosten in vergelijking 9 groter zijn dan 1 (meer dan 100% effectieve aftrek, $(z + s) > 1$) zal het positieve effect van een statutaire belastingverhoging in de teller groter zijn dan het negatieve effect in de noemer.

2.3.2 Outputstimulering

Daarnaast kan ook een outputstimulering worden toegevoegd. Met de introductie van een verlaagd tarief kan onderscheid worden gemaakt tussen twee situaties met een outputstimulering. Ten eerste kunnen

we veronderstellen dat de afschrijvingskosten aftrekbaar zijn tegen het verlaagde statutaire tarief (p) van de patent box (netto-benadering):

$$\pi = (1 - p)F(K) - (1 - zp) * \delta K + (r - i)K \quad (10)$$

Differentiatie en gelijk stellen aan 0 zorgt ervoor dat de winst kan worden gemaximaliseerd:

$$\frac{\Delta\pi}{\Delta K} = 0 \rightarrow F'(K) = \frac{(1 - zp)\delta + (r - i)}{(1 - p)} \quad (11)$$

De uitkomst van optimalisatie in vergelijking 11 is hetzelfde als de uitkomst van de optimalisatie in vergelijking 6 waarbij vennootschapsbelasting werd geheven en werd toegestaan voor aftrek. Een introductie van een innovatiebox met een netto regime heeft dus positieve werking op innovatie-investeringen. De gelijkensis tussen vergelijking 6 en 11 is het theoretische bewijs dat eenzelfde evenwicht door middel van een innovatiebox met netto-benadering bereikt kan worden als een vergelijkbare verlaging van het statutaire tarief.

Ten tweede kan ook worden aangenomen dat de kosten aftrekbaar zijn tegen het verhoogde tarief (bruto regime). In dat geval luidt de winstfunctie:

$$\pi = (1 - p)F(K) + (1 - z\tau)\delta K + (r - i)K \quad (12)$$

De optimale investeringsbeslissing wordt als volgt berekend:

$$\frac{\Delta\pi}{\Delta K} = 0 \rightarrow F'(K) = \frac{(1 - z\tau)\delta + (r - i)}{(1 - p)} \quad (13)$$

Als het patent box tarief lager is dan het normale statutaire vennootschapsbelastingtarief, bevestigt vergelijking 13 de gedachtegang dat een bruto benadering gunstiger is dan een netto-benadering omdat het patent box tarief lager zal zijn dan het statutaire tarief waartegen effectief afschrijvingskosten in aanmerking worden genomen. Uit vergelijking 13 blijkt dat een theoretisch negatief effect wordt verwacht van de hoogte van het patent box tarief op de marginale kosten. Echter dankzij de verlaging van de marginale kosten ten opzichte van vergelijking 6 wordt ook een positief effect van de invoering van een patent box op de optimale investeringsbeslissing verwacht.

Kortom, bovenstaande theoretisch benadering suggereert dat zowel de inputstimulering als de outputstimulering de marginale kosten van investeren in innovatie verlagen en het daaruit voortkomende aantal aangevraagde patenten verhoogd. Het effect op de marginale kosten van een inputstimulering is afhankelijk van het statutaire tarief. Het statutaire tarief heeft in beginsel een negatief effect op de investeringsbeslissing, maar het effect van een inputstimulering is groter bij een hoger tarief. Daarnaast kan worden geconcludeerd dat theoretisch de hoogte van het verlaagde tarief bij een outputstimulering een negatief relatie heeft met de marginale kosten (en dus invoering een positief

effect op de optimale investeringsbeslissing). Echter is dit effect groter bij een bruto regime omdat het dempende effect van een tariefverlaging op de effectieve waarde van de aftrek ontbreekt.

2.4 Relevante literatuur

2.4.1 Empirische analyses inputstimuleringen

Aangezien inputstimuleringen een langere bestaansgeschiedenis hebben dan outputstimuleringen, bestaan verschillende empirische studies die de invloed van inputstimuleringen op innovatie hebben onderzocht. Een schematisch overzicht van de te bespreken empirische onderzoeken is opgenomen in Tabel 2.1 in de bijlage. Enkele onderzoeken gebruiken hierbij de b-index (Warda, 2001) als onafhankelijke variabele om de intensiteit van de inputstimulering te kwantificeren. Deze b-index is gelijk aan de benodigde contante waarde van inkomen vóór belasting om break-even te draaien op de marginale kosten van een R&D-investering.

Guellec en Van Pottelsberghe (2003) onderzochten het effect van overheidsfinanciering op R&D uitgaven van bedrijven. In het onderzoek wordt onderscheid gemaakt in diverse vormen van R&D overheidsfinancieringen, namelijk publieke onderzoeken, directe subsidies en fiscale inputstimuleringen. De macro-economische analyse omvat 17 OECD-landen over de jaren 1981 tot en met 1996. De empirische analyse is gebaseerd op een model dat private R&D-uitgaven beschouwd als functie van de output van bedrijven, overheidsfinancieringen, jaarlijkse en landelijke fixed effects. De onderzoekers vinden een significant negatief effect, zowel direct als vertraagd, van de b-index op private R&D uitgaven. Een lagere b-index (minder contante waarde van inkomen voor belasting nodig om break-even te draaien), wat meer inputstimuleringen betekent, leidt dus tot hogere private R&D uitgaven. Bovendien merken de onderzoekers op dat de private R&D-uitgaven sneller reageren op fiscale inputstimuleringen dan overheidsfinancieringen in de vorm van publieke onderzoeken of directe subsidies.

Falk (2006) ondezocht op empirische wijze de potentiële beleidsmatige en niet-beleidsmatige determinanten van de private R&D uitgaven. Hij gebruikt hierbij als afhankelijke variabele de ratio private R&D uitgaven gedeeld door BBP. In tegenstelling tot Guellec en Van Pottelsberge (2003) worden niet jaarlijkse data gebruikt, maar wordt de gemiddelde ratio berekend over vijf jaar vanwege de beschikbaarheid van data. De paper van Falk bevat paneldata van 21 OECD landen over de jaren 1975 tot en met 2002. Net zoals Guellec en Van Pottelsberge vindt Falk een negatief significant effect van de b-index op bedrijfsmatige R&D-uitgaven. Echter in tegenstelling tot Guellec en Van Pottelsberge, is het gevonden effect van de b-index op de lange termijn groter dan op de korte termijn.

Ernst en Spengel (2011) hebben zowel het effect van inputstimuleringen als vennootschapsbelastingdruk (wordt behandeld in sectie 2.3.2) op patentgedrag onderzocht. Deze studie maakt gebruik van paneldata van bedrijven, gevestigd in 19 OECD landen en Noorwegen, in de

tijdspanne 1998 tot 2007, waarbij patentdata op microniveau afkomstig is van de European Patent Office (hierna: EPO). Het aantal aangevraagde patenten per bedrijf wordt gebruikt als schatting van de R&D-investeringen. Ook in dit onderzoek wordt de b-index gebruikt als maatstaf voor de hoogte van inputstimuleringen. Om het effect van de fiscale stimuleringen te onderzoeken, wordt de investeringsbeslissing in R&D opgedeeld in twee delen; een discrete investeringsbeslissing (extensieve marge) en de keuze betreffende de grootte van de investering (intensieve marge). De discrete investeringsbeslissing richt zich op de binaire keuze van een bedrijf om wel of niet te investeren in R&D. De keuze betreffende de grootte van de investering wordt weergegeven door het aantal aangevraagde patenten.

Om de kans van ten minste één patentaanvraag (extensieve marge) te modelleren wordt een logistische regressie met fixed effects op bedrijfsniveau uitgevoerd waarbij de afhankelijke variabele gelijk is aan 0 indien in een jaar geen patentaanvragen per bedrijf hebben plaatsgevonden en 1 indien anders. Op de extensieve marge wordt een significant negatief effect gevonden van de b-index, wat inhoudt dat inputstimuleringen een positief effect hebben op de kans dat een bedrijf investeert in R&D. Om het effect van de b-index op het aantal aangevraagde patenten (intensieve marge) te schatten, wordt een negatief binominaal model met fixed effects op bedrijfsniveau toegepast op basis van waarnemingen met tenminste één patent toegepast. De belangrijkste reden voor dit model is het feit dat de afhankelijke variabele, het aantal aangevraagde patenten, niet negatief kan zijn en een hogere variantie bevat. In tegenstelling tot het significant negatieve effect van de b-index op de extensieve marge, wordt geen significant effect gevonden van de b-index op de intensieve marge. Ernst en Spengel verklaren de insignificantie van de b-index op de intensieve marge door plafonds van de inputstimuleringen waardoor grote ondernemingen geen aanspraak kunnen maken op deze faciliteiten.

Westmore (2013) gebruikt een panel regressie om de beleidsmatige determinanten van innovatieve activiteiten te bepalen. De R&D uitgaven en het aantal nieuwe patenten van 19 landen over de jaren 1983 tot 2008 worden gebruikt als proxy voor innovatieve activiteiten. Ook Westmore vindt een significant negatief effect van de b-index op de geaggregeerde R&D uitgaven in een land. Net zoals Falk (2006), tonen de resultaten aan dat het effect van de b-index op de lange termijn groter is dan op de korte termijn. Uit de resultaten blijkt dat de b-index ook een significant negatief effect heeft op aantal geregistreerde patenten per inwoner.

Ernst, Richter en Riedel (2014) hebben op microniveau het effect van de b-index op de kwaliteit van de patenten van bedrijven onderzocht. Net zoals in hun eerdere onderzoek (Ernst & Spengel, 2011) is data betreffende patentaanvragen bij de EPO gelinkt aan bedrijfsspecifieke informatie. De kwaliteit van een patent wordt weergegeven door middel van drie indicatoren. Ten eerste wordt het aantal jurisdicties waarin het bedrijf een patent heeft aangevraagd (*family size*) genomen als proxy voor het verwacht winstpotentieel. Ten tweede wordt het aantal *forward citations* gebruikt als proxy voor de mate van

innovatie van het idee dat is geregistreerd in een patent. Het aantal forward citations geeft namelijk aan hoe vaak het onderliggende idee van het patent is gebruikt in opvolgende patenten. Ten derde dient het genoemde aantal technische toepassingsvelden van een patent als indicator voor technische kwaliteit. Op basis van deze drie indicatoren wordt een samengevoegde kwaliteitsindex voor patenten gemaakt die wordt gebruikt als afhankelijke variabele. De b-index wordt gebruikt als indicator voor de belastingdruk op een marginale investering in R&D. De b-index blijkt een positief significant effect te hebben op de kwaliteitsindex, waardoor een verhoging van inputstimuleringen leidt tot een gemiddeld lagere kwaliteit van de R&D projecten die worden uitgevoerd in een land. De onderzoekers verklaren dit effect aan de hand van een dalende marginale productiecurve. Marginale R&D projecten, die uitvoerbaar worden dankzij fiscale stimuleringen, verlagen de gemiddelde winstgevendheid van de R&D projecten in beheer.

Bösenberg en Egger (2017) hebben, net zoals Ernst en Spengel (2011), ook onderzoek gedaan naar het simultane effect van inputstimuleringen en outputstimuleringen (wordt behandeld in sectie 2.3.2) op het aantal aangevraagde patenten (van patenten geregistreerd bij de EPO). De onderzoekers gebruiken geaggregeerde data van 106 landen over de periode 1996 tot 2012. Net zoals Ernst en Spengel (2011) en Ernst et al. (2014) wordt gekeken naar het effect van inputstimuleringen op de extensieve marge en de intensieve marge. Terwijl in de onderzoeken van Ernst en Spengel (2011) en Ernst et al. (2014) de inputstimuleringen in beide situaties werd gemeten met de b-index, beargumenteren Bösenberg en Egger dat bij extensieve investeringsbeslissing moet worden gekeken naar het effect van het effectieve gemiddelde belastingtarief (EATR) op basis van de inputstimuleringen en niet het effectieve marginale belastingtarief (EMTR, ook wel de b-index). Minder gebruikelijke inputstimuleringen, zoals tax holidays en beurzen, worden uitgedrukt in dummy-variabelen. Bösenberg en Egger verrichten het onderzoek op geaggregeerd/landelijk niveau. De mate van innovatie wordt gemeten aan de hand van het totaal aantal aangevraagde patenten in een land. Uit de negatief binominale regressie en de Poisson regressie blijkt dat er op extensieve en intensieve marge een positief effect bestaat van inputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten.

2.4.2 Empirische analyses outputstimuleringen

Outputstimuleringen hebben een minder lange bestaansgeschiedenis dan inputstimuleringen omdat deze vorm van fiscale stimulering pas sinds 2000 door meerdere landen is geïmplementeerd. Naast onderzoeken specifiek verricht naar outputstimuleringen, kunnen ook onderzoeken naar de relatie tussen statutair tarief en de innovatieve activiteiten interessant zijn. Zowel het verlagen van het statutaire tarief als het invoeren van een patent box verlagen namelijk de effectieve belastingdruk. In Tabel 2.2 in de bijlage is een schematisch overzicht opgenomen van de te bespreken empirische onderzoeken.

Ernst en Spengel (2011) onderzoeken in hun eerder besproken onderzoek, naast het effect van inputstimuleringen, ook het effect van het gecombineerde statutaire vennootschapsbelastingtarief op

het aantal aangevraagde patenten. Het gecombineerde statutaire vennootschapsbelastingtarief heeft geen significant effect op het aantal aangevraagde patenten op de extensieve marge, wat suggereert dat een lager statutair vennootschapsbelastingtarief niet leidt tot een grotere kans dat een bedrijf investeert in R&D in een land. Daarentegen wordt een significant negatief effect gevonden van het gecombineerde statutaire vennootschapsbelastingtarief op het aantal aangevraagde patenten (intensieve marge). Deze afname in reële innovatieve activiteit in een land kan worden verklaard omdat hogere belastingtarieven het aantrekkelijk maakt om de R&D-activiteiten te verplaatsen naar een land met lagere tarieven.

Karkinsky en Riedel (2012) hebben ook onderzoek gedaan naar de relatie tussen vennootschapsbelasting en de locatiekeuze van de patenten door multinationale ondernemingen. Patentdata van de EPO over de periode 1995 tot en met 2003 wordt gekoppeld met bedrijfsdata van de multinationale ondernemingen gevestigd in 18 Europese landen. Uit de OLS-regressie en de negatief binominale regressie blijkt dat het statutaire vennootschapsbelastingtarief een significant negatief effect heeft op het aantal aangevraagde patenten in een land. Karkinsky en Riedel geven, met dezelfde redenatie als Ernst en Spengel (2011) (optellende waarde, rechtsscheef verdeeld), de voorkeur aan een negatief binominaal model. Ook uit dit model blijkt een significant negatief effect van het vennootschapsbelastingtarief op het aantal aangevraagde patenten. De resultaten van Karkinsky en Riedel suggereren daarom dat het invoeren van verlaagde tarieven op toekomstige winsten uit patenten leidt tot locatieverplaatsingen van patenten(aanvragen).

Griffith, Miller en O'Connell (2014) onderzoeken ook het effect van vennootschapsbelasting op de locatiekeuze van patenten. De impact van belastingen op winsten worden gemeten door middel van het statutair belastingtarief. Patentaanvragen van bedrijven gevestigd in 14 Europese landen over de periode 1985 tot en met 2005 worden gebruikt. Griffith et al. (2014) voeren een multinomiale logistische regressie uit om de marginale impact van belastingen op de winst van het plaatsen van patenten in een locatie per industrie (*Chemical, Electrical en Engineering*) te achterhalen. In alle industrieën is deze impact significant negatief. Deze impact is bij hoogwaardige patenten in de sectoren Electrical en Engineering nog groter.

Bradley, Dauchy en Robinson (2015) hebben onderzocht of patent boxen leiden tot het behalen van hun doelstellingen; het stimuleren van innovatie in een land en het voorkomen dat mobiel patentinkomen weg-/binnenstroomt. Terwijl de data van eerder besproken onderzoeken slechts patentaanvragen bij het EPO omvatte, omvat de dataset van Bradley et al. patentaanvragen van alle patentbureaus. De patentdata beslaat de periode 1990 tot en met 2012 en 70 landen en wordt geaggregeerd op landelijk niveau. De mate van innovatie in een land wordt gemeten aan de hand van het aantal aangevraagde patenten en de fiscale outputstimulering wordt gemeten aan de hand van het statutaire tarief van toepassing op patent inkomen, een dummy-variabele die de aanwezigheid van een patent box aangeeft en een interactie-effect tussen dit tarief en deze dummy vormen de belangrijkste onafhankelijke variabelen. Er wordt

gekeken naar het interactie-effect om te kijken of de semi-elasticiteit van patentactiviteit afhangt van de bron van de verandering. Zo wordt antwoord gegeven op de vraag: zorgt een verandering in het statutair tarief voor eenzelfde verandering van het aantal aangevraagde patenten ten opzichte van een introductie van een patent box met een vergelijkbare verlaging? Daarnaast wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende patent boxen op basis van twee specifieke eigenschappen van een patent box. Ten eerste wordt gekeken naar de behandeling van de R&D-uitgaven; zijn deze aftrekbaar van het bruto inkomen in de vennootschapsbelasting of zijn deze aftrekbaar tegen het lager tarief in de patent box (netto inkomen)? Ten tweede maken Bradley et al. onderscheid tussen patent boxen die enkel van toepassing zijn op zelfontwikkelde patenten en patent boxen die gelden voor zowel zelfontwikkelde als verworven patenten.

Uit de resultaten van de OLS-regressie blijkt dat het statutaire vennootschapsbelastingtarief van toepassing op patentinkomen een negatief significant effect heeft op het aantal aangevraagde patenten (Bradley, Dauchy en Robinson, 2015). Een verlaging van de statutaire vennootschapsbelasting, bijvoorbeeld door middel van de invoering van een patent box, leidt tot meer innovatieve activiteiten. Deze resultaten suggereren dat patent boxen effectief zijn in het behalen van hun eerste doelstelling: het stimuleren van innovatieve activiteiten. Echter volgens de onderzoekers zou het kunnen dat een gedeelte van de stijging van patentaanvragen is toe te wijzen aan het patenteren van bestaande niet eerder gepatenteerde innovaties, waardoor een inhaaleffect optreedt.

Bösenberg en Egger (2017) hebben ook onderzoek gedaan naar het effect van inputstimuleringen en outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten, maar dan over de periode 1996-2012 van 106 landen. Net zoals Ernst en Spengel (2011) en Ernst et al. (2014) wordt de investeringsbeslissing opgedeeld in een beslissing op de extensieve marge en een beslissing op de intensieve marge. Het bestaan van een fiscale outputstimulering wordt aangegeven door een dummy-variabele toe te voegen in geval een patent box bestaat. Dit zorgt ervoor dat de hoogte van de outputstimulering niet wordt gemeten en geen rekening wordt gehouden met de verschillende aspecten van de patent box. Uit de resultaten van het negatieve binominaal regressie en de Poisson regressie blijkt dat het bestaan van een patent box zowel op de extensieve als intensieve marge een negatief significant effect heeft op het aantal aangevraagde patenten. Dit wordt verklaard door de gedachtegang dat niet zozeer het bestaan van een patent box het aantal aangevraagde patenten stimuleert, maar dat patentaantallen vooral worden gestimuleerd door lokale R&D-eisen van patent boxen.

Alstadsæter et al. (2018) hebben, met behulp patentdata van het EPO in 33 landen van de top 2000 vennootschappelijke R&D-investeerders (gerangschikt op R&D-investeringen), het effect van patent boxen op lokale R&D activiteiten (innovatie) bestudeerd. Door te kijken naar jaarlijkse micro-economische beslissingen van multinationals waar patenten worden geregistreerd als reactie op macro-economische beslissingen op het gebied van patentboxen en tarieven door overheid, wordt dit effect

onderzocht. Naast de procentuele belastingverlaging van de patent box, wordt rekening gehouden met vijf eigenschappen van patentboxen waarvoor dummy-variabelen zijn gecreëerd; (a) welke IP-rechten kwalificeren voor de patent box; (b) behandeling voor de bestaande patenten; (c) behandeling voor verkregen patenten; (d) behandeling voor royalty's die toevallen aan de IP-rechten; (e) het bestaan van locatie eisen betreffende ontwikkeling (nexus requirements). Om het effect van patent boxen op R&D-activiteiten te onderzoeken, wordt het aantal geregistreerde patenten van multinationals als afhankelijke variabele gebruikt. Naast het aantal geregistreerde patenten, wordt ook het aantal onderzoekers van de geregistreerde patenten als afhankelijke variabele gebruikt in een OLS-regressie. Alstadsæter et al. vinden onder andere dat de local-development conditie zorgt voor een hogere kans op het verhogen lokale R&D activiteiten, maar niet zozeer het bestaan van patent boxen omdat dit zonder verdere condities vooral leidt tot belastingontwijking. Dit onderzoek suggereert dat de angst dat een patent box leidt tot belastingontwijking kan worden weggenomen door nexus eisen te introduceren waardoor lokale R&D activiteiten worden versterkt.

Akcigit, Grigsby, Nicholas en Stantcheva (2018) hebben gekeken naar het effect van vennootschapsbelasting op innovatie in de twintigste eeuw in Amerika. De impact van de vennootschapsbelasting wordt onderzocht op innovatie van individuele investeerders, bedrijven (microniveau) en landen over tijd (macroniveau). In dit onderzoek worden verschillende identificatiestrategieën gebruikt om de impact te achterhalen, waaronder een OLS-regressie met fixed-effects. Uit de OLS-regressie op macroniveau blijkt een hoger marginaal en gemiddeld vennootschapsbelastingtarief leidt tot een daling van het totale succesvol aangevraagde patenten op landelijk niveau. Een 1 procent hoger toptarief van de vennootschapsbelasting leidt tot ongeveer 6,3% minder aangevraagde patenten. Als wordt gekeken naar het effect van het vennootschapsbelastingtarief op bedrijfsniveau, wordt gesuggereerd dat het een 1 procent hoger vennootschapsbelastingtarief leidt tot een daling van het succesvol aangevraagde patenten van 4,2%.

Gaessler, Hall en Harhoff (2019) hebben onderzoek gedaan naar de impact van de introductie patent boxen op internationale patent transfers, de locatiekeuze van het eigendom van patenten (extensieve marge) en innovatie in het relevante land. Voor dit onderzoek wordt data gebruikt op landelijk niveau van 13 landen over de periode 2000 tot en met 2014. Het aantal aangevraagde Europese patenten (met binnenlandse onderzoekers) en de totale bedrijfsuitgaven aan R&D (BERD) worden gebruikt om innovatie activiteiten te meten. Gaessler et al. (2019) houden rekening met de volgende eigenschappen van patent boxen: het verschil tussen het patent box tarief met het statutaire vennootschapsbelastingtarief, of bestaande/aangekochte patenten in aanmerking komen voor de patent box en eisen met betrekking tot ontwikkeling van het patent. Uit de OLS-regressie blijkt echter, in tegenstelling tot Alstadsæter et al. (2018), dat deze eigenschappen geen significant hebben op het aantal aangevraagde patenten. Deze inconsistentie tussen de resultaten wordt door Gaessler et al. verklaard door de grote standaardfouten van zijn resultaten en het feit Gaessler et al. (2019) onderzoek doen op

macroniveau in plaats van microniveau. Uit de resultaten blijkt ook geen impact te bestaan van de patentbox en haar eigenschappen op geaggregeerde R&D-investeringen.

2.5 Hypothesevorming

Eerdere literatuur laat een wisselend effect zijn van input-stimuleringen op het aantal aangevraagde patenten. Ernst en Spengel (2011) vinden geen significant effect van inputstimuleringen (B-index) op het aantal aangevraagde patenten. In later onderzoek, ook uitgevoerd door Ernst, Richter en Riedel (2014), blijkt echter dat wordt verwacht dat inputstimuleringen zorgen voor een stijging in de daadwerkelijke activiteiten (en dus het aantal aangevraagde patenten), maar een verlaging van de kwaliteit van de aangevraagde patenten. Bösenberg en Egger (2017) tonen aan dat input-stimuleringen zorgen voor meer patentaanvragen per jaar per land.

Uit de theoretisch benadering blijkt dat inputstimuleringen theoretisch zorgen voor een verlaging van de marginale kosten van een R&D. Daarom wordt verwacht dat een inputstimuleringen zorgt voor meer aangevraagde patenten. De leidt tot de volgende hypothese:

Hypothese 1: Een inputstimuleringsmaatregel heeft een positief effect op het aantal aangevraagde patenten.

In de besproken literatuur wordt over het algemeen een negatief effect van de hoogte van het statutair tarief op het aantal aangevraagde patenten gevonden (Ernst & Spengel, 2011; Karkinsky & Riedel, 2012; Griffith et al. 2014). Specifiek onderzoek naar de aanwezigheid van patent boxen laat eenzelfde relatie zien. Zo zorgt in het onderzoek van Bradley et al. (2015) de aanwezigheid voor een patent box voor significant meer aangevraagde patenten. Bösenberg en Egger (2017) vinden een klein negatief effect van patent boxen op het aantal aangevraagde patenten. Terwijl Gaessler et al. (2019) net als Bösenberg en Egger (2017) een klein negatief effect analyseren, observeren Alstadsæter et al. (2018) een positief effect van patent boxen op aantal aangevraagde patenten. Het onderzoek van Alstadsæter et al. (2018) is echter uitgevoerd op bedrijfsniveau, terwijl de onderzoeken van Gaessler et al. (2019) en Bösenberg en Egger (2017) zijn uitgevoerd landelijk niveau. Daarom is het resultaat van het onderzoek verricht door Alstadsæter et al. (2018) representatiever voor dit onderzoek. De tweede hypothese luidt daarom als volgt:

Hypothese 2: Een outputstimuleringsmaatregel heeft een positief effect op het aantal aangevraagde patenten.

In de theoretisch benadering kom ik tot de conclusie dat patent boxen een positief effect moeten hebben op de hoeveelheid investeringen in R&D in geval van een bruto-benadering én een netto benadering. Echter in geval R&D kosten aftrekbaar zijn tegen het patent box tarief (netto benadering), leidt de theoretisch benadering tot een lager investeringsoptimum dan wanneer de R&D kosten aftrekbaar zijn

tegen het hogere statutaire tarief. Daarom wordt verwacht dat het gunstigere bruto regime een groter effect heeft op patentaanvragen dan een patent box met een netto regime. De derde hypothese luidt daarom als volgt:

Hypothese 3: Een outputstimuleringsmaatregel heeft een groter effect op het aantal aangevraagde patenten indien de kosten aftrekbaar zijn tegen het statutaire tarief dan wanneer kosten aftrekbaar zijn tegen het verlaagde tarief.

De fiscale faciliteit op het gebied van de opbrengsten (patent box) zorgt ervoor dat wordt gefaciliteerd als de innovatie al heeft plaatsgevonden. De algemene gedachtegang onder economen/fiscalisten is derhalve dat een stimuleringsmaatregel aan de input zijde effectiever is in het stimuleren van innovatie (Bellingwout, 2014). Outputstimuleringen belonen namelijk zowel verrichte als nog te verrichten innovatie, terwijl inputstimuleringen slechts toekomstige succesvolle innovatie belonen. Uit het meest recente onderzoek gedaan naar de simultane werking van input- en outputstimuleringen door Bösenberg en Egger (2017) blijkt ook dat het effect van inputstimuleringen een groter effect heeft op het aantal aangevraagde patenten dan outputstimuleringen. De vierde hypothese van dit onderzoek luidt daarom:

Hypothese 4: Een inputstimuleringsmaatregel heeft een groter effect op het aantal aangevraagde patenten dan het effect van outputstimuleringsmaatregelen.

3 Data

3.1 Afhankelijke variabele

Dit paper gebruikt het totaal aantal wereldwijde patentaanvragen door bedrijven gevestigd in OECD-landen over de periode 2011 tot en met 2018 als afhankelijke variabele. Hiervoor wordt de Orbis Intellectual Property Database gebruikt omdat deze database reeds het aantal aangevraagde patenten per jaar aan desbetreffende bedrijven heeft gekoppeld. Aangezien de patentaanvragen pas na 18 maanden na de aanvraagdatum worden gepubliceerd, kunnen slechts patentaanvragen over de periode 2011 tot en met 2018 worden gebruikt. Een belangrijk selectie criterium is daarom dat een bedrijf tenminste één patent in die periode heeft aangevraagd. Op deze wijze wordt voorkomen dat bedrijven die niet actief zijn op het gebied van patenteren, niet worden meegenomen in dit onderzoek. Vanwege beperkte beschikbaarheid in de belangrijkste onafhankelijke variabele, de later besproken b-index, zullen daarnaast in deze dataset slechts bedrijven worden opgenomen die in de OECD zijn gevestigd (36 landen eind 2018). Daarnaast worden alleen bedrijven opgenomen als de belangrijkste bedrijfsspecifieke controlevariabelen beschikbaar zijn. Deze controlevariabelen worden in sectie 3.3 uitgebreid besproken.

3.2 Onafhankelijke variabelen

3.2.1 Impliciete belastingsubsidie op R&D uitgaven

In de theoretische benadering (zie sectie 2.3) hebben we verondersteld dat bedrijven R&D-investeringen doen totdat de marginale opbrengst van een additionele R&D-investering gelijk is aan de marginale kosten van een additionele R&D-investering. Indien vennootschapsbelasting wordt geheven zonder rekening te houden met aftrek, zal een bedrijf een extra R&D-investering uitvoeren tot de marginale opbrengst na belasting gelijk zijn aan de marginale kosten na belasting van deze R&D-investering. Indien naast de vennootschapsbelasting ook een inputstimulering wordt geïntroduceerd, zorgt dit voor een verlaging van de marginale kosten na belasting en derhalve voor een verlaging van de benodigde marginale break-even opbrengst:

$$\textit{Marginale opbrengst na belasting} = \textit{Marginale kosten na belasting} \quad (14)$$

In dit paper worden impliciete marginale belastingsubsidies, geldend voor investeringen in kwalificerende R&D gebruikt om de intensiteit van input- en outputstimuleringen te meten. De impliciete belastingsubsidie (zie vergelijking 15) voor inputstimuleringen weergeeft de verandering in belastingdruk per extra eenheid investering in R&D, gegeven dat opbrengsten (kosten) belast worden (aftrekbaar zijn) tegen het standaard vennootschapsbelastingtarief. Deze verandering wordt gemeten door te kijken naar de verlaging van de benodigde marginale opbrengst vóór belasting om break-even te draaien op een marginale R&D-investering als gevolg van een inputstimulering. In geval geen inputstimulering aanwezig is maar kosten volledig aftrekbaar zijn tegen het standaardtarief, dan zijn de benodigde marginale opbrengsten vóór belasting gelijk aan 1 om break even te draaien. Kortom, de impliciete marginale belastingsubsidie (M_{lt}) wordt berekend door de minimale marginale break-even opbrengst in een situatie zonder inputstimulering maar met volledige aftrek (gelijk aan 1), te verlagen met de minimale marginale break-even opbrengst in een situatie mét inputstimuleringen (b_{lt} , hierna: b-index) (Warda, 2001):

$$M_{lt} = 1 - b_{lt} \quad (15)$$

Hierbij zal de impliciete marginale belastingsubsidie berekend worden per land (l) per jaar (t). Deze b-index hangt af van de intensiteit van de fiscale inputstimulering en verschilt daarom per land en per jaar. De b-index is een maatstaf van de marginale opbrengsten vóór belasting die nodig zijn om break-even te draaien. Zoals besproken in de theoretische benadering (zie sectie 2.3.1, vergelijking 9), geldt op dit break-even punt dat de marginale opbrengsten na belasting gelijk zijn aan de marginale kosten na belasting (zie vergelijking 14). De linkerkant van vergelijking 14 kan worden herschreven om de marginale opbrengst vóór belasting te isoleren:

$$\textit{Marginale opbrengst vóór belasting} (b_{lt}) * (1 - \tau_{lt}) = \textit{Marginale kosten na belasting} \quad (16)$$

$$\text{Marginale opbrengst vóór belasting } (b_{lt}) = \frac{\text{Marginale kosten na belasting}}{(1 - \tau_{lt})} = \frac{1 - A_{lt}}{1 - \tau_{lt}} \quad (17)$$

De teller ‘marginale kosten na belasting’ in de rechterkant van vergelijking 17 bestaat uit een marginale R&D investering van 1 verminderd met de belastingbesparing als gevolg van de marginale R&D-investering (A_{lt}). Deze belastingbesparing bestaat ten eerste uit de afschrijvingskosten en ten tweede uit de fiscale inputstimuleringsmaatregelen waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen een belastingkrediet (*tax credit*, c) en een additionele aftrek (*super deduction*, s) (zie vergelijking 8 in sectie 2.3.1). De b-index wordt berekend in vergelijking 18 op dezelfde wijze als de optimale investeringsbeslissing in de theoretische benadering (zie sectie 2.3.1, vergelijking 9).

$$b_{lt} = \frac{1 - A_{lt}}{1 - \tau_{lt}} = \frac{1 - (z * \tau_{it} + s_{it} * \tau_{it} + c_{it})}{1 - \tau_{lt}} \quad (18)$$

In een scenario waarbij marginale kosten ‘slechts’ volledig aftrekbaar zijn ($z = 1$), zal de b-index gelijk zijn aan 1 omdat de belastingbesparing (A_{lt}) gelijk is aan de belastingheffing (τ_{lt}). Als een inputstimulering wordt meegenomen omvat A_{lt} naast de reguliere afschrijvingskosten ook inputstimuleringen, wat ervoor zorgt dat de b-index kleiner is dan 1. De marginale kosten na belasting worden in dat geval verlaagd waardoor de marginale break-even opbrengst ook lager uitvalt en de optimale investeringshoeveelheid wordt verhoogd.

De waarde van de input-stimulering in de vorm van extra aftrek van de R&D-kosten houdt verband met het statutaire belastingtarief. Bij een gelijkblijvende input-stimulering, zorgt een hoger statutair tarief voor een effectief hogere waarde van een aftrekpost omdat meer belasting wordt bespaard. Echter bij een lager statutair tarief neemt de waarde van de aftrekpost af omdat minder belasting wordt bespaard. Een procentueel extra toegestane afschrijving in een land met een hoger statutair tarief is dus effectief meer waard dan in een land met een lager statutair tarief. De M-index geeft dus de impliciete effectieve subsidie van de overheid door middel van een input-stimulering weer door rekening te houden met de impact van het statutaire tarief. Het voorgaande zorgt ervoor dat de M-index als volgt kan worden berekend:

$$M_{lt} = 1 - \frac{1 - A_{lt}}{1 - \tau_{lt}} \quad (19)$$

De berekening van de impliciete belastingsubsidievoet door de OECD zal worden gebruikt in dit paper (OECD, z.d.). Bij de berekening van de impliciete effectieve belastingsubsidievoet voor inputstimuleringen, maakt de OECD onderscheid tussen verschillende kenmerken om te bepalen welk impliciete belastingsubsidievoet van toepassing is. Daarom zal indien mogelijk ook rekening moeten worden gehouden met deze kenmerken in de patentdata om de patentdata te koppelen met de impliciete belastingsubsidievoeten.

Het eerste onderscheid van de OECD zijn de verschillende belastingsubsidievoeten berekend voor kleine en middelgrootte bedrijven (SME's). In sommige landen bestaan namelijk bijzondere fiscale stimuleringsbepalingen voor kleine innovatieve bedrijven, startups en andere innovatie SME's. De definitie wanneer sprake is van een SME of een groot bedrijf verschilt per land en over tijd. Ook de voorwaarden voor deze bijzondere fiscale stimuleringsbepalingen verschillen per land en over tijd. In dit paper wordt geen rekening gehouden met deze bijzondere fiscale stimuleringsbepalingen voor kleine innovatieve bedrijven omdat globaal geen onderscheid te maken is tussen SME's en grote bedrijven. Echter wordt verwacht dat deze aanname weinig effect heeft op de resultaten omdat weinig verschillen bestaan tussen de impliciet effectieve inputstimuleringen voor SME's en grote bedrijven. Van de 36 OECD-landen hebben namelijk slechts de landen Australië, Canada, Japan, Korea, Nederland, Noorwegen een hogere impliciete effectieve subsidievoet voor SME's dan voor grote bedrijven, terwijl Polen, Engeland, Hongarije en Chili volgens de OECD gedurende enkele jaren een lagere impliciete effectieve subsidievoet voor SME's hebben dan voor grote bedrijven.

Het tweede onderscheid van de OECD in de berekening van de impliciete inputstimulering, is het bestaan van een winstscenario en een verliesscenario. In het winstscenario wordt verwacht dat bedrijven voldoende winst maken om de voordelen van de inputstimuleringen te realiseren. In het verliesscenario is niet voldoende winst aanwezig om gebruik te maken van de belastingvoordelen. Bij de berekening wordt in dat geval door de OECD rekening gehouden met het feit dat de inputstimulering (zoals een tax credit) in latere jaren kan worden benut. In de dataset van de bedrijven zou per jaar een onderscheid kunnen worden gemaakt tussen winstgevend en verliesscenario om vervolgens de verschillende intensiteit van input-stimuleringen in de verschillende scenario's mee te nemen. Het is belangrijk dat een winst- of verliesscenario wordt afgeleid van het fiscale resultaat en niet van het commerciële resultaat vanwege tijdelijke of permanente verschillen. Uit de post 'Belastingen' op de commerciële winst- & verliesrekening van de bedrijven kan worden afgeleid of sprake is van een positief resultaat waardoor de desbetreffende impliciete belastingsubsidievoet kan worden gekoppeld. Als deze post groter is dan 0, impliceert dit een positief resultaat en dus een winst-scenario. Als de post kleiner is dan 0, wordt een fiscaal verlies geïmpliceerd en wordt een bedrijf in het desbetreffende jaar gekoppeld aan de impliciete belastingsubsidievoet van een verliesscenario.

3.2.2 Impliciete belastingsubsidie op R&D inkomsten

Ook voor de outputstimulering moet een impliciete belastingsubsidievoet worden berekend. Hierbij staat echter niet de mate van aftrekbaarheid van kosten centraal, maar het lagere VPB-tarief op opbrengsten. Daarom wordt bij de berekening van de impliciete belastingsubsidievoet op R&D-inkomsten verondersteld dat de kosten niet aftrekbaar zijn waardoor de marginale kosten na belasting gelijk zijn aan de marginale kosten vóór belasting. Net zoals bij de berekening van de impliciete belastingsubsidie op R&D uitgaven, wordt vergelijking 20 gebruikt als startpunt om de impliciete belastingsubsidie op R&D inkomsten te berekenen:

$$\text{Marginale kosten na belasting} = \text{Marginale opbrengst na belasting} \quad (20)$$

Dankzij de conditie dat marginale kosten na belasting gelijk zijn aan de marginale opbrengst na belasting, kan de vergelijking als volgt worden herschreven

$$\text{Marginale kosten vóór belasting} = 1 * (1 - \tau_{lt}) = 1 - \tau_{lt} \quad (21)$$

Als outputstimuleringen worden geïntroduceerd, worden winsten minder dan volledig belast of tegen een lager tarief. Uitgaande van het feit dat een bedrijf winstgevend is en geen aftrek kan worden gerealiseerd, zullen de marginale opbrengsten direct leiden tot winst en in aanmerking worden genomen tegen een verlaagd tarief (p_{lt}):

$$\text{Marginale kosten vóór belasting} = 1 * (1 - p_{lt}) = 1 - p_{lt} \quad (22)$$

Bij een verlaagd tarief van 25% (p_{lt}) in plaats een statutair tarief van 50% (τ_{lt}), blijft van de marginale opbrengst vóór belasting 0,75 (vergelijking 22) over na belasting in plaats van 0,5 (vergelijking 21). De maximale marginale kosten vóór belasting om break-even te draaien op een marginale bruto-opbrengst worden dus verhoogd van 0,5 naar 0,75. In tegenstelling tot de inputstimulering waarbij de marginale kosten na belasting worden verlaagd, wordt bij een outputstimulering de marginale opbrengst na belasting van een marginale investering verhoogd. Aangezien de marginale opbrengst wordt verhoogd, zal in het evenwicht (zie vergelijking 20) de optimale investeringshoeveelheid stijgen. Met andere woorden, door het invoeren van een outputstimulering is meer ruimte om kosten te maken voordat het break-even punt is bereikt.

De verlaging van de maximale marginale kosten (in het evenwicht) vóór belasting geeft aan hoeveel de overheid impliciet aan de belastingsubsidie verstrekt per marginale opbrengst, gegeven dat de kosten niet aftrekbaar zijn. De impliciete belastingsubsidie wordt dus berekend door de maximale marginale kosten vóór belasting in een situatie met outputstimuleringen te verminderen met de maximale marginale kosten vóór belasting in een situatie zonder outputstimuleringen:

$$O_{lt} = (1 - p_{lt}) - (1 - \tau_{lt}) = \tau_{lt} - p_{lt} \quad (23)$$

Hierbij staat O_{lt} voor de effectieve outputstimulering (impliciete belastingsubsidie) en weergeeft dus het belastingvoordeel van de IP-box per marginale eenheid opbrengst vóór belasting, en staat p_{lt} voor het tarief dat geldt dankzij de innovatiebox. Uit de bovenstaande formule blijkt dat de effectieve outputstimulering op twee verschillende manieren kan worden vergroot (verkleind), namelijk door het statutaire tarief te verhogen (verlagen) of het innovatiebox-tarief te verlagen (verhogen). Een groter verschil tussen de verschillende tarieven duidt op een grotere outputstimulering.

Bij de berekening van O_{lt} worden specifieke karakteristieken van een patent box niet meegenomen in de impliciet effectieve belastingsubsidievoet voor outputstimuleringen. Ten eerste controleert de impliciete belastingsubsidievoet niet voor het tarief waartegen R&D-kosten aftrekbaar zijn omdat wordt

verondersteld dat kosten niet aftrekbaar zijn. Wat betreft de kosten zijn twee situaties mogelijk; (1) kosten blijven aftrekbaar tegen het hogere statutaire tarief (bruto) of (2) kosten zijn aftrekbaar tegen het verlaagde tarief (netto). Indien de kosten aftrekbaar zijn tegen het verlaagde tarief, is bij een introductie van een outputstimulering feitelijk sprake van een verlaging van het statutaire tarief voor R&D-investeringen. Als kosten tegen een ander tarief aftrekbaar zijn dan de winst die wordt belast, ontstaat feitelijk een belastingsubsidie omdat de waarde van de kostenafrek de belastingheffing overtreft. Daarom zullen dummy-variabelen worden gebruikt om aan te geven of sprake is van een bruto- of netto regime. Deze dummy-variabelen zullen worden geïnteracteed met de impliciete belastingsubsidievoet voor R&D inkomsten (O_{it}). Het geldende tarief in patent boxen en het bestaan van een bruto- of netto regime, in deze landen en in deze tijdspanne, wordt afgeleid uit Gaessler et al. (2019) in combinatie met de *Country Tax Guides* van het IBFD en een overzicht van *Intellectual Property Regimes* van het OECD in het jaar 2018.

Ten tweede houdt de impliciete belastingsubsidievoet op R&D-inkomen geen rekening met aanvullende eisen om voor de patent box in aanmerking te komen. Daarom zal een dummyvariabele worden toegevoegd vanaf 2016, die wordt geïnteracteed met de andere gevormde IP-box variabelen in deze sectie, omdat wordt verondersteld dat alle OECD-landen volgens BEPS actiepoint 5 een *Modified Nexus Approach* hebben toegepast (OECD, 2015). De Modified Nexus Approach houdt in dat de belastingplichtigen enkel aanspraak kunnen maken op de voordelen uit een IP-regime naar rato van de kosten die zijn gemaakt in verband met de zelf verrichte substantiële R&D-activiteiten (ten opzichte van de totale kosten).

3.3 Controlevariabelen

Eigenschappen van bedrijven kunnen ertoe leiden dat het aantal aangevraagde patenten per bedrijf wordt beïnvloed. In dit onderzoek wordt gecontroleerd voor een aantal eigenschappen van bedrijven die een mogelijk effect hebben op het aantal aangevraagde patenten én mogelijk ook gecorreleerd zijn met stimuleringen (*Omitted Variable Bias*). Er wordt derhalve gecontroleerd voor de grootte van een bedrijf door middel van het opnemen van de variabelen; *aantal werknemers* en de *totale activawaarde*. Grote bedrijven zullen meer middelen hebben om patenten aan te vragen dan kleine bedrijven en de aanwezigheid van grote bedrijven in een land kan mogelijk gecorreleerd zijn met de aanwezigheid van stimuleringen.

Naast bedrijfsspecifieke variabelen, zijn ook landelijke variabelen nodig om te controleren voor landelijke eigenschappen die effect hebben op patentaanvragen én gecorreleerd zijn met de aanwezigheid van stimuleringen. In dit onderzoek worden variabelen verzameld om te controleren voor landelijke effecten. Ten eerste controleer ik voor de mate van welvaart (*BBP per inwoner, gecorrigeerd voor inflatie*), omdat mogelijk een correlatie bestaat tussen welvarende landen en het bestaan van innovatiestimuleringen en een relatie bestaat tussen de welvaart in een land en het aantal aangevraagde

patenten. Ten tweede wordt gecontroleerd voor de mate van internationale handel ($\frac{Import+Export}{BBP}$) en de export van technologische producten (producten met hoge R&D- ontwikkelingskosten zoals luchtvaart, computers, farmaceutische producten, etc., $\frac{High-tech\ export}{BBP}$). Verwacht wordt namelijk dat de handel een positieve relatie kan hebben met het aantal aangevraagde patenten van bedrijven en mogelijk gecorreleerd zijn met stimuleringen. Ten derde wordt gecontroleerd voor de aanwezigheid van menselijk kapitaal (*aantal FTE per inwoner in R&D in de publieke sector*) omdat verwacht wordt dat meer aanwezigheid van menselijk kapitaal zorgt voor meer patentaanvragen per land en de aanwezigheid van menselijk kapitaal verschilt per land. Tot slot wordt gecontroleerd voor het vestigingsklimaat voor patenten (*Intellectual property rights index, IPRI*) en het belastingklimaat (*VPB-tarief*). De verschillende vestigings-/belastingklimaten per land kunnen gecorreleerd zijn met de aanwezigheid van stimuleringen en kunnen ook een effect op het aantal aangevraagde patenten van bedrijven. Bij ontbrekende jaren is voor de IPRI is het gemiddelde genomen tussen de twee aansluitende jaren.

3.4 Beschrijvende statistieken

In Tabel 3.1 zijn de beschrijvende statistieken weergegeven van de variabelen die tijdens dit onderzoek zijn gebruikt. Uit deze tabel is af te lezen dat bedrijven in de dataset in de periode 2011 tot en met 2018 gemiddeld ongeveer 23 patenten per jaar hebben aangevraagd. Aan de hoogte van de standaarddeviatie (348,19) van het aantal aangevraagde patenten is af te leiden dat het aantal aangevraagde patenten per bedrijf erg varieert. Terwijl sommige bedrijven 0 patenten per jaar aanvragen, heeft bijvoorbeeld het Japanse bedrijf 'Panasonic Corporation' in 2011 26.124 patenten aangevraagd.

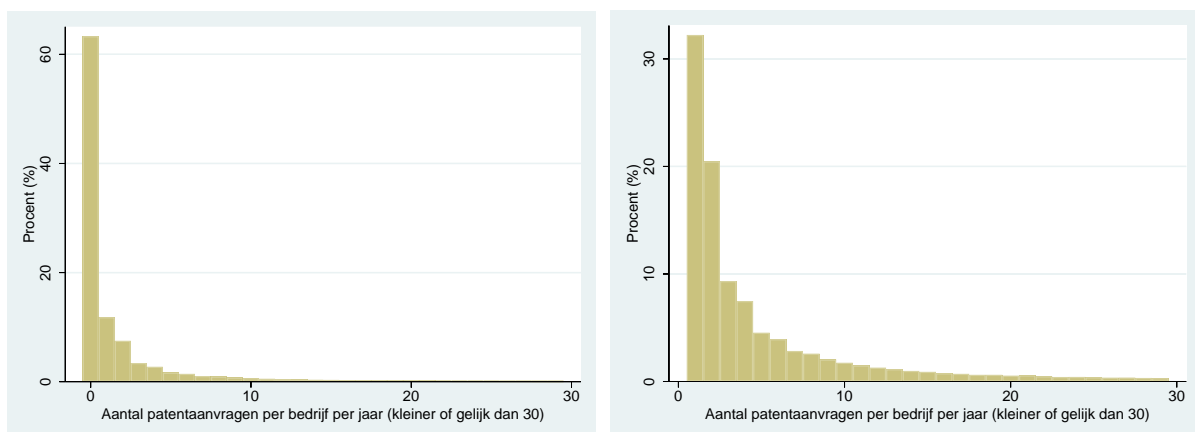
Tabel 3.1

Overzicht aanvragen patenten

Variabele	Obs	Gemiddelde	Std.Dev.	Min	Max
Aantal patenten	302.256	23,28	348,19	0	26124
Inputstimulering	302.256	,11	,1	-,02	,45
Outputstimulering	302.256	,05	,07	0	,29
Aantal werknemers	302.255	1.674,6	18.061,33	0	2.300.000
Totale activa	299.671	922.941,1	9.970.000	0	1,07e+09
Belastingen	299.672	14.901,56	262.748,9	-3,48e+07	3,11e+07
Dummy Fiscale winst	302.256	,92	,28	0	1
VPB-tarief	302.256	,25	,05	,09	,35
Dummy Bruto regime	103.120	,26	,44	0	1
Mod. Nexus Approach	302.256	,19	,39	0	1
Aantal onderzoekers	302.256	8,7	2,71	3,09	17,4
BBP per inwoner	302.256	40.291,73	5588,57	21.268,39	106.553,8
IPRI	302.256	7,08	1,03	4,1	8,69
High-techn exports (%)	301.996	15,86	6,89	2,11	36,35
Openheid	302.256	63,53	34,47	26,51	408,36

Uit de bedrijfsdata in Tabel 3.1 valt daarnaast ook op dat de dataset diverse bedrijven bevat wat betreft grootte. Zowel het aantal werknemers als de totale boekwaarde van de activa hebben een standaarddeviatie die groter is dan het gemiddelde. Uit de beschrijvende statistieken blijkt bovendien dat de waarnemingen vooral in landen liggen met een relatief hoge IPRI, namelijk 7.08/10. Ook valt op dat 91,7% van de waarnemingen fiscaal gezien winstgevend is.

Om een beter beeld te krijgen van de exacte spreiding van de afhankelijke variabelen (het aantal aangevraagde patenten) kijk ik naar hoeveel patenten jaarlijks zijn aangevraagd per bedrijf. Hierbij kijk ik alleen naar patentaanvragen met minder dan 30 aangevraagde patenten omdat vooral deze aantallen voorkomen in de dataset. Uit Figuur 3.1 (links) blijkt een rechtsscheve verdeling van het aantal aangevraagde patenten per bedrijf en is te zien dat bij meer dan 60% van alle waarnemingen geen patenten zijn aangevraagd in een jaar (0-waarnemingen). Als deze 0-waarnemingen niet worden meegenomen (Figuur 3.1, rechts), is nog steeds een rechtsscheve verdeling te zien wat betekent dat veel meer waarnemingen bestaan met relatief weinig patentaanvragen en uitschieters bestaan met veel patentaanvragen.

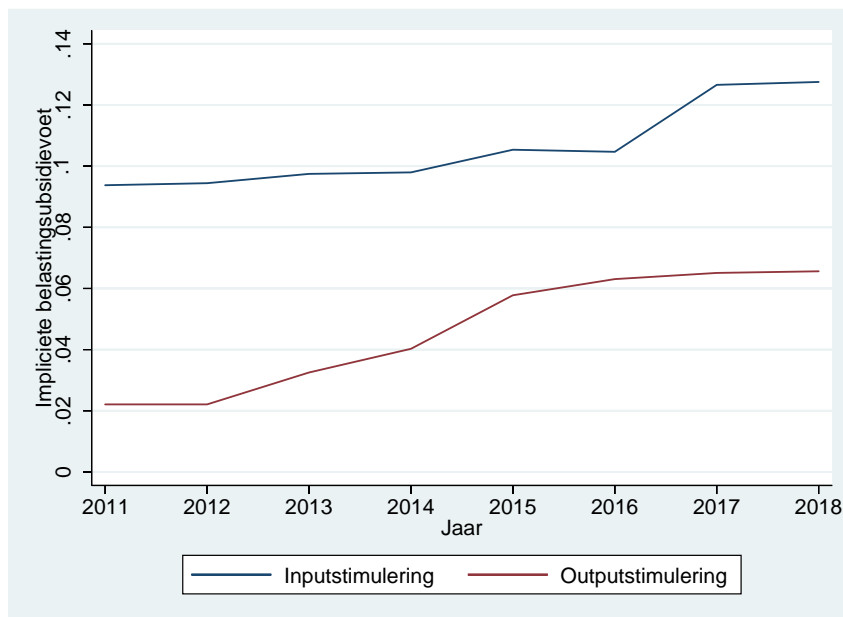


Figuur 3.1: Histogrammen aantal aangevraagde patenten per bedrijf per jaar. Links (rechts) is inclusief (exclusief) waarnemingen met 0 aantal aangevraagde patenten per bedrijf per jaar.

Voor dit onderzoek zijn 37.782 bedrijven, gevestigd in de OECD geselecteerd over de periode 2011 tot en met 2018. Zoals in sectie 3.1, heeft deze dataselectie vooral plaatsgevonden op basis van de beschikbaarheid van patentdata en bedrijfsdata. Het is daarom interessant om de verdeling van het totaal aantal waarnemingen (302.256) te bekijken over de OECD-landen. In Tabel 3.2 in de bijlage is te zien dat de dataset vooral bestaat uit bedrijven gevestigd in Italië (23%) en Japan (31%). Op basis van de vertegenwoordigde bedrijven is niet ieder land even goed gerepresenteerd en is sprake van een mogelijk selectieprobleem.

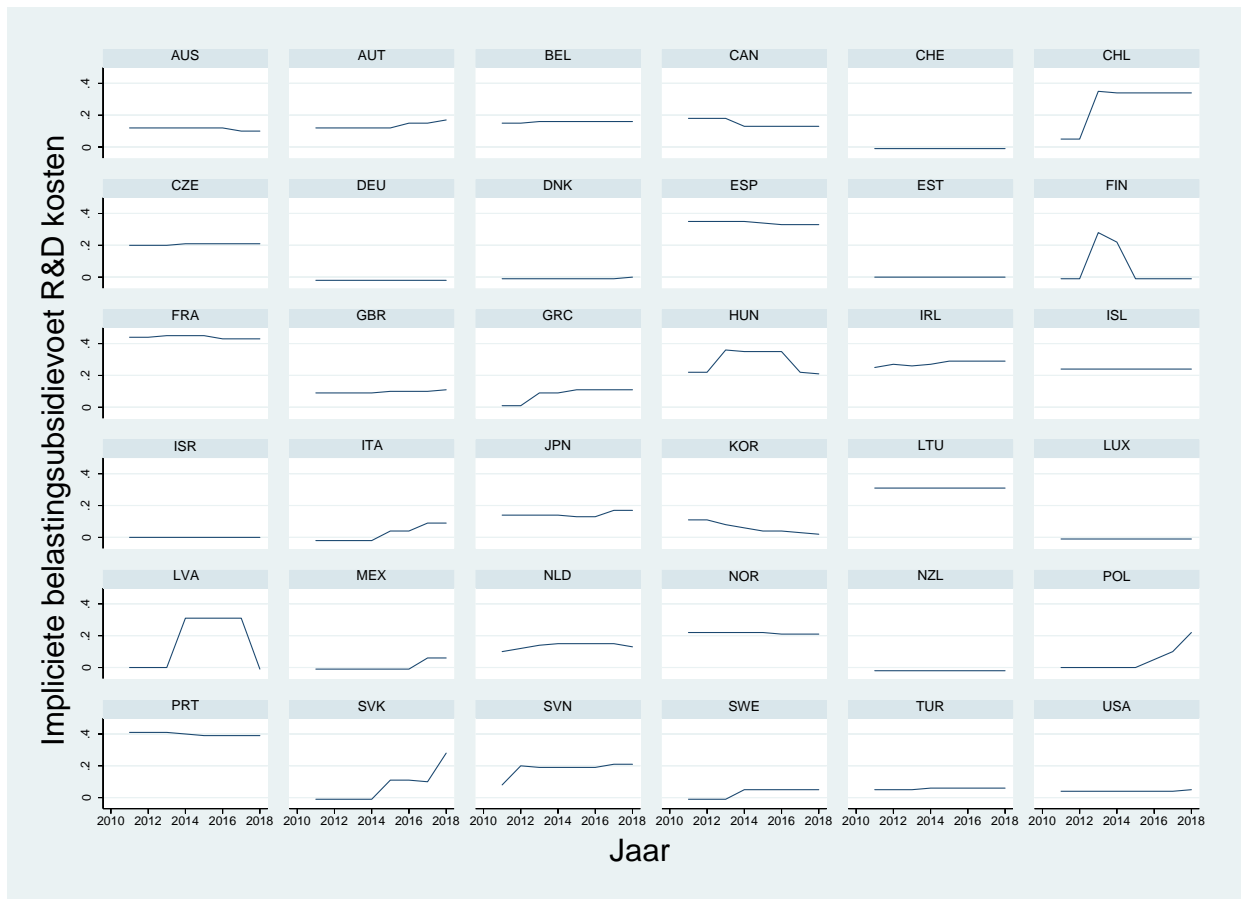
Indien gekeken wordt naar de gemiddelde impliciete belastingsubsidievoeten per waarnemingen in Figuur 3.2, valt op dat de gemiddelde belastingsubsidievoet in de OECD voor zowel inputstimulerings als outputstimulerings stijgt. Terwijl de gemiddelde belastingsubsidievoet voor outputstimulering

vooral is gestegen in de periode 2012 tot en met 2016, is de gemiddelde belastingsubsidievoet voor inputstimuleringen voor deze dataset vooral in de periode 2014 tot en met 2017 gestegen.



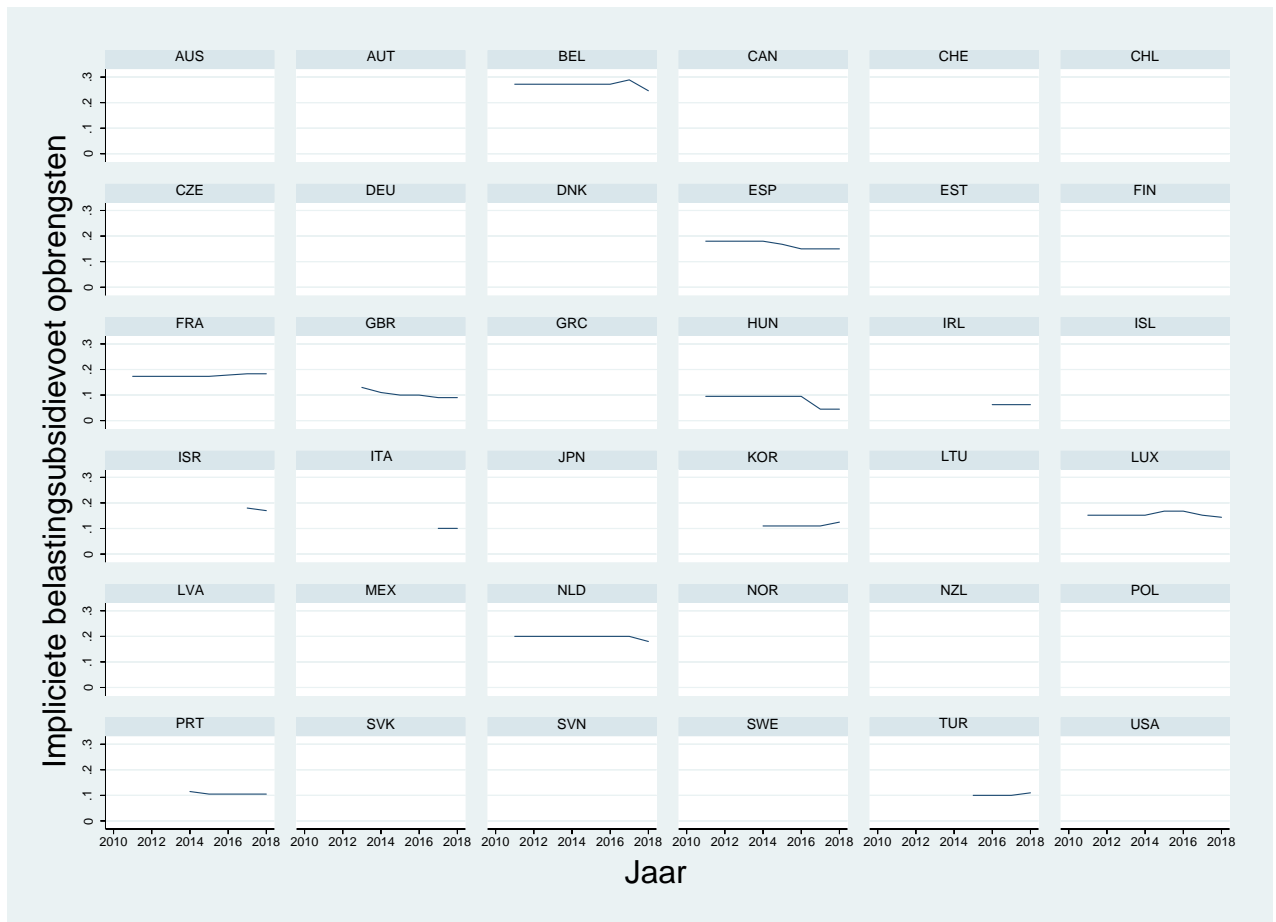
Figuur 3.2: Gemiddelde input-stimulering OECD bij voldoende winst

In Figuur 3.3 is een overzicht gegeven van de ontwikkeling van de impliciete belastingsubsidievoet per land per jaar. De stijgende trend van inputstimuleringen is terug te zien in enkele landen. Vooral in de landen Polen (POL), Chili (CHL) en Slowakije (SVK) is de inputstimulering toegenomen. In de figuur van Letland (LVA) is goed te zien dat in 2014 een inputstimulering werd geïntroduceerd en in 2018 werd afgeschaft.



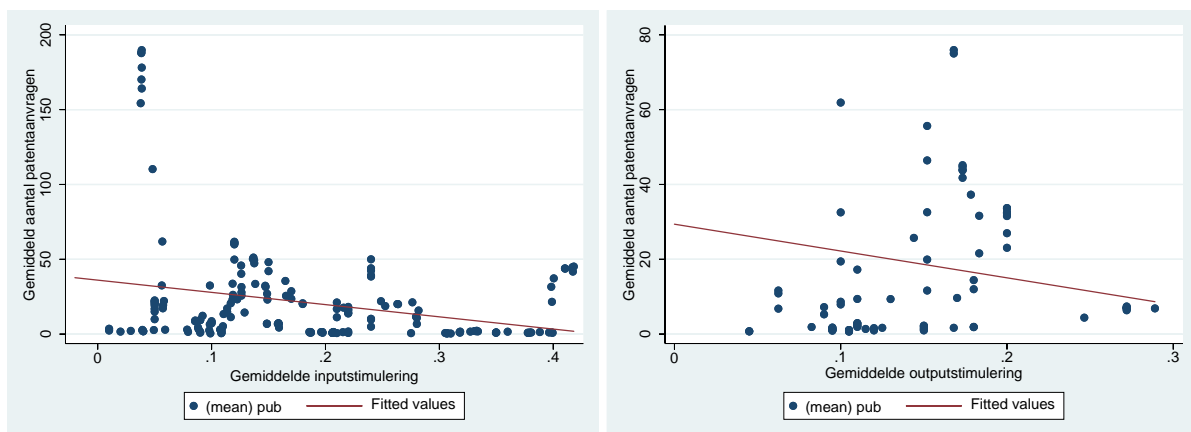
Figuur 3.3: Impliciete belastingsubsidievoet (input-stimulering) per land per jaar.

In Figuur 3.4 is te zien dat lang niet alle landen een outputstimulering hebben ingevoerd. Daarnaast is een gelijkblijvende/dalende trend te zien bij alle landen. Echter is wel te observeren dat de landen Ierland (IRL), Israël (ISR), en Italië (ITA) pas recent een outputstimulering hebben ingevoerd.



Figuur 3.4: Impliciete belastingsubsidievoet (outputstimulering) per land per jaar.

Als een spreidingsdiagram in Figuur 3.5 (links) wordt gebruikt om de relatie tussen de gemiddelde inputstimulering per land per jaar en de gemiddelde patentaanvragen per land per jaar te bekijken, lijkt een negatieve relatie te bestaan tussen de gemiddelde inputstimulering en het gemiddelde aantal aangevraagde patenten. Ook blijkt uit het spreidingsdiagram voor outputstimuleringen (Figuur 3.5, rechts) een negatieve relatie tussen de gemiddelde outputstimulering en het gemiddelde aantal aangevraagde patentaanvragen in een land te bestaan.



Figuur 3.5: Spreidingsdiagram gemiddelde input- en outputstimulering per land en gemiddeld aantal patentaanvragen per land.

4 Methode

4.1 Basisresultaten

Het doel van de analyse in dit paper is een antwoord geven op de vraag in hoeverre impliciete belastingsubsidievoeten op R&D gekwalificeerde uitgaven en inkomsten het aantal aangevraagde patenten binnen een bedrijf beïnvloeden. Het volgende model wordt in de basisresultaten geschat:

$$\ln(Y_{ilt}) = \alpha_0 + \beta_1 M_{lt} + \beta_2 O_{lt} + \beta_3 D_{lt} + \beta_4 D_{lt} O_{lt} + \beta_5 N_{lt} + \beta_6 N_{lt} O_{lt} + \beta_7 \tau_{lt} + \beta_8 \ln(\mathbf{Z}_{ilt}) + \beta_9 \mathbf{C}_{lt} + \delta_i + \mu_t + \varepsilon_{ilt} \quad (24)$$

Hierbij staat Y_{ilt} voor het aantal aangevraagde patenten per bedrijf (i) in een land (l) per jaar (t). Aangezien wordt verwacht dat een puntverandering in de impliciete belastingsubsidievoeten resulteert in een procentuele verandering van het aantal aangevraagde patenten per bedrijf, wordt de afhankelijke variabele getransformeerd met de natuurlijk logaritme.

M_{lt} omvat de impliciete effectieve subsidievoet voor R&D uitgaven en weergeeft dus de intensiteit van eventueel aanwezige inputstimuleringen per land (l) per jaar (t). Daarentegen, staat O_{lt} voor de impliciete effectieve subsidievoet voor inkomsten uit R&D per land per jaar (outputstimuleringen). D_{lt} omvat een dummy variabele die gelijk is aan 1 ingeval sprake is van een patent box met bruto regime. N_{lt} omvat een dummy variabele die gelijk is aan 1 als een patent box aanwezig is in 2016, 2017 en 2018 omdat vanaf 1 juli 2016 voor alle patentboxen van OECD-landen een Modified Nexus Approach (MNA) van toepassing moet zijn. Naast het hoofd-effect, wordt een interactie-effect van deze dummy-variabelen met O_{lt} toegevoegd omdat wordt verwacht dat het effect van outputstimuleringen (O_{lt}) positief afhangt van de aanwezigheid van een gunstiger bruto regime en een meer substance vereisende MNA.

De controlevariabele τ_{lt} staat voor het (hoogste) statutaire tarief van de vennootschapsbelasting in een land per jaar. \mathbf{Z}_{ilt} is een vector die de in sectie 3.3 besproken controlevariabelen op bedrijfsniveau omvat per bedrijf in een land per jaar. Deze controlevariabelen op bedrijfsniveau worden getransformeerd met de natuurlijk logaritme omdat wordt verwacht dat een procentuele verandering in het aantal werknemers/totale activawaarde leidt tot een (positieve) procentuele verandering van het aantal aangevraagde patenten. \mathbf{C}_{lt} is een vector die de in sectie 3.3 besproken controlevariabele op landelijk niveau per jaar omvat. Alleen het BBP wordt getransformeerd met de natuurlijk logaritme omdat verwacht wordt dat economische groei een effect heeft op het aantal aangevraagde patenten.

Aangezien ieder bedrijf acht observaties bevat in de dataset en ik geïnteresseerd ben in het effect binnen een bedrijf, zal deze panelregressie *fixed effects* omvatten op bedrijfsniveau (δ_i) waardoor wordt toegestaan voor verschillende constante parameters per bedrijf. Op deze manier wordt gecontroleerd voor tijdsafhankelijke bedrijfsspecifieke effecten op het aantal aangevraagde patenten. Door fixed

effects op bedrijfsniveau toe te voegen in de panel regressie, wordt alleen gekeken naar de variatie van patentaanvragen binnen bedrijven. Daarnaast wordt op dezelfde wijze toegestaan voor jaarlijkse effecten (μ_t) op het aantal aangevraagde patenten door fixed effects over tijd toe te voegen. Op deze wijze wordt gecontroleerd voor jaarlijkse effecten, die onafhankelijk zijn van bedrijf/land, op het aantal aangevraagde patenten.

In eerste instantie zal het model in vergelijking 24 worden geschat met een *Ordinary Least Squares* (OLS) regressie met fixed effects. Deze methode is onder andere ook gebruikt door Karkinsky en Riedel (2012) en Bradley et al. (2015). Zonder transformatie van de afhankelijke variabele, zou een OLS regressie ongepast zijn om het aantal aangevraagde patenten te modelleren. Een niet-getransformeerde OLS schatter staat namelijk negatieve waarden van de afhankelijke variabelen toe als uitkomst en houdt dus geen rekening met de eigenschap dat de afhankelijke variabele slechts bestaat uit niet-negatieve gehele getallen. De eerder aangegeven transformatie van de afhankelijke variabele met de natuurlijk logaritme biedt een uitkomst, omdat de waarden van Y_{ilt} na transformatie gebonden zijn aan positieve getallen (Winkelmann, 2008, p. 66). Dat is goed te zien aan de volgende herschreven vergelijking waarbij de Y_{ilt} beperkt is tot positieve getallen:

$$Y_{ilt} = \exp(\alpha_0 + \beta_1 M_{lt} + \beta_2 O_{lt} + \beta_3 D_{lt} + \beta_4 D_{lt} O_{lt} + \beta_5 N_{lt} + \beta_6 N_{lt} O_{lt} + \beta_7 \tau_{lt} + \beta_8 \ln(\mathbf{Z}_{ilt}) + \beta_9 \mathbf{C}_{lt} + \delta_i + \mu_t) + \varepsilon_{ilt} \quad (25)$$

Echter is de transformatie van Y_{ilt} met de natuurlijk logaritme problematisch omdat de data observaties zonder patentaanvragen omvat (0-waarnemingen). Aangezien de uitkomst van $\ln(0)$ niet is gedefinieerd, zullen deze 0-waarnemingen niet worden meegenomen in de analyse wat onwenselijk is omdat in dat geval een selectieprobleem wordt gecreëerd. Om te voorkomen dat deze 0-waarnemingen niet worden meegenomen, is in eerste instantie gekozen voor de ad hoc methode om een constante van 0,5 op te tellen bij de afhankelijke variabele voordat de logaritmische transformatie plaatsvindt (Cameron & Trivedi, 2005, p. 684). Een ander probleem van deze aangepaste OLS-regressie is de aanname van homoskedastische standaardfouten voor het schatten van een consistent model (Winkelmann, 2008, p. 97). Silva & Tenreyro (2006) tonen namelijk aan dat de verwachte standaardfout van een log-lineaire OLS regressie in het algemeen zal afhangen van de onafhankelijke variabelen (\mathbf{X}) waardoor de homoskedastische aanname van de standaardfouten wordt geschonden. Dit wordt aangetoond door vergelijking 25 te herschrijven:

$$Y_{ilt} = \exp(\beta \mathbf{X}) \eta \quad (26)$$

Hierbij geldt dat η gelijk is aan $(1 + \frac{\varepsilon_{ilt}}{\exp(\beta \mathbf{X})} * v_{it})$ waarbij v_{it} gelijk is aan een willekeurige variabele die niet afhangt van de onafhankelijke variabelen. ($E(\eta|\mathbf{X}) = 1$) Indien dit model lineair wordt gemaakt door zowel van de linkerkant als rechterkant de natuurlijk logaritme te nemen, kan vergelijking 26 als volgt worden herschreven:

$$\log(Y_{ilt}) = \beta X + \log(\eta) = \beta X + \log\left(1 + \frac{\varepsilon_{ilt}}{\exp(\beta X)} v_{ilt}\right) \quad (27)$$

Op basis van de homoskedastische aanname van OLS is vereist dat $E(\log(\eta)|\mathbf{X})$ constant is en geen relatie heeft met de onafhankelijke variabelen ($E[\log(\eta)|\mathbf{X}] = E[\log(\eta)]$). Aangezien $\eta = 1 + \frac{\varepsilon_{ilt}}{\exp(\beta X)} * v_{ilt}$, zal slechts worden voldaan aan deze aanname onder de zeer specifieke aanname dat ε_{ilt} gelijk is aan $\exp(\beta X) * v_{ilt}$. Om te voldoen aan de homoskedastische aanname moet de variantie proportioneel zijn aan $E[\exp(\beta X)]^2$. Als η wel afhangt van \mathbf{X} , zal $\log(\eta)$ ook afhangen van \mathbf{X} waardoor vergelijking 27 te maken heeft met heteroskedasticiteit. Silva en Tenreyro (2006) beredeneren dat de variantie bij opteldata richting 0 gaat als het verwachte gemiddelde naar 0 gaat. Daarnaast beredeneren deze onderzoekers dat bij opteldata de variantie groter wordt naarmate het voorspelde aantal stijgt (*Law of Rare events*). Daarom zal volgens Silva en Tenreyro (2006) de standaardfout over het algemeen heteroskedastisch zijn bij opteldata en bestaat geen reden om te veronderstellen dat de variantie proportioneel is aan $E[\exp(\beta X)]^2$. Om te controleren voor mogelijke heteroskedasticiteit, worden daarom voor heteroskedasticiteit robuuste standaardfouten (Stock & Wilkison, 2015) gebruikt bij de OLS-regressie.

Net zoals Silva en Tenreyro (2006), is King (1988) van mening dat de log-lineaire OLS-regressie bij count data leidt tot *biased* coëfficiënten. King vindt in zijn analyse dat een log-lineair OLS model de coëfficiënten overschat wanneer deze positief zijn en onderschat wanneer deze negatief zijn (Winkelmann, 2008, p. 67). Daarom zal de log-lineaire OLS-regressie slechts dienen ter referentie.

Vanwege de problemen van een log-lineaire OLS wordt daarom, net zoals de in sectie 2.4 besproken literatuur, geprefereerd om op een andere wijze rekening te houden met de non-negatieve eigenschap van de afhankelijke variabele. Zo wordt rekening gehouden met deze optel-eigenschap door een Poisson distributie van patentaanvragen te veronderstellen (Karkinsky & Riedel, 2012; Bösenberg & Egger, 2017). Aangezien de Poisson distributie slechts non-negatieve waarnemingen omvat, worden geen voorspellingen gedaan buiten het bereik van de afhankelijke variabele. De kans dat een willekeurige aantal patentaanvragen (Y_{it}) wordt waargenomen, kan in geval sprake is van een Poisson distributie met behulp van *probability mass function* worden berekend:

$$\Pr(Y_{ilt}) = \frac{e^{-\lambda_{ilt}} \lambda_{ilt}^{y_{ilt}}}{y_{ilt}!} \quad (28)$$

Hierbij is λ_{it} gelijk aan het verwachte aantal patentaanvragen per bedrijf (i) per land (l) per jaar (t). Deze verwachtingswaarde is altijd groter dan 0 (positief). De gemiddelde en de variantie van de Poisson distributie zijn gelijk aan de verwachtingswaarde:

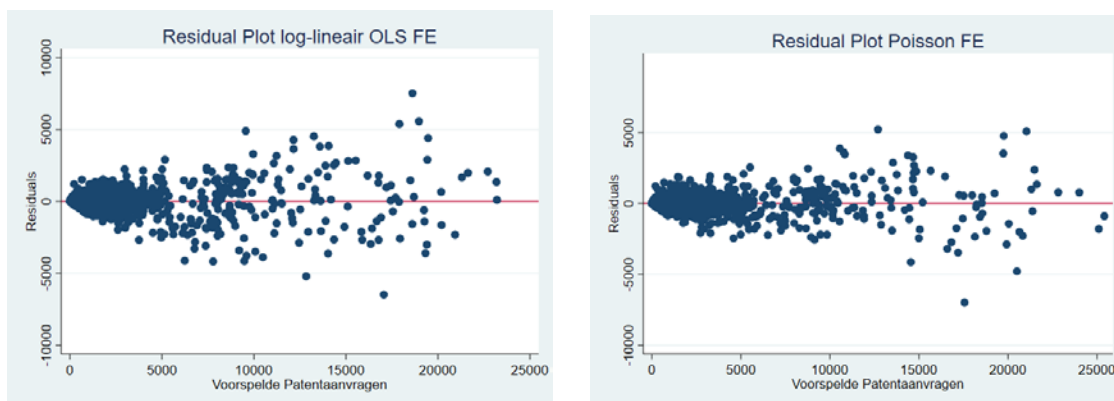
$$E(Y_{ilt}) = var(Y_{ilt}) = \lambda_{ilt} \quad (29)$$

De eigenschap van een Poisson distributie waarbij het gemiddelde gelijk is aan de variantie wordt *equidispersion* genoemd. Vanwege deze equidispersion zijn de Poisson regressies intern heteroskedastisch (Cameron & Trivedi, 2005, p. 668). We schatten de logaritme van de verwachtingswaarde (λ_{it}) om enkel waarden groter dan 0 te schatten ($\lambda_{it} > 0$):

$$\begin{aligned} \ln(\lambda_{it}) &= \boldsymbol{\beta} \mathbf{X}_{it} \\ &= \beta_1 M_{it} + \beta_2 O_{it} + \beta_3 D_{it} + \beta_4 D_{it} O_{it} + \beta_5 N_{it} + \beta_6 N_{it} O_{it} + \beta_7 \tau_{it} \\ &\quad + \boldsymbol{\beta}_8 \ln(\mathbf{Z}_{it}) + \boldsymbol{\beta}_9 \mathbf{C}_{it} + \delta_i + \mu_t \end{aligned} \quad (30)$$

De logaritme van de verwachtingswaarde wordt geschat met vergelijkbare onafhankelijke variabele als vergelijking 24. De coëfficiënten worden geschat met maximum likelihood. De beschrijvende statistieken (Tabel 3.1, Sectie 3.4) bevestigen dat de variantie van het aantal aangevraagde patenten groter is dan het gemiddelde waardoor sprake is van *overdispersion* (Cameron en Trivedi, 2013, p. 358). Het gebruik van niet-aangepaste standaardfouten kan er daarom voor zorgen dat standaardfouten naar beneden *biased* zijn. Zoals wordt aangeraden door Cameron en Trivedi (2009, p.325), zullen daarom robuuste standaardfouten worden gebruikt. Dit zorgt tevens voor dat gecorrigeerd wordt voor de clustering van de waarnemingen. In de literatuur wordt ook een negatief binomiaal model gebruikt om te corrigeren voor overdispersion (Hausman, Hall, Griliches, 1984). Echter wordt door de recente literatuur gesuggereerd dat het door Hausman et al. (1984) voorgestelde negatief binomiaal model geen daadwerkelijk ‘fixed-effects’ methode is (Allison & Waterman, 2002; Allison, 2012). Daarom zal deze methode in dit paper niet worden gebruikt.

In de basisresultaten zal zowel een log-lineaire OLS-regressie met fixed effects (OLS FE) als een Poisson regressie met fixed effects (Poisson FE) worden uitgevoerd. De Poisson regressie is het meest geprefereerde model vanwege de veronderstelde bias in de coëfficiënten van de aangepaste OLS-regressie. In Figuur 4.1 is bovendien te zien dat de Poisson FE beter de data voorspelt dan een log-lineair OLS FE model vanwege smallere afwijkingen. Daarnaast zijn in beide residual plots toenemende afwijkingen waar te nemen indien grotere aantallen patentaanvragen worden voorspeld, wat duidt op heteroskedasticiteit.



Figuur 4.1: Residual plot log-lineair OLS FE (links) en Poisson FE (rechts).

Om te beoordelen of input- en/of outputstimuleringen in zijn algemeen een positief effect hebben op het aantal aangevraagde patenten (Hypothese 1 en 2), zal worden gekeken naar de significantie en de grootte van de coëfficiënten van de onafhankelijke variabelen impliciete belastingssubsidievoeten (β_1 & β_2) van de Poisson regressie. De marginale invloed van input- en outputstimuleringen (gebaseerd op de gemiddeldes van de onafhankelijke variabelen), worden gebruikt om de statistische/economische significantie van het stimuleringseffect te bepalen.

De impact van een marginale verandering in de stimulering op patentaanvragen kan op twee manieren worden geëvalueerd; enerzijds kan worden gekeken naar het absolute marginale effect waarbij wordt gekeken naar de absolute verandering in patentaanvragen, anderzijds kan worden gekeken naar het relatieve marginale effect waarbij wordt gekeken naar de relatieve (procentuele) verandering in patentaanvragen (semi-elasticiteit) (Cameron & Trivedi, 2013, p. 335). Bij een OLS FE regressie, waarbij de afhankelijke variabele is getransformeerd met de natuurlijk logaritme, kan het absolute marginale effect $((\exp(\beta) - 1) * 100)$ en het relatieve marginale effect $(\beta * 100)$ eenvoudig worden geïnterpreteerd aan de hand van de regressie coëfficiënten. Interpretatie van het absolute marginale effect bij een Poisson FE regressie is minder eenvoudig omdat dit effect afhangt van het evaluatiepunt van de onafhankelijke variabelen $(\beta * \exp(\beta x))$. In de literatuur wordt daarom het marginale effect op verschillende punten geëvalueerd; bijvoorbeeld op basis van de gemiddelde onafhankelijke variabelen $(\beta * \exp(\beta \bar{x}))$ of het gemiddelde marginale effect op basis van de gemiddelde afhankelijke variabelen $(\beta \bar{y})$ (Hilbe, 2014, p.70). Bij een Poisson FE regressie is het relatieve marginale effect op vergelijkbare wijze als de OLS regressie af te lezen uit de coëfficiënten $(\beta * 100)$. In dit paper zal daarom de semi-elasticiteit worden gebruikt om effecten van de OLS en de Poisson regressie te vergelijken. Het interpreteren van de semi-elasticiteit heeft als voordeel dat de verandering in de afhankelijke variabele schaalvrij is waardoor de grootte van de stijging niet meer in perspectief hoeft te worden geplaatst aan de hand van de grootte van de afhankelijke variabelen.

Om de vierde hypothese te beantwoorden wordt een Wald test gebruikt om te testen of de coëfficiënt (semi-elasticiteit) van O_{it} significant groter is dan de semi-elasticiteit van W_{it} ($\beta_2 > \beta_1$, Hypothese 4). Het effect van een patent box met bruto/netto regime zal worden beoordeeld aan de hand van de coëfficiënt van de impliciete belastingssubsidievoet op R&D-inkomen (O_{it}) en het interactie-effect van deze variabelen met een aanwezig bruto regime (D_{it}) (Hypothese 3).

4.2 Sensitiviteitsanalyse

De robuustheid van de basisresultaten van Tabel 5.1 zullen worden getoetst aan de hand van een sensitiviteitsanalyse. Bij het basisresultaat van de OLS regressie is gekozen om een constante van 0,5 toe te voegen voordat het aantal patentaanvragen wordt getransformeerd met de natuurlijk logaritme. In de sensitiviteitsanalyse wordt gekeken naar het effect van de hoogte van deze toegevoegde constante

(0; 0,01; 0,5; 1) op het resultaat. Het toevoegen van een kleinere of grotere constante heeft namelijk effect op de verdeling van de getransformeerde afhankelijke variabelen.

Daarnaast zal in de sensitiviteitsanalyse worden bekeken of de resultaten robuust zijn wanneer vertragende effecten worden toegevoegd. Het basismodel houdt namelijk geen rekening met de vertragende effecten binnen bedrijven. Ten eerste zal het vertraagde effect van het aantal patentaanvragen worden toegevoegd. Patentaanvragen zouden namelijk gerelateerd kunnen zijn aan andere patentaanvragen. Ten tweede zal ook het vertraagde effect van een input- en outputstimulering worden toegevoegd om te kijken of een vertraagd effect optreedt van de stimuleringen op het aantal patentaanvragen en het gevonden directe effect robuust is.

Tot slot houdt dit onderzoek ook geen rekening met verschillende drempels/plafonds van stimuleringen geldend voor grote en kleine patentaanvragers. Om de robuustheid van de resultaten bij kleine en grote bedrijven te testen, zal daarom een robuustheidsanalyse worden uitgevoerd waarbij de 5% grootste patentaanvragen per jaar worden verwijderd. Daarnaast zal ook worden gekeken naar het effect van stimuleringen op het aantal patentaanvragen binnen de 5% grootste patentaanvragen.

5 Resultaten

5.1 Basisresultaten

5.1.1 De rol van inputstimuleringen

De basisresultaten zijn weergegeven in Tabel 5.1. Hierbij zijn de resultaten van de OLS FE weergegeven in kolom 1 tot en met kolom 3 van Tabel 5.1. De resultaten van de Poisson FE zijn weergegeven in kolom 4 tot en met 6. Zoals vermeld in de methode sectie (zie sectie 4.1) omvatten alle regressies in Tabel 5.1 robuuste standaardfouten en fixed effects op landelijk en jaarlijks niveau.

Indien wordt gekeken naar het effect van de impliciete belastingsubsidievoeten zonder controlevariabelen toe te voegen, suggereert de OLS-regressie in kolom 1 van Tabel 5.1 een significant negatief effect van inputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten. Een 1 procentpunt hogere impliciete belastingsubsidie op R&D uitgaven verlaagt het aantal patentaanvragen met 0,181%. Als de bedrijfsspecifieke en landelijke controlevariabelen worden toegevoegd, verandert de hoogte van de coëfficiënt nauwelijks (kolom 2 van Tabel 5.1). Het volledige model in kolom 3 zorgt wel voor een lagere coëfficiënt van de inputstimulering. Daarnaast is het gevonden resultaat niet significant. In tegenstelling tot de resultaten van de OLS-regressie, suggereert de Poisson regressie in kolom 4 een tegenovergesteld effect van de inputstimulering op het aantal patentaanvragen. De coëfficiënten van de Poisson-regressie kunnen geïnterpreteerd worden als semi-elasticiteiten. Als controlevariabelen worden toegevoegd in kolom 4 en 5, suggereren de Poisson resultaten daarom dat 1 procentpunt hogere inputstimulering het aantal patentaanvragen binnen een bedrijf gemiddeld verhoogd met 0,49%. Uit de

tegenstrijdige resultaten kan geconcludeerd worden dat de resultaten gevoelig zijn voor de schatter die wordt gebruikt. Het verschil in de OLS-resultaten en de Poisson-resultaten zou verklaard kunnen worden door de in sectie 4.1 besproken bias in de coëfficiënt van de aangepaste OLS regressie.

Tabel 5.1

Resultaten regressieanalyses: het effect van subsidievoeten input- en outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten (OLS FE: Kolom 1 t/m 3; Poisson FE: Kolom 4 t/m 6).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Ln($Y_{ilt}+0,5$)	Ln($Y_{ilt}+0,5$)	Ln($Y_{ilt}+0,5$)	Y_{ilt}	Y_{ilt}	Y_{ilt}
Inputstimulering	-0.181*** (0.058)	-0.165** (0.068)	-0.098 (0.068)	0.383* (0.228)	0.492** (0.202)	0.491** (0.201)
Outputstimulering	0.656*** (0.067)	0.699*** (0.080)	0.773*** (0.095)	0.408 (0.276)	0.012 (0.320)	0.137 (0.297)
VPB-tarief		0.035 (0.131)	0.010 (0.132)		0.386 (0.287)	0.414 (0.294)
ln(n werknemers)		0.102*** (0.008)	0.102*** (0.008)		0.197*** (0.062)	0.198*** (0.062)
ln(Totale activa)		0.113*** (0.008)	0.112*** (0.008)		0.231*** (0.044)	0.228*** (0.044)
n onderzoekers		0.029*** (0.006)	0.020*** (0.006)		0.017 (0.016)	0.017 (0.017)
ln(BBP per inwoner)		0.551*** (0.100)	0.625*** (0.103)		0.923 (0.584)	0.990* (0.601)
IPRI		0.028*** (0.007)	0.033*** (0.007)		0.035 (0.042)	0.049 (0.042)
Tech.exports (%)		-0.001 (0.002)	-0.001 (0.002)		-0.002 (0.006)	-0.002 (0.006)
Openheid		0.004*** (0.001)	0.003*** (0.001)		-0.001 (0.003)	-0.002 (0.004)
Dummy Bruto			0.046 (0.042)			-0.022 (0.171)
D. Bruto * Outputst.			-0.565* (0.291)			-0.463 (0.938)
MNA			-0.071** (0.030)			-0.008 (0.087)
D. MNA * Outputst.			0.695*** (0.233)			0.062 (0.647)
_cons	0.326*** (0.007)	-7.791*** (1.079)	-8.457*** (1.109)			
Obs.	302256	299078	299078	302208	298869	298869
R-squared	0.012	0.017	0.018	.z	.z	.z
Fixed time effects	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Fixed country effects	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Standaardfouten tussen haakjes
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

De bedrijfsspecifieke variabelen (*Aantal werknemers* & *Totale activa*) hebben een vergelijkbaar positief significant effect in Tabel 5.1. Dit is conform de verwachting omdat verwacht wordt dat grotere bedrijven meer patenten aanvragen. De landelijke controlevariabelen voor de mate van welvaart in een land (*BBP per inwoner*), internationale handel (*Openheid*), menselijk kapitaal (*Aantal onderzoekers*),

en het vestigingsklimaat voor patenten (*IPRI*) hebben over het algemeen een positief effect op het aantal aangevraagde patenten in de OLS-regressie. Dit is conform de verwachting dat het aantal aangevraagde patenten binnen een bedrijf positief wordt beïnvloed door een toename van de welvaart, de handel, het menselijk kapitaal of het vestigingsklimaat in het land waar het bedrijf is gevestigd. De variabelen *Hightech exports* en *VPB-tarief* hebben geen significant positief invloed op het aantal aangevraagde patenten. Het algemene belastingklimaat blijkt dus geen significante invloed te hebben op de patentaanvragen. De hoogte van de coëfficiënten van de Poisson regressie (kolom 4 tot en met 6) zijn vergelijkbaar met de hoogte van de coëfficiënten in de OLS regressie (kolom 1 tot en met 3). Echter zijn de coëfficiënten van de controlevariabelen over het algemeen niet significant in de Poisson regressie vanwege grotere standaarddeviaties.

Als het geprefereerde Poisson model als uitgangspunt wordt genomen, is een positief effect waar te nemen in het volledige model waardoor de eerste hypothese niet wordt verworpen. Deze uitkomst komt overeen met de verwachting uit de onderzoeken van Falk (2006), Westmore (2013) en Bösenberg en Egger (2017) waarin een negatief significant effect van de b-index op het aantal aangevraagde wordt gevonden maar komt niet overeen met het onderzoek van Ernst en Spengel (2011) waarin geen significant effect werd gevonden van de b-index op de intensieve marge. De stijging van de patentaanvragen van 0,49% als gevolg van 1 procentpunt lijkt economisch gezien een aanzienlijk effect (in vergelijking met de coëfficiënten van bijvoorbeeld het aantal werknemers).

5.1.2 De rol van outputstimuleringen

Uit de OLS-resultaten in Tabel 5.1 lijkt de impliciete belastingsubsidievoet voor R&D-inkomsten een significant positief effect op het aantal aangevraagde patentaanvragen te hebben. Kijkend naar de verschillende resultaten in kolom 1 en kolom 2 van Tabel 5.2, lijkt de hoogte van de coëfficiënt redelijk robuust te zijn voor het toevoegen van controlevariabelen. Uitgaande van het meest volledige model zonder onderscheid te maken in patentboxen met bruto of netto regime, zorgt een procentpunt hogere belastingsubsidievoet per marginale R&D inkomsten gemiddeld tot 0,699% meer patentaanvragen binnen een bedrijf. Daarentegen zijn de coëfficiënten van de Poisson resultaten in kolom 4 en kolom 5 niet significant. Ook deze coëfficiënt van de OLS FE zou verklaard kunnen worden aan de hand van de mogelijke bias in de log-lineaire OLS-regressie. Volgens de geprefereerde schatter bestaat geen significant effect van outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten. Net zoals bij het beantwoorden van de eerste hypothese, is de keuze van de geprefereerd schatter cruciaal voor het wel of niet verwerpen van de hypothese. Op basis van de Poisson regressie kan geen nul-effect worden uitgesloten waardoor de tweede hypothese wordt verworpen. Dit resultaat is in overeenstemming met recente literatuur. Bösenberg en Egger (2017), Alstadsæter et al. (2018) en Gaessler et al. (2019) vinden namelijk ook geen significant positief effect van het bestaan van outputstimuleringen op het aantal patentaanvragen (zonder rekening te houden met substance-bepalingen).

5.1.3 Effectiviteit bruto vs. netto regime

In kolom 3 en 6 van Tabel 5.1 wordt toegestaan voor verschillende karakteristieken van de patent box; het bestaan van een bruto/netto regime ($bruto = 1$) en een post-2016 dummy die onder andere zou moeten controleren voor de aanwezigheid van de Modified Nexus Approach. In geval gekeken wordt naar het effect van een outputstimulering bij een bruto regime is het interactie-effect tussen het bestaan van een bruto regime en de impliciete belastingsubsidievoet voor R&D-inkomen belangrijk. Bij een significantieniveau van 0,1 bestaat een significant negatief interactie-effect tussen de hoogte van de inputstimulering en het bestaan van een bruto regime. Dit komt niet overeen met de verwachting omdat een bruto regime toestaat voor kostenafrek tegen een hoger tarief dan waartegen inkomsten in aanmerkingen worden genomen. In de dataset hebben slechts de landen België (2011-2015), Spanje (2011-2012), Hongarije (2011-2016), Israël (2017-2018) Korea (2014- 2018), Portugal (2014-2018) en Slowakije (2018) een bruto regime. Een mogelijke verklaring voor geen positief effect van de bruto regime is het beperkt aantal waarnemingen waarbij sprake is van een bruto regime. Uit kolom 6 blijkt dat dit resultaat niet robuust is wanneer de Poisson schatter wordt gebruikt. Aangezien geen bewijs is gevonden voor de verwachting dat een bruto regime een groter effect heeft op het aantal aangevraagde patenten dan een netto regime, wordt de derde hypothese verworpen.

Indien gekeken wordt naar het effect van de dummy-variabelen voor de Modified Nexus Approach op basis van de OLS schatter, valt op dat het effect van de dummy-variabele MNA significant negatief is. Dit betekent echter slechts dat een waarnemingen in 2016, 2017 en 2018 significant minder patenten hebben aangevraagd. Ik ben echter vooral geïnteresseerd in het interactie-effect tussen de impliciete belastingsubsidievoet voor R&D-inkomen en deze dummy omdat wordt verwacht dat de Modified Nexus Approach het effect van de impliciete belastingsubsidievoet beïnvloedt. Uit kolom 3 blijkt een significant positief effect van het interactie-effect op het aantal aangevraagde patenten te bestaan. Met andere woorden, na 2015 is het effect van een outputstimulering op het aantal aangevraagde patenten in een bedrijf volgens het OLS model toegenomen. Alstadsæter et al. (2018) vinden ook dat dit soort local development conditions zorgen voor hogere outputstimuleringen. Echter is het gevonden effect in de OLS-schatter niet robuust indien het geprefereerde Poisson model wordt gebruikt.

5.1.4 Effectiviteit input- vs. outputstimulering

De coëfficiënten van de impliciete belastingsubsidievoet voor R&D uitgaven moeten worden vergeleken met de coëfficiënt van de impliciete belastingsubsidievoet voor R&D inkomsten om te beoordelen of een maatregel een significant groter effect heeft op patentaanvragen. De Wald test wordt gebruikt om te bepalen of de nulhypothese, waarin de coëfficiënten van de stimuleringen gelijk zijn aan elkaar, dient te worden verworpen. De coëfficiënten van de belastingsubsidievoeten uit kolom 2 en kolom 5 van Tabel 5.1 worden gebruikt omdat geen onderscheid moet worden gemaakt tussen patentboxen met bruto of netto regimes. Een Wald test op de OLS-resultaten geeft chi-squared statistiek van 48,77 en een p-waarde van 0,00 wat resulteert in het verwerpen van de nulhypothese. Kijkend naar

de OLS-resultaten, kan daarom geconcludeerd worden dat de semi-elasticiteit van de outputstimulering significant groter is dan de semi-elasticiteit van inputstimulering. Echter een Wald test op de geprefereerde Poisson-resultaten leidt tot een chi-squared statistiek van 1,46 en een p-waarde van 0,23. In het geprefereerde model wordt daarom de nulhypothese niet verworpen, waardoor niet kan worden gesteld dat de semi-elasticiteiten van de stimuleringen significant verschillen. Net zoals Ernst en Spengel (2011) en Bösenberg en Egger (2017) concludeer ik dus dat inputstimuleringen een significant positief effect hebben op patentaanvragen. Echter; statistisch gezien kan niet worden geconcludeerd dat de semi-elasticiteit significant hoger is voor inputstimuleringen dan outputstimuleringen. De vierde hypothese waarin een grotere semi-elasticiteit van inputstimuleringen dan de outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten werd verondersteld, kan dus worden verworpen.

5.2 Sensitiviteitsanalyse

Om de robuustheid van de regressieresultaten te analyseren, is een uitgebreide sensitiviteitsanalyse uitgevoerd. In Tabel 5.4 in de bijlage zijn in kolom 2 de basisresultaten weergegeven. Om te voorkomen dat waarnemingen met 0 patenten niet werden meegenomen, vanwege de transformatie met de natuurlijk logaritme, is de afhankelijke variabele vermeerderd met een constante van 0,5. Echter, is de keuze van de hoogte van deze coëfficiënt arbitrair. Het gebruik van verschillende constanten kan effect hebben op het resultaat van de OLS regressie. Aangezien de limiet van de functie van een natuurlijk logaritme naar 0 ($\lim_{x \rightarrow 0} (\ln(x))$) gelijk is aan minus oneindig, kan een te kleine constante (dichtbij 0) een groot effect hebben op de uitkomst. In kolom 1 van Tabel 5.1 is een constante van 0,1 gebruikt, wat resulteert in een grotere coëfficiënt van outputstimuleringen en een significant negatieve coëfficiënt van inputstimuleringen op de patentaanvragen binnen een bedrijf. Het gebruik van een grotere constante (zoals 1 in Tabel 5.4, kolom 3) dan het basisresultaat in kolom 2, verlaagt daarentegen de hoogte van de coëfficiënt van outputstimuleringen. Indien geen constante wordt gebruikt waardoor 0-waarnemingen niet worden meegenomen, wordt geen significant effect van de impliciete belastingsubsidie op R&D-inkomsten op patentaanvragen gevonden (Tabel 5.4, kolom 4). Kortom de resultaten van de OLS-regressie hangen af van de arbitraire keuze betreffende de hoogte van de constante die wordt opgeteld voor de logaritmische transformatie.

Tabel 5.2: Resultaten regressieanalyse OLS FE: verschillende constanten toegevoegd bij de afhankelijke variabelen.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	$\text{Ln}(Y_{it}+0.1)$	$\text{Ln}(Y_{it}+0,5)$	$\text{Ln}(Y_{it}+1)$	$\text{Ln}(Y_{it})$
Inputstimulering	-0.271** (0.111)	-0.098 (0.068)	-0.042 (0.053)	0.056 (0.111)
Outputstimulering	1.264*** (0.156)	0.773*** (0.095)	0.590*** (0.074)	0.169 (0.162)
Dummy Bruto	0.089 (0.069)	0.046 (0.042)	0.031 (0.032)	0.036 (0.074)

D. Bruto * Outputst.	-1.032** (0.472)	-0.565* (0.291)	-0.395* (0.226)	-0.272 (0.493)
MNA	-0.130*** (0.048)	-0.071** (0.030)	-0.049** (0.023)	-0.039 (0.050)
D. MNA * Outputst.	1.109*** (0.374)	0.695*** (0.233)	0.537*** (0.183)	0.303 (0.392)
VPB-tarief	-0.018 (0.213)	0.010 (0.132)	0.032 (0.103)	0.177 (0.187)
ln(n werknemers)	0.168*** (0.013)	0.102*** (0.008)	0.077*** (0.006)	0.099*** (0.015)
ln(Totale activa)	0.176*** (0.013)	0.112*** (0.008)	0.087*** (0.007)	0.136*** (0.016)
n onderzoekers	0.036*** (0.010)	0.020*** (0.006)	0.014*** (0.005)	0.025*** (0.009)
ln(BBP per inwoner)	1.161*** (0.168)	0.625*** (0.103)	0.443*** (0.080)	-0.068 (0.198)
IPRI	0.048*** (0.011)	0.033*** (0.007)	0.027*** (0.005)	0.067*** (0.011)
Tech.exports (%)	-0.006 (0.004)	-0.001 (0.002)	0.001 (0.002)	0.011*** (0.004)
Openheid	0.005*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.003*** (0.001)
_cons	-16.314*** (1.800)	-8.457*** (1.109)	-5.624*** (0.864)	-0.770 (2.109)
Obs.	299078	299078	299078	119471
R-squared	0.015	0.018	0.019	0.043
Fixed time effects	Ja	Ja	Ja	Ja
Fixed country effects	Ja	Ja	Ja	Ja

Standaardfouten tussen haakjes

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Als ter robuustheid de vertraagde effecten worden toegevoegd in kolom 3 tot en met 6 van Tabel 5.3, wordt duidelijk dat zowel de coëfficiënt van inputstimuleringen als outputstimuleringen op patentaanvragen ongeveer gelijk blijft. In kolom 3 en kolom 4 van Tabel 5.3 is een eenjarig vertraagd effect toegevoegd van patentaanvragen en de stimuleringen. In kolom 5 en 6 van Tabel 5.3 is een tweejarig vertraagd effect opgenomen. Over het algemeen lijken hogere aantallen patentaanvragen vorig jaar samen te gaan met hogere patentaanvragen dit jaar, wat suggereert dat patentaanvragen gerelateerd aan elkaar kunnen zijn. Daarnaast blijkt geen significant vertraagd effect te bestaan van inputstimuleringen in zowel de OLS FE als de Poisson FE regressie. Daarentegen hebben outputstimuleringen wél een positief eenjarig vertraagd effect bij de OLS FE regressie op patentaanvragen, wat suggereert dat een vertragend effect optreedt van outputstimuleringen op patentaanvragen binnen bedrijven. De coëfficiënt van twee jaar vertraagde outputstimuleringen is zowel onder de OLS FE als Poisson FE regressie negatief en significant. Deze coëfficiënt suggereert dat het effect van patentboxen op patentaanvragen afneemt naarmate deze twee jaar bestaan.

Tabel 5.3: Resultaten regressieanalyse: vertragend effect toegevoegd van het aantal patentaanvragen en de stimulering (OLS FE: Kolom 1, 3, 5; Poisson FE: Kolom 2, 4, 6).

	(1) Ln($Y_{ilt}+0,5$)	(2) Y_{ilt}	(3) Ln($Y_{ilt}+0,5$)	(4) Y_{ilt}	(5) Ln($Y_{ilt}+0,5$)	(6) Y_{ilt}
L. Y_{ilt}			0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)
L2. Y_{ilt}					-0.000** (0.000)	-0.000 (0.000)
Inputstimulering	-0.098 (0.068)	0.491** (0.201)	-0.144** (0.071)	0.356* (0.192)	-0.110 (0.079)	0.474** (0.235)
L.Inputstim.			0.016 (0.073)	0.092 (0.174)	-0.015 (0.077)	0.260 (0.187)
L2.Inputstim.					0.031 (0.077)	-0.069 (0.152)
Outputstimulering	0.773*** (0.095)	0.137 (0.297)	0.681*** (0.105)	0.191 (0.301)	0.679*** (0.133)	0.183 (0.443)
L.Outputst.			0.243** (0.101)	0.017 (0.268)	0.426*** (0.108)	0.157 (0.270)
L2.Outputst.					-0.447*** (0.091)	-0.612** (0.268)
Dummy Bruto	0.046 (0.042)	-0.022 (0.171)	0.017 (0.045)	0.040 (0.155)	0.008 (0.047)	0.027 (0.151)
D. Bruto * Outputst.	-0.565* (0.291)	-0.463 (0.938)	-0.411 (0.301)	-0.756 (0.845)	-0.437 (0.304)	-0.956 (0.753)
MNA	-0.071** (0.030)	-0.008 (0.087)	-0.089*** (0.031)	-0.020 (0.078)	-0.048 (0.032)	0.083 (0.069)
D. MNA * Outputst.	0.695*** (0.233)	0.062 (0.647)	0.793*** (0.234)	-0.034 (0.560)	0.601** (0.236)	-0.646 (0.505)
VPB-tarief	0.010 (0.132)	0.414 (0.294)	0.167 (0.138)	0.051 (0.306)	0.048 (0.151)	-0.133 (0.318)
ln(n werknemers)	0.102*** (0.008)	0.198*** (0.062)	0.096*** (0.008)	0.188*** (0.039)	0.088*** (0.009)	0.172*** (0.040)
ln(Totale activa)	0.112*** (0.008)	0.228*** (0.044)	0.103*** (0.009)	0.170*** (0.036)	0.098*** (0.010)	0.137*** (0.039)
n onderzoekers	0.020*** (0.006)	0.017 (0.017)	0.020*** (0.007)	0.024 (0.018)	0.027*** (0.009)	0.042 (0.026)
ln(BBP per inwoner)	0.625*** (0.103)	0.990* (0.601)	0.335** (0.141)	0.416 (0.625)	0.274 (0.188)	0.287 (0.709)
IPRI	0.033*** (0.007)	0.049 (0.042)	0.036*** (0.012)	0.050 (0.056)	0.025* (0.014)	0.035 (0.048)
Tech.exports (%)	-0.001 (0.002)	-0.002 (0.006)	0.002 (0.003)	0.000 (0.005)	0.004 (0.003)	-0.000 (0.005)
Openheid	0.003*** (0.001)	-0.002 (0.004)	0.004*** (0.001)	0.001 (0.003)	0.003** (0.001)	-0.000 (0.003)
_cons	-8.457*** (1.109)		-5.431*** (1.489)		-4.614** (1.995)	
Obs.	299078	298869	261683	243352	224268	192046
R-squared	0.018	.z	0.019	.z	0.019	.z
Fixed time effects	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Fixed country effects	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Standaardfouten tussen haakjes
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Om de robuustheid van de basisresultaten (kolom 1 en 2 van Tabel 5.4) te testen met betrekking tot de grootse patentaanvragen, is in kolom 3 en 4 van Tabel 5.4 de analyse uitgevoerd zonder de 5% grootste patentaanvragen en zijn in kolom 5 en 6 slechts de 5% grootste patentaanvragen meegenomen. Indien wordt gekeken naar de resultaten van de OLS FE in kolom 3, blijkt dat het gevonden positieve significante effect bij outputstimuleringen in de basisresultaten niet robuust is als de 5% grootste patentaanvragen worden verwijderd (meer dan 29 patentaanvragen per jaar per bedrijf). Indien de OLS FE enkel wordt uitgevoerd op de 5% grootste aantal patentaanvragen, is het effect van de OLS FE wél robuust voor outputstimuleringen en is zelfs een significant negatief effect van inputstimuleringen waar te nemen (zoals in Tabel 5.1, kolom 2). Als enkel wordt gekeken naar de 5% grootste patentaanvragen bij de Poisson FE is, in tegenstelling tot de basisresultaten, een significant positief effect te vinden van outputstimuleringen op het aantal patentaanvragen binnen een bedrijf dat vergelijkbaar is met het resultaat van de OLS FE. Kortom, hieruit kan worden geconcludeerd dat de OLS FE niet robuust is indien de grootste patentaanvragers niet worden meegenomen, maar wél robuust is voor het effect van outputstimuleringen als enkel de grootste patentaanvragers worden meegenomen. Dit suggereert dat het OLS FE model mogelijk gevoelig is voor uitschieters in patentaanvragen.

Het basisresultaat van het Poisson FE model is robuust als de grootste patentaanvrager worden verwijderd (kolom 5 van Tabel 5.4), maar de resultaten veranderen indien enkel de grootste patentaanvragen bedrijven worden geanalyseerd; er wordt geen significant meer van inputstimuleringen waargenomen in kolom 6 van Tabel 5.4. Dit kan worden verklaard door het bestaan van plafonds van inputstimuleringen waardoor grote ondernemingen geen aanspraak kunnen maken op deze faciliteiten (Ernst & Spengel, 2011). Aan de hand van de significant positieve coëfficiënt van outputstimuleringen in de Poisson FE regressie in kolom 6, kan worden afgeleid dat outputstimuleringen een positief effect hebben op patentaanvragen binnen grote bedrijven. Dit is in overeenstemming met Ernst & Spengel (2011) die een groter effect van het VPB-tarief vonden op patentaanvragen bij grote bedrijven. Een mogelijke verklaring voor dit effect zijn de mogelijkheden die grotere bedrijven hebben om belasting te ontwijken door IP-eigendom in landen te structureren met patentboxen. Het bestaan van een MNA-regime zorgt volgens het Poisson FE model, in tegenstelling tot het OLS FE model, nog steeds voor geen ander effect van de outputstimulering.

Tabel 5.4: Resultaten regressieanalyse: zonder 5% grootste patentaanvragen (kolom 3 en 4) en enkel de 5% grootste patentvragen (kolom 5 en 6) (OLS FE: Kolom 1, 3, 5; Poisson FE: Kolom 2, 4, 6).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	$\text{Ln}(Y_{i,t}+0,5)$	$Y_{i,t}$	$\text{Ln}(Y_{i,t}+0,5)$	$Y_{i,t}$	$\text{Ln}(Y_{i,t}+0,5)$	$Y_{i,t}$
Inputstimulering	-0.098 (0.068)	0.491** (0.201)	0.175 (0.161)	0.522** (0.220)	-0.153** (0.068)	-0.095 (0.131)
Outputstimulering	0.773*** (0.095)	0.137 (0.297)	-0.063 (0.303)	-0.088 (0.414)	0.753*** (0.096)	0.657*** (0.188)
Dummy Bruto	0.046 (0.042)	-0.022 (0.171)	0.039 (0.172)	-0.282 (0.277)	0.048 (0.041)	0.145 (0.091)
D. Bruto * Outputst.	-0.565* (0.291)	-0.463 (0.938)	-0.407 (0.961)	0.486 (1.341)	-0.575** (0.285)	-1.151* (0.592)
MNA	-0.071** (0.030)	-0.008 (0.087)	0.042 (0.084)	0.103 (0.110)	-0.080*** (0.029)	-0.099* (0.058)
D. MNA * Outputst.	0.695*** (0.233)	0.062 (0.647)	0.155 (0.670)	-0.400 (0.795)	0.682*** (0.227)	0.685 (0.445)
VPB-tarief	0.010 (0.132)	0.414 (0.294)	0.383* (0.210)	0.532 (0.333)	-0.073 (0.139)	-0.110 (0.240)
ln(n werknemers)	0.102*** (0.008)	0.198*** (0.062)	0.131*** (0.031)	0.184*** (0.071)	0.093*** (0.007)	0.176*** (0.021)
ln(Totale activa)	0.112*** (0.008)	0.228*** (0.044)	0.126*** (0.027)	0.200*** (0.053)	0.095*** (0.008)	0.156*** (0.020)
n onderzoekers	0.020*** (0.006)	0.017 (0.017)	0.009 (0.014)	0.018 (0.020)	0.023*** (0.006)	0.051*** (0.011)
ln(BBP per inwoner)	0.625*** (0.103)	0.990* (0.601)	-0.044 (0.472)	1.155 (0.792)	0.613*** (0.100)	0.367 (0.226)
IPRI	0.033*** (0.007)	0.049 (0.042)	0.078** (0.036)	0.057 (0.071)	0.029*** (0.007)	0.065*** (0.014)
Tech.exports (%)	-0.001 (0.002)	-0.002 (0.006)	-0.012** (0.005)	-0.001 (0.007)	-0.004 (0.002)	-0.009** (0.004)
Openheid	0.003*** (0.001)	-0.002 (0.004)	0.005 (0.003)	-0.004 (0.004)	0.003*** (0.001)	0.003** (0.001)
_cons	-8.457*** (1.109)		1.786 (5.095)		-8.221*** (1.069)	
Obs.	299078	298869	15233	14494	284167	283725
R-squared	0.018	.z	0.175	.z	0.014	.z
Fixed time effects	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Fixed country effects	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Standaardfouten tussen haakjes

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

6 Conclusie

Ondanks eerdere onderzoeken naar input- en outputstimuleringen, was weinig bekend over de marginale effecten van fiscale stimuleringen aan de input- en outputzijde. Onder de economen bestaat discussie over de effectiviteit van deze verschillende stimuleringen. Om duidelijkheid te scheppen, stond de volgende onderzoeksvraag centraal in dit paper:

Wat is de marginale invloed van impliciete subsidievoeten van input- en outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten?

In tegenstelling tot eerdere literatuur maakt dit onderzoek gebruik van recente patentdata op microniveau. Onderzoek op basis van geaggregeerde patentdata kan slechts worden geïnterpreteerd als correlatie vanwege het risico van reverse causality. Een groot voordeel van het gebruik van patentdata op bedrijfsniveau is het inzicht in het effect van fiscale stimuleringen op het aantal patentaanvragen. Daarnaast is dit paper een van de weinige onderzoeken die simultaan het effect van input- en outputstimuleringen onderzoekt. In dit onderzoek wordt een uitgebreide dataset gebruikt over patentdata van bedrijven gevestigd in OECD-landen in de jaren 2011 tot en met 2018. Door middel van berekende impliciete effectieve subsidievoeten, wordt de intensiteit van input- en outputstimuleringen gemeten. Met behulp van de impliciete subsidievoeten en de paneldata op bedrijfsniveau is het marginale effect van input- en outputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten binnen bedrijven geanalyseerd.

Het effect van deze fiscale stimuleringen is geanalyseerd met verschillende schatters; een log-lineaire OLS regressie met fixed effects en een geprefereerde Poisson regressie met fixed effects. De basisresultaten van de Poisson regressie met fixed effects suggereren een positief significant effect van inputstimuleringen op het aantal aangevraagde patenten. Dit resultaat bevestigt de theoretische verwachting dat inputstimuleringen leiden tot meer patentaanvragen. In tegenstelling tot het effect van inputstimuleringen, heeft de intensiteit van een bruto/netto outputstimulering geen significant effect op het aantal patentaanvragen. Het effect van inputstimuleringen is echter niet significant groter dan het effect van outputstimuleringen. Echter zijn deze gevonden basisresultaten niet robuust voor een alternatieve schattingsmethode. Het OLS FE model suggereert namelijk tegengestelde conclusies: een niet significant effect van inputstimuleringen en een significant positief effect van outputstimuleringen op het aantal patentaanvragen waarbij de semi-elasticiteit van outputstimuleringen significant hoger is dan de semi-elasticiteit van inputstimuleringen. Uit een verdere robuustheidsanalyse blijkt dat de basisresultaten van de Poisson FE wel robuust zijn voor de alternatieve OLS schatter als de 5% grootste patentaanvragen worden verwijderd.

Als de resultaten van dit onderzoek betreffende inputstimuleringen worden vergeleken met de resultaten van soortgelijke papers, kan worden geconcludeerd dat de resultaten van dit onderzoek vergelijkbaar zijn. Zo is het gevonden significante positieve effect van inputmaatregelen vergelijkbaar met de resultaten van de onderzoeken op macroniveau van Westmore (2013) en Bösenberg en Egger (2017). Ook in de onderzoeken op microniveau door Guellec en Van Pottelsberge (2003) en Falk (2006) wordt een positieve relatie tussen inputstimuleringen en het aantal patentaanvragen gevonden. Alleen het onderzoek op bedrijfsniveau van Ernst & Spengel (2011) toont geen significant effect tussen de inputstimulering en het aantal patentaanvragen. Ernst & Spengel verklaren dit effect aan de hand van mogelijke plafonds van inputstimuleringen waardoor geen aanspraak gemaakt kan worden op inputstimuleringen. Indien slechts 5% grootste patentaanvragen in dit onderzoek worden geanalyseerd,

wordt in dit onderzoek ook géén significante relatie gevonden tussen inputstimuleringen en het aantal patentaanvragen.

De resultaten van dit onderzoek betreffende outputstimuleringen kunnen ook worden vergeleken met eerdere literatuur. De onderzoeken van Karkinsky en Riedel (2012) en Bradley, et al. (2015) met geaggregeerde patentdata suggereren dat invoering van verlaagde tarieven op toekomstige winsten uit patenten resulteerden in hogere patentaanvragen in een land. Het onderzoek van Ernst & Spengel (2011) met patentdata op bedrijfsniveau suggereerde eenzelfde relatie. Recenter onderzoek van Bösenberg en Egger (2017) en Alstadsæter et al. (2018) vinden geen positief effect van het bestaan van een patentbox op patentaanvragen. Echter vinden Alstadsæter et al. (2018) wél een positief effect van de patent box als een local development conditie (zoals MNA) aanwezig is. Gaessler et al. (2019) vinden ook geen significant effect van de hoogte van de outputstimuleringen op het aantal patentaanvragen. In tegenstelling tot Alstadsæter et al. (2018) vinden Gaessler et al. (2019) geen effect van een local development conditie op patentaanvragen. Als alle patentaanvragen worden meegenomen, heb ik geen significante invloed van outputstimuleringen op het aantal patentaanvragen gevonden. Slechts wanneer de 5% grootste patentaanvragen niet worden meegenomen in de analyse, wordt een significante positieve invloed gevonden.

Op maatschappelijk gebied hebben de resultaten van dit onderzoek enkele theoretische implicaties. Eerder heeft het CPB (2016) de conclusie getrokken dat R&D-investeringen via inputstimuleringen effectief worden gestimuleerd. Dit onderzoek suggereert eenzelfde gedachtegang. Daarnaast zou het effect van de innovatiebox volgens het CPB gering zijn op onderinvesteringen. Echter was het (empirische) effect van de innovatiebox op lokale R&D onduidelijk. De resultaten van dit onderzoek geven een beter beeld betreffende het effect van de innovatiebox op de lokale R&D. Aangezien geen nul effect van outputstimuleringen op patentaanvragen kan worden uitgesloten, lijkt de innovatiebox inderdaad een gering effect te hebben op lokale R&D. Dit effect is echter afhankelijk van de gekozen schatter.

In plaats van R&D-investeringen te gebruiken als proxy voor innovatie heeft dit onderzoek patentaanvragen als proxy gebruikt voor innovatie. In dit onderzoek wordt namelijk de voorkeur gegeven aan het gebruik van het aantal patentaanvragen als proxy voor innovatie vanwege de bestaande causale relatie tussen innovatie en patentaanvragen. Echter heeft het gebruik van het aantal patentaanvragen als maatstaf voor innovatie enkele beperkingen. Zo bevat het aantal patentaanvragen slechts de (succesvolle) gepatenteerde innovatie en wordt niet-gepatenteerde innovatie niet gemeten. Bovendien is het aantal patentaanvragen een kwantitatieve maatstaf van innovatie die geen rekening houdt met de kwaliteit van innovatie. Daarnaast bestaan verschillende wetgevingen omtrent patenten waardoor de aanvraagprocedures kunnen verschillen en patentaanvragen lastiger te vergelijken zijn

tussen bedrijven. Vervolgonderzoek zou daarom rekening kunnen houden met kwalitatieve eigenschappen van patenten.

Een andere beperking van dit onderzoek zijn de gebruikte aannames bij het opstellen van de intensiteit van de fiscale stimuleringen. Zo wordt bij het opstellen van de impliciete belastingsubsidie op R&D uitgaven geen onderscheid gemaakt tussen SME's en grote bedrijven waardoor geen rekening wordt gehouden met bijzondere fiscale stimuleringsbepalingen. Ook wordt bij het opstellen van de impliciete belastingsubsidievoet op R&D-inkomsten aangenomen dat kosten niet aftrekbaar zijn. De gebruikte impliciete belastingsubsidievoeten zijn een benadering van de intensiteit van de fiscale stimuleringen. Zo wordt geen rekening gehouden met bepaalde aanwezige drempels/plafonds en specifieke voorwaarden van input- en outputstimuleringen. De betrouwbaarheid van dit onderzoek zal worden verbeterd indien daadwerkelijke geanonimiseerde fiscale stimuleringen per bedrijf beschikbaar zijn en worden gebruikt.

De b-index kon enkel worden opgesteld voor OECD-landen waardoor dit onderzoek niet representatief is voor de hele wereld. Vervolgonderzoek zou daarom een b-index kunnen opstellen voor niet-OECD landen waardoor bedrijfsdata van meerdere landen kunnen worden gebruikt. Daarnaast omvat de dataset veel bedrijven uit enkele landen zoals Italië en Japan waardoor de dataset mogelijk niet representatief is voor alle OECD-landen. Dit selectieprobleem zou in vervolgonderzoek kunnen worden voorkomen door een database te gebruiken die een gelijk aantal bedrijven uit alle landen omvat.'

In dit onderzoek wordt Omitted Variable Bias voorkomen door te controleren voor eigenschappen van bedrijven en landen die mogelijke invloed hebben op patentaanvragen én gecorreleerd zijn met de aanwezigheid van fiscale stimuleringen. Dit onderzoek zou echter beïnvloed kunnen worden door een endogeniteitsprobleem omdat niet voor alle eigenschappen worden gecontroleerd. Toekomstige onderzoeken zouden bijvoorbeeld nog beter kunnen controleren voor niet-fiscale stimuleringen voor innovatie om dit endogeniteitsprobleem te voorkomen. Daarnaast kunnen in vervolgonderzoek meer variabelen worden opgenomen om te controleren voor het vestigingsklimaat van patenten (bijvoorbeeld de eenvoudigheid van patentaanvragen).

Dit onderzoek maakt een globaal onderscheid tussen bedrijven door te kijken naar de 5% grootste patentaanvragen per bedrijf en de overige 95% patentaanvragen. Vervolgonderzoek zou rekening kunnen houden met holdingstructuren van de bedrijven waardoor sommige bedrijven kunnen worden geïdentificeerd als multinationale ondernemingen. Op deze manier zou ook het verschillende effect van input- en outputstimuleringen bij nationale en multinationale ondernemingen kunnen worden onderzocht wat mogelijk inzicht geeft in belastingontwijking van outputstimuleringen.

7 Literatuurlijst

- Abramovsky, L., Bird, N., Harris, T., Tyskerud, Y., Weldeabzgi, A., Beyene, Y. A., & Abrokwah, E. (2018). *Are corporate tax incentives for investment fit for purpose? Revisiting economic principles and evidence from low-and middle-income countries* (No. R142). IFS Report.
- Akcigit, U., Grigsby, J., Nicholas, T., & Stantcheva, S. (2018). *Taxation and Innovation in the 20th Century* (No. w24982). National Bureau of Economic Research.
- Allison, P. D., & Waterman, R. P. (2002). Fixed-effects negative binomial regression models. *Sociological methodology*, 32(1), 247-265.
- Allison, P. D. (2012). Beware of Software for Fixed Effects Negative Binomial Regression. Geraadpleegd via: <https://statisticalhorizons.com/fe-nbreg>
- Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention in Universites-National Bureau Committee for Economic Research red, *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors*, Princeton University Press.
- Alstadsæter, A., Barrios, S., Nicodème, G., Skonieczna, A. M., & Vezzani, A. (2018). Patent boxes design, patents location, and local R&D. *Economic Policy*, 33(93), 131-177.
- Bradley, S., Dauchy, E., & Robinson, L. (2015, January). Cross-country evidence on the preliminary effects of patent box regimes on patent activity and ownership. In *Proceedings. Annual Conference on Taxation and Minutes of the Annual Meeting of the National Tax Association* (Vol. 108, pp. 1-30). National Tax Association.
- Bellingwout, J. W. (2014). Inleiding en bijdragen. In *De toekomst van IP-regimes in Nederland en Europa. Stenografisch Verslag van het Congres over de toekomst van IP-regimes in Nederland en Europa, gehouden op 2 juli 2014 in de Aula van de Vrije Universiteit Amsterdam (ZIFO-reeks nr. 15)*. Kluwer.
- Bösenberg, S., & Egger, P. H. (2017). R&D tax incentives and the emergence and trade of ideas. *Economic policy*, 32(89), 39-80.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: methods and applications*. Cambridge university press.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2009). *Microeconometrics using stata* (Vol. 5, p. 706). College Station, TX: Stata press.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2013). *Regression analysis of count data* (Vol. 53). Cambridge university press.

- CPB (2016). Kansrijk innovatiebeleid. Den Haag. Geraadpleegd via: <https://www.cpb.nl/publicatie/kansrijk-innovatiebeleid>
- Ernst, C., & Spengel, C. (2011). Taxation, R&D tax incentives and patent application in Europe. *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*, (11-024).
- Ernst, C., Richter, K., & Riedel, N. (2014). Corporate taxation and the quality of research and development. *International Tax and Public Finance*, 21(4), 694-719.
- Falk, M. (2006). What drives business Research and Development (R&D) intensity across Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) countries? *Applied Economics*, 38(5), 533-547.
- Gaessler, F., Hall, B. H., & Harhoff, D. (2018). *Should there be lower taxes on patent income?* (No. w24843). National Bureau of Economic Research.
- Guellec, D. & Van Pottelsberghe De La Potterie, B. (2003). The impact of public R&D expenditure on business R&D. *Economics of innovation and new technology*, 12(3), 225-243.
- Griffith, R., Miller, H., & O'Connell, M. (2014). Ownership of intellectual property and corporate taxation. *Journal of Public Economics*, 112, 12-23.
- Hall, B. H. (2019). *Tax policy for innovation* (No. w25773). National Bureau of Economic Research.
- Hausman, J. A., Hall, B. H., & Griliches, Z. (1984). *Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship* (No. t0017). national bureau of economic research.
- Hilbe, J. M. (2014). *Modeling count data*. Cambridge University Press.
- Karkinsky, T., & Riedel, N. (2012). Corporate taxation and the choice of patent location within multinational firms. *Journal of international Economics*, 88(1), 176-185.
- King, G. (1988). Statistical models for political science event counts: Bias in conventional procedures and evidence for the exponential Poisson regression model. *American Journal of Political Science*, 838-863.
- OECD (2015). Explanatory paper Agreement on Modified Nexus Approach for IP Regimes. Geraadpleegd via: <https://www.oecd.org/ctp/explanatory-paper-beps-action-5-agreement-on-modified-nexus-approach-for-ip-regimes.pdf>
- OECD (z.d.). Implied tax subsidy rates on R&D expenditures. Geraadpleegd via: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=RDTAX>
- Nelsson, R.R. (1993). Institutions Supporting Technical Advance in Industry, *The American Economic Review*, vol. 76(2):186 -189

- Rathenau Instituut (2020). Overheidsfinanciering van R&D. *Factsheet: Wetenschap in cijfers*. Geraadpleegd via: <https://www.rathenau.nl/nl/wetenschap-cijfers/geld/wat-geeft-nederland-uit-aan-rd/overheidsfinanciering-van-rd#:~:text=In%20het%20kort%3A,boven%20het%20EU%2D19%20gemiddelde.>
- Silva, J. S., & Tenreyro, S. (2006). The log of gravity. *The Review of Economics and statistics*, 88(4), 641-658.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2015). *Introduction to econometrics. Chapter 5.4*
- Van Pottelsberghe, B., Denis, H., & Guellec, D. (2001). *Using patent counts for cross-country comparisons of technology output* (No. 2013/6227). ULB--Universite Libre de Bruxelles.
- Warda, J. (2001). Measuring the Value of R&D Tax Treatment in OECD Countries, *STI Review No.27: Special Issue on New Science and Technology indicators*, OECD Publishing
- Winkelmann, R. (2008). *Econometric analysis of count data*. Springer Science & Business Media.
- Westmore, B. (2013). Innovation and growth: Considerations for public policy. *Review of Economics and Institutions*, 4(3), 50.

8 Bijlage

Tabel 2.1: Schematisch overzicht empirische studies naar inputstimuleringen.

Auteur	Jaar	Niveau	Steekproef	Afhankelijke variabele(n)	Belangrijkste onafhankelijke variabele
Guellec & Van Pottelsberghe	2003	Macro	17 OECD-landen	Private R&D-uitgaven	B-index
Falk	2006	Macro	21 OECD-landen	(Private R&D-uitgaven)/BBP	B-index
Ernst & en Spengel	2011	Micro	19 OECD-landen	Aantal aangevraagde patenten per bedrijf	B-index
Westmore	2013	Macro	19 OECD-landen	R&D-uitgaven en aantal aangevraagde patenten per land	B-index
Ernst, Richter & Riedel	2014	Micro	24 OECD-landen	Kwaliteitsindex van patent (Family size, forward citations, toepassingsvelden)	B-index
Bösenberg & Egger	2017	Macro	106 landen	Aantal aangevraagde patenten per land	B-index, EATR & dummyvariabelen

Tabel 2.2: Schematisch overzicht empirische studies naar outputstimuleringen.

Auteur	Jaar	Niveau	Steekproef	Afhankelijke variabele(n)	Belangrijkste onafhankelijke variabele(n)
Ernst & Spengel	2011	Micro	19 OECD-landen	Aantal aangevraagde patenten per bedrijf	Gecombineerd VPB-tarief
Karkinsky & Riedel	2012	Micro	18 Europese landen	Aantal aangevraagde patenten per bedrijf	Statutair VPB-tarief, verschil VPB-tarief tussen landen
Griffith, Miller & O'Connell	2014	Micro	14 Europese landen	Locatiekeuze (proportie patentaanvragen)	Statutair VPB-tarief
Bradley, Dauchy & Robinson	2015	Macro	70 landen	Aantal aangevraagde patenten per land	Statutair VPB-tarief patent box en dummy-variabelen eigenschappen patentbox
Bösenberg & Egger	2017	Macro	106 landen	Aantal aangevraagde patenten per land	Dummy-variabele aanwezigheid patentbox
Alstadsæter et al.	2018	Micro	33 landen	Aantal geregistreerde patenten en onderzoekers	Statutaire belastingverlaging, dummy variabelen eigenschappen patentbox
Akcigit, Grigsby, Nicholas en Stantcheva	2018	Macro & micro	1 land	Aantal aangevraagde patenten, Citaties, onderzoekers en locatiekeuze	Marginaal en gemiddeld belastingtarief
Gaessler, Hall en Harhoff	2019	Macro	13 landen	Patent transfers, Aantal aangevr. patenten en BERD	Statutaire belastingverlaging

Tabel 3.2

Verdeling aantal waarnemingen per land (ISO3-code).

Alpha-3 code	Freq.	Percent	Cum.
AUS	152	0.05	0.05
AUT	240	0.08	0.13
BEL	7328	2.42	2.55
CAN	64	0.02	2.58
CHE	496	0.16	2.74
CZE	5888	1.95	4.69
DEU	24480	8.10	12.79
DNK	296	0.10	12.88
ESP	20736	6.86	19.74
EST	136	0.04	19.79
FIN	3136	1.04	20.83
FRA	3984	1.32	22.15
GBR	19472	6.44	28.59
GRC	584	0.19	28.78
HUN	2080	0.69	29.47
IRL	640	0.21	29.68
ISL	32	0.01	29.69
ISR	400	0.13	29.82
ITA	69480	22.99	52.81
JPN	94128	31.14	83.95
KOR	21456	7.10	91.05
LUX	112	0.04	91.09
LVA	696	0.23	91.32
NLD	3344	1.11	92.42
NOR	200	0.07	92.49
NZL	40	0.01	92.50
POL	544	0.18	92.68
PRT	3216	1.06	93.75
SVK	2080	0.69	94.44
SVN	1072	0.35	94.79
SWE	7288	2.41	97.20
TUR	344	0.11	97.32
USA	8112	2.68	100.00
Totaal	302256	100.00	