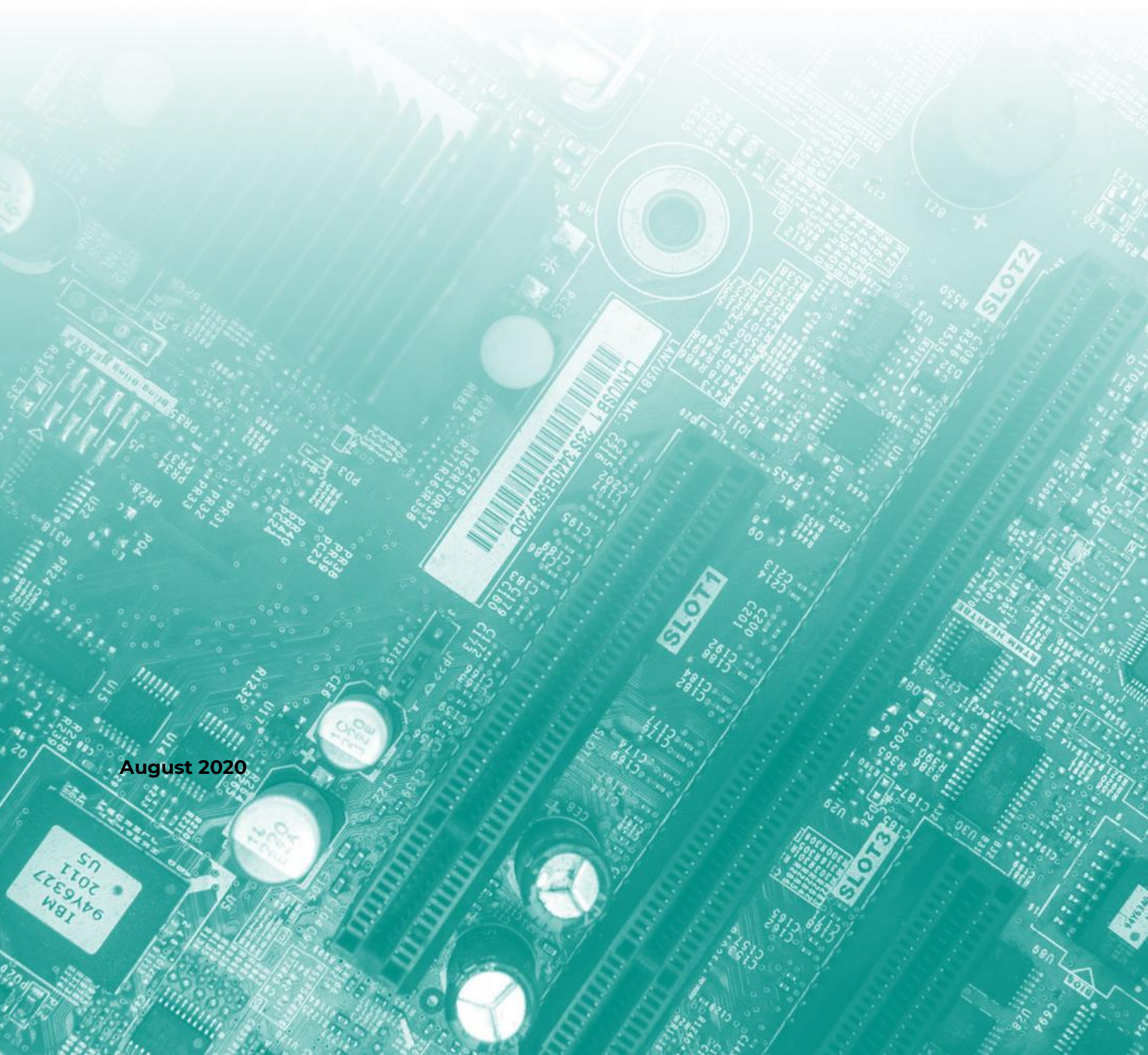




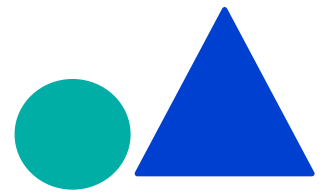
Private investeringer i forskning og udvikling

En cross-country paneldata-analyse



August 2020

IBM
94Y6327
2011
US



Resume

Denne analyse forsøger at svare på, hvad der driver de cirka to tredjedele af den danske forskningsaktivitet, som foregår i den private sektor. I 2017 var der tale om ca. 43 mia. kr. – mod godt 23 mia. kr. i den offentlige sektor. Forskningen er af afgørende betydning for det danske samfund, idet det bidrager til løsninger på samfundets små og store udfordringer, som kan omsættes til innovation, gode danske arbejdspladser og forberede levevilkår. I den økonomiske litteratur er der konsensus om, at forskningsaktiviteten bliver for lav, hvis ikke det offentlige direkte eller indirekte understøtter forskningen økonomisk.¹ Selv om det teoretiske er på plads, så er det et åbent spørgsmål, hvordan man understøtter bedst. Analysen byder på flere konklusioner baseret på empiri fra OECD-lande i perioden 2008-2016.

For det første viser de økonometriske analyser, at en øget forskningsaktivitet i den offentlige sektor øger forskningen i den private sektor. Den estimerede marginaleffekt viser, at *en krone mere i offentlig forskning fører til 0,9 krone mere privat forskning* – om end der er en statistisk usikkerhed forbundet med niveauet. Resultatet betyder, at offentlig forskning og privat forskning generelt set ikke er substitutter, men at de komplementerer hinanden. Forskning i den offentlige sektor fortrænger med andre ord ikke privat forskningsaktivitet, men får derimod virksomhederne til at forske og udvikle mere.

For det andet kan indirekte støtte være et effektivt redskab til at øge den private forskningsaktivitet. Den estimerede marginaleffekt tyder på, at *en krone i støtte gennem skatteincitamenter kan give anledning til ca. 5 kroner mere privat forskning*. Resultatet er baseret på gennemsnitseffekter for OECD-lande samt et meget lavt niveau af skatteincitamenter i Danmark, hvilket tilsammen giver anledning til den høje marginaleffekt. *Den beregnede marginaleffekt bør derfor tages med stort forbehold, og man kan ikke generalisere effekten ved store omlægninger af støtten*. Direkte offentlig støtte til privat forskning viser sig også at have positive elasticiteter i de økonometriske modeller, men her er resultaterne statistisk insignifikante. Vi kan derfor ikke afgøre, om direkte forskningsstøtte giver anledning til mere privat forskning, eller om forskningen ville blive foretaget alligevel.

For det tredje finder vi, at når den direkte støtte stiger på bekostning af den indirekte støtte gennem skatteincitamenter, så har det gennemsnitlig set en negativ effekt på de private virksomheders forskningsaktivitet. Hvis man ønsker at understøtte den private forskning, så har instrumenterne derfor betydning, og her er indirekte støtte gennem skatteincitamenter at foretrække frem for direkte støtte til privat forskning.

¹ Se fx Uddannelses- og Forskningsministeriet (2019). Den offentlige sektors rolle i forskningen.

Forskning finder nye løsninger og skaber grundlaget for vækst

Forskning er essentiel for fortsat at kunne opnå vækst og forbedrede levevilkår for verdens befolkning, fordi man finder nye løsninger på små og store udfordringer. Det er med til at lægge fundamentet for innovation, gode danske arbejdspladser og forbedrede levevilkår. Det grundlæggende økonomiske argument er, at forskningsbaseret viden i modsætning til andre produktionsinput som arbejdskraft og kapital kan benyttes af flere på samme tid. Det er et såkaldt ikke-rivaliserende gode.

Et andet og relateret karakteristika ved forskning er, at det private afkast af investeringer er lavere end det samfundsmæssige afkast. En stor del af afkastet ender fx hos slutbrugerne, som får glæde af nye, bedre og billigere produkter.² Det er derfor et økonomisk standardresultat, at der bliver forsket for lidt, hvis forskningsaktiviteten alene baserer sig på virksomheders profitmotiver uden offentlige forskningstiltag.

Effekten af offentlige forskningstiltag på privat forskning

Givet at man ønsker at have en høj forskningsaktivitet i samfundet, opstår spørgsmålet: *Hvordan påvirker det forskningsaktiviteten i den private sektor, når politikere afsætter flere (eller færre) midler til at forske i den offentlige sektor?*

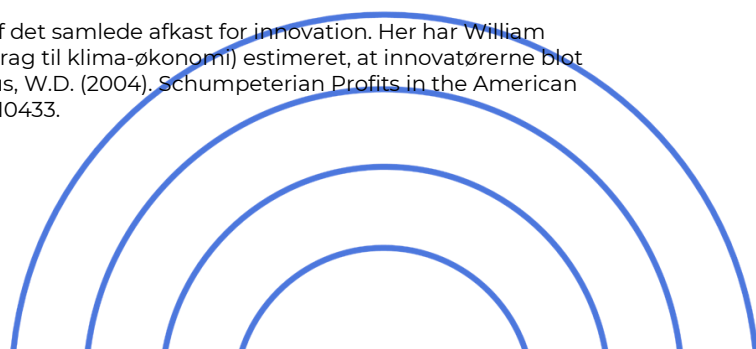
Der er to mulige og modsatrettede effekter. For det første kan forskning i den offentlige sektor fungere som en *substitut* for privat forskningsaktivitet. I givet fald vil forskning i den offentlige sektor fortrænge privat forskningsaktivitet. Ræsonnementet for en given virksomhed er, at hvis man kan få offentlige institutioner til at forske i det, der er vigtig for virksomheden, så mindsker det omkostningerne og øger virksomhedens overskud, i forhold til hvis virksomheden selv skulle udføre forskningen og bære omkostningen. Substitutionseffekten vil typisk være større, jo mere direkte anvendelsesorienteret forskningen er for virksomhederne.

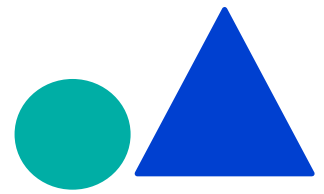
For det andet kan forskning i den offentlige sektor være *komplementær* i forhold til den private forskningsaktivitet. I en sådan situation vil den offentlige forskning få virksomheder til at forske mere. Her er ræsonnementet, at den offentlige forskning åbner op for privat forskning, som ellers ikke ville blive foretaget, fordi der ikke er en stærk nok business case for virksomhederne til alle typer af forskning. Denne situation er mest tydeligt udtalt for grundforskning. Grundforskning er nemlig kendetegnet ved, at anvendelserne af resultaterne er uforudsigelige, og at effekten af forskningen ofte først materialiserer sig efter mange år. Risikoen ved, at det enkelte forskningsprojekt 'fejler' er muligvis stor, men samlet set kan grundforskning være yderst rentabelt på et samfundsmæssigt plan.

Den empiriske sammenhæng mellem offentlig og privat forskningsaktivitet

Den samlede effekt af forskning i den offentlige sektor på privat forskningsaktivitet afhænger af hvilken af de ovennævnte effekter, der dominerer. Der er brug for empiri for at kunne sige noget kvalificeret om styrkeforholdet mellem substitutionseffekten og komplementæreffekten. Vi analyserer derfor omfanget af henholdsvis offentlige og private forskningsaktivitet i 35 OECD-

² Betydningen af dette kan illustreres ved at se på fordelingen af det samlede afkast for innovation. Her har William Nordhaus (som modtog nobelprisen i økonomi 2018 for sine bidrag til klima-økonomi) estimeret, at innovatørerne blot henter omkring 2,2 procent af de samlede gevinster, jf. Nordhaus, W.D. (2004). Schumpeterian Profits in the American Economy: Theory and Measurement. NBER Working Paper No. 10433.



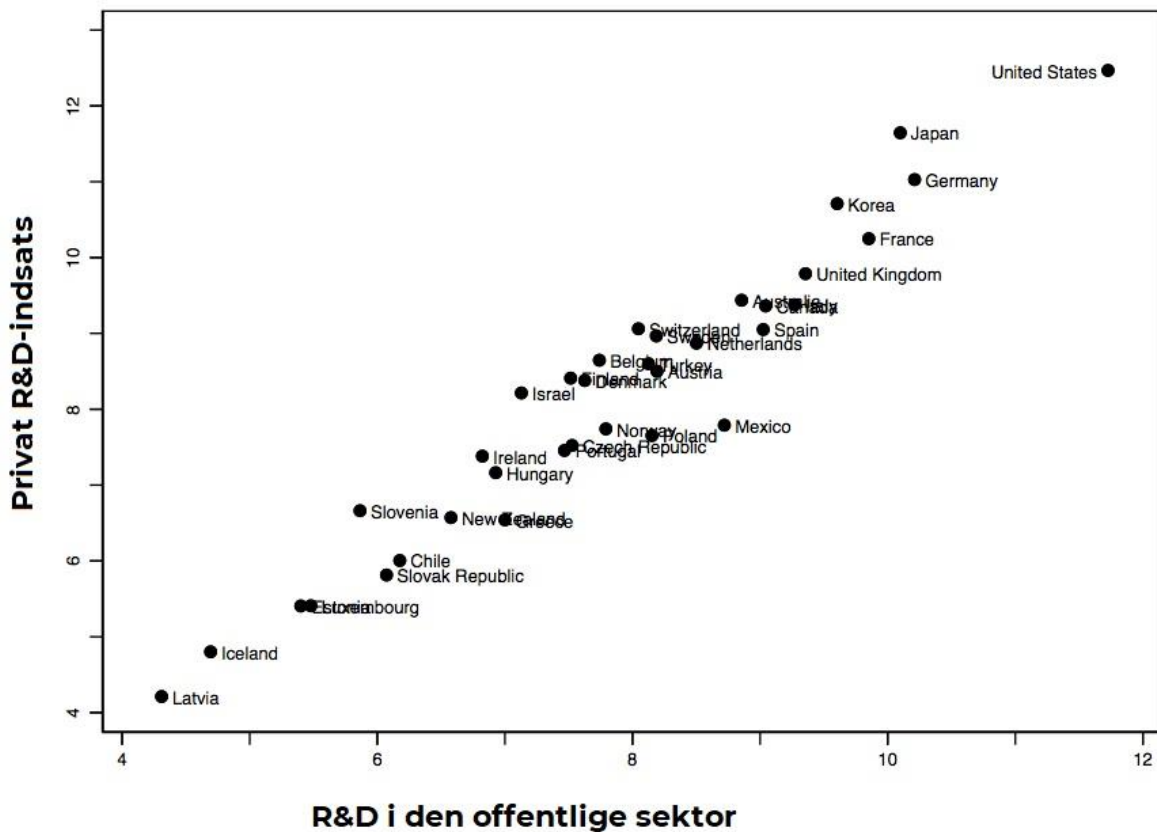


lande fra 2008-2016.³ Al data er indsamlet fra OECD's eller Verdensbankens hjemmeside (se bilag for oversigt over datakilder). Analysetilgangen er således en 'makrotilgang', hvor man ikke evaluerer effekterne af de enkelte tiltag, men hvor man i stedet ser på tværs af lande og ud fra aggregerede data. Det betyder, at man ikke kan bruge resultaterne til at sige noget præcist om effekterne af enkelttiltag eller effekterne af den specifikke nationale sammensætning af tiltag.⁴

Positiv sammenhæng mellem offentlig og privat forskningsaktivitet

En sammenligning af OECD-landenes offentlige og private forskningsaktivitet indikerer umiddelbart, at komplementæreffekten dominerer: I OECD-lande med en høj offentlig forskningsaktivitet, er virksomhedernes forskningsaktivitet typisk også høj. Det fremgår af den positive trend i figur 1, der illustrerer sammenhængen mellem OECD-landenes offentlige forskningsaktivitet (X-aksen) og samme landes private forskningsaktivitet (Y-aksen). Begge akser repræsenterer landenes gennemsnitlige niveauer fra 2008 til 2016. USA ligger helt i toppen (øverste højre hjørne) og Letland helt i bunden (nederste venstre hjørne)⁵.

Figur 1 Sammenhæng mellem offentlig og privat R&D-aktivitet



Note: Gennemsnitlige værdier 2008-2016. 2010-USD, korrigeret for købekraft (PPP). Begge variable er logaritme-skaleret: $\ln(x)$, $\ln(y)$
Kilde: IDA på baggrund af data fra OECD Stat og World Bank Database

³ Perioden er valgt af hensyn til fuldstændigheden af datasættet.

⁴ For at få viden om specifikke tiltag bør man opsøge konkrete effektevalueringer eller videnskabelige reviews som fx https://whatworksgrowth.org/public/files/Policy_Reviews/15-10-20-Innovation-Grants-Loans-Subsidies-Report.pdf.

⁵ Begge mål er konverteret til deres naturlige logaritme, $\ln(x)$ og $\ln(y)$. Transformationen er foretaget for at identificere en lineær sammenhæng i data, der ikke tillader visuel fremstilling af trends pga. USA's høje værdier på begge akser. Se den ikke-transformerede sammenhæng i bilag 1.

Figur 1 bidrager dog ikke med information om, hvorvidt offentlig forskningsaktivitet påvirker den private forskningsaktivitet. Det er der flere årsager til, herunder at man ikke tolke den positive trend som en kausal sammenhæng. Der kan med andre ord være mange årsager, til at lande med høj offentlig forskningsaktivitet har virksomheder, der forsker meget. For det første kan sammenhængen i princippet være omvendt, hvis offentlig forskningsaktivitet stiger som en konsekvens af stigende private forskningsaktivitet.

For det andet - og måske mere sandsynligt - kan sammenhængen være spuriøs, hvis en eller flere faktorer påvirker både offentlig og privat forskningsaktivitet i samme retning. BNP-vækst, beskæftigelse, virksomheders vilkår for forretning og investeringer, teknologiske udviklinger samt politiske og nationale økonomiske institutioner udgør relevante eksempler.

For det tredje tager den positive sammenhæng i figur 1 ikke højde for landenes størrelse. Tysklands økonomi er for eksempel ca. 57 gange større end Luxembourgs økonomi.

Alle tre udfordringer, henholdsvis forskellige økonomier, omvendt kausalitet og spuriøsitet, tager vi højde for nedenfor, hvor vi estimerer effekten af offentlige forskningstiltag på den private forskningsaktivitet. Fordi både de uafhængige og den afhængige variabel er logaritme-transformeret, er effekterne udtryk for *elasticiteten*. Elasticiteten måler, hvor mange procent den private forskningsaktivitet stiger, når den offentlige forskningsaktivitet stiger med 1 procent.

Udfordringen med omvendt kausalitet imødegås ved at bruge 'laggede' værdier af den uafhængige variabel.⁶ Dermed ser vi på, hvordan den offentlige forskningsaktivitet i ét år (fx 2008) påvirker den private forskningsaktivitet året efter (fx 2009).

Udfordringen med spuriøsitet imødegås ved (1) at inddrage relevante kontrolvariable samt (2) at benytte en analysestrategi, der kontrollerer for uobserverede faktorer, der inden for lande er konstante over tid, eller på tværs af lande er konstante for bestemte år. Det tilbageværende er dermed gennemsnittet af variationen inden for lande. Se bilag 2 for detaljer om denne analysestrategi.

Kausalstudie af effekten af offentlig forskningsindsats

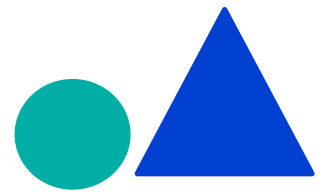
Grundlæggende vil vi undersøge, om offentlige forskningstiltag leder til *større* eller *mindre* forskningsaktivitet i den private sektor. Den afhængige variabel er derfor *R&D-aktivitet i den private sektor*.

Offentlige forskningstiltag kan opdeles i henholdsvis (a) forskning i den offentlige sektor, (b) direkte offentlig støtte til privat forskning og (c) indirekte støtte til privat forskning gennem skatteincitament.⁷ Vi anvender derfor seks forskellige forklarende variable, der omfatter de tre former for offentlige forskningstiltag. Det er (a) forskning i den offentlige sektor, (b) direkte offentlig støtte til privat forskning og (c) indirekte støtte til privat forskning gennem skatteincitament. De seks variable er beskrevet i tabel 1 nedenfor:⁸

⁶ Denne proces med 'laggede' værdier gør, at man forklarer ændringer i den afhængige variabel ud fra den uafhængige variabel i en tidligere periode. Man tidsforskyder således den uafhængige variabel i forhold til den afhængige variabel.

⁷ I Danmark er der primært tale om skatteinkreditordningen.

⁸ I de empiriske analyser er alle variable (både den afhængige og de seks uafhængige) logaritme-transformeret, dvs. transformeret til deres naturlige logaritme. Dette er gjort for at estimere *elasticiteten*.



Tabel 1. Oversigt over forklarende variable

Uafhængig variabel	Måleenhed
R&D i den offentlige sektor	Mio. USD, 2010-priser, PPP-korrigeret
Offentlig støtte til privat R&D gennem skatteincitament	Mio. national valuta
Direkte støtte til privat R&D	Mio. national valuta
Offentlig støtte til privat R&D gennem skatteincitament som andel af BNP	Andel af BNP
Direkte støtte til privat R&D som andel af BNP	Andel af BNP
Direkte støtte til privat R&D som andel af total støtte til privat R&D	Andel af al støtte til private R&D

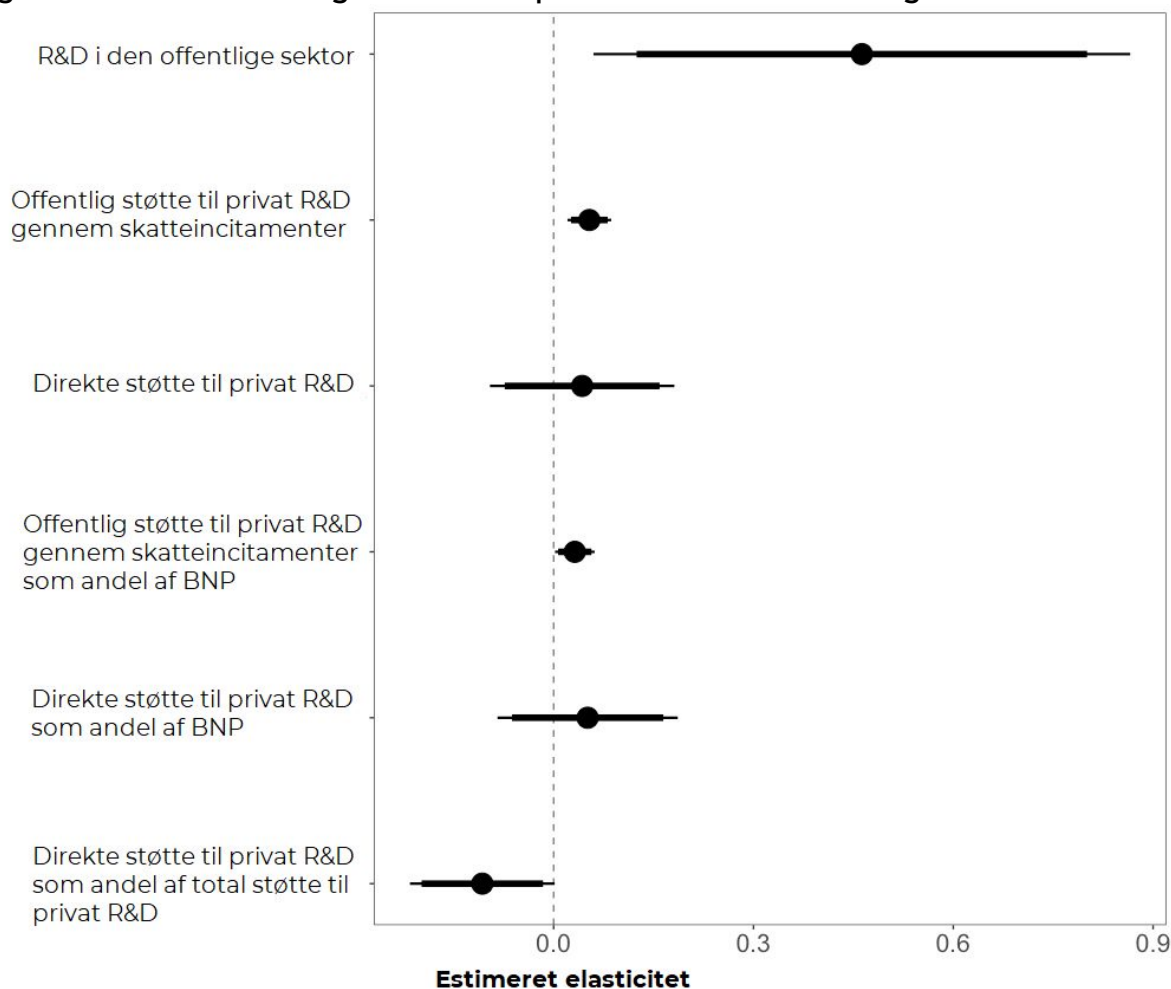
De empiriske resultater er sammenfattet i figur 2, der viser regressionsestimaterne og den statistiske usikkerhed forbundet med disse. Den stiplede linje går ved værdien 0, hvilket betyder, at jo tættere på denne estimerer befinder sig, jo mindre er effekten. Estimerer til venstre for linjen indikerer, at de offentlige tiltag *reducerer* omfanget af privat forskningsaktivitet (dvs. substitution som nettoeffekt), mens estimerer til højre for linjen indikerer, at de offentlige tiltag *øger* omfanget af privat forskningsaktivitet (dvs. komplementaritet som nettoeffekt). Effekter, hvis statistiske usikkerhed – illustreret ved de vandrette bærer – overlapper med denne linje, er ikke statistiske signifikante, og vi kan således ikke afvise, at der er tale om en nul-effekt.

På baggrund af figur 2 kan vi konkludere, at komplementæreffekten dominerer. Dette er i tråd med, hvad den øvrige økonomiske litteratur finder.⁹

Vi kan i øvrigt konstatere, at fem ud af seks forskellige forklarende variable har positive koefficienter: Offentlige forskningstiltag fører (alt andet lige) til højere privat forskningsaktivitet – i hvert fald samlet set for OECD-lande.

⁹ Se eksempelvis opsamling i "Teknologisk forskning i Danmark" udgivet af Styrelsen for Forskning og Uddannelse (2019).

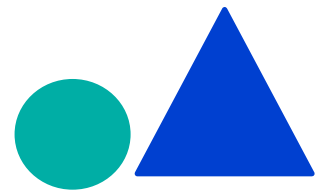
Figur 2. Effekter af offentlig intervention på virksomheders forskningsaktivitet



Note: Estimerede effekter af offentlig intervention på forskningsområdet på privat forskningsaktivitet. Alle modeller estimeret vha. lineær regression (OLS) m. paneldatastruktur. De inddrager både fixed effects og relevante kontrolvariable. Cirklene angiver punktestimater, og bærerne angiver 90 hhv. 95% konfidensinterval. Begge variable er logaritme-skaleret ($\ln(x)$, $\ln(y)$), og den estimerede effekt udgør elasticiteten. Alle primære kausale forklarende variable er lagged med ét år samt logaritme-transformeret. Alle kontrolvariable er lagged med ét år.
Kilde: IDA på baggrund af data fra OECD Stat og World Bank Database

Vi finder det største modelestimat ved forskningsaktivitet i den offentlige sektor. Det øverste estimat fortæller os således, at hvis OECD-lande øger den offentlige forskningsaktivitet med 1 procent, stiger den private forskningsaktivitet (alt andet lige) med 0,46 procent. Usikkerheden af dette estimat er imidlertid stor - illustreret ved det brede konfidensinterval.

Effekterne af de andre mål for offentlige forskningstiltag er numerisk mindre, men med undtagelse af én variabel, er alle effekterne positive. Typisk estimerer modellerne en elasticitet på omkring 0,03-0,05 procent, som er den procentuelle stigning, vi forventer i den samlede private forskningsaktivitet som resultat af at øge de forskellige mål med 1 procent. Øger man for eksempel skatteincitamer rettet mod privat R&D med 1 procent (model 2 i figur 2), forventer vi, at de samlede private forskningsinvesteringer stiger med 0,05 procent. Den statistiske usikkerhed forbundet med dette resultat er så lille, at man umiddelbart kan afvise, at der skulle være tale om en tilfældighed. Effekten af direkte støtte til private forskningsaktivitet (model 3 i figur 2) er i samme størrelsesorden, men ikke statistisk signifikant.



Vender vi blikket mod effekterne af skatteincitamenter til privat R&D som andel af BNP (model 4 i figur 2) og direkte støtte til private R&D-udgifter (model 5 i figur 2), er elasticiteterne igen på omtrent 0,04 procent, men effekten er kun statistisk signifikant for den første af de to.

Et sidste interessant resultat er det ene negative estimat i bunden af figur 2. Det indikerer, at hvis man øger den direkte støtte til privat forskning *som andel af al støtte til privat forskning* – og dermed på bekostning af indirekte støtte – så falder den private forskningsaktivitet (model 6). Vi ser dermed, at det signifikante estimat for indirekte støtte gennem skatteincitamenter (model 2) dominerer det insignifikante positive estimat for direkte støtte (model 3). Den umiddelbare tolkning er, at:

1. Mere direkte offentlige støtte til privat forskning ikke påviseligt leder til hverken stigende eller faldende privat forskningsaktivitet.
2. Indirekte offentlig støtte til privat forskning leder til stigende privat forskningsaktivitet (omkring 0,05 procent stigning i privat forskningsaktivitet ved 1 procent stigning i skatteincitament).
3. Når den direkte støtte til privat forskning sker på bekostning af indirekte støtte gennem skatteincitamenter, så *falder* den private forskningsaktivitet.

Sidstnævnte betyder, at offentlig støtte til privat forskning i højere grad bør være i form af indirekte tiltag (fx skatteincitamenter) og i lavere grad være i form af direkte støtte – alt andet lige.

Ovenstående modeller er beskrevet yderligere i tabel 2 nedenfor. Resultaterne for alle seks uafhængige variable fremgår i en simpel bivariat version; i en version med fixed effects (se bilag 2 for yderligere beskrivelse); samt i en version, der supplerer med relevante kontrolvariable (henholdsvis BNP per capita, beskæftigelse, virksomhedsskat og offentligt forbrug på uddannelse som andel af totalt offentligt forbrug). Som det fremgår, er effekterne markant mindre, når fixed effects for tid og lande bliver inddraget. Dette indikerer, at faktorer, der er specifikke for enten lande eller tidsperioder forklarer en stor del af udviklingen i private forskningsinvesteringer.

Tabel 2. Sammenfatning af empiriske resultater

	Retning	Signifikans	Model-estimat	Margen
Bivariate modeller				
R&D i den offentlige sektor	+	√√√	1,01	± 0,12
Offentlig støtte til privat R&D gennem skatteincitamerter	+	√√√	0,14	± 0,07
Direkte støtte til privat R&D	+	√√	0,16	± 0,15
Offentlig støtte til privat R&D gennem skatteincitamerter, andel af BNP	+	√√√	0,10	± 0,06
Direkte støtte til privat R&D, andel af BNP	+	χ	0,09	± 0,14
Direkte støtte til privat R&D, andel af total støtte	-	√√	-0,12	± 0,11
Inkl. fixed effects				
R&D i den offentlige sektor	+	√√	0,46	± 0,40
Offentlig støtte til privat R&D gennem skatteincitamerter	+	√√√	0,08	± 0,05
Direkte støtte til privat R&D	+	χ	0,05	± 0,14
Offentlig støtte til privat R&D gennem skatteincitamerter, andel af BNP	+	√√	0,05	± 0,04
Direkte støtte til privat R&D, andel af BNP	+	χ	0,03	± 0,14
Direkte støtte til privat R&D, andel af total støtte	-	√√	-0,13	± 0,11
Inkl. fixed effects + kontrolvariable				
R&D i den offentlige sektor	+	√√	0,46	± 0,40
Offentlig støtte til privat R&D gennem skatteincitamerter	+	√√√	0,05	± 0,03
Direkte støtte til privat R&D	+	χ	0,04	± 0,14
Offentlig støtte til privat R&D gennem skatteincitamerter, andel af BNP	+	√√	0,03	± 0,03
Direkte støtte til privat R&D, andel af BNP	+	χ	0,05	± 0,14
Direkte støtte til privat R&D, andel af total støtte	-	√	-0,11	± 0,11

Note: Alle modeller estimeret vha. lineær regression (OLS) m. paneldatastruktur. Signifikansniveauet af de forklarende variable er angivet med √ (signifikant på 10%-niveau), √√ (signifikant på 5%-niveau) og √√√ (signifikant på 1%-niveau). Alle primære kausale forklarende variable er lagged med ét år samt logaritme-transformeret. Alle kontrolvariable er lagged med ét år. Den afhængige variabel er logaritmetransformeret.

For at få konkretiseret hvad de estimerede elasticiteter i figur 2 og tabel 2 svarer til, så har vi beregnet nogle marginaleffekter i tabel 3. Resultaterne er forbundet med betydelig usikkerhed, og for 'direkte støtte til privat R&D' kan det end ikke afvises, at den marginale effekt på den private forskningsaktivitet er nul.

Det fremgår af tabel 3, at den private forskningsaktivitet stiger med ca. 0,9 kroner, når forskning i den offentlige sektor stiger med 1 krone.

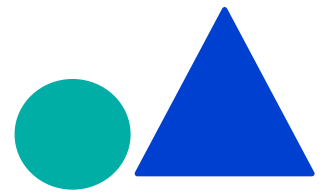
Tabel 3. Estimerede effekter på privat forskningsaktivitet

	Estimeret elasticitet	Mio. kr. (2016)*	Estimeret marginal privat R&D-effekt
R&D i den offentlige sektor	0,46	22.800	0,9
Offentlig støtte til privat R&D gennem skatteincitamerter	0,05	400	5,3
Direkte støtte til privat R&D**	0,04	1.200	1,4

Note: Der er taget udgangspunkt i estimater fra model med fixed effects og kontrolvariable. *Beløb er afrundet til nærmeste 100 mio. kr. **Den estimerede elasticitet er statistisk insignifikant, og det er derfor usikkert, om der overhovedet er en effekt på virksomhedernes forskningsaktivitet.

Den største marginale effekt kommer af offentlig støtte til privat R&D gennem skatteincitamerter. Her stiger den private forskningsaktivitet med ca. 5,3 kroner for hver krone, der ydes i offentlig støtte.





Konklusion

Analysens resultater peger på, at en stigning i offentlige forskningstiltag gennemsnitligt fører til en stigning i private virksomheders forskningsaktivitet. Resultaterne kan koges ned til tre centrale fund. For det første dominerer komplementæreffekten for OECD-lande, og der er ikke meget empirisk evidens, der bakker op om, at substitutionseffekten skulle være stærk. De økonomiske modeller indikerer således positive effekter af offentlig forskning på privat ditto.

For det andet afhænger størrelsen af den forventede effekt af, hvilke forskningstiltag det offentlige tager i anvendelse. En 1 procent stigning i forskningen i den offentlige sektor vil umiddelbart, på tværs af OECD-lande, føre til en stigning i de private virksomheders forskningsaktivitet på omtrent 0,46 procent. Det giver en estimeret dansk marginaleffekt på privat forskningsaktivitet på 0,9 kroner for hver krone den offentlige forskningsaktivitet stiger. Tager man andre redskaber i anvendelse som skatteincitamenter og direkte støtte, så er de estimerede elasticiteter mindre og for sidstnævntes tilfælde også statistisk insignifikante. Den største marginaleffekt findes på indirekte støtte gennem skatteincitamenter, hvor en krone i offentlig støtte estimeres til at øge den private forskningsaktivitet i omegnen af 5 kroner.

For det tredje finder vi, at når den direkte støtte stiger på bekostning af den indirekte støtte gennem skatteincitamenter, har det en negativ effekt på de private virksomheders forskningsaktivitet. Resultatet er dog kun marginalt statistisk signifikant, når man inkluderer både fixed effects og kontrolvariable i den økonomiske model.

Ovenstående resultater skriver sig ind i en større akademisk litteratur på området. Man skal derfor være påpasselig med at tolke hårdt på resultaterne, men i højere grad se dem som et bidrag til den samlede litteratur på området.

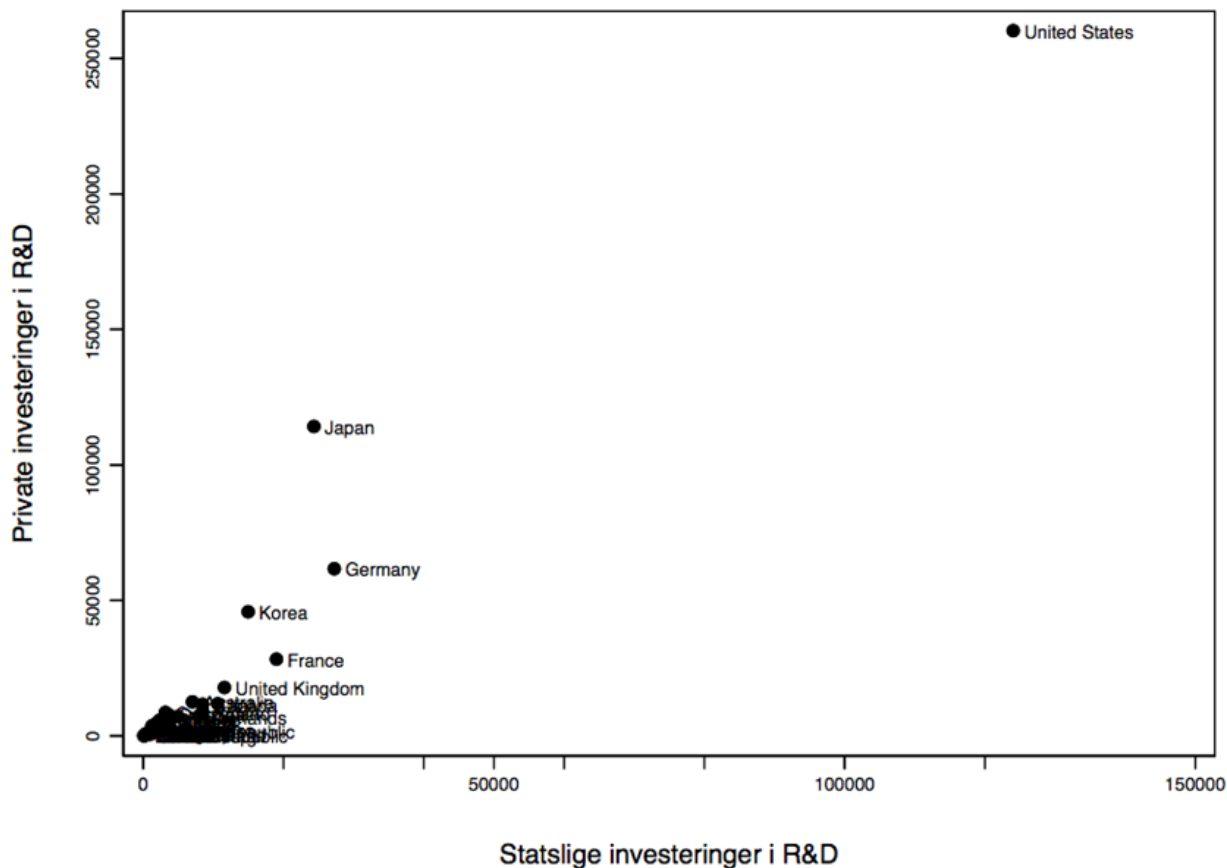
Ud over den store variation i de empiriske resultater er det også vigtigt at huske, at der kan være en betydelig variation, som vil afhænge af det enkelte forskningsprojekt. Som tidligere nævnt vil det være logisk, hvis den samlede effekt er mest komplementær for grundforskning, mens substitutionseffekten vil være kraftigere for den mere anvendelsesorienterede offentlige forskning. Eftersom der er tale om en analytisk makrotilgang, som ikke tager højde for den specifikke sammensætning og udformning af tiltag i de enkelte lande, er det problematisk at benytte resultaterne til at vurdere de eksisterende tiltag i fx Danmark. Slutteligt skal man tage henholdsvis potentialet og det eksisterende niveau inden for det enkelte hovedområde (fx teknisk forskning) og strategiområde (fx bioteknologisk forskning) i betragtning, for at kunne foretage en samlet vurdering af, hvordan samfundet optimerer niveauet af den samlede forskningsaktivitet.

Om analysens grundlag

Analysen er en paneldataanalyse af data fra 35 OECD-lande i perioden 2008-2016 (i alt $35 \times 9 = 315$ observationer). Alle variable er indsamlet fra OECD's og Verdensbankens hjemmeside, og analysen er foretaget ved hjælp af lineær regression (OLS).

Bilag

Bilag 1. Sammenhæng mellem statslige og private investeringer i forskning og udvikling (R&D). Gennemsnitlige værdier 2008-2016. Ikke logaritme-transformeret



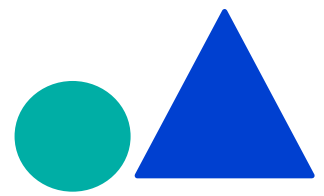
Bilag 2. Økonometrisk definition

Estimationen af den kausale effekt af XX på virksomhedsinvesteringer i R&D er beskrevet i ligningen nedenfor. Den beskriver således, hvordan vi forklarer forskellige niveauer i virksomhedsinvesteringer i R&D (Y_{it}) ved:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta \cdot D_{it-1} + \lambda_t + \delta \cdot X'_{it} \varepsilon_{it}$$

hvor α_i er dummies for lande (enheds fixed effects), D_{it-1} er niveauet af den uafhængige variabel for hvert land (i) i hvert år (t), lagged med ét år, og λ_t er dummies for år (tids fixed effects). X'_{it} er en vektor af kontrolvariable, der varierer over både tid (t) og sted (i). ε_{it} er fejleddet, der opfanger al uforklaret variation i Y_{it} . β er dermed det kausale parameter, vi er interesserede i, da det estimerer effekten af D_{it-1} .

Sammenhængen er et eksempel på den såkaldte 'within'-estimator, der anvendes til at estimere (kausale) sammenhænge ved brug af paneldata, hvor hver enhed (her: lande i OECD) er observeret ad flere omgange (her: fra 2008 til 2016). α_i opfanger og kontrollerer for al variation mellem lande, der er konstant over tid inden for hvert land (i) – fx institutionelle regler for finanslove og allokering af forskningsmidler. λ_t opfanger og kontrollerer for al variation, der varierer over tid men ikke mellem lande – fx tidstrends og OECD-politikker, der påvirker alle medlemslande.



Bilag 3. Variabeloversigt

Variabel	Statistik	Kilde	Link
gov	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and source of funds (source: government sector). Measure: 2010 Dollars- Constant Prices and PPPs	OECD	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GERD_FUNDS
business	Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and source of funds (source: business sector). Measure: 2010 Dollars - Constant Prices and PPPs	OECD	https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GERD_FUNDS
corp_inc_taxrate	Statutory corporate income tax rate	OECD	https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=TABLE_III
gdp_pc	GDP per capita (constant 2010 US\$) [NY.GDP.PCAP.KD], World Development Indicators	World Bank	http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.MKTP.KD.ZG&country=
goveducexp_pct-govexp	Government expenditure on education, total (% of government expenditure) [SE.XPD.TOTL.GB.ZS], World Development Indicators	World Bank	http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.MKTP.KD.ZG&country=
employment	Employment rate, 15-64 yrs	OECD	https://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?datasetcode=STLABOUR&lang=en#
gtard	Government tax relief highlighting the extent to which governments support R&D through tax incentives relative to direct support measures (grants etc.). Measured in millions of [national currency]	OECD	http://www.oecd.org/sti/rd-tax-incentive-indicators.htm
funding_berd	Direct funding of BERD o Measured in millions of [national currency]. NB: Always use log() due to different currencies	OECD	http://www.oecd.org/sti/rd-tax-incentive-indicators.htm
gtard_pct	GTARD as percentage of BERD. Percent	OECD	http://www.oecd.org/sti/rd-tax-incentive-indicators.htm
funding_berd_pct	Direct funding of BERD as percentage of BERD. Percent	OECD	http://www.oecd.org/sti/rd-tax-incentive-indicators.htm
gtard_gdp	GTARD as percentage of GDP. Percent	OECD	http://www.oecd.org/sti/rd-tax-incentive-indicators.htm
funding_berd_gdp	Direct funding of BERD as percentage of GDP. Percent	OECD	http://www.oecd.org/sti/rd-tax-incentive-indicators.htm