

FORSKNINGSØKONOMI

SAMFUNDSØKONOMISK EFFEKTANALYSE AF FINANSIERING
AF OFFENTLIG FORSKNING



Sammenfatning

I en verden med stigende international konkurrence om ressourcer og løsninger er forskning, uddannelse og innovation en forudsætning for, at Danmark skal kunne opretholde en langsigtet og holdbar økonomisk vækst. Men selvom der årligt investeres over 20 milliarder kroner i offentlig forskning, så findes der ikke megen konkret viden om effekten af investering på vigtige samfundsøkonomiske parametre som eksempelvis vores BNP. Der findes heller ikke økonomiske beregninger på, hvilken økonomisk effekt det har i vores samfund at tiltrække og fastholde forskere fra udlandet på de danske offentlige vidensinstitutioner.

Novo Nordisk Fonden igangsatte derfor i det forgangne år en analyse om effekten af offentlig finansiering af privat forskning inden for life-science-branchen og to analyser af effekterne af investeringer i offentlig forskning.

Resultaterne af analyserne findes i rapporten 'Forskningsøkonomi – 3 samfundsøkonomiske effektanalyser af investeringer i forskning i Danmark'.

Novo Nordisk Fonden vil gerne rette en tak til alle de forskere, økonomer og andre eksperter, der har bidraget til analysearbejdet.

Selvom de tre nye analyser kaster lys over nogle vigtige effekter af investeringer i forskning, så er der behov for forskning på området. Denne forskning agter Novo Nordisk Fonden at være med til at støtte i de kommende år.

Novo Nordisk Fonden, april 2016.

OVERSIGT OVER DE TRE ANALYSER

1

HVILKEN EFFEKT HAR OFFENTLIG FINANSIERING AF PRIVAT FORSKNING INDEN FOR LIFE-SCIENCE-BRANCHEN?

SVAR

Den offentlige forskningsfinansiering af privat forskning forstærker i høj grad den private sektors egen forskningsfinansiering. Omregnet til kroner og ører svarer det til, at for hver krone det offentlige tilfører virksomhederne i life-science-branchen øremærket forsknings- og udviklingsaktiviteter, øger virksomhederne selv investeringen med yderligere 4 -11 DKK.

2

HVORDAN PÅVIRKES SAMFUNDSØKONOMIEN AF ÆNDRERE INVESTERINGER I OFFENTLIG FORSKNING?

SVAR

Øgede investeringer i offentlig forskning har betydelige positive effekter for såvel BNP-niveau, offentlig forbrug, private investeringer og forbrug på kort (5 år) og på mellemlang sigt (10 år).

3

HVILKE ØKONOMISKE EFFEKTER HAR TILFØRSEL AF UDENLANDSKE FORSKERE TIL DEN OFFENTLIGE FORSKNINGSEKTOR?

SVAR

Tilførsel af udenlandske forskere til den offentlige sektor gavner den danske økonomi samlet set. De udenlandske forskere har en positiv indvirkning på BNP, øget beskæftigelse, offentlige og private investeringer samt forbrug i samfundet.

INDHOLDSFORTEGNELSE

	SAMMENFATNING	6
	DEL I OFFENTLIG FORSKNINGS BETYDNING FOR SAMFUNDSØKONOMIEN HVORFOR, HVORDAN OG HVAD?	14
1.0	Forskningsøkonomi: økonomisk analyse af udgifter til offentlig forskning.	15
1.1	Forskningspolitisk perspektivering	16
1.2	Antagelser og hovedanalyser	17
2.0	Spredning af forskning, effektkæder og begreber.	19
2.1	Effektkæde mellem offentlig og privat forskningsfinansiering	21
2.2	Effektkæde mellem privat forskning og arbejdsproduktivitet	22
2.3	Effektkæder mellem offentlig forskning og makroøkonomi	23
3.0	Effekter af offentlig forskning i faglitteraturen	24
3.1	Økonomiske effekter af lægevidenskabelig forskning og sundhedsforskning	25
3.2	Substitution eller komplementaritet mellem finansiering af offentlig forskning og privat forskning	27
3.2.1	Sammenhæng mellem offentlig og privat forskning inden for life-science	28
3.2.2	Sammenfatning af komplementaritets- og substitutionsanalyser	31
3.3	Produktivitetseffekter af privat forskning	31
3.4	Effekterne af vidensspredning	34
3.5	Makroøkonomiske effekter af offentlig og privat forskning	37
3.6	Makroøkonomiske effekter af videregående uddannelse og tilførsel af forskere og studerende	37
3.7	Sammenfatning	41
	DEL II ØKONOMISK EMPIRSKE ANALYSER – KORT- OG LANGSIGTEDE MIKRO- OG MAKROØKONOMISKE EFFEKTER AF OFFENTLIG OG PRIVAT FORSKNING	42
4.0	Hvilken effekt har offentlig finansiering af privat forskning inden for life-science branchen?	43
4.1	Metode og empirisk strategi	45
4.2	Data og beskrivende statistik	49
4.3	Analyseresultater	51

5.0	Hvordan påvirkes samfundsøkonomien af ændrede investeringer i offentlig forskning?	55
5.1	Samfundsmæssige effekter af forskningsforbrug	57
5.2	De økonomiske effekter af offentlig forskning	59
5.2.1	Kort- og mellemlangsigtede effekter af forøget offentligt forskningsforbrug	60
5.2.2	Langsigtede effekter af øget offentligt forskningsforbrug	61
5.3	Samspillet mellem offentlig forskning og privat forskning	63
5.3.1	Afkastet af privat forskning	63
5.4	Modelleringen af de økonomiske effekter	63
5.4.1	Direkte effekter af private fondes finansiering af offentlig forskning	65
5.4.1.1	Effekter af stød: Offentligt varekøb	65
5.4.1.2	Effekter af stød: Offentlig beskæftigelse	66
5.4.2	Afledte effekter af øget offentlig forskning	67
5.4.2.1	Effekter af stød: Private investeringer	68
5.4.2.2	Produktivitetseffekter	69
5.5	Estimering af de samfundsøkonomiske effekter	69
6.0	De økonomiske effekter af tiltrækning af forskere fra udlandet (til styrkelse af offentlig forskning)	72
6.1	Introduktion til grundanalysen	72
6.2	Effekter af internationale højtuddannede i den offentlige sektor	74
6.3	Resultater	76
6.4	Effekter på befolkningstilvækst og arbejdsmarkedet	77
6.5	Makroøkonomiske effekter	79
6.6	De offentlige finanser og de private fondes omkostninger	81
	LITTERATURLISTE	84
	APPENDIX:	88
	Databeskrivelse	89
	Noter	91

HVILKEN EFFEKT HAR OFFENTLIG FINANSIERING AF PRIVAT FORSKNING INDEN FOR LIFE-SCIENCE-BRANCHEN?

BAGGRUND

Vi ved, at forskning inden for life-science kan resultere i eksempelvis nye former for videnskabelig funderet forebyggelse og behandling af sygdomme, der kan øge livskvalitet og levealder. Men det er begrænset, hvad der i Danmark findes af viden om de økonomiske effekter af de offentlige investeringer til forskning og udvikling.

Offentlig finansiering af private virksomheders forskning inden for life-science sker især gennem offentlig-private forskningssamarbejder, hvor der sideløbende også kan ske en investering i forskningsaktivitet i offentlige vidensinstitutioner. Den offentlige finansiering kan fx stamme fra Danmarks Innovationsfond, EU's rammeprogram for forskning mv.

FORMÅL OG METODE

Analysen søger svar på, om der er en kausal sammenhæng mellem øget offentlig finansiering af private life-science-virksomheders forskning og udvikling og fx virksomhedernes egne investeringer i forskning og udvikling.

Spørgsmålet er undersøgt ved hjælp af fire forskellige økonometriske analysemodeller. Analysen er baseret på data fra 408 forskningsaktive virksomheder inden for life-science-branchen, som er registreret med udgifter til forskningsaktivitet mere end én gang i Danmarks Statistiks forskningsstatistik i perioden 2000-2013. 75 ud af de 408 virksomheder modtager i perioden offentlige midler til forsknings- og udviklingsaktiviteter. Data optræder som en tidsserie, hvilket gør det muligt at sammenligne offentlig og privat finansiering af en privat virksomheds forskningsaktiviteter over årene.

RESULTATER

Hovedresultatet viser, at offentlig finansiering af private virksomheders forskning og udvikling har en positiv effekt på private virksomheders egen finansiering af forskning og udvikling.

Analyserne viser, at 1 pct. stigning i offentlig finansiering af privat forskning fører til en stigning i de private virksomheders egeninvestering på mellem 0,16 pct. og 0,40 pct.

Dette lyder ikke af meget, men da investering i den privatfinansierede forskning er større end det offentlige tilskud, er der tale om tydelige effekter. For hver krone det offentlige tilfører life-science-virksomheder øremærket forskningsaktiviteter, stiger deres egenfinansiering med ca. 4 - 11 DKK. Effekten er målt over en periode på op til 13 år efter modtagelse af offentlig forskningsfinansiering.

Virksomhedernes egenfinansiering udregnes fra:

- ▶ summen af offentlig finansiering for hele perioden, som er 1.711 mio. DKK, dvs. 1 pct. stigning svarer til 17,1 mio. DKK samt
- ▶ summen af privat finansiering for hele perioden er 44.700 mio. DKK, hvor en stigning på hhv. 0,16 pct. og 0,40 pct. svarer til hhv. 71,5 og 178,8 mio. DKK.

Den relative ændring i forhold til offentlig finansiering på 1 DKK er derfor 4 - 11 DKK.

KONKLUSION

Offentlige investeringer i privat forskning fremmer investeringer i privat forskning markant.

HVORDAN PÅVIRKES SAMFUNDSØKONOMIEN AF ÆNDREDE INVESTERINGER I OFFENTLIG FORSKNING?

BAGGRUND

Den offentlige forskning kan spredes i samfundet via forskningssamarbejde og formidling af viden. Universiteter mv. vil tiltrække og uddanne forskere og kandidater med ny viden og kan derved tilføje højtuddannet beskæftigelse til danske virksomheder. Ny viden, teknologier og opfindelser udsprunget fra den offentlige forskning kan lede til skabelse af nye virksomheder eller bidrage til etablerede virksomheders udvikling.

Dette øger de private virksomheders investeringer i forskning, og det får efterspørgslen efter viden, varer, tjenester, handel og nye teknologier til at vokse i hele samfundet. Tilsammen vil det øge produktiviteten per arbejdstime, produktion og befolkningens indkomster. Flere vil komme i beskæftigelse, hvilket vil fremme velstand, forbrug og velfærd.

FORMÅL OG METODE

Formålet med analysen er at kortlægge effekten på dansk økonomi og sætte tal på effekterne, når investeringerne i offentlig forskning ændres.

Statens makroøkonomiske ADAM-model er anvendt i analysen til at beregne effekten på samfundsøkonomien (fx på produktion, beskæftigelse, forbrug) ved tilførsel af ekstra midler til offentlig forskning.

I ADAM-modellen estimeres effekterne for tre forskellige scenarier (regneeksempler) for en årlig tilførsel af ekstra midler til offentlig forskning i perioden 2015 til 2020, hvorefter offentlig forskning følger udviklingen i den generelle økonomi. Modelteknisk er der tale om en gradvis indfasning af et permanent løft af offentlig forskning finansiering fra 2015-2020. Hvert scenario sammenlignes med ADAMs grundforløb, som er fastlagt i år 2014.

En oversigt over tilførslen af årlige midler til offentlig forskning for hvert scenario findes i figur 1.

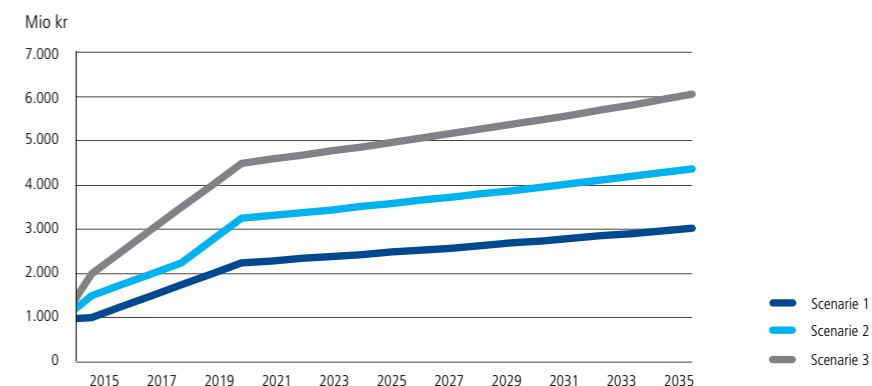
BOKS 0.1

ADAM-MODELLEN

ADAM er en efterspørgselsdrevet model og er i denne analyse estimeret med følgende antagelser fra litteraturen¹⁾:

- ▶ Offentlig forskningsfinansiering påvirker privat forskningsfinansiering med 0,10 pct.
- ▶ Privat forskning øger virksomhedernes produktivitet med 0,09 pct.
- ▶ Produktivitetseffekterne tilfalder kun den del af økonomien, der vedrører life-science.
- ▶ Udviklingen i produktiviteten er konservativt anslået, hvorfor produktivitetseffekterne i sammenligning med den teoretiske litteratur må antages at undervurdere den langsigtede effekt.

FIGUR 0.1 TRE SCENARIER FOR FINANSIERING AF OFFENTLIG FORSKNING



RESULTATER

Tabel 1 viser en samlet oversigt over udvalgte resultater for de tre scenarier. Resultaterne er ændringer forårsaget af tilførsel af midler sammenlignet med ADAMs grundforløb. Grundforløbet inkluderer udviklingen i dansk økonomi fra 2015 uden øget tilførsel af offentlig forskningsfinansiering. Efterspørgslen er angivet som indenlandsk forbrug og investeringer. Udbuddet er angivet som BNP og nettoimport.

Eksempelvis for scenario 1 er ændringen i BNP i forhold til grundforløbet i år 2020 på 2,0 mia. DKK. Ændringen i BNP er positiv og derved højere end grundforløbet, men aftagende over tid.

¹⁾ Resultaterne for HERG/OHE (2008) viser, at en stigning i den offentlige forskning med 1 pct. forøger de private forskningsudgifter med omkring 0,10 pct. Uddannelses- og Forskningsministeriet har vist, at stiger private forskningsudgifter med 1 pct. øges arbejdsproduktiviteten i virksomhederne med omkring 0,09-0,15 pct.

TABEL 0.1 EFFEKTEN PÅ ØKONOMISKE NØGLETAL AF DEN ØGEDE INVESTERING I FORSKNING I TRE KONKRETE ÅR, 2020, 2025 OG 2055 (ÆNDRING I FORHOLD TIL ADAM-MODELLENS GRUNDFORLØB).

		Efterspørgsel			Udbud	
		Privat forbrug	Offentligt forbrug	Private investeringer	BNP	Nettoimporten
Kort sigt: 2020	Scenario 1	912	2.759	386	2.040	2.024
	Scenario 2	1.384	3.978	693	3.420	2.649
	Scenario 3	1.810	5.515	930	4.721	3.746
Mellemlang sigt: 2025	Scenario 1	1.738	2.769	337	1.688	3.169
	Scenario 2	2.506	3.996	453	2.456	4.517
	Scenario 3	3.530	5.540	621	3.360	6.359
Lang sigt: 2055	Scenario 1	2.295	2.797	96	895	4.310
	Scenario 2	3.889	4.025	453	1.522	6.227
	Scenario 3	4.609	5.595	178	1.787	8.634

KONKLUSION

Det har betydelig positiv samfundsøkonomisk virkning (målt på ændringen i offentligt og privat forbrug og investeringer samt BNP), hvis tilførslen af midler til offentlig forskning øges. Dette gælder især på kort- og mellem-lang sigt. Den langsigtede virkning lader til at være undervurderet, idet der er anlagt et konservativt skøn for produktivitetsudviklingen.

Analyse 3 sammenfatning:

HVILKE ØKONOMISKE EFFEKTER HAR TILFØRSELN AF UDENLANDSKE FORSKERE PÅ DANSK ØKONOMI?

BAGGRUND

Allerede i dag arbejder mange udenlandske forskere på danske offentlige vidensinstitutioner, og en yderligere tiltrækning af udenlandske forskere til Danmark kunne forventes, hvis der tilføres flere midler til offentlig forskning på fx universiteter og hospitaler.

FORMÅL OG METODE

Formålet med analysen er at undersøge de makroøkonomiske konsekvenser på længere sigt af at tiltrække udenlandske forskere til offentlige vidensinstitutioner.

Den makroøkonomiske model, DREAM, anvendes til at udarbejde langsigtede fremskrivninger af den økonomiske udvikling i Danmark og til at foretage konsekvensberegninger af økonomisk-politiske tiltag. I denne analyse vurderer DREAM-modellen, hvilke effekter det har på fx BNP, beskæftigelse, ændringen i den offentlige saldo samt offentlige og private investeringer og forbrug fra 2015, hvis der årligt tiltrækkes og fastholdes 200 højtuddannede forskere fra udlandet til Danmark.

Der antages i analysen følgende forhold omkring den gruppe af forskere, der tiltrækkes:

- ▶ Alle forskere kommer fra udlandet, og hver medbringer en ægtefælle.
- ▶ Alle forskere ansættes i den offentlige sektor.
- ▶ Alle forskere har 100 pct. beskæftigelse.
- ▶ Alle forskere aflønnes i gennemsnit med ca. 800.000 DKK årligt.
- ▶ Alle forskere er i aldersgruppen 30-50 år.
- ▶ Alle ægtefæller har samme erhvervsfrekvens, arbejdsløshed og produktivitet, som deres køn, alder og oprindelse tilskrives dem.

DREAM-modellen indeholder ikke en egentlig forskningssektor, som fx tager højde for spill-over-effekter mellem offentlig og privat forskning eller mellem forskning og uddannelsesniveau. Analysen måler kun de umiddelbare samfundsøkonomiske effekter af tilførsel af forskere fra udlandet. Der er derfor tale om en konservativ vurdering, og det må forventes, at den egentlige effekt er højere.

RESULTATER

Resultaterne i forhold til grundforløbet i DREAM-modellen med en årlig tiltrækning af 200 forskere med ægtefæller fra 2015 viser, at den offentlige sektors råderum i gennemsnit årligt vil blive forbedret med 2,94 mia. DKK (2014-niveau). Derudover er der følgende effekter på langt sigt (i år 2050):

- ▶ Befolkningen vil vokse med 16.000 personer.
- ▶ Beskæftigelsen vil vokse med 0,35 pct.
- ▶ BNP (Danmarks samlede produktion) vil stige med 0,70 pct.
- ▶ Private og offentlige investeringer vil vokse med henholdsvis 0,32 pct. og 1,76 pct.
- ▶ Privat forbrug vil øges med 0,52 pct.
- ▶ Offentlige forbrug vil øges med 2,24 pct.

KONKLUSION

Der er betydelige samfundsøkonomiske gevinster, når der tiltrækkes højtuddannede forskere fra udlandet, der får arbejde i den offentlige sektor.

RAPPORTENS OPBYGNING

DEL 1 indeholder kapitel 1 og 3, som beskriver eksisterende viden og resultater fra litteraturen om forskningens effekter, samt hvorledes forskning spredes i økonomien. Mere specifikt gennemgår kapitel 2 de centrale effektkæder, som forskning igangsætter i økonomien. Kapitel 3 indeholder en gennemgang af dansk og international forskningslitteratur om økonomiske effekter af forskning.

DEL 2 indeholder kapitel 4-6, som præsenterer rapportens hovedanalyser samt rapportens 3 analyser.

Appendix A indeholder databeskrivelse.

Del 1

OFFENTLIG FORSKNINGS BETYDNING FOR SAMFUNDS- ØKONOMIEN HVORFOR, HVORDAN OG HVAD?

1.0

FORSKNINGSØKONOMI: ØKONOMISK ANALYSE AF UDGIFTER TIL OFFENTLIG FORSKNING

Der forskes årligt i Danmark for knap 60 mia. kroner. I 2014 var FoU-udgifterne fordelt med 22,4 mia. til det offentlige og 36,3 mia. i private virksomheder. Men selvom der årligt investeres for over 22 milliarder kroner i offentlig forskning, så findes der ikke megen konkret viden om effekten af investering på vigtige samfundsøkonomiske parametre som eksempelvis vores BNP. Der findes heller ikke økonomiske beregninger på, hvilken økonomisk effekt det har i vores samfund at tiltrække og fastholde forskere fra udlandet på de danske offentlige vidensinstitutioner.

I litteraturen er der stor enighed om, at det er vanskeligt at måle de samfundsøkonomiske effekter af forskning. Nogle effekter kommer først efter en længere årrække og er indbyrdes forbundne, mens andre effekter sker på tværs af landegrænser. Kortlægningen af de forskellige velfungerende kanaler for spredning og udveksling af viden er centralt for analyserne. Salter and Martin (2000) beskriver de mangeartede økonomiske afkast/spredningsveje, som kan inddeles i hhv. teknologiske og videnskabelige afkast, som ny viden, uddannelse, instrumenter og metoder, netværk, kapacitetsforbedringer, nye produkter og virksomheder. Denne logik er central i udviklingen af et videnssamfund med holdbar økonomisk aktivitet, nye og bedre job, sundhed og velfærd.

Denne rapport indholder 3 samfundsøkonomiske effektanalyser af investeringer i forskning i Danmark, en om effekten af offentlig finansiering af privat forskning inden for life-science-branchen og to analyser af effekterne af investeringer i offentlig forskning. Selvom de tre nye analyser kaster lys over nogle vigtige effekter af investeringer i forskning, så er der behov for forskning på området. Denne forskning agter Novo Nordisk Fonden at være med til at støtte i de kommende år.

1.1

FORSKNINGSPOLITISK PERSPEKTIVERING

I litteraturen er der enighed om, at viden, læring og innovationer skabt gennem forskning og udvikling fører til højere arbejdsproduktivitet og økonomisk vækst¹. Dertil kommer en lang række ikke-økonomiske effekter inden for bl.a. sociale, sundheds-, miljø- og energimæssige samt kulturelle områder i samfundet.

Samfundsaftrykket af forskning skabes i et komplekst ikke-lineært samspil mellem en række aktører og faktorer over en ofte relativ lang tidshorizont². I økonomisk empirisk forskningslitteratur er der udviklet metoder, der gør det muligt at identificere og kvantificere sammenhænge mellem finansiering/forbrug ("input") af forskning, aktiviteter ("output") i forbindelse med forskning samt de videnskabelige, virksomhedsmæssige og samfundsøkonomiske effekter ("outcome" og "impact")³.

Denne analyse følger OECD's officielle definition af forskning, udvikling og innovation (FUI). Forskning skaber grobund for ny viden og fremmer kompetencer, der ansporer udvikling af ny teknologi og innovation. Ny teknologi og innovation skaber basis for bedre og banebrydende forskning. FUI er derfor vækst- og produktivitetsskabende faktorer for virksomheder og samfund. Desuden dækker ordet forskning og udvikling (F&U), som indeholder grundforskningsaktiviteter, anvendt forskning og udviklingsaktiviteter.

OECD'S DEFINITIONER AF FORSKNING OG UDVIKLING⁴

Forskning og udvikling (F&U): OECD's Frascati-manual definerer forskning og udvikling som skabende arbejde foretaget på et systematisk grundlag for at øge den eksisterende viden samt udnytte denne viden til at udtænke nye anvendelsesområder. Forskning og udvikling kan opdeles i henholdsvis grundforskning, anvendt forskning samt udvikling:

- ▶ Grundforskning: Grundforskning er eksperimenterende eller teoretisk arbejde med det primære formål at opnå ny viden og forståelse uden nogen bestemt anvendelse i sigte.
- ▶ Anvendt forskning: Anvendt forskning er eksperimenterende eller teoretisk arbejde, som primært er rettet mod bestemte anvendelsesområder.
- ▶ Udvikling: Udvikling er systematisk arbejde baseret på viden opnået gennem forskning og praktisk erfaring med det formål at frembringe nye eller væsentligt forbedrede materialer, produkter, processer, systemer eller tjenesteydelser.

Innovation: OECD's Oslo-manual definerer innovation som implementeringen af et nyt eller væsentligt forbedret produkt (vare eller tjenesteydelse), en ny eller væsentlig forbedret proces, en væsentlig ny organisatorisk metode eller en væsentlig ny markedsføringsmetode. Innovationer er resultatet af bevidste planer og aktiviteter rettet mod en forbedring af virksomhedens produkter, processer, salg og markedsføring eller organisering. Innovationer kan tage udgangspunkt i ny viden og teknologi, men kan også være kombinationer af – eller nye anvendelsesmuligheder for – eksisterende viden og teknologi.

Kilde: Styrelsen for Forskning og Innovation (2012)

1.2

ANTAGELSER OG HOVEDANALYSER

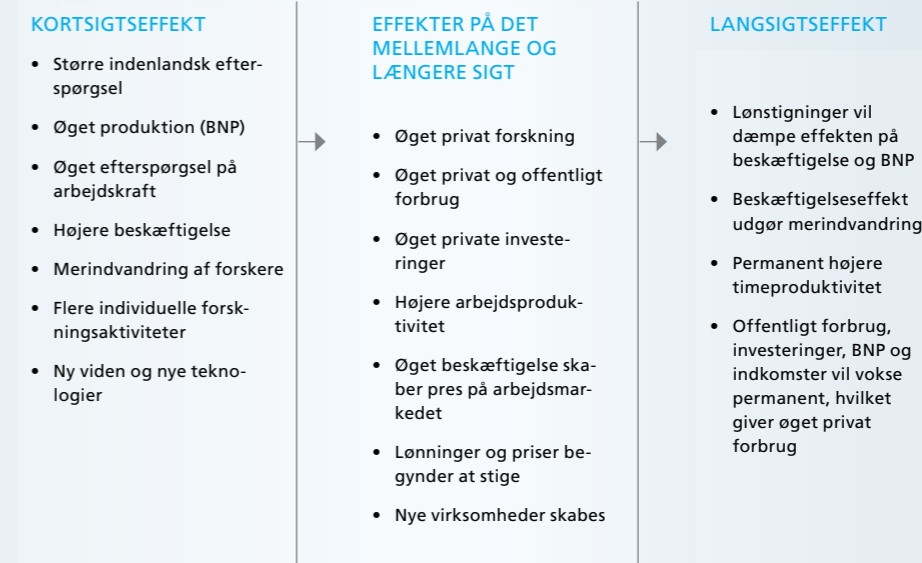
Analyserne bygger på antagelsen om, at gennemslaget af de økonomiske effekter af forskning tager tid og spredes gennem kanaler, som alle direkte eller indirekte påvirker de tre centrale drivkræfter, som får økonomien til at udvikles. Endvidere antages det, at økonomisk teori kan identificere de vigtigste spredningskanaler og etablere de væsentligste effektkæder, der muliggør kvantificering af forskningens samfundsmæssige effekter ved hjælp af økonometriske analyser og modelsimulationer.

Generelt fremmes den økonomiske udvikling af tre drivkræfter:

- ▶ Efterspørgselsiden i samfundsøkonomien (dvs. forbrug og investeringer)
- ▶ Udbudssiden (dvs. udviklingen i arbejdsudbuddet mv.)
- ▶ Teknologiske og videnskabelige fremskridt, hvilket fx øger timeproduktiviteten, dvs. virksomhedernes effektivitet i at omsætte nye teknologier og ny viden til øget værdi per arbejdstime

Figur 1.1 beskriver relationerne mellem kort, mellemlang og lang sigt.

FIGUR 1.1

ØKONOMISKE EFFEKTER AF FORSKNING. DRIVKRÆFTER PÅ KORT, MELLEMLANGT OG LANGT SIGT⁵

OVERSIGT OVER DE TRE ANALYSER

1	HVILKEN EFFEKT HAR OFFENTLIG FINANSIERING AF PRIVAT FORSKNING INDEN FOR LIFE-SCIENCE-BRANCHEN?	SVAR	<p>Den offentlige forskningsfinansiering af privat forskning forstærker i høj grad den private sektors egen forskningsfinansiering. Omregnet til kroner og ører svarer det til, at for hver krone det offentlige tilfører virksomhederne i life-science-branchen øremærket forsknings- og udviklingsaktiviteter, øger virksomhederne selv investeringen med yderligere 4 -11 DKK.</p>
2	HVORDAN PÅVIRKES SAMFUNDSØKONOMIEN AF ÆNDRERE INVESTERINGER I OFFENTLIG FORSKNING?	SVAR	<p>Øgede investeringer i offentlig forskning har betydelige positive effekter for såvel BNP-niveau, offentlig forbrug, private investeringer og forbrug på kort (5 år) og på mellemlang sigt (10 år).</p>
3	HVILKE ØKONOMISKE EFFEKTER HAR TILFØRSLEN AF UDENLANDSKE FORSKERE TIL DEN OFFENTLIGE FORSKNINGSSEKTOR?	SVAR	<p>Tilførsel af udenlandske forskere til den offentlige sektor gavner den danske økonomi samlet set. De udenlandske forskere har en positiv indvirkning på BNP, øget beskæftigelse, offentlige og private investeringer samt forbrug i samfundet.</p>

2.0

SPREDNING AF FORSKNING, EFFEKTKÆDER OG BEGREBER

Dette kapitel indeholder beskrivelse af spredningskanaler og effekter af offentlig forskning. Kapitlet gennemgår teoretiske effektkæder og faktorer, der driver de mikroøkonomiske og makroøkonomiske effekter. Økonomiske fagbegreber er defineret i boks 2.1.

BOKS 2.1

MIKROØKONOMI OG MAKROØKONOMI

MIKROØKONOMI: Omhandler de enkelte aktører eller de enkelte markeder. Det kan fx være biotech virksomheder eller pharma-virksomheder.

MAKROØKONOMI: Omhandler aggregerede størrelser, dvs. summen af beslutninger for alle virksomheder eller summen af handlinger for alle forbrugere mv.

Øget offentligt forskningsforbrug har makroøkonomiske effekter i form af øget efterspørgsel i samfundet, hvilket resulterer i forøget produktion og beskæftigelse. Hvis der er komplementaritet mellem offentlig og privat forskning, vil det også forøge private forskningsinvesteringer i forskning. Det skaber privatøkonomiske produktivitetseffekter, idet øget privat forskning ændrer arbejdsproduktiviteten. De privatøkonomiske effekter vil forplante sig til makroøkonomien gennem øget produktivitet og BNP-vækst⁶. Derfor vil øget viden i samfundet også give produktivitetseffekter i erhvervslivet.

Offentlig forskning kan også påvirke virksomhedernes produktivitet gennem andre kanaler. Uddannelses- og Forskningsministeriets (2014 A) viser, at produktivitetseffekterne i virksomhederne er signifikant større, hvis virksomheder investerer i forskningssamarbejde med offentlig forskning. Boks 2.3 definerer produktivitet og værditilvækst.

På længere sigt forventes det, at offentlig forskning vil lede til mere privat forskning og dermed til yderligere produktivitet i virksomhederne. Det skyldes, at øget viden, spredning af viden og teknologi samt bedre uddannet arbejdskraft (herunder merindvandring af forskere) kan øge afkastet af de private forskningsinvesteringer yderligere⁷. De øgede private forskningsinvesteringer, som følge af øget offentlig forskning, er dokumenteret i danske og udenlandske analyser (se kapitel 3, boks 3.2 og 3.3). Denne effekt kaldes også komplementaritetseffekt boks 2.2.

Afsnit 2.1-2.3 gennemgår følgende tre teoretiske effektkæder af offentlig forskning:

- ▶ EFFEKTKÆDE MELLEMLIG OG PRIVAT FORSKNINGSFINANSIERING
- ▶ EFFEKTKÆDE MELLEMLIG PRIVAT FORSKNING OG ARBEJDSPRODUKTIVITET
- ▶ EFFEKTKÆDER MELLEMLIG OFFENTLIG FORSKNING OG MAKROØKONOMI

BOKS 2.2

KOMPLEMENTARITET OG SUBSTITUTION MELLEMLIG OG PRIVAT FORSKNING

KOMPLEMENTARITET: Man siger, at offentlig forskning og privat forskning er komplementær, hvis øget offentlig forskning medfører øget privat forskning. Den offentlige forskning bidrager med viden ud over den private forskning. Den private forskning har adgang til at bruge offentlig forskning og til forskningsbaseret arbejdskraft. Dermed bliver privat forskning mere værd (afkastet stiger), og der investeres i mere forskning.

SUBSTITUTION: Man siger, at offentlig forskning og privat forskning er substitutter, hvis øget offentlig forskning medfører lavere privat forskning. Det offentlige kan udføre forskning, som det private ellers selv ville have udført. Det private slipper derfor for at investere i denne forskning, når det offentlige betaler.

2.1

EFFEKTKÆDE MELLEMLIG OG PRIVAT FORSKNINGSFINANSIERING⁸

Health Economics Research Group (HERG) og Office of Health Economics (OHE) har beregnet de økonomiske effekter af forskning inden for sundhed i Storbritannien. Resultaterne for HERG/OHE (2008)⁹ viser, at en stigning i den offentlige forskning med 1 pct. forøger de private forskningsudgifter med omkring 0,1 pct. Bloch og Graversen (2008) analyserer danske virksomhedsdata, på tværs af alle brancher, at når offentlig finansiering af privat forskning stiger med 1 pct., forøges de private forskningsinvesteringer med omkring 0,08-0,11 pct. Denne rapport belyser denne sammenhæng med nyere danske data inden for life-science.

BOKS 2.3

PRODUKTIVITETSBEGREBER: Arbejdsproduktivitet og totalfaktorproduktiviteten¹⁰

Når en virksomhed bruger ekstra input i produktionen, betyder det meromkostninger for virksomheden. Den værditilvækst, som virksomheden hermed opnår, kan måles som den ekstra omsætning opnået ved salg af virksomhedens varer og tjenester fratrukket ekstraomkostningerne til produktion bortset fra fast aflønning af det eksisterende kapitalapparat og den anvendte arbejdskraft. Denne ekstra økonomiske gevinst for virksomheden kaldes for "værditilvækst" eller "added-value". En virksomhed kan skabe mere værditilvækst, hvis den vokser i størrelse, fx når den udvider sit kapitalapparat og ansætter mere arbejdskraft. Værditilvækst skaber dog ikke i sig selv øget effektivitet i produktionen.

Arbejdsproduktivitet defineres som værditilvækst målt per medarbejder. Arbejdsproduktiviteten udregnes som bruttoværditilvæksten delt med antallet af arbejdstimer eller medarbejdere. Arbejdsproduktivitet måles enten per medarbejder eller per arbejdstime i produktionen (FTE, full time equivalent). Arbejdsproduktiviteten og arbejdstimeproduktiviteten står for værditilvæksten henholdsvis per fuldtidsmedarbejder og per udført arbejdstime. På virksomhedsniveau svarer arbejdsproduktivitet i grove træk til dækningsbidraget pr. arbejdstime. Arbejdsindsatsen beregnes som den reelle bruttofaktoringkomst (BFI). Arbejdsproduktivitetsbegrebet tager ikke hensyn til anvendelsen eller udvidelsen af virksomhedens kapitalapparat¹¹.

Totalfaktorproduktiviteten er defineret ved et indeks for BFI divideret med et indeks for totalfaktorindsatsen. Sidstnævnte er en sammenvejning af indeks for indsatsen af kapital og arbejdskraft. Totalfaktorproduktivitetsmålet skal forstås som et mål for effektivitetsstigninger, der bl.a. vedrører teknologiske fremskridt samt bedre organisation og arbejdstilrettelæggelse. TFP benyttes for både at tage hensyn til anvendelse af arbejdskraft og kapitalapparat i produktionen. Vækst i TFP måles som vækst i en virksomheds værditilvækst, som ikke skyldes øget kapitalapparat eller arbejdskraft i produktionen.

2.2

EFFEKTKÆDE MELLEMLIVAT FORSKNING OG ARBEJDSPRODUKTIVITET

Offentlig forskning har økonomisk betydning, da der via effektkæder sker en påvirkning på arbejdsproduktivitet og totalfaktorproduktivitet i virksomheder¹². Effektkæden er som følger: Øget offentlig forskning skaber viden, merindvandring af forskere og øget udbud af kvalificerede kandidater og forskere, som øger afkastet af investeringer i virksomheder og derigennem påvirker investeringstilbøjeligheden i den private forskning. Privat forskning vil dermed øge arbejdsproduktiviteten. Eksistensen af effekterne er veldokumenterede med flere nyere analyser ifølge danske og udenlandske virksomhedsdata.

Denne effektkæde belyses ikke i denne rapport, da Uddannelses- og Forskningsministeriet (2010¹³, 2014¹⁴ og 2015¹⁵) har vist, at stiger private forskningsudgifter med 1 pct., øges arbejdsproduktiviteten i virksomhederne med omkring 0,09-0,15 pct., dvs. produktivitetselasticiteten er 0,09-0,15. For yderligere gennemgang henvises til kapitel 3.3.

2.3

EFFEKTKÆDER MELLEMLIVAT OFFENTLIG FORSKNING OG MAKROØKONOMI

Hvis den analyserede stigning i forskningsbevillinger er tilstrækkelig stor målt i kroner, kan effekten måles makroøkonomisk (samfundsøkonomisk). For det første kan effekten måles direkte som samlet øget offentligt forbrug, idet fx private fondes uddelinger vil være med i universiteternes regnskab over forbrug af forskningsmidler (den private opsparing falder). For det andet kan offentlig forskning medføre et forventet løft i private forskningsinvesteringer, da virksomheder ventes at forske mere, når offentlige forskningsmiljøer og forskningsbaserede uddannelser styrkes.

Effekter af øget offentligt forskningsforbrug og øgede private investeringer kan simuleres i den nationale makroøkonomiske model for Danmark¹⁶—kaldet ADAM. Uddannelses- og Forskningsministeriet har i 2010 og i 2013 analyseret effekterne af øget offentligt forskningsforbrug i forhold til privat forskning, og ministeriet har i 2012 suppleret med en række yderligere analyser af effekter af offentlig forskning på samfundet¹⁷. Hvis øget offentligt forskningsforbrug medfører en forøgelse af forskere og arbejdskraft til Danmark, sådan som det er tilfældet med forskningsbevillinger fra private fonde, kan yderligere makroøkonomiske effekter af tilførslen af forskere simuleres i den såkaldte DREAM-model for arbejdsmarkedet¹⁸.

BOKS 2.4**PRODUKTIVITETSELASTICITET**

En elasticitet viser sammenhæng mellem to variable eller, om man vil, to indikatorer. Det kan fx være sammenhængen mellem størrelsen på investeringer i en virksomhed og størrelsen på det afkast, som investeringen medfører. Elasticiteten udtrykker sammenhængen målt i pct. – det vil sige den procentvise ændring i den ene variabel i forhold til den procentvise ændring i den anden variabel. Hvis investeringen fx er i virksomhedens forskningsafdeling, og afkastet måles som virksomhedens overskud per medarbejder, så udtrykker produktivitetselasticiteten for den private forskning følgende: Den procentvise ændring i arbejdsproduktiviteten i virksomheden i forhold til (divideret med) den procentvise ændring i størrelsen af virksomhedens forskningsbudget. Hvis arbejdsproduktiviteten er værditilvækst per medarbejder, kan elasticiteten opsættes som:

$$\text{produktivitetselasticitet} = \frac{\text{procentvis ændring i værditilvækst per medarbejder}}{\text{procentvis ændring i forskningsbudget per medarbejder}}$$

Der er kun en værdi for produktivitetselasticiteten, hvis der er en årsagssammenhæng mellem profitten i virksomheden og størrelsen af forskningsbudgettet. Denne kausalitet er analyseret og dokumenteret i forsknings- og evalueringslitteraturen. Hvis fx (arbejds-)produktivitetselasticitet af forskning er beregnet til 0,15 pct., betyder det, at en stigning på 1 pct. i forskningsbudgettet vil generere en øget produktivitet per medarbejder i gennemsnit på 0,15 pct. (Den kausale sammenhæng er, at mere forskning vil medføre mere viden og human kapital i virksomheden, hvilket vil øge arbejdskraftens produktivitet og dermed overskuddet.)

3.0

EFFEKTER AF OFFENTLIG FORSKNING I FAGLITTERATUREN

Dette kapitel indeholder en oversigt over eksisterende faglitteratur om økonomiske effekter af forskning på følgende områder:

1. Økonomiske effekter af lægevidenskabelig forskning og sundhedsforskning
2. Substitution eller komplementaritet mellem offentlig og privat forskning
3. Produktivitetseffekter af privat forskning
4. Effekter af vidensspredning
5. Makroøkonomiske effekter af forskning
6. Makroøkonomiske effekter af videregående uddannelse og merindvandring

Formålet er, for det første, at etablere et sammenligningsgrundlag for de empiriske resultater af de økonometriske analyser og modelsimulationer, som findes i kapitel 4-6. For det andet dokumenteres, hvilke typer effektkæder og transmissionskanaler forsknings- og evalueringsslitteraturen tillægger mest vægt i vurderingen af de økonomiske effekter af forskning. Gennemgangen vil ikke omfatte analyser af specifikke virkemidler/programmer.

Endelig er formålet at bygge bro mellem de teoretiske diskussioner om betydningen af forskning (som ses i kapitel 2) og de empiriske analyser af forskningseffekter og transmissionskanaler.

3.1

ØKONOMISKE EFFEKTER AF LÆGEVIDENSKABELIG FORSKNING OG SUNDHEDSFORSKNING

Det er et generelt resultat i sundhedslitteraturen, at sundheds- og medicinsk forskning bidrager positivt til den økonomiske vækst både på kort, mellemlangt og langt sigt. Men ifølge fx HERG/OHE/RAND (2008) er der ingen forskningsanalyser, som i tilstrækkeligt eller sammenhængende omfang ved brug af robuste økonometriske metoder og modeller estimerer størrelsen af de samfundsøkonomiske effekter af sundhedsforskning.

Der findes få anerkendte studier, som analyserer de økonomiske effekter af sundhedsforskning, der fx skaber en reduktion i dødeligheden på grund af specifik forskning. Et hovedresultat i et amerikansk studie, som benytter metoden First Funding, er, at levetiden for amerikanere forøges svarende til et økonomisk afkast på omkring US\$ 2.8 billioner per år¹⁹.

”First Funding”-metoden definerer værdien af ekstra leveår ud fra individets villighed til at betale for at afværge risikoen for dødsfald²⁰. Et australsk studie²¹ har anvendt samme metode og fandt samme høje afkast. Folks betalingsvillighed for at udskyde egen død er nær uendelig pga. følelser/familie m.m. Derfor er betalingsvilligheden formentlig også større end den rene økonomiske værdi for samfundet. Derfor giver metoden umiddelbart et meget højt resultat.

Robustheden i denne type analyser er udfordret af, at det er svært at sætte et præcist beløb på værdien af forlænget levetid. Til trods for at begge studier er blevet kritiseret for deres antagelser, har de haft indflydelse på debatten og forskningslitteraturen.

Et forsøg på at belyse nogle af kritikpunkterne findes i det britiske studie fra 2008²². Et af hovedresultaterne i HERG/OHE/RAND (2008) inden for hjertekarsygdomme er, at den monetære værdi af forskning i forhold til kvaliteten af ekstra leveår kan estimeres til £69 mia. i perioden 1985-2005. Boks 3.1 giver en oversigt over udvalgte studier om produktivitetseffekter af offentlig forskning inden for sundhed.

Den private sektor er afhængig af den offentlige sektor i forbindelse med udviklingen af et lægemiddel. Både som kilde til biologisk og kemisk viden, der kan danne grundlag for opdagelsen af nye lægemidler, som kilde til klinisk viden, der kan anvendes i forb. med design og testning af nye stoffer, og som kilde til indsigt i yderligere indikationer for allerede godkendte lægemidler. På trods af, at det kan være svært at adskille effekterne mellem offentlige og private investeringer i forskning, viser flere studier, at forskning direkte reducerer omkostninger på grund af fremkomsten af nye behandlingsmuligheder, som igen reducerer antallet af patienter og sygdomme fx via ny medicin eller vacciner²³.

BOKS 3.1 UDVALGTE STUDIER OM PRODUKTIVITETSEFFEKTER AF OFFENTLIG FORSKNING²⁴

Litteraturstudie, forfatter	Anvendte analysemetoder	Effekt på produktivitet af offentlig forskning
Mushkin (1979) – USA	Human kapitalmodel	Økonomisk afkast på 47 pct. for reduktionen i dødeligheden fra 1930-1975. Beregningerne er ikke opgjort per år, men Mushkin estimerer, at 1 pct. stigning i funding af biomedicinsk forskning reducerer dødeligheden med 0,05 pct.
Fudenberg (1983) – USA	Cost-benefit-analyser af polio vaccine	Finder besparelse for sundhedssystemet samt mindsket reduktion i produktionen.
Raiten og Berman (1993) – USA	Kommercialiseringsanalyse vha. udvidede cost-benefitanalyser.	Øget beskæftigelse.
First Funding (2000) – USA	Benytter metoden "Willingness to pay" til at definere værdien af leveår.	\$1,5 mia. er den årlige gevinst ved reduktion i leveår i årene 1970 til 1990. Det er estimeret/vurderet, at 1/3 af gevinsten skyldes offentlig forskning.
Access Economics (2003, 2008) – Australien	"Willingness to pay"-metoden. Sammenholder udgifter og indtægter fra sundheds-F&U. Casestudier	En australsk version af First Funding (2000). Benytter samme værdisætning som den amerikanske, dog forbedret mht. dødeligheds og sygdomsindex. I 2008 opdateres værdien af leveår baseret på et metastudie. Investering i F&U forøger levetiden med 8 år, hvilket har en estimeret værdi for Australien på \$5.4 mia.
Lichtenberg (2003) – USA	Samfundsøkonomisk værdisætning "FUNDING FIRST-metode"	Finder signifikant reduktion i dødeligheden pga. ny medicin. I perioden 1970-1991 er 11.000 liv årligt "reddet". Investeringerne i ny medicin er langt under den samfundsmæssige gevinst.
Johnston m.fl. (2006) – USA	Randomiseret kontrolgruppe. Sammenligner omkostninger og sundhedseffekter i 28 kontrolforsøg.	Estimerer 470.000 ekstra leveår over en 10-årig periode med et afkast på ca. \$15.2 mia.
HERG/OHE/RAND (2008) – Storbritannien	Cost-benefit-analyser, case-studier, tidsserie-estimationer, spredningstudie.	Det samfundsøkonomiske afkast af £1 ekstra investering i forskning gav et udbytte på £2.2-£5.10 til private investeringer i forskning, som så igen resulterede i £1.10-£2.50 afkast i BNP per år. BNP-afkast ligger mellem 20 og 67 pct.

Flere studier har forsøgt at tage udgangspunkt i en metode, der estimerer værdien af arbejdsstyrken som følge af bedre sundhed skabt af forskning – også kaldet humankapital-metoden. Metoden værdisætter den "sunde" arbejdsstyrke i forhold til et produktivitet-afkast. Mushkin (1979) estimerer den økonomiske værditilvækst på 47 pct. som følge af forskning i biomedicinsk forskning i USA i perioden 1930-1975 efter at have taget højde for udgifterne til forskning. Der er dog problemer med analysemetoden, idet denne metode overestimerer afkastet, da den ikke tager højde for strukturelle effekter og samspil med fx ledighed. Metoden estimerer altså kun afkast for individer i arbejdsstyrken. Resultaterne fra Raiten og Berman's (1993) analyse viser øget beskæftigelse ved udvikling af et nyt medicinalprodukt.

I et nyere studie, Johnston m.fl. (2006), benyttes adskillige randomiserede kontrolforsøg til at sammenligne omkostninger og sundhedseffekter. Studiet benytter værdien for ekstra leveår (baseret på tidligere amerikanske studier) og estimerer 470.000 ekstra leveår over en 10-årig periode, hvilket estimeres til at have et afkast på \$15.2 mia. Det er en indirekte forudsætning, at alle ekstra leveår er produktive. Da værdien af et leveår er ca. \$32.000, må der være en indirekte forudsætning for, at stort set alle ekstra leveår er produktive (højere pensionsalder), og at den længere levetid ikke fører til ekstra sundheds- og pensionsudgifter. Dette studie tager ikke hensyn til beskæftigelse eller alder (længere levetid fører ikke til ekstra sundheds- og pensionsudgifter) samt anden forskning, som kan influere resultaterne.

I Danmark er der ikke gennemført makroøkonomiske effektanalyser af forskning inden for sundhed. Der findes hovedsageligt kortlægninger af omfanget af forskningen. Eksempelvis giver "Kortlægning af dansk lægemiddelforskning" (2010) et overblik på tværs af fagområder og belyser ikke samfundsøkonomiske effekter af forskningen eller produktivitetseffekter i erhvervslivet.

Generelt set er der begrænsninger i forhold til sammenligninger af resultater på tværs af landestudier både metode- og datamæssigt. Desuden er der en problemstilling omkring tidsperspektiv for udført forskning og dets gevinster. HERG/OHE/RAND finder, at forskningen inden for lægevidenskaben ofte er målrettet løsninger af specifikke behandlingsmæssige problemstillinger, og at det tidsmæssige efterslæb mellem den udførte forskning og det tidspunkt, hvor sundhedssystemet høster konkrete gevinster, typisk varer mellem 10 til 25 år.

3.2
SUBSTITUTION ELLER KOMPLEMENTARITET MELLEML FINANSIERING AF OFFENTLIG OG PRIVAT FORSKNING

I dette afsnit præsenteres en oversigt over nyere studier vedrørende sammenhænge mellem offentlig forskning og privat forskning. Litteraturen har fokus på, hvorvidt der eksisterer en substitutionseffekt, det vil sige en fortrængning ("crowding out") af privat forsk-

ning ved stigninger i offentlig forskning, eller komplementaritet mellem offentlig og privat forskning, det vil sige øget offentlig forskning fremmer privat forskning.

Studierne i litteraturen har på dette område svagheder pga. data især i forhold til udvælgelsen af virksomheder, der udfører forskning og modtager offentlige forskningsbevillinger, som sjældent ikke er tilfældig. Den ideelle måde at løse problematikken på er via kontrollerede eksperimenter, hvor man i princippet helt undgår selektionsproblematikken. Problemet her er selvfølgelig, at der typisk ikke eksisterer sådanne kontrollerede eksperimenter.

En anden attraktiv tilgang er udnyttelse af naturlige eksperimenter, hvor der f.eks. sker en politisk ændring på et givet tidspunkt, som påvirker nogle virksomheder, mens andre er upåvirkede. Et eksempel herpå findes i Norge, hvor man i 2002 indførte en særlig bevilling til alle virksomheder op til en vis størrelse, jf. Bøler m.fl. (2015). Konsekvensen af politikændringen var stort set ens for alle virksomheder, der opfyldte kriterierne og efterfølgende modtog en forskningsbevilling. Dermed har man eksogen variation, der forklarer, at nogle virksomheder forsker, mens andre ikke gør. Problemet er, at sådanne naturlige eksperimenter sjældent er tilgængelige.

En tredje tilgang, der også udnytter eksogen variation, er instrumentvariabeltilgangen. Her forsøger man at finde en variabel (instrumentet), der forklarer, hvilke virksomheder der forsker (eller omfanget af forskningen i virksomheden), og som ikke påvirker virksomhedens performance på andre måder end igennem forskningen. Udfordringen er her naturligvis at finde sådan et instrument. Hvis man ikke har den slags eksogen variation, er man nødt til at antage, at alle forhold, der påvirker selektion og virksomhedsperformance, er observeret i data (som i propensity score matching) eller antage, at identifikation af effekterne kan opnås via antagelser om funktionelle former. Det er typisk stærke og urealistiske antagelser, medmindre man har usædvanlig detaljerede data.

Boks 3.2 sammenfatter udvalgt litteratur, som bygger på forskellige analysemetoder og datatyper, såsom tværnsnitsdata, paneldata, matching-metoder samt aggregerede og instrumentvariabel regression inden for forskellige forskningsfelter og brancher.

3.2.1

SAMMENHÆNG MELLEML OFFENTLIG OG PRIVAT FORSKNING INDEN FOR LIFE-SCIENCE

Der findes en række udenlandske studier, som undersøger, hvorvidt offentlig og privat forskning er substitutter eller komplementære inden for life-science. De fleste af disse studier er amerikanske og britiske, jf. oversigten over udvalgte studier, som findes i boks 3.2²⁵. Overordnet peger resultaterne på, at en stigning i offentlig forskning på 1 pct. inden for biomedicin- og pharmaområdet øger den private forskning med omkring 0,1 pct.

BOKS 3.2

SUBSTITUTION OG KOMPLEMENTARITETSSTUDIER I OFFENTLIG OG PRIVAT FORSKNING

Studier	Metode/Datatype	Resultat
Bloch og Graversen (2008)	Heckman twostep- model, OLS. Hermed forsøges der at tage højde for selektionsbias og simultanitet, hvilket er nyt. Metoden tager højde herfor ved at estimere bootstrap og en IV (two stage least squares).	Komplementaritet. 1 pct. stigning i offentlig finansiering af privat F&U giver ved OLS 0,08 pct., og ved IV 0,11 pct. stigning i privat finansiering af F&U.
Sadraoui og Zina (2009)	Dynamisk paneldata-model.	Komplementaritet.
Heshmati og Loof (2005)	Semi-parametrisk matching.	Virksomheder, der modtager offentlig støtte, har højere F&U, men kun SMV'er ²⁶ opnår en øget værditilvækst.
Aerts og Czarnitzki (2008)	Oversigtsartikel med hovedsageligt matching-modeller.	Finder begrænset substitution. Finder for enkelte studier, at offentlig støtte til F&U genererer ekstra privat finansiering sammenlignet med de virksomheder, der ikke har fået støtte.
Lichtenberg (2003)	Paneldata, 12*17 obs, 1963-79.	Ikke signifikant
Levin og Reiss (1984)	Paneldata, 20*3 obs, 1963, 1967.	Komplementaritet.

Sadraoui og Zina (2009) analyserer industridata på tværs af 23 lande og finder, at der er en positiv effekt af offentlig F&U i forskellige lande. Det indikerer, at der er komplementaritet mellem offentlig og privat forskning. Aerts og Czarnitzki (2008) gennemfører en række analyser, der analyserer crowding out og komplementaritet. Hovedsageligt anvendes metoden matching, hvor virksomheder, der har modtaget offentlig støtte, sammenlignes med virksomheder, der ikke har modtaget støtte, men som stadigvæk ligner de støttede virksomheder. Hovedresultatet viser, at på tværs af lande findes en svag tendens til substitution.

Propensity score matching er en populær metode til at isolere effekten. Virksomheder sammenlignes og matches på baggrund af observerbare karakteristika. Der er dog stadig meget usikkerhed forbundet med denne metode, hvilket hænger sammen med udvælgelsen af den rette kontrolgruppe (se Caliendo og Kopeining (2008)). Desuden kan der være forskel på selve "typen" af offentlig finansiering samt "traditionen" for at modtage offentlig finansiering. Begge parametre kan påvirke effekten forskelligt. Et nyere studie af Bloch og Marino (2012) analyserer effekten af offentlig finansiering, som er målrettet private F&U-aktiviteter. De benytter en matching-model og finder en positiv, men aftagende effekt af offentlig F&U-finansiering på tre forskellige områder. De finder, at når offentlig F&U-finansiering stiger, forøges private F&U-udgifter. Desuden finder de, at patentansøgninger stiger, samt kvaliteten af arbejdskraften stiger. De kan dog ikke helt udelukke substitution. Sadraoui og Zina (2009), Bloch og Graversen (2008) og Levin og Reiss (1984) finder alle komplementaritet for offentlig og privat forskningsfinansiering.

Inden for life-science findes en række udenlandske studier, som undersøger, hvorvidt forholdet mellem offentlig og privat forskningsfinansiering er substitueret eller komplementært. De fleste studier er amerikanske og britiske, se udvalgte studier i boks 3.3.

Toole (2007) finder, at lægemiddelindustriens forskningsinvesteringer varierer forskelligt,

Studie/år	Forskningsfelt og lande	Metode	Resultat
Office of Health Economics (2009)	Multi, fokus på biomedicin- og lægemiddelindustri i USA og Storbritannien	Litteraturoversigt med fokus på crowding out.	Studiet finder, at især inden for biomedicinsk forskning og lægemiddelforskning peger resultater på, at offentlig og privat forskning er komplementære, hvad angår forskningsinvesteringer.
Toole (2007)	biomedicin- og lægemiddelindustrien i USA	Tredelt 2SLS-regressioner med paneldata for 7 forskellige medicinske områder—Fixed effekt-model med IV vil tage højde for endogenitet. Benytter diverse test; unit root-test, dicky-fuller-test.	\$1 investering i offentlig grundforskning øger F&U investering med \$8,3 (på 8 år). \$1 investering i offentlig klinisk forskning øger F&U investering i medicinalindustrien med \$2,35 (på 3 år).
Guellec og Pottelsberghe (2003)	Lægemiddelindustrien i 17 OECD lande	Cross-country dynamisk makromodel, der indeholder tre instrumenter og kan udspecificere kort- og langsigtets elasticitet (indeholder laggede ²⁷ uafhængige variable). Denne model tager højde for flere forskellige typer af offentlig F&U og benytter en ny økonometrisk model.	Finder, at offentlig finansieret forskning har en crowding out-effekt. Effektiviteten af offentligt finansieret privat F&U er U-formet, så på et tidspunkt vil yderligere offentlig støtte gå ind og substituere for private investeringer. Der er altså aftagende grænsenyttelighed og et optimalt niveau af offentlig forskning. Resultaterne er forskellige fra land til land.

afhængig af hvilken type offentlig forskning, der analyseres, grundforskning eller klinisk forskning. Et af Tooles hovedresultater viser, at en \$1-investering i offentlig grundforskning over 8 år giver en \$8,3 øget investering i biomedicinindustrien, mens en \$1-investering i offentlig klinisk forskning medfører en \$2,35 øget investering i biomedicinindustrien på 3 år.

Guellec og Pottelsberghe (2003) finder inden for lægemiddelindustrien, at offentligt finansieret forskning fortrænger privat finansieret forskning. Studiet finder, at effektiviteten af offentligt finansieret forskning har en U-formet effekt på privat finansieret forskning, hvilket betyder, at over tid vil en stigning i niveauet for finansiering af offentlig forskning erstatte ("substituere") private forskningsinvesteringer. Der er dog forskelle i resultaterne fra land til land.

Overordnet kan det konkluderes, at der på tværs af lande og analysemetoder er en tendens til, at offentlig og privat forskningsfinansiering komplementerer hinanden inden for life-science-branchen.

Der er hidtil ikke gennemført analyser på danske forskningsdata af komplementaritets- og substitutionseffekter mellem offentlig og privat forskning alene inden for life-science. I denne rapport estimeres en sektorspecifik komplementaritetmodel på de nyeste danske virksomhedsdata, se kapitel 4.

3.2.2

SAMMENFATNING AF KOMPLEMENTARITETS- OG SUBSTITUTIONSANALYSER

På baggrund af ovenstående oversigt over fortrængningseffekt ("substitutionseffekt") eller "komplementaritet" i den internationale forskningslitteratur kan tre pointer opsummeres:

Hovedparten af studierne viser, at offentlige investeringer i F&U ikke fortrænger privat finansiering. Nogle studier finder endog, at den offentlige støtte øger omfanget af privat finansiering.

På makroplan finder man generelt komplementaritet i stedet for substitution mellem offentligt- og privatfinansierede F&U-udgifter. Men komplementaritet kan være overvurderet på grund af dynamiske fortrængningseffekter (højere løn).

- Undersøgelser på mikro niveau finder indikationer for, at komplementaritetseffekten synes at dominere for ikke-amerikanske landestudier.

Sammenfattende indikerer resultaterne, at selvom der i forskningslitteraturen har været fremført, at fortrængning af privat forskning kan opstå, når der sker stigning i de offentlige forskningsinvesteringer, så er der ikke generel empirisk belæg for denne hypotese. Det udelukker dog ikke, at der kan være nogle situationer, hvor der vil kunne ske fortrængning. Generelt viser de danske og internationale analyser, at der er en statistisk signifikant positiv sammenhæng mellem offentlig forskning og privat forskning. Ifølge danske data er resultatet estimeret til en elasticitet på 0,08-0,11 for alle brancher (dvs. at 1 pct. mere generel offentlig forskning fremmer den samlede private forskning med omkring ca. 0,08-0,11 pct.)²⁸.

3.3

PRODUKTIVITETSEFFEKTER AF PRIVAT FORSKNING

Der er en omfattende international litteratur, der ser på produktivitetseffekter af forskning. Der tegner sig et nogenlunde ens billede af forskningens betydning for arbejdsproduktiviteten i virksomheder. 11 studier af amerikanske, asiatiske og europæiske virksomheder beregner produktivitetselasticiteten af privat forskning til 0,09-0,26. Fem studier får højere eller lavere elasticitet, hvoraf kun ét studium har negativ elasticitet.

Styrelsen for Forskning og Innovation har i 2010 og i 2014 i samarbejde med Nordisk Ministerråd offentliggjort analyser af arbejdsproduktivitetseffekter af privat forskning i de nordiske lande, hvor erhvervslivet har været opdelt på seks sektorer.

Analyserne fandt ifølge danske data, at produktivitetselasticiteten varierer meget mellem sektorer. I 2010-analysen estimeres, at en stigning i privat forskning på 1 pct. leder til en stigning i arbejdsproduktiviteten på 0,145 pct. inden for højteknologisk fremstilling, mens den er 0,05 og 0,139 i henholdsvis lav- og mellemteknologisk fremstillingsindustri og

i vidensservice-erhvervene²⁹. I denne rapport anvendes disse eksisterende resultater for produktivitetseffekterne³⁰.

Analysen fra 2014³¹ viste en elasticitet inden for den højteknologiske industri på 0,09, og inden for lav- og mellemteknologisk fremstillingsindustri lå den på 0,03. Inden for vidensservice-erhvervene var produktivitetselasticiteten på 0,12³².

I boks 3.4 er der et udvalg af resultater fra 17 danske og internationale studier. Overordnet ligger elasticiteterne i de internationale studier på samme niveau som i de danske studier. Forskelle mellem sektorer i 2014-analysen viser, at afkast af private investeringer varierer fra branche til branche og fra virksomhed til virksomhed.

Det gælder for alle brancher, herunder også inden for life-science, at de forskningsaktive virksomheder gennemsnitligt har en højere produktivitet per medarbejder end de ikke-forskningsaktive virksomheder.

Forskellene i gennemsnitsproduktivitet per medarbejder er størst inden for fremstillingsvirksomheder, hvor de forskningsaktive har en produktivitet per medarbejder, der er 23 pct. højere end ikke-forskningsaktive virksomheder³³.

I nyere internationale studier, se fx Ortega-Argilés m.fl. (2009), findes der for forskningsaktive europæiske virksomheder en produktivitetselasticitet på 0,1. Dvs. at en stigning i private investeringer i perioden 2000-2005 på 1 pct. for et gennemsnit af europæiske forskningsaktive virksomheder forøger arbejdsproduktiviteten med 0,1 pct. Samme resultat opnås af Foray m.fl. (2009) for amerikanske data for perioden 2004-2006 og af Uddannelses- og Forskningsministeriet (2014) for danske data.

Litteraturen peger på, at der er en sammenhæng mellem privat forskning og arbejdsproduktivitet. Effekter fra produktiviteten fra privat forskning anvendes senere i analysen som dokumentation for eksistensen af nogle af de transmissionskanaler og effekter, som identificeres og kvantificeres i de makroøkonomiske simuleringer i Danmarks makroøkonomiske modeller (ADAM og DREAM), jf. yderligere information i kapitel 6 og 7.

Uddannelses- og Forskningsministeriets 2014-analyse af mikroøkonomiske sammenhænge mellem forskning og arbejdsproduktivitet bygger på et omfattende datamateriale på virksomhedsniveau. Data er nordiske forsknings- og udviklingsstatistikker fra 1999 til 2010 samt nordiske virksomhedsstatistikker fra 2004 til 2010. Produktivitetselasticiteten findes ved økonometriske analyser af relationen mellem virksomhedernes investeringer i forskning og udvikling samt arbejdsproduktiviteten i de forskningsaktive virksomheder. Bioteknologi og biomedicin udgør en stor andel af forskningsinvesteringerne i højteknologiske fremstillingserhverv³⁴, en kategori i den nordiske analyse.

I tabel 3.1 og 3.2 findes resultaterne for ministeriets nordiske produktivetsanalyse. På tværs af lande er resultaterne robuste³⁵.

BOKS 3.4

PRODUKTIVITETSELASTICITETER AF FORSKNING I UDVALGTE EMPIRISKE STUDIER³⁶

Litteraturstudie, forfatter	Forskningsresultat i artiklen
Minasian (1969)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.11-0.26 for 17 amerikanske virksomheder for perioden 1948-1957.
Schankerman (1981)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.10-0.16 for 110 amerikanske fremstillingsvirksomheder, kemi og olie, 1963 cross section.
Griliches and Mairesse (1984)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.19 for 77 henholdsvis 133 forskningsintensive amerikanske virksomheder fra 1966 til 1977.
Griliches (1986)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.12-0.17 og 0.09. Datagrundlaget var 491 amerikanske virksomheder med forskningsaktiviteter i perioden 1972-1977.
Englander, Evenson, and Hanazaki (1988)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.16-0.50. Datagrundlaget var observationer fra virksomheder inden for 16 industrisektorer i 6 lande fra 1970 til 1983.
Griliches and Mairesse (1990)	Produktivitetselasticiteten i to analyser beregnet til henholdsvis 0.25-0.41 og 0.20-0.56. Datagrundlaget var 525 amerikanske virksomheder med forskningsaktiviteter i perioden 1973-1980 og 406 japanske forskningsaktive virksomheder i perioden 1973 til 1980.
Hall and Mairesse (1995)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.05-0.25 og 0.00-0.07. Datagrundlaget var 197 franske virksomheder med forskningsaktiviteter i perioden 1980 til 1987.
Smith et al. (1999)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.08-0.13. Datagrundlaget var 110 danske virksomheder med forskningsaktiviteter i perioden 1987 til 1995.
Wang and Tsai (2003)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.19. Datagrundlaget var 136 virksomheder i fremstillingssektoren i Taiwan i perioden 1994 til 2000.
Graversen and Mark (2005)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.02-0.11. Datagrundlaget var 662 danske forskningsaktive virksomheder i perioden 1991 til 2001.
Foray et al. (2009)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.096. Datagrundlaget var 1513 amerikanske virksomheder med forskningsaktiviteter fra 2004 til 2006
Ortega-Argilés et al. (2009)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.35. Datagrundlaget var 532 EU-virksomheder med forskningsaktiviteter i perioden 2000-2005.
Styrelsen for Forskning og Innovation (2010)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.05-0.199. Datagrundlaget var ca. 2.000 danske forskningsaktive virksomheder fra 1997 til 2007.
Bjørner & Mackenhauer (2011)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.12-0.14. Datagrundlaget var 1029 danske virksomheder med forskningsaktiviteter i perioden 1999 til 2007.
Uddannelses- og Forskningsministeriet (2014)	Produktivitetselasticiteten beregnes til 0.09-0.12. Datagrundlaget var ca. 20.000 danske forskningsaktive virksomheder i perioden 2000-2010.
Michele Cincera, Reinhilde Veugelers (2014) ³⁷	Undersøgelsen finder, at unge virksomheder i USA realiserer betydeligt højere afkast af F&U i forhold til deres ældre virksomheder i den højteknologiske sektor. De unge virksomheder har også højere afkast end tilsvarende unge europæiske virksomheder. Det estimerede afkast til F&U opnået for den fulde stikprøve af virksomheder svarer til 0,048.
Styrelsen for Forskning og Innovation (2015) ³⁸	Estimeret afkast af totale investeringer i F&U er omkring 17-22 pct. Datagrundlaget var 2020 observationer fra 568 danske forskningsaktive virksomheder i perioden 2000 til 2012. Der er ikke tegn på, at outsourcing af F&U bidrager mere til afkastet af F&U end egen in-house F&U.

TABEL 3.1 R&D PRODUKTIVITETSELASTICITETER I NORDEN; HØJTEKNOLOGI OG VIDENSSERVICE (2012)

Land	Højteknologisk fremstilling	Vidensserviceerhverv
Danmark	0,09	0,12
Finland	0,20	0,21
Norge	0,11	0,17
Sverige	0,10	0,25

TABEL 3.2 PRODUKTIVITETSELASTICITETER FOR INVESTERINGER I FYSISK KAPITAL OG HUMAN KAPITAL I NORDEN (2012)

Land	Human kapital (private forskningsinvesteringer)	Fysisk kapital (private investeringer i fysisk kapital)
Danmark	0,09	0,13
Norge	0,12	0,13
Finland	0,16	0,14
Sverige	0,10	0,22

3.4

EFFEKTERNE AF VIDENSSPREDNING

Der skelnes mellem gensidig vidensudveksling, som typisk sker i forsknings samarbejder, og vidensspredning af eksisterende forskningsresultater og nye teknologier til virksomheder og organisationer, som ikke har været med til at skabe ny viden eller været med i forsknings samarbejder. Dette afsnit ser på effekter af vidensspredning.

Ifølge boks 3.5 viser litteraturen om forsknings- og videnssamarbejde, at der gennem vidensspredning opnås positive eksternaliteter af offentlig forskning og af privat forskning, jf. Uddannelses- og Forskningsministeriet (2014). Vidensspredning kan ske gennem udveksling af eksisterende viden, gennem et konkret samarbejdsprojekt, gennem udveksling af arbejdskraft mellem virksomheder samt gennem forsknings- og vidensbaseret uddannelse og udbud af ny arbejdskraft. Eksempelvis finder Parrotta og Pozzoli (2012), der benytter danske data, at spillover-effekter via arbejdskraftmobilitet mellem virksomheder har en positiv effekt på virksomhedens produktivitet. Resultatet gælder når der ansættes teknikere og højtuddannede fra virksomheder, der optager patenter.

Kompleksiteten ved at afgrænse, dokumentere og estimere effekter af vidensspredning af forskningsresultater indebærer, at der er relativt få analyser af vidensspredningens økonomiske effekter. Det er på trods af, at videns- og teknologispredning har stor betydning. Et eksempel på en økonomisk analyse af vidensspredning findes i en analyse fra Uddannelses- og Forskningsministeriet (2014 B), som viser, at virksomheder, der deltager i innovationsnetværk på vidensspredningsaktiviteter mellem blandt andet universiteter, GTS-institutter og virksomheder, opnår en højere totalfaktorproduktivitet (TPF). Totalfaktorproduktiviteten stiger i virksomheder (med mindre end 500 ansatte) med omkring 3,5 pct. i de to første år efter start på deltagelse i netværket sammenlignet med en kontrolgruppe³⁹. Et innovationsnetværk er en klyngeorganisation, som styrker samarbejdsaktiviteter og vidensspredning mellem virksomheder og mellem virksomheder og vidensinstitutioner⁴⁰.

BOKS 3.5

UDVALGTE STUDIER OM EFFEKTER AF VIDENSSPREDNING

Litteraturstudie og forfatter	Analysemetoder	Forskningsresultater
Hall m.fl. (2009)	Litteraturgennemgang inden for effektmåling af afkastet af R&D.	Hovedresultatet peger på, at der er positivt afkast af private investeringer i R&D (samt højere end for andre investeringer).
DØRS (2011)	Analysen er baseret på et ubalanceret panel af mere end 1.000 forskende danske virksomheder for perioden 1999 til 2007.	Analysen dokumenterer positive interne og eksterne afkast (spillover-effekter) af virksomhedernes forskning målt i forhold til effekten på virksomhedernes værditilvækst. Effekten udgør et samfundsøkonomisk afkast af forskning på ca. 28 pct., hvoraf omkring en syvendel kan tilskrives eksterne spillover-effekter til andre virksomheder.
Styrelsen for Forskning og Innovation (2011b)	Analyse af 1200 ikke-innovative virksomheder, der deltog i forsknings- og innovationsnetværk i perioden 2004-2010 sammenlignet med 1200 ikke-innovative virksomheder, som ikke deltog kontrolgruppe udvalgt på baggrund af propensity score matching-metoden. Effekter målt på CIS-data samt data fra Innovation Danmark-databasen og DAM-VADs samspilsdatabase.	Forsknings- og innovationsnetværk gør fire gange så mange virksomheder innovative som i kontrolgruppen og øger også frekvensen af etablering af forskningssamarbejder med fire gange sammenlignet med kontrolgruppen.
Kaiser and Kuhn (2012)	Analysen bygger på 217 virksomheder i et innovationskonsortium, som er et forsknings- og vidensspredningssamarbejde med i gennemsnit to universiteter (der skal være mindst et), et-to GTS-institutter (der skal være mindst et) og fem virksomheder (der skal være mindst to). Staten finansierer universitetsforskning og vidensspredning. Virksomheder finansierer 100 pct. egne aktiviteter.	Der vises positive effekter for små deltagende virksomheder i form af effekter på produktivitet per medarbejder, beskæftigelse og patenteringsaktivitet. Det gennemsnitlige konsortium består af 2 universiteter, 1-2 GTS-institutter, tre-fire små virksomheder og to store virksomheder.
Uddannelses- og Forskningsministeriet (2014)	Analyse af over 1000 virksomheder, der samarbejder med forskningsinstitutioner om forskning og udvikling. Kontrolgruppen er fundet ved propensity score matching-metoden. Data er fra 2000-2012.	Totalfaktorproduktiviteten stiger i virksomheder med mindre end 500 ansatte med omkring 3½ pct. sammenlignet med en kontrolgruppe i de to første år efter videnssprednings- og forskningssamarbejds start.
Bloch og Marino (2012)	Analyse af spillover-effekter fra offentlig forskning på virksomhedernes produktivitet baseres på beregninger af sammenhængen mellem dels offentlig og privat forskning, og dels hvordan denne sammenhæng påvirker produktivitet i danske virksomheder. Der er anvendt paneldata for danske virksomheder for perioden 1997-2005.	Analysen dokumenterer signifikante positive spillover-effekter fra offentlige forskningsinvesteringer på virksomhedernes produktivitet. Den beregnede spillover-elasticitet er 0,01, dvs. 1 pct. øget offentlig forskning leder til 0,01 pct. højere værditilvækst. De positive spillover-effekter er ikke begrænset til store innovative og patentaktive virksomheder, men findes også i SMV'er. Studiet viser, at spillover-elasticiteten fra offentlig forskning vokser op til fire gange, hvis forskningsintensiteten stiger i virksomhederne.
Uddannelses- og Forskningsministeriet (2015)	Analysen baserer sig på et spørgeskema, som er besvaret af 880 virksomheder, der deltager i vidensspredningsaktiviteter og teknologi- og innovationsaktiviteter i 42 innovationsnetværk og klyngeorganisationer i Danmark.	52 pct. har skabt eller forventer at skabe innovationer (nye produkter, tjenesteydelser eller produktionsprocesser) som følge af deltagelse i innovationsnetværk eller klyngeorganisationer. 60 pct. har udviklet eller forventer at udvikle nye ideer eller nye koncepter, der vil skabe innovationer.
Parrotta og Pozzoli (2012)	Deres analyse er baseret på en strukturel model og danske arbejdsgiver-medarbejder-registre for perioden 1995-2005. Det undersøges, hvordan højtuddannede rekrutteres til et firma.	Finder spillover-effekter via arbejdskraftmobilitet mellem virksomheder, der optager patenter. De finder en positiv effekt på virksomhedens produktivitet af at ansætte teknikere og højtuddannede fra virksomheder, der optager patenter.

DØRS (2011) præsenterer en empirisk analyse af forskning og spillover-effekter af danske virksomheder med henblik på at undersøge, om der er større spillover-effekter af privat energiforskning sammenlignet med øvrig privat forskning⁴¹. Analysen bekræfter, at der generelt er positive spillover-effekter af privat forskning. Der er en vis usikkerhed om størrelsen af denne effekt, men resultaterne peger i retning af, at ca. 14 pct. af det samlede samfundsøkonomiske afkast ved virksomheders forskning kan tilskrives afsmitning af viden mellem virksomheder. Den resterende del af afkastet tilfalder den udførende virksomhed.

Årsagen til spillover-effekten er, at forskningsaktive virksomheder spreder og udveksler viden gennem deres netværksaktiviteter, forskningsamarbejder, udveksling af medarbejdere og salg af videns- og teknologitunge produkter. Hermed opnår andre virksomheder en gevinst (positiv eksternalitet), idet de får adgang til ny viden, som de ikke selv har investeret i at skabe. Der korrigeres i DØRS' analyse for, at arbejdskraft med forskelligt uddannelsesniveau har forskellig produktivitet. Uden korrektion risikerer man, at virksomhedernes eget afkast af forskning bliver overvurderet, jf. Hall m.fl. (2009).

Vidensspredning mellem offentlig og privat forskning eksisterer i mange forskningsamarbejder. Samarbejde er en vigtig drivkraft for spredning af offentlig forskning og nye teknologier. Der er også vidensspredning, der er gensidig, så forskningsaktive virksomheder bidrager til den offentlige forskning. Eksempelvis kan universiteter og universitetshospitaler gennem samarbejde med forskningsaktive virksomheder få bedre adgang til nye data, nye forskningsproblemstillinger og nye teknologier og udstyr, der kan forbedre forskningen samt fremme afsætningen af kandidater fra forskningsinstitutioner. I en rapport fra Videnskabsministeriet (2011) undersøges effekterne af forskningsamarbejde i 1500 danske virksomheder i perioden 1999-2006, som sammenlignes med udviklingen i 1500 kontrolvirksomheder uden forskningsamarbejde. Resultaterne viser, at arbejdsproduktiviteten er 9-15 pct. højere i virksomheder med forskningsamarbejde. Analysen korrigerer både for uddannelse, brancher, virksomhedstyper og type af forskningsinstitution.

I Bloch og Marino (2012) estimeres effekten af virksomhedernes egen forskning og spillover-effekter for andre virksomheder⁴². Analysen undersøger, om der er en positiv spillover-effekt fra offentlig forskning og privat forskning på virksomhedernes produktivetsniveau. Derudover undersøges betydningen af absorptionskapaciteten i virksomhederne for størrelsen af effekterne. Analysen finder signifikante positive spillover-effekter fra investeringer i forskning på virksomhedernes produktivitet. De positive spillover-effekter er ikke begrænset til store innovative og patentaktive virksomheder, men findes også i SMV'er med mindre forsknings- og udviklingskapacitet og uden patentaktiviteter. Desuden viser analysen, at spillover-effekten fra offentlig forskning vokser med andelen af forsknings- og udviklingspersonale i virksomhederne⁴³.

3.5

MAKROØKONOMISKE EFFEKTER AF OFFENTLIG OG PRIVAT FORSKNING

Der findes kun få makroøkonomiske studier, der analyserer effekter af forskningsforbrug eller af et helt forskningssystem. Det skyldes typisk begrænset adgang til tilstrækkelige data og lange tidsserier eller til sammenføring af forskningsdata med nationaløkonomiske simulationsmodeller. For Danmark belyser enkelte studier sammenhængende områder, heraf nogle ved brug af simulationsmodellerne ADAM og DREAM. På europæisk plan findes flere modeller, som har forskning inkluderet, og som giver mulighed for direkte at evaluere politiske forslag på tværs af lande. Det er modeller som NEMESIS, QUEST og RHOMOLO. Boks 3.6 giver et overblik over de væsentligste analyser i Danmark og en nyere amerikansk analyse.

Overordnet viser analyserne, at det er muligt at anvende simulationsmodellen ADAM til at undersøge de makroøkonomiske effekter af afgrænsede ændringer af investeringsvariable. Udfordringen med ADAM-modellen er, at den ikke er udarbejdet med henblik på at analysere effekter af forskning. Modellen tager ikke i tilstrækkeligt omfang højde for de komplekse effekter, forskning har på såvel mikroøkonomien som makroøkonomien og derfor ikke har en endogeniseret produktivitetsudvikling. Desuden tage modellen ikke højde for de spillover-effekter der mellem offentlig og privat forskning samt forskning og arbejdsmarkedet.

Fx er ADAM-modellen indrettet til at tage højde for produktivitetseffekter af private investeringer i det fysiske kapitalapparat, men ikke produktiviteten af de private investeringer i forskning⁴⁴. Sådanne produktivitetselasticiteter må først estimeres, og ADAM-modellen må derefter tilpasses i de relevante ligninger, før effekter af privat forskning kan undersøges ved brug af modellen⁴⁵. Det er fx gjort af Styrelsen for Forskning og Innovation i en større undersøgelse i 2010, der beregner samfundsøkonomiske effekter af øgede private investeringer i forskning. Analysen finder frem til, at en permanent stigning i den private forskning på 5,5 mia. kroner medfører op til 30.000 flere i beskæftigelse og en BNP-vækst på 1,75 pct.

Internationale studier understøtter hypotesen om, at forskningsinvesteringer bidrager signifikant til BNP-væksten. Gordon Reikard (2011) estimerer, at mellem 30 og 50 pct. af BNP-væksten i USA kan henføres til effekterne af forsknings- og teknologiinvesteringer og den resulterende opbygning af human kapital (viden) og teknologikapital (se boks 3.6).

3.6

MAKROØKONOMISKE EFFEKTER AF VIDEREGÅENDE UDDANNELSE OG TILFØRSEL AF FORSKERE OG STUDERENDE

På såvel kortere som længere sigt er adgang til forskere samt specialiseret og kvalificeret arbejdskraft afgørende for muligheden for at fremme forskning både på de offentlige forskningsinstitutioner og i private virksomheder. På kort sigt kan adgang til kvalificeret arbejdskraft være en barriere for øgede investeringer i forskning, og på lang sigt vil udbuddet af arbejdskraft være afgørende for beskæftigelses- og BNP-effekter af forskningsinvesteringer.

Der er internationalt relativt få analyser, der kvantificerer effekter af sådanne tiltag. Det skyldes også på dette område en begrænset adgang til tilstrækkelige data og lange tidsserier. Men et nyere studie viser effekterne af at ansætte stjerneforskere i det lokale forskningsmiljø, jf. Agrawal, McHale og Oettl (2014). De finder, at ansættelse af stjerneforskere ikke øger produktiviteten blandt de lokale forskere. I stedet finder de, at stjerneforskere øger sandsynligheden for at øge produktiviteten blandt forskere, der efterfølgende ansættes.

I Danmark er der de sidste år gennemført analyser af individuelle programmer, og der har været foretaget simulationer i både ADAM og DREAM.

BOKS 3.6 UDVALGTE ANALYSER AF DE SAMFUNDSØKONOMISKE EFFEKTER AF FORSKNING	
Litteraturstudie, forfatter	Forskningsresultater
Gordon Reikard (2011), <i>"Total Factor Productivity and R&D in the Production Function"</i>	Forskningsartiklen bygger på en undersøgelse af sammenhænge mellem forsknings- og teknologi-investeringer og udviklingen i USA siden Anden Verdenskrig samt udviklingen i BNP. Det estimeres, at mellem 30 og 50 pct. af BNP-væksten i USA kan henføres til effekterne af forsknings- og teknologi-investeringer og den resulterende opbygning af human kapital (viden) og teknologikapital.
Styrelsen for Forskning og Innovation, Center for Forskningsanalyse, DAM-VAD og Danmarks Statistik (2010) ⁴⁶	Der blev gennemført nationaløkonomiske beregninger af effekter af privat forskning i den nationale ADAM-simulationsmodel. Rapporten viser de makroøkonomiske effekter af privat forskning. Øgede private investeringer i forskning resulterer i makroøkonomiske effekter i form af vækst, beskæftigelse og velfærd. De makroøkonomiske effekter af en permanent stigning i erhvervslivets investeringer i forskning på 5½ mia. kr. topper efter fem år med følgende effekter: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Beskæftigelsen stiger med op til 30.000 personer ▶ BNP stiger med op til 2 pct. ▶ Produktiviteten vil stige med op til 1,2 pct.
Uddannelses- og Forskningsministeriet (2013) ⁴⁷	Der blev gennemført ADAM-modelsimulationer af regeringens innovationsstrategi fra 2012. Rapporten evaluerer makroøkonomiske effekter af regeringens mål om: <ol style="list-style-type: none"> 1. flere private investeringer i forskning og udvikling 2. flere innovative virksomheder På alle områder er det regeringens målsætning, at Danmark ligger i OECD's top 5 i 2020. Analysen finder, at en indfrielse af målene isoleret set vil medføre en langsigtet forøgelse af BNP på 0,5 til 1,2 pct., afhængigt af hvilken målsætning der er tale om. Det svarer til en velstandsgevinst på 8 til 20 mia. kroner. Forbedret produktivitet i virksomhederne er en central kilde til mervæksten.
Produktivitetseffekter af flere innovative virksomheder, CEBR (2013)	Rapporten estimerer makroøkonomiske effekter af regeringens mål i dens innovationsstrategi fra 2012 om flere innovative virksomheder. Effekten ved at nå målet om at være blandt de fem europæiske OECD-lande med de mest innovative virksomheder er 0,27 pct. højere BNP.
Videnskabsministeriet (2011) ⁴⁸	Rapporten estimerer mereeffekterne på arbejdsproduktiviteten i virksomheder, der samarbejder med forskningsinstitutioner, universiteter og/eller GTS-institutter i forhold til virksomheder, der ikke har samarbejdet, men har de samme statistiske karakteristika. Der opnås mereeffekter for de enkelte virksomheder, der samarbejder, på mellem 9 og 15 pct. på arbejdsproduktiviteten. På baggrund af disse individuelle virksomhedseffekter foretages en vurdering af den makroøkonomiske effekt, hvis alle forskningsaktive virksomheder samarbejder med forskningsudførende institutioner, såsom universiteter. Under denne restriktive antagelse opnås en gennemsnitlig årlig mereeffekt på 21,6 mia. kroner i værditilvækst, hvilket svarer til en stigning i BNP på 1½ pct. Effekterne kan være påvirket af selektionsbias, hvorfor der kan være overkantsskøn.

BOKS 3.7 UDVALGTE ANALYSER AF DE SAMFUNDSØKONOMISKE EFFEKTER AF TILFØRSEL AF HØJTUDDANNEDE	
Litteraturstudie, forfatter	Forskningsresultat
CEBR (2010), <i>"Produktivitet og videregående uddannelse"</i> , udgivet af DEA	Medarbejdere med en videregående uddannelse i alle danske virksomheder analyseres. Der inddrages 135.264 virksomheder i 1999 voksende til 153.832 virksomheder i 2007, idet virksomhedsdata fra hele perioden 1999-2007 anvendes, og individuelle persondata om uddannelse anvendes for alle medarbejdere. Rapporten estimerer, at en stigning på ét procentpoint i den andel af de beskæftigede, der har en lang videregående uddannelse, giver anledning til en stigning i BNP på ca. 1,0 pct. Effekten er højest for personer inden for naturvidenskaberne.
Styrelsen for Universiteter og Internationalisering (2013), <i>"Analyse af samfundsøkonomisk gevinst ved tiltrækning og fastholdelse af internationale studerende"</i> , DREAM 2012	Analysen foretager makroøkonomiske beregninger af merindvandring af udenlandske universitetsstuderende på DREAM-simulationsmodellen for Danmark. En årlig merindvandring på 1000 udenlandske bachelorstuderende vil lede til en permanent årlig forbedring af den primære offentlige saldo på 0,4-0,8 mia. kroner samt stigninger i arbejdsudbud, beskæftigelse og BNP.

I en analyse fra 2013 foretaget af Uddannelses- og Forskningsministeriet vurderes effekterne af investeringer i vidensopbygning indirekte gennem en vurdering af effekterne af uddannelse af højtuddannede med mindst en femårig universitetsuddannelse. Analysen ser på, hvad effekten er, hvis Danmark investerer i videregående uddannelser således, at Danmark frem mod 2020 kommer til at tilhøre de fem europæiske OECD-lande med størst andel af højtuddannede i den private sektor. Analysen (ADAM-modellen) finder en permanent langsigtet effekt på BNP på lidt under 1,2 pct. sammenlignet med grundforløbet i ADAM.

CEBR (2013) har gennemført en analyse med henblik på at måle effekten på BNP, hvis den offentlige sektor investerer i at nå målet om at ligge i top-5 i OECD-Europa (målt på andel af højtuddannede i erhvervslivet). CEBR anvender ikke ADAM-modelsimulationer, men vurderer i stedet produktivitetseffekterne i virksomhederne og aggregerer effekterne i de enkelte virksomheder for alle virksomheder. Hermed estimerer CEBR sig frem til en vækst i BNP på 0,27 pct.

Forskellen mellem de to metoder er især, at CEBR modellerer effekten af et løft i de videregående uddannelser som summen af individuelle effekter (estimeret ved løneffekten) og summen af en estimeret "spillover-effekt". I ADAM-analysen er der ikke forsøgt estimeret spillover-effekt mellem virksomhederne (effekten af investeringer i en enkelt virksomhed på produktiviteten i andre virksomheder).

Styrelsen for Universiteter og Internationalisering (2013) har fået udarbejdet en "Analyse af samfundsøkonomisk gevinst ved tiltrækning og fastholdelse af internationale studerende". Analysen er gennemført af forskerteamet DREAM, som har foretaget makroøkonomiske beregninger af merindvandring af universitetsstuderende på DREAM-simulationsmodellen for Danmark. Analyserne gennemføres som såkaldte "stød" til en korrigeret version af DREAMs langsigtede økonomiske fremskrivning for Danmark fra 2011. Når befolkningens uddannelsesniveau som følge af merindvandring samt flere bachelorer og kandidater vokser, vil det i DREAM-modellen alene påvirke det effektive arbejdsudbud via påvirkning på erhvervsdeltagelsen. Produktiviteten for indvandrere ændres ikke i modellen på trods af den ændrede uddannelsessammensætning. Desuden antages indvandrernes arbejdstid at være uafhængig af uddannelsesniveaut.

Resultaterne viser, at en årlig merindvandring på 1000 udenlandske bachelorstuderende (potentielle fremtidige højtuddannede medarbejdere), der indskrives på kandidatuddannelser på danske videregående uddannelser, vil lede til en permanent årlig forbedring af den primære offentlige saldo på 0,4-0,8 mia. kroner. Der er også stigning i arbejdsudbud, beskæftigelse og BNP. Antagelser og nærmere beskrivelse af DREAM-modellen findes i kapitel 6.

CEBR (2010) har i rapporten "Produktivitet og videregående uddannelse" estimeret effekten af forskellige typer medarbejdere med en videregående uddannelse på produktivitet og BNP-vækst. Analysen ser på effekterne af medarbejdere uden uddannelse, med en kortere videregående uddannelse, med en mellemlang videregående uddannelse og med en længerevarende videregående uddannelse i virksomhederne. Der analyseres produktivitetseffekter i danske virksomheder, hvor knap hver sjette til hver femte virksomhed har medarbejdere med mindst en kandidatgrad. Antallet af virksomheder, der analyseres, er 135.264 i 1999 voksende til 153.832 i 2007, idet virksomhedsdata fra hele perioden 1999-2007 anvendes. Konklusionen peger på, at en stigning på 1 pct. point i den andel af de af de beskæftigede, der har en lang videregående uddannelse giver anledning til en stigning i bruttonationalproduktet på ca. 1,0 pct. Effekten er højest for personer inden for naturvidenskaberne.

3.7

SAMMENFATNING

Gennemgangen ovenfor viser, at finansiering af offentligt forskningsforbrug og private investeringer i forskning har betydelige mikro- og makroøkonomiske effekter. Der er signifikante spillover-effekter mellem offentlig forskning og privat forskning samt mellem forskningsaktive virksomheder indbyrdes. Desuden findes der både kortsigtede og permanente langsigtede effekter. Effekterne opnås gennem spredning af viden, teknologier, produktivitetsændringer ved anvendelse af ny viden og nye teknologier. Desuden sker der ændringer i arbejdsudbud og kvaliteten af uddannelser, som påvirker effekten.

Størrelsen af mikro- og makroøkonomiske effekter af forskning afhænger af omfanget af investeringspåvirkningen samt af virksomhedernes evne til at udvikle, absorbere og anvende ny viden. Effekterne er størst i virksomheder, som allerede forsker og udvikler, eller som har ansat højtuddannede medarbejdere (forsknings- og udviklingspersonale), der er i stand til at absorbere viden, samarbejde med eksterne parter om forskning og selv udvikle ny viden.

I litteraturen lægges der desuden ikke skjul på vanskeligheden ved at analysere, hvordan offentlig finansiering påvirker grundforskning og anvendt forskning, og der er belæg for at italesætte, at det marginale afkast af offentlig finansiering af F&U meget vel afhænger af, hvordan det påvirker incitamentet til at investere private midler i F&U på et område. Hvis det offentlige investerer i at fastsætte nogle videnskæssige rammer, der økonomisk tilgodeser den private sektor, vil det alt andet lige øge incitamentet til, at der forskes privat på det område, og dermed give et større marginalt afkast af det offentliges investering, end hvis det offentlige gav midler til forskning på et område, hvor der ville være forsket alligevel (se Martin og Salter (2001)).

Del 2

ØKONOMISK EMPIRISKE ANALYSER KORT- OG LANGSIGTEDE MIKRO- OG MAKRO- ØKONOMISKE EFFEKTER AF OFFENTLIG OG PRIVAT FORSKNING

4.0

HVILKEN EFFEKT HAR OFFENTLIG FINANSIERING AF PRIVAT FORSKNING INDEN FOR LIFE-SCIENCE-BRANCHEN??

Forskning inden for life-science kan resultere i eksempelvis nye former for videnskabelig funderet forebyggelse og behandling af sygdomme, der kan øge livskvalitet og levealder. Men det er begrænset, hvad der i Danmark findes af viden om de økonomiske effekter af de offentlige investeringer til forskning og udvikling. Offentlig finansiering af private virksomheders forskning inden for life-science sker især gennem offentlige-private forsknings samarbejder, hvor der sideløbende også kan ske en investering i forskningsaktivitet i offentlige vidensinstitutioner. Den offentlige finansiering kan fx stamme fra Danmarks Innovationsfond, EU's rammeprogram for forskning mv.

Formålet med analysen er at belyse, hvorvidt der er en kausal sammenhæng mellem øget offentlig finansiering af private life-science-virksomheders forskning og udvikling og fx virksomhedernes egne investeringer i forskning og udvikling.

Ifølge traditionel mikroøkonomisk teori leder investeringer fra offentlig forskning til ny viden og teknologier, der via teknologioverførsel, forskningssamarbejder, formidling og spredning af teknologier fremmer produktiviteten af human kapital og fysisk kapital. Til sammen vil dette øge efterspørgslen efter viden i virksomhederne, hvilket får dem til at investere mere i forskning.

Der modelleres fire forskellige økonometriske analysemodeller. Analysen er baseret på data fra 408 forskningsaktive virksomheder inden for life-science-branchen, som er registreret med udgifter til forskningsaktivitet mere end én gang i Danmarks Statistiks forskningsstatistik i perioden 2000-2013. 75 ud af de 408 virksomheder modtager i perioden offentlige midler til forsknings- og udviklingsaktiviteter.

Dette studie vil forsøge at kvalificere og kvantificere spillover-effekter mellem offentlig finansiering af private virksomheders F&U på virksomheders egen investering i F&U inden for life-science-branchen.

Først undersøges, hvorvidt offentlig finansiering af private virksomheders F&U komplementerer eller substituerer private forskningsfinansieringer af F&U inden for life-science. En måde at måle spillover-effekterne på er ved at evaluere, om offentlige investeringer af private F&U har en positiv (komplementær) eller negativ (substituerende) indvirkning på private investeringer i F&U-aktiviteter inden for life-sciences. Denne analyse er velegnet i en dansk sammenhæng, da Danmark både har offentligt og privat-finansieret life-science-forskning. Der findes i Danmark data for virksomheder med tilstrækkeligt mange observationer over en længere tidsperiode. Bloch og Graversen (2012) benytter samme data, men over en tidligere periode samt aggregeret for alle sektorer. De finder komplementaritet mellem offentlig og privat finansiering af forskning. Den internationale forskningslitteratur peger i forskellig retning. Et flertal af studierne finder dog, at offentlig forskningsfinansie-

ringer af F&U komplementerer investeringer i privat forskningsinvestering i egen F&U, se fx Cerulli (2010).

Dernæst estimeres elasticiteten mellem offentlig og privat forskningsfinansiering af F&U, dvs. identificere, hvor mange pct. de private forskningsfinansieringer af egen F&U ændrer sig, for hvert procentpoint den offentlige forskningsfinansiering af privat F&U stiger eller falder. Denne viden kan fx anvendes som input i nationaløkonomiske empiriske modeller, der bruges til makroøkonomiske simulationer af effekter af forskningsfinansiering.

I denne analyse benyttes en strukturel selektionsmodel, der er velegnet til at analysere, hvorvidt der er komplementaritet mellem offentlige og private investeringer i F&U. Metoden består af en økonometrisk analyse af de statistiske sammenhænge mellem offentlige og private forskningsudgifter til virksomheder inden for life-science.

Generelt set har de økonometriske statistiske analyser en række udfordringer og svagheder ved de anvendte metoder. Selektionsproblemet; at virksomhederne ikke er udvalgt tilfældigt, opstår typisk ved, at virksomheder, der modtager offentlige forskningsmidler, netop er udvalgt på baggrund af specifikke kriterier. Gonzales m.fl. (2005), Block and Graversen (2012) og Lach (2012) anvender strukturelle selektionsmodeller i deres estimationer. Aerts og Smidt (2008) og Cerulli og Poti (2012) benytter matching-metoder⁴⁹.

Den anvendte model tager udgangspunkt i Heckman's two step selections-model (Heckman, J., 1979). I modellen i denne analyse tages der højde for selektionsbias ved først at estimere sandsynligheden for at modtage offentlig forskningsfinansiering. Dernæst anvendes sandsynligheden til at bestemme størrelsen af virksomhedens offentlige forskningsfinansiering. For at opnå robuste resultater estimeres fire forskellige regressionsmodeller, hvis resultater udtrykker, hvad der sker, hvis andelen af offentlig finansieret forskning forøges.

Der er i estimationerne anvendt virksomhedsdata fra Danmarks Statistiks forsknings- og udviklingsstatistik og virksomhedsstatistik fra 2000 til 2013. Data i forskningsstatistikken er virksomhedsdata, der indsamles hvert andet år i Danmark. Datastrukturen er opbygget således, at store virksomheder, der forsker mest, er inkluderet i hvert indsamlingsår, mens mindre virksomheder er repræsenteret ud fra en statistisk tilfældig udvælgelse gennem årlige stikprøveundersøgelser. De mindre virksomheder kan derfor som hovedregel ikke forventes at være inkluderet i statistikken i hver stikprøve. Data er konstrueret som tidsrækker med information om investeringer i F&U, virksomhedsstørrelse, samarbejde med universiteter, brancher og andre relevante variable, som er med til at karakterisere virksomhedens F&U-aktiviteter. De variable, som inkluderes i analysen, beskrives i appendix A.

Det er bredt anerkendt, at F&U er en af de vigtigste kilder til økonomisk vækst (se Romer, 1990). Den internationale litteratur dokumenterer, at offentligt finansieret F&U^{50&51} er med til at øge mængden af privatfinansieret F&U.

I Danmark identificerer Bloch & Graversen (2008) en empirisk positiv sammenhæng mellem offentlig og privat forskning på tværs af industrisektorer. De finder, at når offentlig forskningsfinansiering stiger 1 pct., så vokser privatfinansieret egenfinansiering af forskning med 0,08 - 0,11 pct.⁵² Kaiser (2004) finder derimod, at danske virksomheder med F&U ikke påvirkes af offentlig finansieringsforskning af privat F&U. Kaisers resultater viser crowding-out, hvilket fx kan betyde, at en stigning i offentlig forskningsfinansiering får den private forskningsfinansiering til at falde. Dermed mindskes produktionen af viden i økonomien. Det er derfor stadig relevant at udforske dette område med fokus på komplementaritet og crowding out på danske data.

Analysens intention er derfor at belyse, hvilken effekt det har på life-science-virksomheders egen forskning, at de kan søge og modtage offentlige forskningsmidler.

4.1

METODE OG EMPIRISK STRATEGI

Den teoretiske grundmodel opskrives vha. bestemmelsen af sandsynligheden for at modtage offentlig finansiering til virksomhedens F&U-aktiviteter samt bestemmelsen af mængden af offentlig finansiering⁵³. Det antages, at finansieringsbeslutningen tages i starten af perioden og er baseret på den information, som virksomhederne har til rådighed. Virksomheder beslutter sig derefter for det aktuelle beløb af finansiering af F&U.

$$(1) R_t = \rho R_{t-1} + \beta G_t + \alpha' X_t + e_t$$

$$(2) G_t^* = \lambda R_{t-1} + \gamma' Z_{(t-1)}^1 + u_t^1$$

$$(3) f_t^* = \lambda^2 R_{t-1} + \delta' Z_{(t-1)}^2 + u_t^2$$

hvor $G_t = G_t^*$ hvis $f_t^* > 0$; $G_t = 0$, hvilket betyder, at det offentlige vil investere i virksomhed i , hvis $f^* > 0$.

I den ovenstående model bestemmer (1) privat F&U, hvor R_t er den private finansiering i F&U, og G_t er den offentlige finansiering i F&U. Der forventes en vis træghed i F&U-finansieringen (dvs. den nuværende periode hvor F&U-finansiering afhænger af tidligere finansieringer)⁵⁴. For at tage højde for dette inkorporeres den tidligere periodes finansiering R_{t-1} som forklarende variable. Desuden er X_t en vektor af forklarende variable, som fx inkluderer virksomhedsstørrelse, patentansøgninger, samarbejde med industri og offentlige forskningsinstitutioner mv. Ofte er samarbejdet mellem industri og offentlige forskningsinstitutioner et vigtigt policy-instrument samt en betingelse for at modtage finansie-

ring/investering. Ligning (2) og (3) bestemmer beslutningen om at finansiere, samt hvor stor investeringen skal være. (2) er den "latent" (forudsagte) variabel for det observerede beløb af offentlig finansiering i F&U. f^* er den forudsagte variabel for værdien af offentlig finansiering. Det offentlige vil investere ($G=G^*$) i virksomheden i , hvis $f^* > 0$. Z^1 og Z^2 er vektorer af forklarende variable. Dvs. både beslutningen om at finansiere og det faktiske beløb, der investeres, er begge afhængige af virksomhedskarakteristika baseret på informationer, som er tilgængelige for "offentlige fundingbodies", som fx antallet af ansatte, samarbejde med offentlige institutioner og private virksomheder, patentansøgninger, offentlig finansiering osv⁵⁵.

Det antages, at data er tilgængeligt for tidsperioden før indeværende periode. Ligning (2) og (3) udgør tilsammen Heckman's two step-model (Heckman, 1976). Som i Gonzales m.fl. (2005) og Bloch og Graversen (2012) modelleres der ikke en specifik model for virksomheders finansieringstilbøjelighed til F&U, da vi går ud fra, at virksomheder, der ansøger om finansiering til F&U, tidligere har implementeret F&U i virksomheden. I ligning (3) er der inkluderet offentlig finansiering til F&U fra forrige periode R_{t-1} .

For at kunne gennemføre estimationer af sammenhængen mellem offentlig og privat finansiering af forskning, er det nødvendigt at identificere, hvilke faktorer der påvirker en virksomheds beslutning om niveauet for privatfinansieret forsknings- og udviklingsaktiviteter. Det er derfor nødvendigt at have information om mængden af offentlig finansiering samt andre observerbare forsknings- og udviklingskarakteristika.

For at vurdere, hvordan offentlige forskningsmidler påvirker virksomheders tilbøjelighed til at udføre investeringer i privat F&U i de relevante brancher, har vi opstillet en model, som indeholder fem estimationer: 1) Heckman's two step, 2) Simpel OLS, 3) OLS med korrektion for selektionsbias og bootstrappede standardafvigelse, 4) OLS med de forudsagte værdier af offentlig finansiering og korrektion for selektionsbias og 5) Instrumentvariabel-regression (IV).

1) HECKMAN'S TWO STEP:

Heckman's two step-model anvendes, fordi det ikke er tilfældigt, hvilke virksomheder der modtager offentlig finansiering til F&U-aktiviteter. Det forventes netop, at beslutningen om at tildele en virksomhed, frem for en anden, offentlige midler til F&U er betinget af, hvorvidt virksomheden kan forventes at omsætte midlerne i forsknings- og udviklingsaktiviteter med samfundsøkonomisk værdi, herunder om virksomheden har opstillet de nødvendige rammer for, at midlerne bruges på hensigtsmæssig vis.

Offentlig finansiering af privat F&U er således endogent bestemt, hvorfor sandsynligheden for at modtage offentlig finansiering skal indgå i vurderingen af effekten af offentlig finansiering for den private finansiering af F&U⁵⁶. Heckman (two-step) bruges derfor dels til at estimere virksomhedernes sandsynlighed for at modtage offentlig finansiering af deres

F&U-aktiviteter og dels til at forudsige mængden af offentlig finansiering ud fra centrale virksomhedskarakteristika, herunder graden af samarbejde med offentlige og private aktører om F&U og virksomhedens patenthistorik.

1) HECKMAN OPSTILLES I TO TRIN OG ESTIMERER FØLGENDE:

- ▶ Sandsynligheden for at modtage offentlig finansiering
- ▶ Forudsiger mængden af offentlig finansiering for virksomhederne ud fra nøglevariable

2) SIMPEL OLS

I en simpel OLS-regression forudsiges værdien af privatfinansieret F&U i år 0_t ud fra:

- ▶ Virksomhedens private finansiering af F&U i forudgående periode ($_{t-1}$)
- ▶ Virksomhedens aktuelle offentlige finansiering af F&U ($_{t-1}$)
- ▶ Om virksomheden har søgt patenter ($_{t-1}$)
- ▶ Antallet af fuldtidsbeskæftigede medarbejdere ($_{t-1}$)
- ▶ Virksomhedens aktuelle samarbejde med private aktører om F&U ($_{t-1}$)
- ▶ Virksomhedens aktuelle samarbejde med offentlige aktører om F&U ($_{t-1}$)
- ▶ Om virksomheden er stor eller lille målt i fuldtidsbeskæftigede medarbejdere
- ▶ Virksomhedens vækst ift. forrige periode målt i udviklingen i fuldtidsbeskæftigede medarbejdere

Denne OLS-regression giver resultaterne uden korrektion for selvselektionsbias.

3) OLS MED KORREKTION FOR SELEKTIONSBIAS OG BOOTSTRAPPED STANDARDAFVIGELSER:

OLS-regression inkluderer Mills ratio, som er beregnet gennem Heckman's model, for at korrigere for selektionsbias som følge af, at offentlig finansiering er engogent bestemt. Samtidigt udskiftes de observerede værdier af offentlig finansiering med de forudsagte værdier af offentlig finansiering, som er estimeret gennem andet trin i Heckman-modellen (se ovenfor). Dette er ligeledes med til at minimere selektionsbias, fordi modellen nu indeholder de forventede værdier af offentlig finansiering givet de parametre, som vi forventer påvirker, hvorvidt en virksomhed indstilles til at modtage offentlige midler til F&U-aktiviteter. Derudover beregnes modellens standardfejl ved hjælp af 'bootstrapping', som er en metode, der behandler fordelingen i stikprøven, som var det populationens fordeling, og som gentager samplingen et stort antal gange (her 500 gange) for at få mere præcise estimater.

4) OLS MED DE FORUDSAGTE VÆRDIER AF OFFENTLIG FINANSIERING OG KORREKTION FOR SELEKTIONSBIAS:

OLS-regression svarer til den simple OLS (2), men med Mills ratio som korrektion for selektionsbias.

5) INSTRUMENT VARIABEL-REGRESSION (IV)⁵⁷:

Denne del af modellen udgøres af en IV-regression til at forudsige den private finansiering i indeværende periode. IV'en skal i dette tilfælde betragtes meget lig Heckman-modellen, hvor matematikken fra IV-modellen anvendes. IV'en er defineret som en two step-model, hvor første step er at estimere den offentlige finansiering på baggrund af de samme variable, som bruges i Heckman⁵⁸. Der anvendes den variation i offentlig finansiering af F&U-aktiviteter i indeværende periode, som kan forklares af:

- ▶ Virksomhedens samarbejde i forrige periode med private aktører om F&U (ζ_{t-1})
- ▶ Virksomhedens samarbejde i forrige periode med offentlige aktører om F&U (ζ_{t-1})
- ▶ Virksomhedens samlede udgifter (offentligt og privatfinansieret) til F&U i forrige periode (ζ_{t-1})
- ▶ Virksomheden har søgt patenter i forrige periode (ζ_{t-1})
- ▶ Antallet af fuldtidsbeskæftigede medarbejdere (ζ_{t-1})
- ▶ Virksomhedens størrelse målt i fuldtidsbeskæftigede medarbejdere
- ▶ Virksomhedens vækst ift. forrige periode målt i fuldtidsbeskæftigede medarbejdere

Denne metode er udbredt i visse dele af litteraturen, men må anses for at give mindre troværdige resultater ift. metoder, der udnytter eksogen variation i data, jf. afsnit 4.1.

4.2

DATA OG BESKRIVENDE STATISTIK

I analysen anvendes virksomhedsdata fra Danmarks Statistiks forsknings-, udviklings- og innovationsstatistik (FUI-statistik) for 2000-2013. FUI-statistikken indeholder data om virksomheders forskningsaktiviteter. Forskningsdata indsamles kun hvert andet år⁵⁹. FUI-statistikken har oplysninger om egenproduktion af forskning og udvikling samt forskellige outsourcingkanaler, merværdi, kapital, beskæftigelse og nærmere oplysninger om forsknings- og udviklingsudgifter. Til data er knyttet et unikt virksomheds-ID, der gør det muligt at matche data med registerdata fra regnskabsstatistikken (FIRE-statistikken) for alle danske virksomheder. FIRE-statistikken indeholder branchekoder, som repræsenterer enheder, der udøver samme økonomiske aktivitet og tilhører samme branche, uanset om der er tale om selskaber, enkeltmandsvirksomheder, offentlige virksomheder eller andet⁶⁰. Desuden er der i dataene oplysninger om danske og udenlandske finansieringskilder.

Fordelene ved at anvende danske forskningsdata er, at niveauet af offentligt finansieret privat forskning er relativt højt, og der er detaljerede data tilgængelige på virksomhedsniveau inden for forskellige videnskabelige områder. Inden for life-science er det relativt få virksomheder, som står for langt størstedelen af den private forskning, hvilket kan begrænse antallet af observationer. Tabel 4.1 beskriver statistikken for de virksomheder, der er med i analysen, og som har forskellige former for forsknings- og udviklingsaktiviteter inden for medicinalindustrien, forskning og udvikling, bioteknologi, life-science mv.

Tabel 4.1 indeholder beskrivende statistik for centrale variable i analysen. Virksomhederne er udvalgt på baggrund af branche. Data er tidsseriedata, dvs. datasættet indeholder observationer fra samme enheder over tid. Derved er det muligt at sammenligne en virksomheds forsknings- og udviklingsaktiviteter i år 2 med virksomhedens niveau i år 1, hvilket også muliggør kontrol for afhængighed, som i høj grad formodes at gøre sig gældende ift. en virksomheds beslutning om finansiering af F&U.

Af de midler, der undersøges, går ingen af dem direkte til universiteterne. I tabel 4.1 ses dog, at en del virksomheder samarbejder med offentlige samarbejdspartnere om R&D, hvor der med 'offentlige institutioner' menes universiteter og offentlige forskningsinstitutter. Virksomhederne registrerer deres F&U-aktiviteter hvert andet år. Det betyder, at en lagget værdi af en variabel (t-1) svarer til variabelens værdi to år forinden (eller mere). Det betyder også, at virksomheder, som kun optræder én gang i perioden 2000-2013, ikke indgår i analysens datagrundlag. 384 observationer er sorteret fra af denne årsag (sidste kolonne i tabel 4.1). Tilbage er et datasæt med 1328 observationer fordelt på 408 unikke virksomheder. De 408 virksomheder optræder op til syv gange pr. virksomhed. Dog optræder størstedelen af virksomhederne (ca. 80 pct.) fem gange eller derunder. 143 observationer fordelt på 75 virksomheder har en positiv værdi på variabelen, som angiver offentlig finansiering af F&U-aktiviteter set over hele perioden. Ca. halvdelen af de 75 virksomheder,

som har modtaget offentlige midler til F&U-aktiviteter i perioden, har modtaget midler en enkelt gang, ca. 30 pct. har modtaget midler to gange, mens ca. 20 pct. af virksomhederne har modtaget offentlige midler tre eller flere gange i perioden (maks. seks gange). Samlet set svarer det til, at det offentlige har tildelt midler øremærket F&U-aktiviteter inden for de udvalgte brancher 143 gange i perioden 2000-2013. I alt har virksomhederne i de inkluderede brancher fået tilført ca. DKK 1,7 mia. offentlige kroner til forsknings- og udviklingsaktiviteter i perioden. Heraf kommer ca. 14 pct. fra offentlige udenlandske aktører typisk i form af EU-midler.

En central variabel er virksomhedernes finansiering af F&U, som indeholder al finansiering til forskning og udvikling, som ikke kommer fra offentlige kilder, både virksomhedernes egen finansiering og al anden privat finansiering – fra udlandet såvel som fra Danmark. Grunden til, at midler fra Danmark og midler fra udlandet er samlet, er, at der ellers ville være meget få observationer. Det samme er gældende for variabelen for offentlig finansiering.

TABEL 4.1 BESKRIVENDE STATISTIK

	Virksomheder i life-science branchen som har haft F&U-aktiviteter mere end én gang i perioden 2000-2013		
	Gennemsnit for virksomheder, som har modtaget offentlig finansiering.	Gennemsnit for virksomheder, som ikke har modtaget offentlig finansiering.	Gennemsnit for alle virksomheder, som har haft F&U-aktiviteter.
Antal observationer N⁸⁶	143	1185	1328
Privat finansiering af F&U (DKK 1000)	101.996	25.075	33.358
Offentlig finansiering af F&U (DKK 1000)	11.665		1.256
I alt finansiering af F&U (DKK 1000)	113.661	25.075	34.614
Det offentlige budget inden for life-science-branchen (DKK 1000)*	205.435	71.803	88.351
Andel med < 50 ansatte	0,61	0,66	0,65
Andel med > 50 ansatte	0,39	0,34	0,35
Virksomhedens ansatte målt i årsværk	512	123	165
Antal private samarbejdspartnere	3,6	1,03	1,3
Antal offentlige samarbejdspartnere	1,36	0,34	0,45

Note: Egne beregninger med data fra Danmarks Statistik. * Tallene er opgjort pr. branche.

4.3

ANALYSERESULTATER

Tabel 4.2 viser resultater for Heckman-modellen. Anden kolonne (som er selektionsdelen) angiver, hvad der påvirker sandsynligheden for at modtage offentlig finansiering til F&U. Tidligere F&U-aktiviteter påvirker sandsynligheden signifikant positivt. Desuden påvirker både offentlige og private samarbejder positivt sandsynligheden for at modtage offentlig finansiering af F&U. Alt i alt observeres det, at tidligere F&U-aktiviteter og samarbejder påvirker sandsynligheden for, om en virksomhed modtager offentlig finansiering.

TABEL 4.2 ESTIMATIONSRESULTATER FOR HECKMAN-MODEL FOR OFFENTLIG FINANSIERING⁶¹

	Heckman estimationsmodel	
	Ln(Off-fund)	P(Off-fund>0)
Ln(Samlet privat finansiering af F&U (DKK 1000)) _{t-1}	-0.081 (1.43)	
Ln(Samlet offentlig finansiering af F&U (DKK 1000)) _{t-1}	0.074 (1.74)	
Ln(Offentliges budget inden for branche) _t	0.70 (14.66)**	
(Patentansøgning) _t	0.113 (0.40)	
Ln(Antal fuldtidsansatte) _t	0.271 (1.92)	-0.056 (1.09)
Ln(Virksomhedens samlede finansiering af F&U) _{t-1}		0.055 (3.49)**
Ln(Samarbejde, offentlige) _{t-1}		0.468 (2.88)**
Ln(Samarbejde, private) _{t-1}		0.278 (2.82)**
(Patentansøgning) _{t-1}		0.266 (1.72)
Ln(Samarbejde, offentlige) _t	0.159 (0.39)	
Ln(Samarbejde, private) _t	-0.161 (0.70)	
(>49 ansatte)	1.763 (3.50)**	-0.200 (1.10)
Ln(udvikling i ansatte)	-0.863 (1.84)	0.526 (3.47)**
N	1324	
P-værdi LR-test	0,000	0,000

* p<0.05; ** p<0.01. Der er også inkluderet en konstant i alle modellerne. Lag t-1 svarer til to år pga. kaden i dataindsamlingen. Alle variable er udtrykt i den naturlige logaritme (ln) undtagen '>49 ansatte' og 'Patentansøgning', som er dummy-variable.

Endeligt har virksomhedens vækst målt i antallet af fuldtidsbeskæftigede medarbejdere (i forrige periode) en positiv påvirkning på sandsynligheden⁶².

I den første kolonne i tabel 4.2 angives resultaterne for, hvad der påvirker størrelsen af offentlig finansiering (betinget af at man modtager offentlig finansiering af F&U)⁶³. Det samlede budget for offentlige bevillinger inden for den pågældende branche samt virksomheds størrelse målt i antal ansatte har en positiv effekt på størrelsen af offentlige finansieringsmidler, hvilket også er et resultat, der findes i litteraturen (Bloch og Graversen, 2012). Samarbejder virksomheden med andre virksomheder, reduceres beløbet, hvilket kunne indikere at offentlig forskning hovedsagelig finansierer grundforskning, men resultatet er ikke signifikant⁶⁴.

TABEL 4.3 ESTIMATIONSRESULTATER FOR BESTEMMELSE AF PRIVAT FINANSIERING AF F&U⁶⁵

	LN(F&U-private, γ) ⁶⁶			
	OLS (Naive)	Boot	OLS (inkl. Mills Ratio)	IV
Ln(Samlet privat finansiering af F&U (DKK 1000)) _{t-1}	0.489 (19.86)**	0.44 (11.36)**	0.605 (16.55)**	0.603 (15.56)**
(Patentansøgning) _t	3.517 (15.00)**	2.96 (13.18)**	3.606 (15.33)**	2.936 (10.68)**
Ln(Antal fuldtidsansatte) _t	0.084 (0.96)	0.354 (14.47)**	0.063 (0.72)	0.237 (3.29)**
Ln(Samlet offentlig finansiering af F&U (DKK 1000)) _t	0.157 (4.61)**		0.186 (5.39)**	0.358 (4.13)**
Ln(Samlet offentlige finansiering af F&U (DKK 1000) forudsagte værdier) _t		0.397 (14.47)**		
Ln(Samarbejde, offentlige) _t	-0.630 (2.33)*	-0.447 (1.82)	-0.461 (1.69)	-0.887 (2.50)*
Ln(Samarbejde, private) _t	1.259 (7.96)**	1.329 (9.35)**	1.339 (8.54)**	1.44 (6.13)**
(>49 ansatte)	0.398 (1.35)	0.611 (2.08)**	0.101 (0.33)	
Ln(udvikling i ansatte)	0.840 (2.93)**	1.620 (5.07)**	1.524 (4.59)**	1.487 (4.35)**
Mills ratio		1.167 (3.01)**	1.557 (3.88)**	1.696 (3.54)**
N	1324	1324	1324	916
R2	0.58	0.65	0.58	0.58

* p<0.05; ** p<0.01. Der er også inkluderet en konstant i alle modellerne. Lag t-1 svarer til to år pga. kadenen i dataindsamlingen. Alle variable er udtrykt i den naturlige logaritme (ln) undtagen '>49 ansatte' og 'Patentansøgning', som er dummy-variable.

Tabel 4.3 viser hovedresultaterne for estimationerne af effekten af offentlig forskningsfinansiering på af privat F&U. Som nævnt tidligere er modellen estimeret vha. fire forskellige estimationer nemlig OLS-naive, Boot, OLS inkl. Mills ratio og IV. For hver af disse estimationsmetoder er modellerne estimeret ved hjælp af virksomheders observerede værdier af offentligt finansieret F&U, og for en enkelt model benyttes forudsagte "værdier". Mills ratio er inkluderet i regressionerne for at tage højde for selektionsbias (med undtagelse af simpel OLS). Mills ratio skal ses som en proxy for sandsynligheden for at modtage offentlig finansiering af F&U-aktiviteter. Mills ratio er positiv og signifikant i alle modeller, hvor den inddrages, hvilket indikerer, at der er selektionsbias til stede, og at det ville have givet (positivt) biased estimater at undlade at kontrollere for det.

Resultaterne er generelt meget ens for de forskellige estimationsmetoder. Koefficienterne for (observeret) offentlig finansiering er positive og signifikante i spændet ca. 0,16-0,40, hvilket indikerer, at offentlig finansiering er komplementær med privat finansiering af F&U (se lysegrå række i tabel 4.3). Resultaterne viser, at 1 pct. stigning i offentlig finansiering af privat forskning fører til en stigning i de private virksomheders egeninvestering på mellem 0,16 pct. og 0,40 pct. Dette lyder ikke af meget, men da investering i den privatfinansierede forskning er større end det offentlige tilskud, er der tale om tydelige effekter. For hver krone, det offentlige tilfører life-science-virksomheder øremærket forskningsaktiviteter, stiger deres egenfinansiering med ca. 4 - 11 DKK. Effekten er målt over en periode på op til 13 år efter modtagelse af offentlig forskningsfinansiering.

Virksomhedernes egenfinansiering udregnes fra:

- ▶ Summen af offentlig finansiering for hele perioden, som er 1.711 mio. DKK, dvs. 1 pct. stigning svarer til 17,1 mio. DKK samt
- ▶ Summen af privat finansiering for hele perioden 44.700 mio. DKK, hvor en stigning på hhv. 0,16 pct. og 0,40 pct. svarer til hhv. 71,5 og 178,8 mio. DKK.

Den relative ændring i forhold til offentlig finansiering på 1 DKK er derfor 4 - 11 DKK.

Resultaterne kan relateres til litteraturen, se fx Gonzalez m.fl. (2005) og Bloch og Graversen (2012). Bloch og Graversen (2012) finder, at resultaterne varierer mellem 0,08-0,14 pct. på tværs af alle brancher. Elasticiteten for spillover-effekten i vores analyse ligger altså over gennemsnittet på tværs af brancher. Årsagen til, hvorfor resultatet har en højere elasticitet for virksomheder inden for life-science i forhold til øvrige brancher, er ikke analyseret i denne analyse.

Som forventet er resultatet for lagget privat finansiering af F&U positivt signifikant for alle estimationer. I alle modeller kan det ses, at privat finansiering af F&U i periode 0 øger privat finansiering i periode 1. Lagget privat finansiering af F&U kan opfattes som en proxy for F&Us vedvarende. Herudover kan det indirekte være et udtryk for virksomhedernes "potentiale" i forhold til F&U.

Patentansøgning har en positiv signifikant effekt på privat finansiering af F&U, hvilket heller ikke er overraskende, da patentansøgninger alt andet lige sender et stærkt signal om vedvarende og robust F&U. Dog er variabelen for patentansøgninger en dummy-variabel, som ikke giver modellen meget information.

De fleste af virksomhederne i analysen har et samarbejde med universiteter mv. eller andre virksomheder omkring forskning. Samarbejde med andre virksomheder er positivt signifikant for privat finansiering af F&U. Udviklingen i antallet af ansatte har også en positiv signifikant effekt på privat finansiering af F&U, hvilket i denne sammenhæng er forventet.

Generelt set findes der ingen spor af substitutionseffekter i analysen, men selektionsbias kan ikke udelukkes. Modellerne er desuden estimeret hvor laveste og højeste 5 pct. af virksomheder, der modtager offentlig finansiering er taget ud men det ændrer ikke mærkbart på koefficienten, hvilket taler til analysens robusthed.

Analysen vil kunne dog styrkes af mere viden om virksomhedernes tilbøjelighed til at tiltrække offentlig finansiering, som kunne relatere sig til uobserverede karakteristika som fx (dedikeret ledelse, omdømme, kreditmuligheder, markedsstatus osv.). Herudover kunne robustheden styrkes med et højere antal af observationer fx i form af længere tidsserier. Resultaterne må fortolkes med forbehold over men tilgangen i analysen følger den internationale litteraturen.

Overordnet viser analysen robuste resultater for komplementaritet mellem offentlig og privat finansiering af F&U. Offentlige investeringer i privat forskning fremmer investeringer i privat forskning markant.

5.0

HVORDAN PÅVIRKES SAMFUNDSØKONOMIEN AF ÆNDREDE INVESTERINGER I OFFENTLIG FORSKNING?

Den offentlige forskning kan spredes i samfundet via forskningssamarbejde og formidling af viden. Universiteter mv. vil tiltrække og uddanne forskere og kandidater med ny viden og kan derved tilføje højtuddannet beskæftigelse til danske virksomheder. Ny viden, teknologier og opfindelser udsprunget fra den offentlige forskning kan lede til skabelse af nye virksomheder eller bidrage til etablerede virksomheders udvikling.

Dette øger de private virksomheders investeringer i forskning, og det får efterspørgslen efter viden, varer, tjenester, handel og nye teknologier til at vokse i hele samfundet. Tilsammen vil det øge produktiviteten per arbejdstime, produktion og befolkningens indkomster. Flere vil komme i beskæftigelse, hvilket vil fremme velstand, forbrug og velfærd.

Formålet med analysen er at kortlægge effekten på dansk økonomi og sætte tal på effekterne, når investeringerne i offentlig forskning ændres.

Statens makroøkonomiske ADAM-model er anvendt i analysen til at beregne effekten på samfundsøkonomien (fx på produktion, beskæftigelse, forbrug) af tilførsel af ekstra midler til offentlig forskning.

ADAM er en efterspørgselsdrevet model og er i denne analyse suppleret med følgende antagelser fra litteraturen⁶⁷:

- ▶ Offentlig forskningsfinansiering påvirker privat forskningsfinansiering med 0,10 pct.
- ▶ Privat forskning øger virksomhedernes produktivitet med 0,09 pct. Produktivitetseffekterne tilfalder kun den del af økonomien, der vedrører life-science.
- ▶ Udviklingen i produktiviteten er meget konservativt anslået, hvorfor produktivitetseffekterne i sammenligning med den teoretiske litteratur må antages at undervurdere den langsigtede effekt.

I ADAM-modellen estimeres effekterne for tre forskellige scenarier (regneeksempler) for en årlig tilførsel af ekstra midler til offentlig forskning i perioden 2015 til 2020, hvorefter offentlig forskning følger udviklingen i den generelle økonomi. Modelteknisk er der tale om en gradvis indfasning af et permanent løft i offentlig forskningsfinansiering fra 2015-2020. Hvert scenario sammenlignes med ADAMs grundforløb, som er fastlagt i år 2014.

Scenarierne er påhæftet en usikkerhed som følge af betydningen af omfanget af samspillet mellem offentlig forskning og privat forskning samt uvished om tidsperioden fra forskningsaktiviteter igangsættes, til der opnås konkrete forskningsopfindelser og resultater, og disse bliver kommercialiseret.

Den offentlige forskning kan spredes i samfundet via forskningssamarbejde og formidling af viden. Universiteter mv. vil tiltrække og uddanne forskere og kandidater med ny viden og kan derved tilføje højtuddannet beskæftigelse til danske virksomheder. Ny viden, teknologier og opfindelser udsprunget fra den offentlige forskning kan lede til skabelse af nye virksomheder eller bidrage til etablerede virksomheders udvikling.

Dette øger de private virksomheders investeringer i forskning, og det får efterspørgslen efter viden, varer, tjenester, handel og nye teknologier til at vokse i hele samfundet. Tilsammen vil det øge produktiviteten per arbejdstime, produktion og befolkningens indkomster. Flere vil komme i beskæftigelse, hvilket vil fremme velstand, forbrug og velfærd.

Formålet med analysen er at kortlægge effekten på dansk økonomi og sætte tal på effekterne, når investeringerne i offentlig forskning ændres.

Statens makroøkonomiske ADAM-model er anvendt i analysen til at beregne effekten på samfundsøkonomien (fx på produktion, beskæftigelse, forbrug) af tilførsel af ekstra midler til offentlig forskning.

ADAM er en efterspørgselsdrevet model og er i denne analyse estimeret med følgende antagelser fra litteraturen⁶⁷:

- ▶ Offentlig forskningsfinansiering påvirker privat forskningsfinansiering med 0,10 pct.
- ▶ Privat forskning øger virksomhedernes produktivitet med 0,09 pct. Produktivitetseffekterne tilfalder kun den del af økonomien, der vedrører life-science.
- ▶ Udviklingen i produktiviteten er meget konservativt anslået, hvorfor produktivitetseffekterne i sammenligning med den teoretiske litteratur må antages at undervurdere den langsigtede effekt.

I ADAM-modellen estimeres effekterne for tre forskellige scenarier (regneeksempler) for en årlig tilførsel af ekstra midler til offentlig forskning i perioden 2015 til 2020, hvorefter offentlig forskning følger udviklingen i den generelle økonomi. Modelteknisk er der tale om en gradvis indfasning af et permanent løft i offentlig forskningsfinansiering fra 2015-2020.

TABEL 5.1 TILFØRSELSPROFILER I TRE SCENARIER FOR UDBETALINGER TIL OFFENTLIG FORSKNINGSFORBRUG ⁶⁹

	Tilførselsniveau i 2015 (mio. DKK)	Tilførselsniveau i 2020 (mio. DKK)	Årlige vækstrater efter 2020 i udbetalinger følger den generelle økonomi
Scenario 1	1.000	2.250	<0,02
Scenario 2	1.000	3.250	<0,02
Scenario 3	1.000	4.500	<0,02

Hvert scenario sammenlignes med ADAMs grundforløb, som er fastlagt i år 2014.

Scenarierne er desuden påhæftet en usikkerhed som følge af betydningen af omfanget af samspillet mellem offentlig forskning og privat forskning samt uvished om tidsperioden fra forskningsaktiviteter igangsættes, til der opnås konkrete forskningsopfindelser og resultater, og disse bliver kommercialiseret.

5.1

SAMFUNDSMÆSSIGE EFFEKTER AF FORSKNINGSFORBRUG

Der skelnes mellem effekter på kort, mellemlangt og langt sigt. De kortsigtede makroøkonomiske effekter påvirkes især af det øgede offentlige forskningsforbrug. De mellemlangsigtede effekter er en kombination af øget offentlig og privat forskning samt produktivitetstigninger som følge af forskning. De langsigtede effekter kommer især fra produktivitetseffekter og øget offentlig og privat efterspørgsel (forbrug og investeringer).

Overordnet finder analysen, at det har betydelig positiv samfundsøkonomisk virkning (målt på ændringen i offentligt og privat forbrug og investeringer samt BNP), hvis tilførslen af midler til offentlig forskning øges. Dette gælder især på kort- og mellemlangt sigt. Den langsigtede virkning lader til at være undervurderet, idet der er anlagt et konservativt skøn for produktivitetssudviklingen.

Realiseres scenario 1 i tabel 5.2, vil konsekvensen ifølge beregninger udført på den makroøkonomiske model ADAM⁶⁸ på langt sigt være en permanent stigning i det årlige BNP på knap 0,9 mia. kr. svarende til godt 0,04 pct. af BNP. På kort og mellemlangt sigt er effekterne på BNP i størrelsesordenen 0,05-0,1 pct., hvilket svarer til 2,0 mia. kr. på kort sigt (efter 5 år) og 1,1-1,7 mia. kr. på det mellemlange sigt (efter 10-20 år).

Gennemføres scenario 2, vil konsekvensen på langt sigt være et permanent løft af BNP på 1,3 mia. kr. svarende til godt 0,06 pct. af BNP. På kort og mellemlangt sigt er effekterne på BNP i størrelsesordenen 0,17 pct. (efter 5 år) og 0,08-0,12 pct. (efter 10-20 år), hvilket svarer til henholdsvis 3,4 mia. kr. og 1,5-2,5 mia. kr.

Antages scenario 3, vil BNP-effekten på langt sigt være et løft på op til 1,8 mia. kr. svarende til en BNP-stigning på 0,09 pct. På kort og mellemlangt sigt er effekterne på BNP henholdsvis 0,24 pct. (efter 5 år) og 0,11-0,17 pct. (efter 10-20 år). Det svarer til et løft i BNP på henholdsvis 4,7 mia. kr. og 2,1-3,4 mia. kr.

TABEL 5.2 EFFEKTER PÅ BNP AF TRE SCENARIER FOR FINANSIERING AF OFFENTLIG FORSKNINGSFORBRUG

	BNP-effekt (mia. kr.)			
	Efter 5 år	Efter 10 år	Efter 20 år	Efter 40 år
Scenario 1	2,0	1,7	1,1	0,9
Scenario 2	3,4	2,5	1,5	1,3
Scenario 3	4,7	3,4	2,1	1,8

Beregningerne af effekten på dansk økonomi bygger på, at tilførslen af midler ikke fortrænger den offentlige sektors egenfinansierede investeringer i offentlig forskning. Konsekvensen af denne antagelse er, at der i analyserne foretages mere offentlig forskning i forholdet en-til-en med tilførslen af midler til offentlig forskning. Stiger tilførslen af midler, stiger mængden af offentlig forskning tilsvarende. I beregningerne er der ikke medtaget nogen form for offentlig medfinansiering eller omkostninger ved udbetalingerne.

Finansieringen af offentlig forskning har forskelligartede virkninger på den private og offentlige del af økonomien. Fx er tilførslen af offentlige midler til forskning en stimulans, der øger efterspørgslen efter varer, tjenester og arbejdskraft og dermed BNP. Omvendt kan finansiering af offentlig forskning også skabe pres på arbejdsmarkedet og lønninger, hvilket på BPN har negative afledte effekter for forskere. Det er dog vigtigt at pege på, at arbejdsmarkedet er mindre fleksibelt end det generelle arbejdsmarked i ADAM. Den negative effekt af lønstigninger kan derfor være undervurderet og indtræde for sent i ADAM. Desuden må der på kort sigt forventes en kapacitetsbegrænsning pga. øget pres på efterspørgslen efter uddannelse. De afledte effekter beskrives nærmere i boks 5.1.

De afledte effekter indtræder med forskellige tidsperspektiver. Derfor er det nødvendigt at inkludere alle effekter, som investeringerne måtte give anledning til samlet, inklusiv alle de afledte effekter, positive som negative. For at vurdere de samlede samfundsøkonomiske effekter af øget offentlig forskning skal man anvende en egnet makroøkonomisk simulationsmodel.

I dette kapitel er den danske makroøkonomiske model ADAM valgt som analyse- og simulationsredskab. Boks 5.1 beskriver modellen/metoden kort, og information fås hos Danmarks Statistik (www.dst.dk). Modellen er et anerkendt værktøj i Danmark til vurdering af økonomiske scenarier og økonomisk-politiske tiltag. Finansministeriet benytter ADAM bl.a. til at beregne kortsigts- og mellemlangsigtede BNP-effekter. Simulationerne i dette kapitel bærer desuden visse ligheder med Uddannelses- og Forskningsministeriets beregninger i rapporten "Samfundsøkonomiske effekter af innovationsstrategien"⁷⁰.

BOKS 5.1

ADAM-MODELLEN

ADAM-modellen fra Danmarks Statistik har gradvis tilpasning til et langsigtsniveau for beskæftigelse og ledighed. Den bruges også til kortsigtsanalyser bl.a. af Finansministeriet til økonomisk politik. ADAM er en makroøkonomisk model, som bruges til at simulere fremtiden for dansk økonomi (også kaldet at fremskrive økonomien). Det vil sige, at modellen beskriver dansk økonomi i generelle vendinger (heraf makro). Den benytter en økonomisk tilgang til at levere et resultat, dvs. ADAM er formuleret ud fra økonomisk teori og estimeret efter statistiske principper med vægt på sidstnævnte (statistik vejer tungere end teori). Estimeringen af ADAM er baseret på lange tidsrækker af data. Resultater af simuleringen af økonomien i fremtiden beror i høj grad på historiske data tilbage i tiden. ADAM beskriver forhold (ligevægt) på tilstrækkeligt mange

markedstyper (arbejdsmarked, varemarkeder, kapitalmarkeder) til at kunne beskrive dansk økonomi i generelle vendinger⁷¹.

Derudover bruges ADAM-modellen også som ramme for de langsigtede fremskrivninger og holdbarhedsvurderinger. I den sammenhæng fungerer ADAM navnlig som en "bogholderimæssig" ramme, som holder styr på de offentlige finanser og overholdelse af de økonomiske identiteter.

De centrale forudsætninger, der indgår i fremskrivningerne, fastlægges uden for modellen og lægges eksogent ind. Det gælder fx udviklingen i befolkning, arbejdsstyrke, strukturel ledighed, overførselsmodtagere og produktivitetsvækst, jf. nærmere nedenfor.

5.2

DE ØKONOMISKE EFFEKTER AF OFFENTLIG FORSKNING

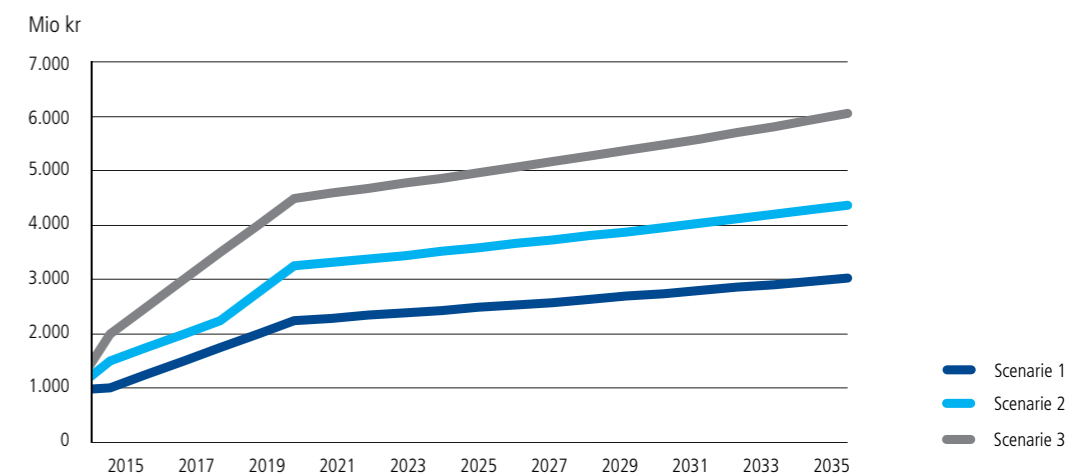
De kort- og langsigtede økonomiske effekter af private fondes finansiering af offentlig forskningsforbrug afhænger både af *niveauet* og *væksten* i forskningsforbruget. Analyserne indeholder estimation af tre alternative forbrugsscenarier, som beskrevet i figur 5.1 og i tabel 5.1.

Resultaterne er ændringer forårsaget af tilførsel af midler sammenlignet med ADAMs grundforløb. Grundforløbet inkluderer udviklingen i dansk økonomi fra 2015 uden øget tilførsel af offentlig forskningsfinansiering. Efterspørgslen er angivet som indenlandsk forbrug og investeringer. Udbuddet er angivet som BNP og nettoimport.

I scenario 1 forbruges 1 mia. kr. i 2015, og beløbet vokser med 250 mio. kr. årligt indtil 2020. Det svarer til en vækstrate i forskningsforbrug på 25 pct. det første år faldende til 12,5 pct. i 2020. Efter 2020 er det antaget, at væksten i økonomien er knap 2 pct., og væksten i private fondes udbetalinger til offentligt forskningsforbrug følger den generelle udvikling i økonomien. I scenario 3 udbetales i stedet 2 mia. kr. i 2015 voksende med 500 mio. kr. årligt indtil 2020. Scenario 2 ligger imellem de to andre scenarier. For alle tre scenarier er det antaget, at vækstraten i det offentlige forskningsforbrug (fondenes udbetalinger til offentlig forskning) efter 2020 følger den generelle økonomi. Antagelsen om samme udbetalingsvækst efter 2020 som økonomiens generelle vækstrate i alle tre scenarier betyder, at der vil være neutrale effekter på økonomien på længere sigt. Det skyldes, at andelen af offentlig forskning på længere sigt er konstant.

FIGUR 5.1

TRE SCENARIER FOR FINANSIERING AF OFFENTLIG FORSKNING



5.2.1

KORT- OG MELLEMLANGSIGTEDE EFFEKTER AF FORØGET OFFENTLIGT FORSKNINGSFORBRUG

Resultaterne viser, at effekterne på BNP på kort sigt er større end på lang sigt, se tabel 5.3. For scenario 1 medfører simulationerne i ADAM, at den kortsigtede effekt på BNP er henholdsvis 2 mia. kr. (efter 5 år), 1,7 mia. kr. (efter 10 år) og 1,1 mia. kr. (efter 20 år). Forklaringen er, at stigningen i udbetalinger stimulerer den økonomiske aktivitet på kort sigt, mens økonomiens tilpasningsmekanismer, der trækker økonomien tilbage mod en mere stabil langsigtslige vægt, først slår fuldt igennem efter en årrække.

Tabel 5.3 viser effekternes størrelse på kort og mellemlangt sigt, inden tilpasningsmekanismerne slår fuldt igennem. Effekterne er væsentligt større end de varige effekter i tabel 5.4 og i afsnit 5.2.2 nedenfor.

De kort- og mellemlangsigtede effekter skal tolkes med forsigtighed. Det skyldes, at den anvendte model er strukturel og derfor har fokus på at tilpasse sig det lange sigte bedst muligt. ADAM-modellen er ikke konstrueret til præcist at beskrive, hvor hurtigt eller langsomt tilpasningen finder sted. Desuden er der betragtelig usikkerhed om, hvornår de afledte effekter indtræffer.

Eksporten vil være lavere, fordi udbetalingerne vil have effekter på lønninger og priser, som stiger og dermed forringer den generelle konkurrenceevne. Den private sektors forbrug og investeringer følger indkomstdannelsen i økonomien og vokser derfor sammen med BNP. Afsnit 5.3 beskriver mere detaljeret, hvordan økonomien bliver påvirket af et øget offentligt forskningsforbrug.

TABEL 5.3 KORT- OG MELLEMLANGSIGTEDE EFFEKTER PÅ BNP AF TRE SCENARIER FOR FINANSIERING AF OFFENTLIGT FORSKNINGSFORBRUG

	BNP-effekt (mia. kr.)		
	Efter 5 år	Efter 10 år	Efter 20 år
	Scenario 1	2,0	1,7
Scenario 2	3,4	2,5	1,5
Scenario 3	4,7	3,4	2,1

ADAM-modellen er ikke specifikt skabt til at vurdere øgede udgifter til offentlig forskning. Derfor er beregningerne gennemført under en række specifikke antagelser om, hvordan de mikro- og makroøkonomiske mekanismer for offentlig forskning udspiller sig i samfundsøkonomien.

De specifikke antagelser bygger på de gennemførte mikroøkonomiske analyser samt kendte empiriske analyser og resultater, som findes i forskningslitteraturen eller som kan identificeres i de økonomisk-teoretiske modeller og den teoretiske litteratur. I afsnit 5.4 forklares, hvilke antagelser og dermed hvilke økonomiske mekanismer der er indlagt i beregningerne foretaget i ADAM-modellen.

5.2.2

LANGSIGTEDE EFFEKTER AF ØGET OFFENTLIGT FORSKNINGSFORBRUG

Den langsigtede effekt (måles efter 40 år) af et øget offentligt forskningsforbrug beløber sig til 895 mio. kr. på BNP i scenario 1, knap 1,3 mia. kr. i scenario 2 samt knap 1,8 mia. kr. i scenario 3.

Figurerne 5.2 A-C viser økonomiens tilpasning til de tre alternative scenarier for vækst i offentligt forskningsforbrug.

Tilpasningsmekanismerne er de samme for alle tre scenarier, og det er kun størrelsen på de initiale påvirkninger af økonomien og det langsigtede effektniveau, som er forskellig på tværs af scenarierne.

Den langsigtede effekt på centrale makrovariable i samfundsøkonomien (offentligt og privat forbrug, investeringer, eksport, import og BNP) implicerer, at den offentlige sektor permanent vil være i stand til at foretage mere forskning, end tilfældet ville være uden private fondes udbetalinger til offentlig forskning, og at den private sektor oplever produktivetsforbedringer som følge af øgede private investeringer i forskning og udvikling.

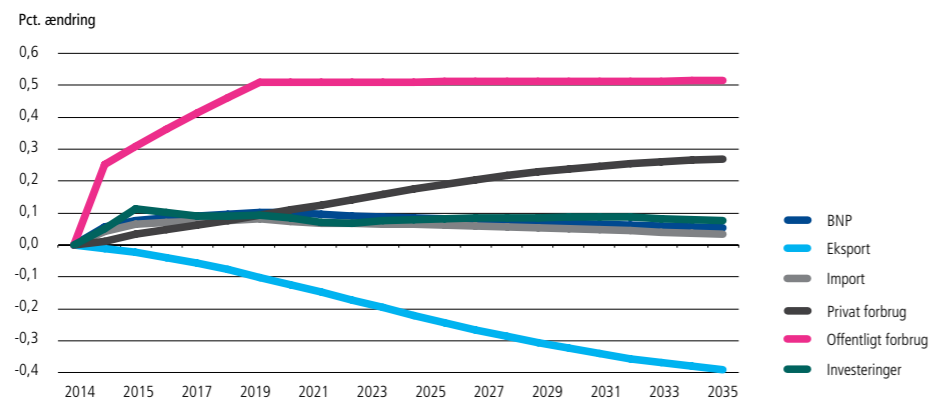
TABEL 5.4 DEN LANGSIGTEDE (EFTER 40 ÅR) EFFEKT PÅ BNP AF TRE SCENARIER FOR FINANSIERING AF OFFENTLIGT FORSKNINGSFORBRUG

	BNP-effekt (mia. kr.)	pct. af BNP
	Langt sigt	Langt sigt
	Scenario 1	895
Scenario 2	1.290	0,065
Scenario 3	1.787	0,090

FIGUR 5.2A

Note: Det korte sigt er følsomt over for den valgte indfasningsprofil, og man bør derfor med varsomhed konkludere på konkrete effektstørrelser. Modellen konvergerer omkring år 2050, og BNP-effekten stabiliserer sig omkring 0,045 pct.

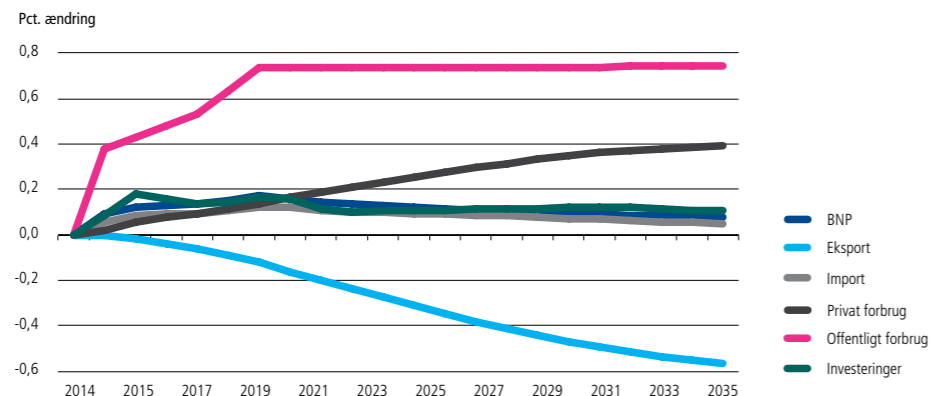
FORSKNINGSFORBRUGETS PÅVIRKNING AF FORSYNINGSBALANCEN (SCENARIO 1)



FIGUR 5.2B

Note: Det korte sigt er følsomt over for den valgte indfasningsprofil, og man bør derfor med varsomhed konkludere på konkrete effektstørrelser. Modellen konvergerer omkring år 2050, og BNP-effekten stabiliserer sig omkring 0,065 pct.

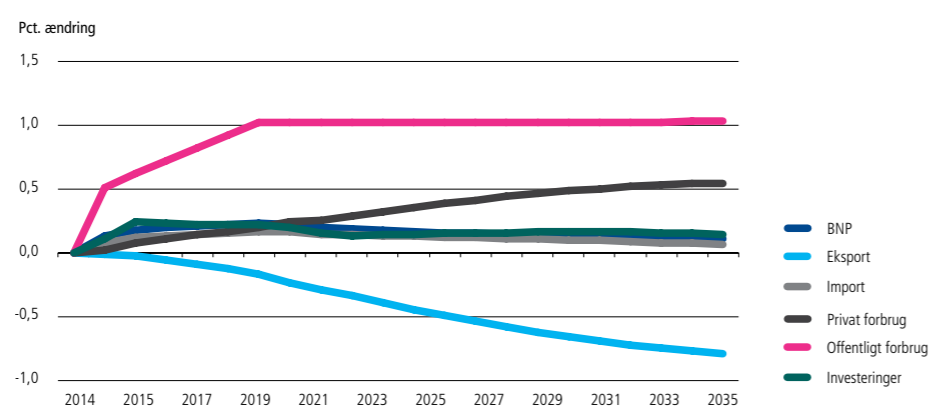
FORSKNINGSFORBRUGETS PÅVIRKNING AF FORSYNINGSBALANCEN (SCENARIO 2)



FIGUR 5.2C

Note: Det korte sigt er følsomt over for den valgte indfasningsprofil, og man bør derfor med varsomhed konkludere på konkrete effektstørrelser. Modellen konvergerer omkring år 2050, og BNP-effekten stabiliserer sig omkring 0,09 pct.

FORSKNINGSFORBRUGETS PÅVIRKNING AF FORSYNINGSBALANCEN (SCENARIO 3)



De økonomiske effekter stabiliserer sig omkring 40 år efter, at en vækst i udbetalinger til offentligt forskningskonsum på 12,5-25 pct. har fundet sted. På dette tidspunkt vil der i nutidsværdi være et forskningsforbrug på offentlige forskningsinstitutioner på i alt hhv. 56, 80 og 111 mia. kr. i de tre scenarier, idet det er antaget, at udbetalinger til offentligt forskningsforbrug målt i forhold til den generelle økonomi er konstant efter 2020, dvs. at væksten i fondens udbetalinger til offentligt forskningsforbrug følger væksten i den generelle økonomi efter 2020.

5.3

SAMSPILLET MELLEM OFFENTLIG FORSKNING OG PRIVAT FORSKNING

Når forskning bliver udført i offentligt regi, og denne aktivitet stiger, så stimulerer det yderligere forskning og udvikling i den private sektor. Forklaringen er først og fremmest, at mængden af viden inden for et forskningsområde tiltager i kvantitet og kvalitet, og at viden i vidt omfang er delelig. Den forøgede viden kommer virksomhederne til gode gennem synliggørelse af nye projekter og øget sandsynlighed for succes af eksisterende forskningsprojekter. Således vil der for virksomheden være flere projekter med forventet positivt afkast, og det giver derfor incitament til, at virksomheden investerer yderligere i forskning og udvikling.

En del af vidensoverførslen fra det offentlige til det private sker desuden gennem egentligt samarbejde på forskningsprojekter mellem virksomheder og forskningsinstitutioner.

5.3.1

AFKASTET AF PRIVAT FORSKNING

Private virksomheder investerer i forskning og udvikling med henblik på at få et positivt afkast af deres investering. Det kan ske gennem udviklingen af nyere og bedre produkter, som virksomhederne kan sælge til en højere pris end eksisterende produkter.

Ansættelse af højtuddannede og forskere i de private virksomheder er en anden kanal til et positivt afkast af privat forskning og udvikling. Begge kanaler vil i sidste ende give sig udslag i højere produktivitet i virksomheden. Det er der bred empirisk dokumentation for som vist i kapitel 3.

5.4

MODELLERINGEN AF DE ØKONOMISKE EFFEKTER

Ovenfor er gennemgået mulige mekanismer, som effekter af øget offentlig forskning kan virke igennem. Det er ikke muligt at estimere størrelsen på alle de beskrevne effekter, men figur 5.3 illustrerer, hvilke effekter der kan vurderes i ADAM-model.

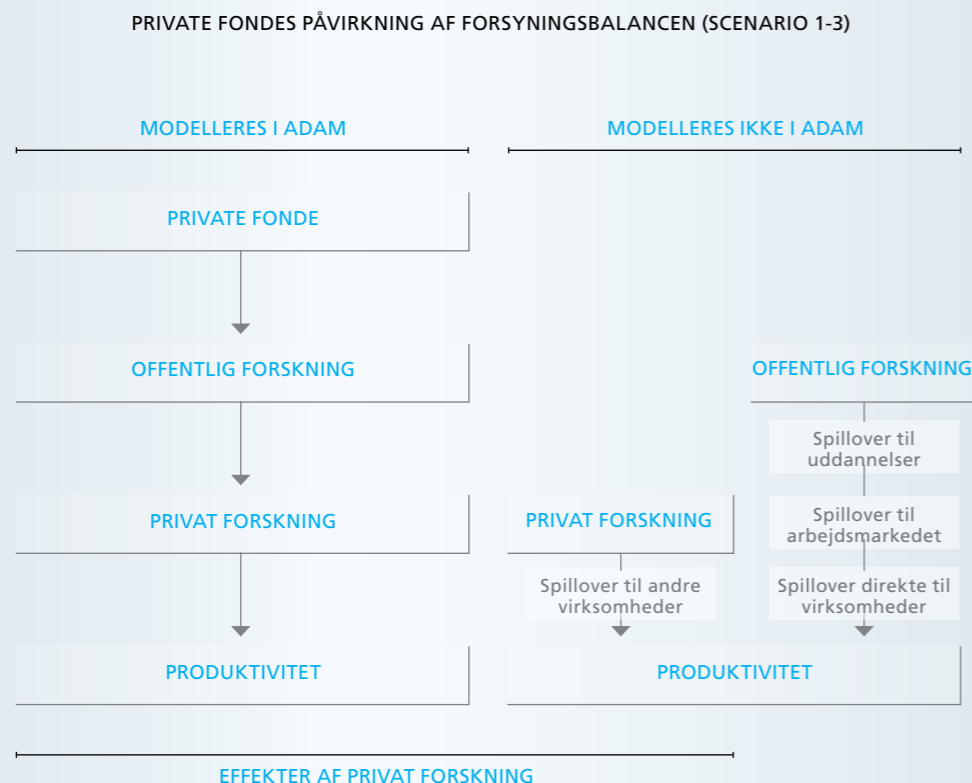
Først og fremmest modelleres effekten af øget offentlig forskning. Her ses ikke på den effekt af viden, som kommer ud af denne forskning, men blot på efterspørgselseffekten af at bruge penge på at udføre forskning. Denne effekt er beskrevet nærmere i afsnit 5.4.1.

Den offentlige forskning tilskynder imidlertid øget privat forskning. Øget privat forskning er associeret både med øget efterspørgsel i økonomien og med højere produktivitet, hvorfor der er en realøkonomisk effekt af den øgede forskning, se afsnit 5.4.2.

Foruden den skitserede effektkæde fra øget offentligt forskningsforbrug til en realøkonomisk effekt, findes potentielt også yderligere positive effekter af forskning, som det ikke umiddelbart har været muligt at indarbejde i ADAM-modelsimulationerne.

Det drejer sig særligt om de tidligere beskrevne spillover-effekter fra både offentlig og privat forskning. Spillover-effekter fra offentlig forskning kan ske i form af bedre uddannelser som følge af den øgede forskning og vidensoverførsel til virksomheder, som ikke fører til øgede private forskningsinvesteringer. Spillover-effekter sker også ved handel med fx nye teknologier og vidensintensive varer og tjenesteydelser.

FIGUR 5.3



5.4.1

DIREKTE EFFEKTER AF PRIVATE FONDES FINANSIERING AF OFFENTLIG FORSKNING

De direkte effekter af øgede private udbetalinger til offentlig forskning består i, at den offentlige sektor kan øge forbruget permanent som følge af den permanent øgede finansiering af yderligere forskningsaktiviteter. Aktiviteten består af en øget beskæftigelse af offentlige forskere og et øget offentligt varekøb til at understøtte forskningen. Offentligt forbrug på forskning har imidlertid en række yderligere positive effekter ud over de direkte, nemlig de afledte (indirekte), som tidligere nævnt i afsnit 5.2.

Figur 5.4 viser de direkte effekter som følge af øgede udbetalinger til offentlige forskningsinstitutioner. De direkte effekter dominerer de afledte effekter, som senere beskrives i afsnit 5.4.2, og udviklingen er meget lig den samlede udvikling i figur 5.2 (A og B). Således er forskellen mellem de to forløbsfigurer knap synlig, men består i en marginal justering af niveauet af den langsigtede BNP-effekt, som ligger en smule højere i figur 5.4.

De økonomiske effekter af flere offentlige forskere og øget varekøb virker gennem mange af de samme kanaler. Den økonomiske tilpasning følger følgende struktur:

5.4.1.1

EFFEKTER AF STØD: OFFENTLIGT VAREKØB

Et permanent højere offentligt forbrug øger BNP permanent. Størrelsen af BNP-effekten på længere sigt afhænger imidlertid af størrelsen af økonomiens tilpasningsmekanismer, som beskrives nedenfor:

a) Det offentlige køber varer i Danmark og i udlandet. Et større varekøb øger importen, som dæmper effekten på BNP. BNP øges derfor ikke en-til-en med det offentlige forbrug.

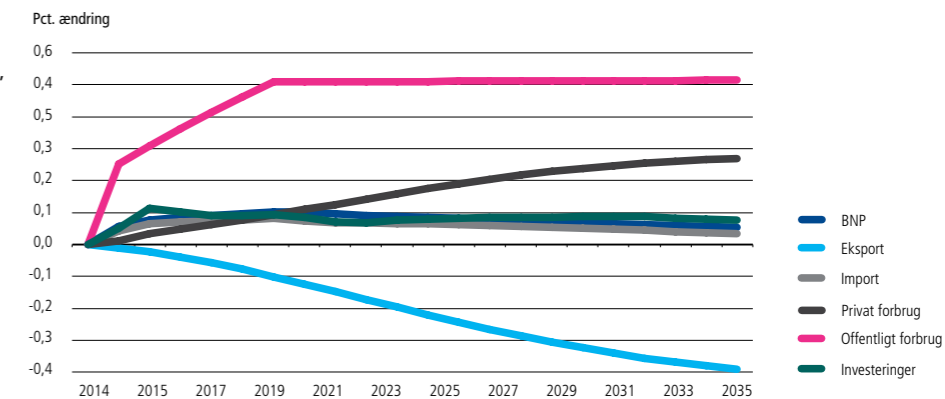
b) De fleste varer købes i Danmark og kræver øget indenlandsk produktion for at imødegå den øgede efterspørgsel⁷². Den øgede produktion øger indkomst, og øget indkomst fører til øget privat forbrug og investeringer, hvilket påvirker BNP positivt. Da øget privat forbrug afstedkommer øget indkomst fortsætter denne effektkæde, men med aftagende effekt. Dette er den keynesianske indkomstmultiplikator.

c) På længere sigt reduceres BNP-stigningen i punkt a)-b), hvilket skyldes, at den øgede produktion kræver øget arbejdskraft. Dermed stiger beskæftigelsen, og arbejdsløsheden

FIGUR 5.4

FINANSIERING AF OFFENTLIG FORSKNING OG DEN DIREKTE PÅVIRKNING AF FORSYNINGSBALANCEN (SCENARIO 1)

Note: Det korte sigt er følsomt over for den valgte indfasningsprofil, og man bør derfor med varsomhed konkludere på konkrete effektstørrelser. Modellen konvergerer omkring år 2050, og BNP-effekten stabiliserer sig omkring 0,037 pct.



falder. Den lavere arbejdsløshed skaber opadgående pres på lønninger og på priser. De højere priser forringer konkurrenceevnen. Det får eksporten til at falde, og importen stiger yderligere, hvorfor den kortsigtede BNP-effekt afdæmpes på længere sigt.

Overordnet set er de langsigtede nettoeffekter af det øgede offentlige varekøb fortsat positive, hvilket skyldes, at den permanente stigning i det offentlige forbrug har en større effekt på BNP end de modsatrettede tilpasningsmekanismer i økonomien. De permanente effekter på forsyningsbalancen fremgår af figur 5.4.

5.4.1.2

EFFEKTER AF STØD: OFFENTLIG BESKÆFTIGELSE

Øgede investeringer i offentlig forskning vil skabe en stigning i offentlig beskæftigelse forøger den offentlige lønsum. Da det offentlige forbrug, herunder lønsummen, er en del af den samlede efterspørgsel i samfundet, øges BNP permanent stort set med den initiale effekt af det øgede varekøb. Størrelsen af BNP-effekten på længere sigt afhænger imidlertid også af punkt a) og b) nedenfor.

a) Den øgede lønsum til de flere beskæftigede, øger privatforbruget og investeringerne, og derigennem øger BNP og beskæftigelse, yderligere. Derfor stiger BNP og beskæftigelsen på kort sigt mere, end effekten af forskningsforbrugseffekten tilsiger.

b) Øget offentlig beskæftigelse øger også den samlede beskæftigelse i økonomien, og ledigheden falder. Den lavere arbejdsløshed skaber på sigt løn- og prisstigninger. Højere priser forringer konkurrenceevnen, da danske varer bliver relativt dyrere end varer produceret i udlandet. Derfor falder eksporten, og importen stiger. Den indenlandske produktion begynder ligeledes at falde for at imødegå den lavere efterspørgsel fra udlandet. Dermed vil BNP-effekten afdæmpes på længere sigt.

TABEL 5.5

ØGET OFFENTLIG AKTIVITET SOM FØLGE AF ØGEDE UDBETALINGER TIL OFFENTLIGT FORSKNINGSFORBRUG (ÅR 2050)

	Offentlig beskæftigelse (personer)	Øget varekøb (mio. kr. i 2015 priser)
Scenario 1	2.477	2.786
Scenario 2	3.578	4.001
Scenario 3	4.953	5.572

c) Nettoeffekten på BNP på længere sigt domineres af den initiale stigning i BNP fra det offentlige forbrug. Den initiale effekt er større end økonomiens afledte tilpasningsmekanismer.

Scenario 1 medfører på langt sigt 2.477 flere offentligt beskæftigede og et øget offentligt varekøb på knap 2,8 mia. kr. som vist i tabel 5.5.

5.4.2

AFLEDTE EFFEKTER AF ØGET OFFENTLIG FORSKNING

Den afledte effekt af øget offentlig forskning består først og fremmest i, at den private sektor ligeledes øger investeringerne i forskning og udvikling. Private investeringer i forskning og udvikling giver sig udslag i højere produktivitet i den private sektor.

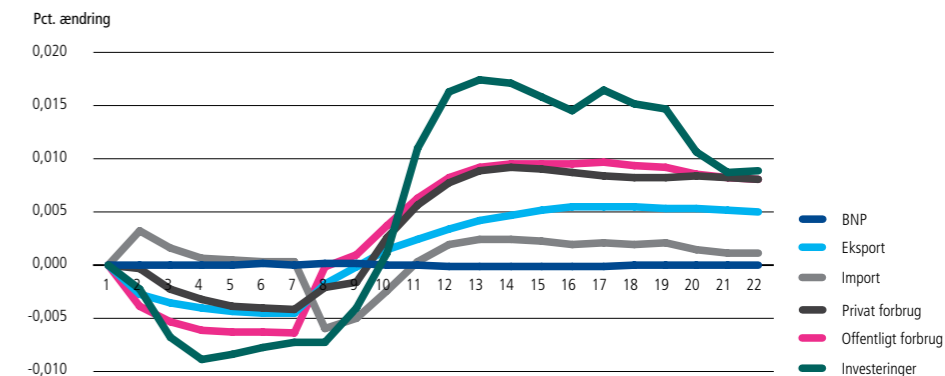
Figur 5.5 viser, hvordan denne effekt, isoleret set, påvirker økonomiens efterspørgselskomponenter samt BNP. Effekten er implementeret, så den slår igennem, når udbetalingerne til offentligt forskningsforbrug har stabiliseret sig på et fast niveau – dvs. efter 2020, jf. figur 5.1 og tabel 5.1. Derfor indtræder afledte effekter først efter ca. 5 år i figur 5.5.

Den positive side af den afledte effekt er udformet som en produktivitetseffekt, dvs. en forbedring af TFP (totalfaktorproduktiviteten) i erhvervslivet. Negative afledte effekter består af øgede omkostninger til løn og varekøb i erhvervslivet. Figur 5.6 viser først et fald i nettoeksporten som følge af de øgede omkostninger til at udføre privat forskning og udvikling. Faldet vendes dog hurtigt til en vækst i nettoeksporten, da produktivitetseffekten

FIGUR 5.5

AFLEDT PÅVIRKNING AF ØKONOMIENS EFTERSPØRGSLSKOMponenter OG BNP SOM FØLGE AF ØGET OFFENTLIGT FORSKNINGSFORBRUG (SCENARIO 1)

Note: Det korte sigt er følsomt over for den valgte indfasningsprofil, og man bør derfor med varsomhed konkludere på konkrete effektstørrelser. Modellen konvergerer omkring år 2050 og BNP-effekten stabiliserer sig omkring 0,08 pct.



forbedrer konkurrenceevnen. Samlet set stabiliseres BNP på et højere niveau. Effekterne følger mekanismerne beskrevet nedenfor.

5.4.2.1

EFFEKTER AF STØD: PRIVATE INVESTERINGER

Effekten på de private investeringer relateres til den øgede produktivitet, som reducerer efterspørgslen efter inputfaktorer, hvilket resulterer i, at der produceres med en mindre indsats af kapital, arbejdskraft og andre produktionsfaktorer. Hermed falder behovet for investeringer. Der vil således, isoleret set, være en initial negativ effekt på BNP fra investeringerne. Den lavere efterspørgsel gælder dog også efterspørgslen efter de produktionsfaktorer (inputfaktorer), som importeres fra udlandet. Derfor reduceres importen og giver anledning til en initial positiv effekt på BNP, isoleret set. Den initiale nettopåvirkning (når der tages højde for direkte og afledte effekter fra de private investeringer) af BNP er stort set neutral.

a) Den lavere efterspørgsel efter produktionsfaktorer (inputfaktorer) giver anledning til et prisfald på markedet for disse. De lavere priser forbedrer virksomhedernes konkurrenceevne, da de nu har færre omkostninger til input i produktionen og dermed er i stand til at sætte lavere priser end udenlandske virksomheder. Derfor stiger eksporten, og importen falder som følge af den bedre konkurrenceevne. Denne permanente produktivitetseffekt øger BNP på længere sigt.

b) Da mængden af offentlig forskning stiger, har det en afsmittende positiv effekt på forskningsaktiviteten i private virksomheder. Virksomhederne ansætter derfor flere forskere til at udføre mere forskning og udvikling. Når der ansættes flere forskere og anskaffes mere udstyr til forskningen i virksomhederne, stiger den samlede private lønsum. Det øger privatforbruget og det private investeringsniveau, hvilket forbedrer BNP alt andet lige. Hermed skabes en kortsigtet vækst i BNP, hvorfor den kortsigtene effekt af punkt a) er større end den permanente langsigtede effekt.

c) Den øgede efterspørgsel på varer i økonomien kræver øget produktion. En del kommer fra udlandet og øger derfor importen. Det meste kommer dog fra øget indenlandsk produktion, hvorfor indkomsten øges. Den øgede indenlandske produktion kræver imidlertid arbejdskraft og sænker derfor ledigheden. Den lavere ledighed giver anledning til løn- og prisstigninger. Dermed forringes konkurrenceevnen og eksportstigningen. På langt sigt dæmpes den kortsigtede BNP.

Overordnet domineres den permanente nettoeffekt på de private investeringer i forskning af de positive produktivitetseffekter i punkt a). Produktivitetseffekten af virksomhedernes øgede forsknings- og udviklingsindsats har en positiv betydning for værditilvæksten i økonomien, hvorfor den langsigtede BNP-effekt også er positiv.

5.4.2.2

PRODUKTIVITETSEFFEKTER

I den seneste nationalregnskabsrevision er virksomhedernes forsknings- og udviklingsindsats opgjort som private investeringer. I ADAM betragtes virksomhedernes forsknings- og udviklingsindsats imidlertid (i den nuværende version af modellen) som driftsomkostninger. Virksomhedernes øgede forsknings- og udviklingsindsats implementeres derfor dels som en produktivitetstigning og dels som øgede omkostninger.

Størrelsen af det øgede offentlige forskningsforbrugs påvirkning af hhv. produktivitet, som måles ved totalfaktorproduktiviteten (TFP), og omkostningsniveau for løn og varekøb som kan ses i tabel 5.6. Af scenario 3 fremgår det, at produktivetsforbedring øges med 0,07 pct. i industrien. Industriens samlede lønsum øges med op til knap 0,5 mia. kr., hvilket er udtryk for, at virksomhederne hyrer flere forskere og andre medarbejdere, som de skal aflønne. Tilsvarende øges industriens omkostningsniveau svarende til et øget varekøb på 342 mio. kr. Det højere omkostningsniveau er implementeret gennem en forringet materiale- og energieffektivitet i industrien, hvilket øger virksomhedernes køb af begge disse inputfaktorer.

5.5

ESTIMERING AF DE SAMFUNDSØKONOMISKE EFFEKTER

Nutidig og forventet fremtidig vækst i det offentlige forskningsforbrug har betydelig kortsigtet og langsigtet effekt på den danske økonomi. Beregninger udført på den makroøkonomiske simulationsmodel ADAM viser, at et øget offentligt forskningsforbrug finansieret via vækst i finansiering fra private fonde på langt sigt – ved at følge et af de tre regneeksempler – scenario 1, 2 eller 3 – kan løfte BNP permanent med op til mellem 1,4-2,7 mia. kr. efter 10 år. Det svarer til en BNP-stigning på mellem 0,08 og 0,17 pct.

Bemærk, at det ikke kun er alternative fremtidige vækstscenarier for forbruget af forskning i den offentlige sektor, som er modelleret og analyseret, men også alternative niveauer for udviklingen i de samlede udbetalinger i forhold til den situation, hvor der ikke er udbetalinger fra en privat fond. Således er effekterne målt i forhold til den hypotetiske situation, hvor der ikke er offentligt forskningsforbrug. ADAM er en simulationsmodel for det mellemlange og lange sigt, og resultaterne skal tolkes i lyset heraf. De konkrete tal vil være påhæftet en vis usikkerhed som følge af usikkerheden dels i estimatet af samspillet mellem offentlig forskning og privat forskning, dels i estimatet af produktivitetseffekten af privat forskning og dels i modellens grundlæggende usikkerhed i relation til begrænsningen i at modellere tidsfaktorer for transmissionskanaler og gennemslaget af effekter på de forskellige dele af økonomien.

TABEL 5.6

AFLEDTE EFFEKTER AF ØGEDE UDBETALINGER TIL OFFENTLIGT FORSKNINGSFORBRUG (ÅR 2050)

	Produktivetsforbedring (TFP) i industrien (pct.)	Øgede lønudgifter i industrien (mio. kr. i 2015-priser)	Øgede omkostninger i industrien (mio. kr. i 2015-priser)
Scenario 1	0,037	248	171
Scenario 2	0,053	358	247
Scenario 3	0,074	496	342

TABEL 5.7 RELATIVE ÆNDRINGER I FORSYNINGSBALANCEN I DE TRE GENNEMFØRTE SCENARIER

Scenario 1	Relativ ændring			
	Efter 5 år	Efter 10 år	Efter 20 år	I ligevægt
BNP	0,10%	0,08%	0,05%	0,04%
Eksport	-0,10%	-0,22%	-0,39%	-0,37%
Import	0,08%	0,07%	0,03%	0,02%
Privat forbrug	0,09%	0,18%	0,27%	0,23%
Offentligt forbrug	0,51%	0,51%	0,51%	0,52%
Investeringer	0,09%	0,08%	0,08%	0,02%
Beskæftigede i alt	0,12%	0,07%	0,00%	0,00%
Timeproduktivitet	-0,03%	-0,01%	0,02%	0,02%

Scenario 2	Relativ ændring			
	Efter 5 år	Efter 10 år	Efter 20 år	I ligevægt
BNP	0,17%	0,12%	0,08%	0,06%
Eksport	-0,12%	-0,31%	-0,57%	-0,53%
Import	0,12%	0,10%	0,05%	0,02%
Privat forbrug	0,14%	0,25%	0,39%	0,34%
Offentligt forbrug	0,73%	0,74%	0,74%	0,74%
Investeringer	0,17%	0,11%	0,11%	0,03%
Beskæftigede i alt	0,18%	0,11%	0,00%	0,00%
Timeproduktivitet	-0,02%	-0,01%	0,03%	0,03%

Scenario 3	Relativ ændring			
	Efter 5 år	Efter 10 år	Efter 20 år	I ligevægt
BNP	0,24%	0,17%	0,11%	0,09%
Eksport	-0,17%	-0,44%	-0,79%	-0,74%
Import	0,17%	0,13%	0,07%	0,03%
Privat forbrug	0,20%	0,36%	0,55%	0,47%
Offentligt forbrug	1,02%	1,02%	1,03%	1,03%
Investeringer	0,22%	0,15%	0,15%	0,04%
Beskæftigede i alt	0,25%	0,14%	0,00%	0,00%
Timeproduktivitet	-0,03%	-0,01%	0,05%	0,05%

TABEL 5.8 ABSOLUTTE ÆNDRINGER I FORSYNINGSBALANCEN I DE TRE GENNEMFØRTE SCENARIER

Scenario 1	Absolut ændring ift. 2015-niveau (1000 DKK)			
	Efter 5 år	Efter 10 år	Efter 20 år	I ligevægt
BNP	2.040	1.688	1.061	895
Eksport	-1.136	-2.465	-4.376	-4.136
Import	888	704	361	174
Privat forbrug	912	1.738	2.666	2.295
Offentligt forbrug	2.759	2.769	2.789	2.797
Investeringer	386	337	317	96
Beskæftigede i alt (Tusind beskæftigede)	3	2	0	-0

Scenario 2	Absolut ændring ift. 2015-niveau(1000 DKK)			
	Efter 5 år	Efter 10 år	Efter 20 år	I ligevægt
BNP	3.420	2.456	1.522	1.290
Eksport	-1.335	-3.487	-6.358	-5.973
Import	1.314	1.030	529	254
Privat forbrug	1.384	2.506	3.889	3.322
Offentligt forbrug	3.978	3.996	4.025	4.036
Investeringer	693	453	453	132
Beskæftigede i alt (Tusind beskæftigede)	5	3	0	-0

Scenario 3	Absolut ændring ift. 2015-niveau(1000 DKK)			
	Efter 5 år	Efter 10 år	Efter 20 år	I ligevægt
BNP	4.721	3.360	2.098	1.787
Eksport	-1.935	-4.939	-8.859	-8.277
Import	1.811	1.420	729	357
Privat forbrug	2.004	3.530	5.419	4.609
Offentligt forbrug	5.515	5.540	5.579	5.595
Investeringer	930	621	627	178
Beskæftigede i alt (Tusind beskæftigede)	7	4	0	-0

6.0

DE ØKONOMISKE EFFEKTER AF TILTRÆKNING AF FORSKERE FRA UDLANDET (TIL STYRKELSE AF OFFENTLIG FORSKNING)

Allerede i dag arbejder mange udenlandske forskere på danske offentlige vidensinstitutioner, og en yderligere tiltrækning af udenlandske forskere til Danmark kunne forventes, hvis der tilføres flere midler til offentlig forskning på fx universiteter og hospitaler. Formålet med analysen er at undersøge de makroøkonomiske konsekvenser på længere sigt af at tiltrække udenlandske forskere til offentlige vidensinstitutioner.

6.1

INTRODUKTION TIL GRUNDANALYSEN

Dette kapitel opsummerer resultater af makroøkonomiske regneeksperimenter (model-simulationer) udført i DREAM-modellen⁷³. Eksperimenterne undersøger de samfundsøkonomiske konsekvenser af tiltrækning af forskere til offentlige forskningsinstitutioner, idet tiltrækning af forskere er defineret som "højtuddannet merindvandring" i DREAM-modellen. Der er gennemført flere modelsimulationer (en grundanalyse og flere marginale varianter af grundanalysen) under forskellige antagelser ("stød") til arbejdsmarkedet. Dvs. under forskellige forudsætninger om stødenes størrelse, forskeradfærd, ægtefælleadfærd samt varighed af merindvandring af forskere (højtuddannede). Eksperimentet undersøger de samfundsøkonomiske konsekvenser af højtuddannet international tilføjelse af forskere til den offentlige sektor. Eksperimentet i denne analyse afvikles som stød til økonomien fra og med år 2015, hvor udgangspunktet er DREAMs grundforløb. Benchmark-eksperimentet (grundanalysen) vurderes således på den ene side op imod DREAMs grundforløb. De tekniske forudsætninger for eksperimenterne er beskrevet i boks 6.1.

BOKS 6.1

DREAM-MODELLEN OG TEKNISKE BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER

DREAM-modellen er en langsigtet ligevægtsstrukturmodel, der har som hovedformål at analysere den langsigtede finanspolitiske holdbarhed, og politikændringers konsekvenser for denne. Når DREAM-modellen bruges til at analysere effekter af ændringer i den økonomiske politik, er det de langsigtede strukturelle ændringer, der analyseres, hvorimod kortsigtede og konjunkturafhængige effekter ikke medtages i analysen. Den nærværende DREAM-model er kalibreret via nationalregnskabet fra 2011, hvor nationalregnskabet inden kalibreringen er blevet rensset for konjunkturafhængige effekter. Den økonomiske krise er indarbejdet i modellen via Finansministeriets fremskrivning til 2020 ved at tillade, at en række af modellens parametre, der beskriver modellens økonomiske struktur og agenternes adfærd, må afvige fra deres strukturelle niveau. Fra

2020 tilpasses parametrene gradvist til DREAMs strukturelle niveauer. DREAMs grundforløb bygger på den nyeste udgave af DREAM-modellen, se DREAM (2015), og medtager al politik, der var vedtaget i august 2015. DREAMs grundforløb er tilpasset til Finansministeriets seneste fremskrivning frem til 2020 fra august 2015. I DREAMs grundforløb antages det kollektive offentlige forbrug at være en konstant andel af BNP. I marginaleksperimenter antages, at det kollektive offentlige forbrug er uændret relativt til grundforløb, hvorfor ændringer relativt til BNP kun tilskrives en BNP-effekt. Det individuelle offentlige forbrug antages at følge den demografiske udvikling. Det vil sige, at det reelle individuelle offentlige forbrug per person, givet personens køn, alder og oprindelse, fastholdes i alternativforløbene på samme niveau som i grundforløbet.

Den makroøkonomiske model, DREAM, anvendes til at udarbejde langsigtede fremskrivninger af den økonomiske udvikling i Danmark og til at foretage konsekvensberegninger af økonomisk-politiske tiltag. I denne analyse vurderer DREAM-modellen, hvilke effekter det har på fx BNP, beskæftigelse, ændringen i den offentlige saldo samt offentlige og private investeringer og forbrug fra 2015, hvis der årligt tiltrækkes og fastholdes 200 højtuddannede forskere fra udlandet til Danmark, der fx finansieres af en privat fond. Der antages i analysen følgende forhold omkring den gruppe af forskere, der tiltrækkes:

- ▶ Alle forskere kommer fra udlandet, og hver medbringer en ægtefælle.
- ▶ Alle forskere ansættes i den offentlige sektor.
- ▶ Alle forskere har 100 pct. beskæftigelse.
- ▶ Alle forskere aflønnes i gennemsnit med ca. 800.000 DKK årligt.
- ▶ Alle forskere er i aldersgruppen 30-50 år.
- ▶ Alle ægtefæller har samme erhvervsfrekvens, arbejdsløshed og produktivitet, som deres køn, alder og oprindelse tilskrives dem.

DREAM-modellen indeholder ikke en egentlig forskningssektor, som fx tager højde for spillover-effekter mellem offentlig og privat forskning eller mellem forskning og uddannelsesniveau. Analysen måler kun de umiddelbare samfundsøkonomiske effekter af tilførsel af forskere fra udlandet. Der er derfor tale om en konservativ vurdering, og det må forventes, at den egentlige effekt er højere.

TABEL 6.1

HOLDBARHEDSINDIKATOREN

	Holdbarheden	Ændring ift. grundforløbet
Grundforløb	0,31 pct. 5,9 DKK mia.	
Eksperiment	0,46 pct. 8,3 DKK mia.	0,15 pct. 2,9 DKK mia.

Kilde: Egne beregninger på DREAM og Danmarks Statistik, NAT01.
Kronebeløbene angiver holdbarhedsindikatoren omregnet til en permanent årlig ændring i den primære saldo opgjort i 2014-niveau. Foreløbigt BNP for 2014 er 1921,5 mia. kr. (løbende priser)

I den nedenstående analyse beskrives et af eksperimenterne, som har følgende output-begrænsninger og formuleres således, at den offentlige sektor ansætter den del af mer-indvandringen, der er forskere. Dvs. det offentlige forbrug stiger med omkostningerne til forskerne, her beregnet som lønsummen. For at imødekomme dette modtager den offentlige sektor det samme beløb, som forbruget er øget med fraprivate fonde. Beregningerne af beløb er regneeksempler, og derfor ikke-realiserede forbrug.

6.2

EFFEKTER AF INTERNATIONALE HØJTUDDANNEDE I DEN OFFENTLIGE SEKTOR

Generelt foranlediger merindvandringen i eksperimentet en stigning i såvel arbejdsudbud som beskæftigelse, hvilket medfører en stigning i BNP relativt til DREAMs grundforløb. Arbejdsudbuddet er den vigtigste drivkraft i økonomien for at opnå langsigtet vækst i BNP og højere beskæftigelse. DREAM-modellen indeholder ikke en egentlig forskningssektor, som fx tager højde for spillover.

DREAMs grundforløb er konstrueret som en lille åben økonomi i hvilken der efterspørges udenlandsk producerede varer til investeringer og materialeforbrug i produktionen og til endeligt privat forbrug, samtidig med at en stor del af produktionen i den private sektor eksporteres. Eksportefterspørgslen afhænger negativt af produktprisen. Når produktionen stiger, vil outputprisen samtidig reduceres for at øge efterspørgslen. Derved opnår de danske virksomheder en forringet rentabilitet, der også vil påvirke lønniveauet. Da prisen på importerede investeringsgoder og materialer er uafhængig af efterspørgslen, vil lønningerne falde relativt mere end produktprisen, således at reallønnen (defineret ud fra forbrugerprisindekset) falder.

Beskrivelsen af resultaterne nedenfor tager udgangspunkt i grundanalysen og eksperimentet. Den samlede virkning af dette eksperiment på de offentlige finanser er opsummeret i en holdbarhedsindikator (HBI). Holdbarhedsindikatoren for grundforløbet og eksperimentet findes i tabel 6.1. Hvis holdbarhedsindikatoren er nul, betyder det, at den langsigtede finanspolitik er holdbar. Holdbarhedsindikatoren er i grundforløbet og for eksperimentet positiv. Det ses i tabel 6.1, at holdbarheden i DREAMs grundforløb er 0,31 pct. af BNP, hvilket svarer til et permanent årligt budgetoverskud på 5,9 mia. kr. i 2014-priser. Det vil sige, at den offentlige sektor årligt har et råderum svarende til 5,9 mia. kr. i 2014-priser, som den kan bruge, uden at de fremtidige indtægter bliver forskellige fra de fremtidige udgifter. Eksperimentet forbedrer holdbarheden med 0,15 pct. point i forhold til grundforløbet, svarende til at det offentlige råderum årligt bliver forbedret med 2,94 mia.kr i 2014-priser.

TABEL 6.2 BEFOLKNINGEN FORDELT PÅ ARBEJDSMARKED, OPRINDELSE OG ALDER, ABSOLUT ÆNDRING I EKSPERIMENTET IFT. DREAMS GRUNDFORLØB.

	2015 †	2020	2030	2040	2050
Befolkning, personer	5673284	2339	6976	11518	16057
Arbejdsmarkedet					
Uden for arbejdsstyrken	2940500	503	1907	3348	5070
I arbejdsstyrken	2732783	1836	5069	8169	10987
- Beskæftigede	2634838	1728	4793	7712	10375
- Offentlige	801922	1277	3551	5714	7551
- Private	1832916	452	1242	1998	2824
- Arbejdsløse	97946	108	276	457	612
Oprindelse					
Dansk oprindelse	5002983	57	358	689	1156
Indvandrere	510839	2176	6017	9718	13246
- Ikkevestlige lande	295116	1088	3008	4860	6629
- Vestlige lande	215723	1088	3009	4858	6617
Efterkommere	159462	106	600	1110	1654
- Ikke-vestlige lande	135277	63	358	674	1005
- Vestlige lande	24185	43	242	436	649
Alder					
Børn	1095953	163	958	1448	1627
Voksne	3514444	2176	6017	9965	13698
Ældre	1062887	0	0	104	732

Kilde: DREAM-modellen. † DREAMs grundforløb, 2014- priser.

Anm: Børn er defineret som befolkningen i alderen 0-16 år.

Voksne er defineret som befolkningen i alderen 17 år til folkepensionsalder (variabel over tid).

Ældre er befolkning fra og med folkepensionsalder.

Det vil sige, at den offentlige sektor årligt har et råderum svarende til 5,9 mio.kr. i 2014-niveau, som den kan bruge, uden at de fremtidige indtægter bliver forskellige fra de fremtidige udgifter. Eksperimentet forbedrer holdbarheden med 0,15 pct. point i forhold til grundforløbet, svarende til at det offentlige råderum årligt bliver forbedret med 2,9 mia. kr. i 2014-niveau.

6.3

RESULTATER

Resultaterne i forhold til grundforløbet i DREAM-modellen med en årlig tiltrækning af 200 forskere med ægtefæller fra 2015 viser, at den offentlige sektors råderum i gennemsnit årligt vil blive forbedret med 2,94 mia. DKK (2014-niveau). Derudover er der følgende effekter på langt sigt (i år 2050):

- ▶ Befolkningen vil vokse med 16.000 personer.
- ▶ Beskæftigelsen vil vokse med 0,35 pct.
- ▶ BNP (Danmarks samlede produktion) vil stige med 0,70 pct.
- ▶ Private og offentlige investeringer vil vokse med henholdsvis 0,32 pct. og 1,76 pct.
- ▶ Privat forbrug vil øges med 0,52 pct.
- ▶ Offentlige forbrug vil øges med 2,24 pct.

De omkostninger, der er forbundet med at ansætte forskerne i den offentlige sektor, dækkes som nævnt af private fonde i eksperimentet. Derfor er den direkte effekt af forskerne holdbarhedsneutral i forhold til grundforløbet. Forklaringen på, hvorfor eksperimentet giver anledning til en holdbarhedsforbedring, ligger i, at indtægterne af den øgede økonomiske aktivitet, som forskerne, ægtefællerne og deres efterkommere giver anledning til, overstiger de individuelle offentlige udgifter, som den større befolkning medfører. Indtægterne er især drevet af et øget provenu fra kildeskat og moms m.m. Og selvom indkomstoverførslerne er steget i forhold til grundforløbet, er effekten på den offentlige saldo mindre. Dette skyldes, at den ændrede befolkningssammensætning relativt mindsker antallet af personer, der modtager disse indkomstoverførsler.

BOKS 6.2

GENNEMFØRT ANALYSE I DREAM-MODELLEN

Eksperiment: Eksperimentet øger hvert år indvandringen med 400 personer i alderen 30-50 år, 200 forskere og deres 200 ægtefæller. Indvandrerne har samme udvandringstilbøjelighed som personer med dansk oprindelse og fertilitet, som deres oprindelse tilskrives dem. Forsker-indvandrerne har, uanset køn, 100 pct. erhvervsdeltagelse, 0 pct. arbejdsløshed og er dobbelt så produktive som danske mænd med en lang videregående uddannelse og får derfor den dobbelte løn. Forskerne ansættes i den offentlige sektor, omkostningerne til forskerne, det være sig løn, kapitalapparat m.m., dækkes af

private fonde i eksperimentet. Ægtefællerne har erhvervsfrekvens, arbejdsløshed og produktivitet, som deres køn, alder og oprindelse tilskrives dem. Indvandrerne tilbringer deres alderdom i Danmark, dvs. får ret til pension, efterløn m.m. Forskernes erhvervsfrekvens og produktivitet falder efter efterlønsalderen (59 år i 2015) på samme måde, som den gør for danskere⁷⁴. Det er vigtigt at understrege, at forskerne ansættes i den offentlige sektor, og at private fonde dækker de omkostninger, der er forbundet til dem, mens de er i beskæftigelse.

6.4

EFFEKTER PÅ BEFOLKNINGSTILVÆKST OG ARBEJDSMARKEDET

Befolkningstilvæksten medfører i dette eksperiment en stigning i det private og det offentlige arbejdsudbud. Forskerne bliver ansat i den offentlige sektor, mens deres ægtefæller og efterkommere hovedsageligt bliver ansat i den private sektor. Stigningen i det offentlige og private arbejdsudbud og beskæftigelse medfører en stigning i BNP relativt til DREAMs grundforløb.

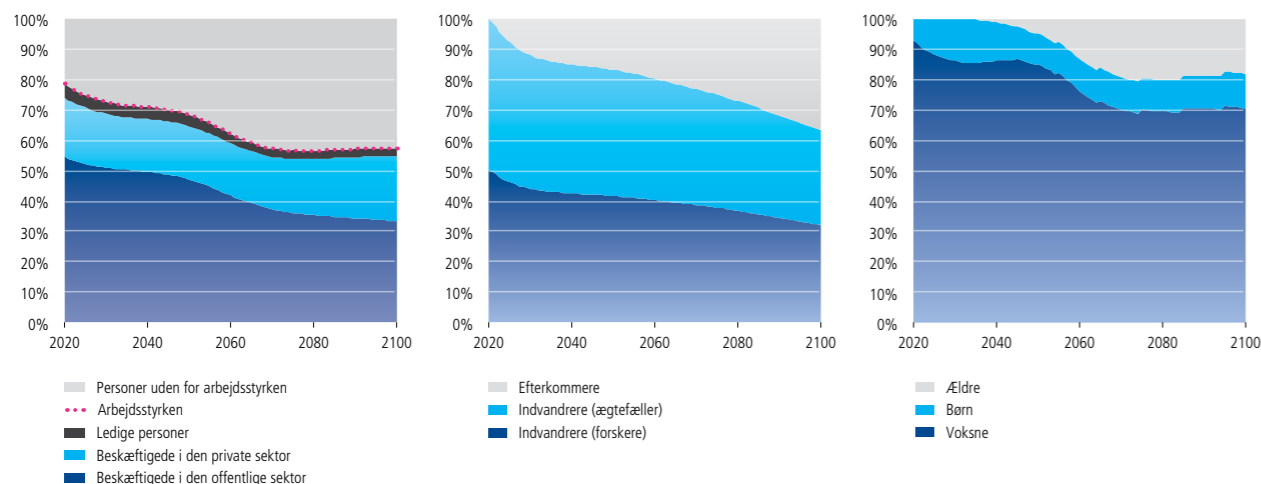
Den øgede produktion i den offentlige sektor medfører en øget efterspørgsel efter danske og udenlandsk producerede varer til investeringer og materialeforbrug i produktionen. Men modsat den private sektor eksporteres den offentlige sektors produktion ikke, hvorfor der ikke er nogen direkte priseffekt herfra.

I den private sektor efterspørges der også udenlandsk producerede varer til investeringer og materialeforbrug i produktionen, samtidig med at en stor del af produktionen i den private sektor eksporteres. I dette eksperiment øges efterspørgslen efter privatforbrug samt offentlige og private investeringer og materialeforbrug så meget, at den øgede private produktion stiger mere, end der afsættes i Danmark. Dette giver et opadgående pres på outputpriserne i den private sektor. Derved opnår de danske virksomheder en forbedret rentabilitet, der også vil sætte sig i lønniveauet. Da prisen på importerede investeringsgoder og materialer er uafhængig af efterspørgslen, vil lønningerne stige relativt mere end outputprisen, således at reallønnen (defineret ud fra forbrugerprisindekset) stiger.

Den direkte konsekvens af merindvandringen i eksperimentet ses på befolkningen og derfor på arbejdsmarkedet. Ændringen i befolkningen fordelt på arbejdsmarkedstilknytning, oprindelse og alder er for eksperimentet opsummeret i tabel 6.2. og figur 6.1. Befolkningstallet er i 2015 ca. 5,6 millioner personer i DREAMs grundforløb, heraf har ca. 9 pct. status som indvandrere. Merindvandringen i eksperimentet øger den samlede befolkning med ca. 16.000 personer i 2050, hvoraf ca. 82 pct. af dem er indvandrere (41 pct. forskere og 41 pct. ægtefæller), og 18 pct. er efterkommere⁷⁵.

I 2015 er ca. 52 pct. af befolkningen uden for arbejdsstyrken og 48 pct. i arbejdsstyrken. Af dem, der er i beskæftigelse, er ca. 30 pct. ansat i den offentlige sektor. I 2050 er ca. 70 pct. af merbefolkningen for eksperimentet i arbejdsstyrken, og ca. 73 pct. af dem, der er i beskæftigelse, er ansat i den offentlige sektor. Den øgede arbejdsmarkedstilknytning skyldes dels antagelsen om højere erhvervsfrekvens, men også, at der er et forholdsvis mindre antal børn og ældre i forhold til fordelingen i udgangspunktet.

FIGUR 6.1 FORDELINGEN AF BEFOLKNINGEN PÅ ARBEJDSMARKEDSTILKNYTNING, OPRINDELSE OG ALDER, BENCHMARK I FORHOLD TIL DREAMS GRUNDFORLØB



Kilde: DREAM-modellen.

Anm: Børn er befolkning i alderen 0-16 år.

Voksne er befolkning i alderen 17 til folkepensionsalder (variabel over tid)

Ældre er befolkning fra og med folkepensionsalder

Figur 6.1 viser fordelingen af merbefolkningen over tid på arbejdsmarkedstilknytning, oprindelse og alder. Fra figur 6.1 ses det, at erhvervsfrekvensen på kort sigt er tæt på 80 pct., og at den falder ned til ca. 60 pct. på langt sigt. Dette forklares ved, at merbefolkningen på kort sigt ikke indeholder børn og ældre, da det antages, at indvandrerne er i alderen 30-50 år på indvandringstidspunktet. På længere sigt bliver en vis andel af merbefolkningen børn og ældre. Det ses også, at lidt over 50 pct. af befolkningstilvæksten på kort sigt har beskæftigelse i den offentlige sektor, hvilket er forklaret af forskerne.

6.5

MAKROØKONOMISKE EFFEKTER

Tabel 6.3 er en dekomponering af BNP i forsyningsbalancekomponenterne. Fra tabellen ses det, at merindvandringen medfører en stigning i BNP relativt til grundforløbet i faste priser og trods en negativ prisseffekt også i løbende priser. Det ses, at stigningen i BNP i løbende priser især er drevet af ændringer i det offentlige forbrug og investeringer.

Arbejdskraft (i produktive enheder) er direkte et input i virksomhedernes og den offentlige sektors produktion. Virksomhederne og den offentlige sektor vil følgelig producere mere for et øget arbejdsudbud. Den øgede mængde arbejdskraft giver en ubalance i forhold til kapitalapparatet i produktionen. For at imødekomme dette ønsker virksomhederne og den offentlige sektor derfor at øge kapitalapparatet via øgede investeringer. I 2050 er de private og de offentlige investeringer steget med henholdsvis 0,32 og 1,76 pct. i løbende priser ift. grundforløbet i 2050.

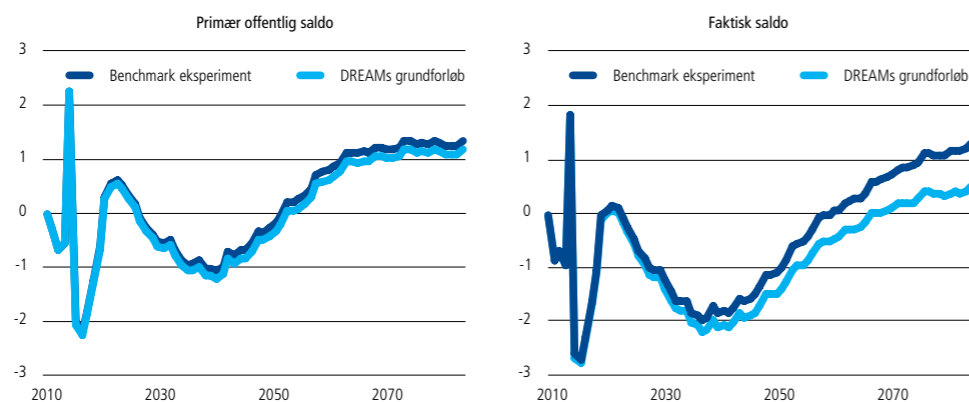
TABEL 6.3 FORSYNINGSBALANCEN, EKSPERIMENTET RELATIVT TIL GRUNDFORLØBET.

	2015 †	2020	2030	2040	2050
	Mia. kr.	Procentvis ændring			
BNP, mia. kr.	1738,10	0,18	0,38	0,57	0,70
Mængdeeffekt		0,13	0,30	0,46	0,57
Prisseffekt		0,05	0,08	0,11	0,13
Privat forbrug	840,33	0,21	0,32	0,43	0,52
Mængdeeffekt		0,18	0,27	0,35	0,43
Prisseffekt		0,04	0,05	0,08	0,09
Offentligt forbrug	460,26	0,45	1,19	1,80	2,24
Mængdeeffekt		0,40	1,10	1,69	2,12
Prisseffekt		0,05	0,09	0,11	0,12
Eksport	760,98	-0,16	-0,22	-0,28	-0,32
Mængdeeffekt		-0,20	-0,27	-0,35	-0,40
Prisseffekt		0,04	0,05	0,07	0,08
Import	658,59	0,13	0,25	0,35	0,41
Mængdeeffekt		0,13	0,25	0,35	0,41
Prisseffekt		0,00	0,00	0,00	0,00
Private investeringer	270,48	0,30	0,26	0,31	0,32
Mængdeeffekt		0,26	0,20	0,23	0,22
Prisseffekt		0,04	0,06	0,08	0,09
Offentlige investeringer	65,05	0,60	1,13	1,51	1,76
Mængdeeffekt		0,57	1,08	1,45	1,69
Prisseffekt		0,03	0,05	0,06	0,07

Kilde: Egne beregninger på DREAM † Grundforløbsniveau

FIGUR 6.2

DE OFFENTLIGE SALDI I PCT. AF BNP.
(DEN PRIMÆRE SALDO TIL VENSTRE OG FAKTISKE SALDO TIL HØJRE)



TABEL 6.4 DE OFFENTLIGE FINANSER, EKSPERIMENTET IFT. GRUNDFORLØBET, ABSOLUT ÆNDRING I BNP-ANDELE

	2015 +	2020	2030	2040	2050
Budgetoverskud, pct. af BNP	-2,67	0,06	0,13	0,24	0,35
Primærebudget overskud	-2,08	0,05	0,08	0,13	0,16
Indtægter	51,26	0,12	0,29	0,46	0,58
Direkte skatter	28,54	-0,01	-0,01	-0,01	0,00
Indirekte skatter	16,55	0,03	0,02	0,01	0,01
Anden indkomst	6,17	0,10	0,29	0,46	0,57
Udgifter	53,34	0,07	0,21	0,33	0,42
Kollektivt forbrug	7,70	0,09	0,25	0,40	0,49
Individuelt forbrug	18,78	-0,02	-0,04	-0,07	-0,08
Indkomstoverførsler	17,82	-0,01	-0,03	-0,05	-0,05
Investeringer	3,74	0,01	0,03	0,04	0,04
Andre udgifter	3,20	0,00	0,00	0,01	0,01
Nettorenteudgifter	0,59	-0,01	-0,05	-0,10	-0,19

6.6

DE OFFENTLIGE FINANSER OG PRIVATE FONDES OMKOSTNINGER

Udviklingen i de offentlige saldi som andel af BNP for eksperimentet og DREAMs grundforløb kan ses i figur 6.2. Det ses, at de offentlige saldi i alle perioder er forbedret ift. grundforløbet. Tabel 6.4 dekomponerer den faktiske saldo i offentlige indtægter og udgifter. Herfra ses det, at den primære offentlige saldo i pct. af BNP er steget 0,35 pct. point i 2050 i forhold til grundforløbet.

Forklaringen på, hvorfor de offentlige saldi i pct. af BNP er forbedret i forhold til DREAMs grundforløb er, at indtægterne i pct. af BNP er steget mere end udgifterne. Jf. tabel 6.4.

Fra tabellen ses det, at den helt store indtægtspost er "Anden indkomst". I denne ligger "lumpsum" transferingen fra private fonde til den offentlige sektor. Figur 6.3 viser omkostningerne for private fonde (eller indtægterne for den offentlige sektor). Det ses herfra, at omkostningerne i alt bliver i underkanten af 12 mia. kr. (løbende priser) på lang sigt eller ca. 1,5 mio. kr. per forsker. Lønomsøstningerne udgør ca. halvdelen af disse omkostninger.

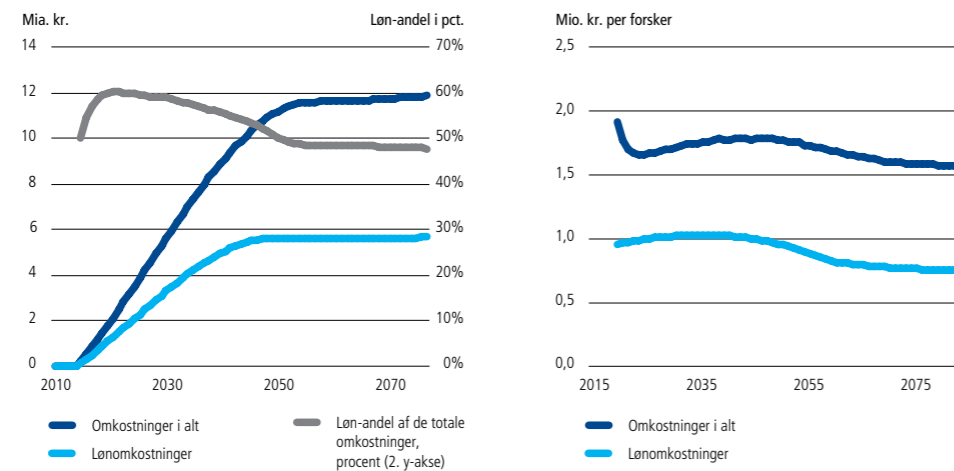
Ud over den store indtægtspost fra private fondes transferring giver den stigende realløn og den større befolkning en større skattebase for husholdningen, hvilket fører til højere indtjening fra kildeskatterne i forhold til DREAMs grundforløb. Indtjeningen fra de indirekte skatter er steget ift. grundforløbet (stort set uændret i BNP-andele). Forklaringen er, at punktafgiftsindtægterne er steget som en konsekvens af det øgede private forbrug.

Opgjort som andel af BNP er udgifterne steget ift. grundforløbet, hvilket især forklares af et øget offentligt kollektivt forbrug. I denne post ligger alle udgifter til forskerne. Ud over denne store post stiger, som før beskrevet, udgifterne til offentlige investeringer. Desuden er indkomstoverførslen steget som andel af BNP i forhold til grundforløbet, hvilket skyldes, at den ændrede befolkningssammensætning relativt mindsker antallet af personer, der modtager disse indkomstoverførsler.

De omkostninger, der er forbundet med at ansætte forskerne i den offentlige sektor, dækkes som nævnt af private fonde i eksperimentet. Derfor er den direkte effekt af forskerne holdbarhedsneutral i forhold til grundforløbet. Forklaringen på, hvorfor eksperimentet giver anledning til en holdbarhedsforbedring, ligger i, at indtægterne af den øgede økonomiske aktivitet, som forskerne, ægtefællerne og deres efterkommere giver anledning til, overstiger de individuelle offentlige udgifter, som den større befolkning medfører. Indtægterne er især drevet af et øget provenu fra kildeskat og moms m.m. Og selvom indkomstoverførslerne er steget i forhold til grundforløbet, er effekten på den offentlige saldo mindre. Dette skyldes, at den ændrede befolkningssammensætning relativt mindsker antallet af personer, der modtager disse indkomstoverførsler.

FIGUR 6.3

REGNEEKSEMPEL PÅ PRIVATE FONDES OMKOSTNINGER (2020 - 2080)



Litteraturliste

Access Economics (2003); Exceptional returns - The value of investing in health R&D in Australia; The Australian society for medical research.

Acemoglu, D. og Guerrieri, V. Capital Deepening and non-balanced economic growth. NBER working paper no. 12475. 2006.

ADAM - en model af dansk økonomi (2012) Danmark Statistik.

Aerts, K. og Czarnitzki, D. (2008); Econometric evaluation of public R&D policies: Literature review and a guide for further research. Manuscript.

Aerts, K. and Schmidt, T. (2008) 'Two for the price of one? Additionality effects of R&D subsidies: a comparison between Flanders and Germany', Research Policy, Vol. 37, No. 5, pp.806–822.

Agrawal, A., J. McHale og A. Oettl (2014), Why Stars Matter, NBER Working Paper No. 20012.

Bjørner, T. B. og Mackenhauer, J. (2011); Estimation af spill-over-effekter af energiforskning og anden privat forskning; Working Paper 2011:1; Danish Economic Councils.

Bloch, C. og Graversen, K.E. (2008); Additionality of public R&D funding in business R&D; Working Paper; The Danish Centre for Studies in Research and Research Policy.

Bloch, C. og Graversen, K.E. (2012); Additionality of public R&D funding for business R&D – a dynamic panel data analysis. World Review of Science, Technology and Sustainable Development, Vol. 9, Nos. 2/3/4, 2012

Bloch, C. og Marino, M. (2012), Additionality of public R&D funding for business R&D – a dynamic panel data analysis, World Review of Science, Technology and Sustainable Development, Vol. 9, Nos. 2/3/4.

Bøler, E. A., A. Moxnes, og K. H. Ulltveit-Moe

(2015), R&D, International Sourcing and the Joint Impact on Firm Performance, American Economic Review, (forthcoming).

Buxton, M., Hanney, S. og Jones, T. (2004); Estimating the economic value to societies of the impact of health research: A critical review; Bulletin of the World Health Organization; vol. 82; pp. 733-739.

Caliendo, M. og S Kopeinig (2008). Some practical guidance for the implementation of propensity score matching Journal of economic surveys.

CEBR (2010), "Produktivitet og videregående uddannelse", udgivet af DEA

CEBR (2013) Produktivitetseffekter af flere innovative virksomheder, CEBR (2013)

Cerulli og Poti (2012) Designing ex-post assessment of corporate RDI policies: conceptualisation, indicators and modelling. World Review of Science, Technology and Sustainable Development, Vol. 9, Nos. 2/3/4, 2012

Cincera, M. og Veugelers, R. (2014), Differences in the rates of return to R&D for European and US youngleading R&D firms, Research Policy 43 (2014), page 1413–1421.

Christensen m.fl. (2008), Nationaløkonomi på dansk, 8. udgave, Forlaget Samfundslitteratur.

Cockburn, I.M. og Henderson, R.M. (2000); Publicly Funded Science and the Productivity of the Pharmaceutical Industry; In: A. B. Jaffe, J. Lerner, & S. Stern (eds); Innovation Policy and the Economy; vol. 1; MIT Press.

David, P., Hall, B. og Toole, A. (2000); Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the Econometric Evidence; Research Policy; vol. 29; pp. 497-529.

DEA (2010); Produktivitet og videregående uddannelse.

DØRS (2011); Økonomi og Miljø 2011. s. 171–190 Kapitel II: Energi- og miljøforskning.

DREAM (2015), "Langsigtet økonomisk fremskrivning".

Englander, S., Evenson, R. og Hanazaki, M. (1988); R&D, Innovation and the Total Factor Productivity Slowdown; OECD.

First Funding (2000); Exceptional returns: The economic value of America's investment in medical research.

Foray, D., Hall, B. H. og Mairesse, J. (2009); Pitfalls in Estimating the Returns to Corporate R&D using Accounting Data; Revised version of a paper presented at the First European Conference on Knowledge for Growth, October 8-9, 2007, Seville, Spain.

Finansministeriet, Økonomiske Redegørelser, www.fm.dk

Fudenberg, H. H. (1983); Biomedical institutions, biomedical funding and public policy; Plenum Press.

Fosse H., Jacobsen, R. og Kuhn, J.(2012). Effekt på boligmarkedet af politiske, strukturelle reformer af dansk økonomi, Centre for Economic and Business Research, Copenhagen Business School, 2012. 83 s.

González, X., Jaumandreu, J. and Pazó, C. (2005) 'Barriers to innovation and subsidy effectiveness', RAND Journal of Economics, Vol. 36, No. 4, pp.930–950.

Gordon Reikard (2011), "Total Factor Productivity and R&D in the Production Function"

Graversen, E. K. & Mark, M. (2005); Forskning og udviklingsarbejdes påvirkning af produktivitet og beskæftigelse; Dansk Center for Forskningsanalyse, Aarhus Universitet; Rapport 2005/1.

Griliches, Z. og Mairesse, J. (1984); Productivity and R&D at the Firm level; In: Z. Griliches (ed.); R&D, Patents and Productivity; pp. 339-374; University of Chicago Press.

Griliches, Z. og Mairesse, J. (1990); R&D and Productivity Growth: Comparing Japanese and U.S. Manufacturing Firms; National Bureau of Economic Research.

Griliches, Z. (1986); Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970s; The American Economic Review; vol. 76(1); pp. 141-154.

Guellec, D og van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2003); The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D; Economics of Innovation and New Technology; vol. 12(3); pp. 225–243.

Guellec, D. og van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2001); R&D and Productivity and Growth: Panel data analysis of 16 OECD countries; OECD Science; Technology and Industry Working Papers; No. 2001/3.

Hall, B. H. og Mairesse, J. (1995); Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms, Journal of Econometrics; vol. 65; pp. 263-293.

Hall, B. H., Mairesse, J. & Mohnen, P. (2009); Measuring the Returns to R&D; Working Paper 15622; National Bureau of Economic Research.

Health Economics Research Group, Office of Health Economics, RAND Europe, Medical Research: What's it worth? Estimating the Economic Benefits from Medical Research in the UK, UK Evaluation Forum: London 2008.

Heckman, J. (1976) 'The common structure of statistical models of truncation, sample selection and limited dependent variables and a simple estimator for such models', Annals of Economics and Social Measurement, Vol. 5, No. 4, pp.475–492.

- Heshmati, A. og Lööf, H. (2005); The Impact of Public Funds on Private R&D Investment: New Evidence from a Firm Level Innovation Study; Discussion Papers 11862; MTT Agrifood Research Finland.
- "InnovationDanmark 2010-2013, "Viden til Forsknings- og Innovationsstyrelsen (2011); Analysis of the Industrial PhD Programme.
- Johnston, S., Rootenberg, J.D., Katrak, S., Smith, W.S. og Elkins, J. E. (2006); Effect of a US National Institutes of Health programme of clinical trials on public health and costs; *Lancet*; vol. 367; pp. 1319–1327.
- Kaiser, U., og Kuhn, J. M. (2012); Long-run effects of public-private research joint ventures: The case of the Danish Innovation Consortia support scheme; *Research Policy*; vol. 41(5), pp. 913-927.
- Lach, S. (2002) 'Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel', *Journal of Industrial Economics*, Vol. L, No. 4, pp.369–390.
- Lichtenberg, F. (2003); Pharmaceutical innovation, mortality reduction and economic growth; In: Murphy K. & Topel, R. (eds); *Measuring the gains from medical research - An economic approach*; The University of Chicago Press; pp. 74-109.
- Martin, B.R. og Salter, A. J. (2001); The economic benefits of publicly funded basic research: A critical review; *Research Policy*; vol. 30(3); pp. 509-532.
- Martin, B.R. og Tang, P. (2007); The benefits of publicly funded research; SWEPS Paper No. 161, Science Policy Research Unit, University of Sussex, UK.
- Minasian, J. R. (1969); Research and Development, Production Functions, and Rates of Return; *The American Economic Review*; vol. 59(2); *Papers and Proceedings of the Eighty-first Annual Meeting of the American Economic Association*; pp. 80-85.
- Uddannelses og Forskningsministeriet & Nordisk Minister Råd, *Economic Impacts of Business Investments in R&D in the Nordic Countries*, Copenhagen (2014 B).
- Uddannelses og Forskningsministeriet (2015): *Sourcing R&D - Sourcing Options and Differential Returns on R&D Investments* ISBN: 978-87-93151-49-9 Publikationsår: 2015
- Uddannelses- og Forskningsministeriet (2014 A), "The Impact on Productivity Growth of the Danish Innovation and Research Support System".
- Mushkin, S. (1979); *Biomedical research: Costs and benefits*; Ballinger Pub.
- OECD Oslo Manual. <http://www.oecd.org/sti/inn/2367580.pdf>
- Ortega-Argilés, R., Piva, M., Potters, L. og Vivarelli, M. (2009); *Is Corporate R&D Investment in High-Tech Sectors More Effective? Some Guidelines for European Research Policy*; IZA DP No. 3945.
- Parrotta, P. og D. Pozzoli (2012), *The Effect of Learning by Hiring on Productivity* (with P. Parrotta), *Rand Journal of Economics* 43, pp. 167-185.
- Pedersen, L. H og Rasmussen, M., *Langsigtsmultiplikatorer i ADAM og DREAM – en sammenlignende analyse* (2000).
- Raiten, D. og Berman, S. (1993); *Can the impact of basic biomedical research be measured? A case study approach*; Life Sciences Research Office, FASEB.
- Richard Levin, Peter C. Reiss (1984). *R & D, Patents, and Productivity* URL: <http://www.nber.org/chapters/c10049>

- Rådet for Teknologi og Innovation (2009), "Innovation Danmark – strategi for evaluering og effektmåling", udgivet af Rådet for Teknologi og Innovation.
- Sadraoui, T. og Zina, B.N. (2009); *Complementarity between private and public investment in R&D: A Dynamic Panel Data analysis*; IAENG Conferences - WCE 2009 International Conference of Computational Statistics and Data Engineering, London, United Kingdom.
- Schankerman, M. (1981); *The effect of double counting and expensing on the measured returns to R&D*; *Review of Economics and Statistics*; vol. 63; pp. 454-458.
- Smith, V., Dilling-Hansen, M., Eriksen, T. & Støjer Madsen, E. (1999); *Påvirker omfanget af virksomhedernes forskning og udviklingsarbejde deres produktivitet?*; Aarhus Universitet.
- Styrelsen for Forskning og Innovation (2012) "De samfundsøkonomiske effekter af offentlige investeringer i forskning og udvikling (2012).
- Styrelsen for Forskning og Innovation (2011), "Økonomiske effekter af erhvervslivets forskningssamarbejde med offentlige videninstitutioner", 2011
- Styrelsen for Forskning og Innovation, under Uddannelses- og Forskningsministeriet (2015), *Sourcing R&D: Sourcing Options and Differential Returns on R&D Investments*.
- Styrelsen for Forskning og Innovation (2011), "The impact of cluster policy in Denmark", (2011)
- Schober, C. og Then, V. (2014), *Praxishandbuch Social Return on Investment – Wirkung soziqler Investitionen messen*, Schäffer Poeschel, 2014: Münscher.
- Technical University of Denmark (2012); *DTU's værdiskabelse for samfundet – forsknings-samarbejde, vækst og produktivitet*.
- Toole, A. A. (2007); *Does Public Scientific Research Complement Private Investment in Research and Development in the Pharmaceutical Industry?*; *Journal of Law and Economics*; vol. 50(1); pp. 81–104.
- Uddannelses- og Forskningsministeriet (2015). "The impact of enterprises' participation in clusters and innovation networks", (2015).
- Uddannelses- og Forskningsministeriet, *Analysis of the Danish Research and Innovation System*, (2014)
- Uddannelses- og Forskningsministeriet, *Samfundsøkonomiske effekter af innovationsstrategien*, (2013). DAMVAD for Styrelsen for Forskning og Innovation
- Videnskabsministeriet, *Produktivitetseffekter af erhvervslivets forskning, udvikling og innovation*, Kbh. 2010.
- Videnskabsministeriet, "Økonomiske effekter af erhvervslivets forskningssamarbejde med offentlige videninstitutioner" fra Videnskabsministeriet (2011).
- Veugelers, R. (2014) og Cincera, M.; *Differences in the rates of return to R&D for European and US young leading R&D firms*; *Research Policy*; vol. 43(8); pp. 1413–1421.
- Wang, J.-C. og Tsai, K.-H. (2003); *Productivity Growth and R&D Expenditure in Taiwan's Manufacturing Firms*; Working Paper 9724; National Bureau of Economic Research.

Appendix

DATABESKRIVELSE OG ANALYSENS VARIABLE

DATABESKRIVELSE

FUI - data om virksomheders forskning, udvikling og innovation 2000-2013, hvor nøglevariable kun måles i ulige reference-år.

FIRE - data fra regnskabsstatistikken 2000-2013. Begge datakilder har CVR-numre, som 'unique identifier'.

IDENTIFIKATION AF SAMPLE PÅ BAGGRUND AF DB07 (BRANCHEKODER REVIDERET 2007)

Om branchekoder: Enheder, der udøver samme økonomiske aktivitet, tilhører samme branche, uanset om der er tale om selskaber, enkeltmandsvirksomheder, offentlige virksomheder eller andet. Når det skal afgøres, hvilken branche en given enhed skal placeres i, sondres der nemlig ikke mellem juridisk organisering, idet disse forhold ikke vedrører selve den økonomiske aktivitet. Tilsvarende skelnes der ikke mellem, om arbejdet udføres maskinelt eller manuelt – moderne kontra traditionel arbejdsform er ikke noget klassificeringskriterium. Brancheklassifikationen er en aktivitetsklassifikation og ikke en produktklassifikation (DST, Dansk Branchekode 2007).

DB07 er en underopdeling af EU's statistiske brancheklassifikation NACE.

DB07 er den 4-cifrede NACE-kode tilføjet et 2-cifret løbenummer. På trods af den øgede detaljeringsgrad i NACE er der 87 færre brancher i DB07 end i DB03, så der i alt kun er 738 brancher i DB07 mod 825 i DB03.

INKLUDEREDE BRANCHER I DEN SMALLE SAMPLE:

21.10.00	Manufacture of basic pharmaceutical products
21.20.00	Manufacture of pharmaceutical preparations
23.13.00	Manufacture of hollow glass
23.19.00	Manufacture and processing of other glass, including technical glassware
23.44.00	Manufacture of other technical ceramic products
26.51.00	Manufacture of instruments and appliances for measuring, testing and navigation

26.70.00	Manufacture of optical instruments and photographic equipment
26.60.10	Manufacture of hearing aids and supplies
26.60.90	Manufacture of irradiation, electromedical and electrotherapeutic equipment
32.50.00	Manufacture of medical and dental instruments and supplies
30.92.00	Manufacture of bicycles and invalid carriages
33.13.00	Repair of electronic and optical equipment
72.11.00	Research and experimental development on biotechnology
72.19.00	Other research and experimental development on natural sciences and engineering
72.20.00	Research and experimental development on social sciences and humanities

EKSTRA INKLUDEREDE BRANCHER I DEN BREDE SAMPLE:

46.45.00	Wholesale of perfume and cosmetics
46.46.10	Wholesale of pharmaceutical and nursing goods
46.46.20	Wholesale of medical and hospital goods
47.73.00	Dispensing chemist in specialized stores
47.74.00	Retail sale of medical and orthopedic goods in specialized stores
47.75.00	Retail sale of cosmetic and toilet articles in specialized stores
47.91.17	Retail sale of medicine, cosmetics, contact lenses or glasses via internet
86.10.00	Hospital activities
86.21.00	General medical practice activities
86.22.00	Specialists medical practice activities
86.23.00	Dental practice activities
86.90.10	Health care, activities of visiting nurses and midwives
86.90.20	Physiotherapists and ergo-therapists
86.90.30	Psychological guidance
86.90.40	Chiropractors
86.90.90	Other human health activities n.e.c.

Begge samples er altså væsentligt bredere end DST's standardgrupperinger til anvendelse ved publicering, som er:

- ▶ **Medicinalindustri:**
21.00.0 Medicinalindustri 21.10.00, 21.20.00
- ▶ **Forskning og udvikling:**
Forskning og udvikling 72.11.00, 72.19.00, 72.20.00

ANALYSENS VARIABLE

Afhængig variabel:

- ▶ Variablen *private_fund_total* indeholder total privat finansiering af F&U i 1000kr, dvs. det samlede beløb til F&U, som virksomheden har fra private kilder, herunder leverandører, kunder, konkurrenter, GTS m.fl. Da kun 100 observationer på tværs af år har fået midler til F&U fra en privat udenlandsk aktør, er dansk og udenlandsk funding samlet i én variabel

Uafhængige variable:

- ▶ Variablen *I1_private_funding_total* er lig *private_fund_total* forsinket én enhed (svarende til to år i vores data)
- ▶ Variablen *virt_lille* er en dummy, som tager værdien '1', hvis virksomhedens har 49 medarbejdere eller derunder
- ▶ Variablen *virt_stor* er en dummy, som tager værdien '1', hvis virksomhedens har 49 medarbejdere eller derover
- ▶ Variablen *public_fund_total* indeholder total offentlig finansiering af F&U i 1000kr, dvs. det samlede beløb til F&U, som virksomheden har fra offentlige kilder, herunder Væksthuset, Styrelsen for Forskning og Udvikling, mv. Da kun 181 observationer på tværs af år har fået midler til F&U fra en offentlig dansk aktør, er dansk og udenlandsk funding samlet i én variabel
- ▶ Variablen *I1_public_funding_total* er lig *public_fund_total* forsinket én enhed (svarende til to år i vores data)
- ▶ Variablen *public_budget* tildeler hver virksomhed værdien af den samlede offentlige funding inden for virksomhedens branche det pågældende år. Variablen bruges til at indikere det offentliges budget inden for brancher.
- ▶ Variablen *virt_total_fund* giver virksomhedens totale finansiering af F&U i 1000 kr., dvs. både offentlig og privat finansiering.
- ▶ Variablen *I1_virt_total_fund* er lig *virt_total_fund* forsinket én enhed (svarende til to år i vores data)
- ▶ Variablen *coop_public_RD* indeholder information om, hvor mange offentlige aktører virksomheden samarbejder med om F&U-aktiviteter. Offentlige aktører er danske og udenlandske universiteter og forskningsinstitutter.
- ▶ Variablen *I1_coop_public_RD* er lig *coop_public_RD* forsinket én enhed (svarende til to år i vores data)
- ▶ Variablen *coop_private_RD* indeholder information om, hvor mange private aktører virksomheden samarbejder med om F&U-aktiviteter. Private aktører er danske og udenlandske virksomheder, GTS-institutioner mv.
- ▶ Variablen *I1_coop_private_RD* er lig *coop_private_RD* forsinket én enhed (svarende til to år i vores data)
- ▶ Variablen *public_funding_select* er en dummy, som tager værdien '1', hvis virksomheden har modtaget offentlig funding (variablen anvendes som afhængig i 2. Step i Heckman sample selection-modellen)
- ▶ Variablen *I1_patent* er lig *patent_ans* forsinket én enhed (svarende til to år i vores data)
- ▶ Variablen *fuldtidsansatte* angiver antal årsværk, som virksomheden har beskæftiget
- ▶ Variablerne *aar2001*, *aar2003*, *aar2005*, *aar2007*, *aar2009*, *aar2011*, *aar2013* er dummies for hvert referenceår

NOTER

1. Se bl.a. Martin og Tang (2007) og Christensen m.fl. (2012).
2. I litteraturen skelnes der mellem offentlig forskning (fx forankret på universiteter og universitetshospitaler) og privat forskning (i virksomheder). Det er normalt at antage en "fødekæde", hvor offentlig grundforskning fører til anvendt forskning, som fremmer privat forskning og innovation og leder til nye produkter, nye tjenester og ny teknologi mv. Herigennem skabes vækst i arbejdsproduktivitet og værditilvækst, der fører til øget makroøkonomisk vækst, produktion og velstand. Fødekæden er imidlertid langt fra altid lineær, jf. afsnit 3.
3. Det teoretiske grundlag for nærværende analyse kan rekvireres hos Novo Nordisk Fonden.
4. OECD Oslo Manual.
5. Produktivitetsgevinsten behøver ikke kun at være på arbejdsproduktivitet og der kommer formentlig lønpres på den korte bane pga. det relativt inelastiske udbud af forskere.
6. Bloch og Graversen (2012), Uddannelses- og Forskningsministeriet (2014) og Uddannelses- og Forskningsministeriet (2015).
7. Produktivitetskommissionen skriver, at effekt af privat forskning fordobles på grund af vidensspredning til andre virksomheder, "Delrapport: Forskning, uddannelse og innovation", 2013.
8. Hierarki af effektkæder for vurdering af offentlig og privat forskning er opstillet første gang af Rådet for Teknologi og Innovation i 2009, InnovationDanmark 2009 Resultater og evalueringstrategi, Videnskabsministeriet (2010).
9. Health Economics Research Group, Office of Health Economics & RAND Europe, Medical Research: What's it worth? Estimating the Economic Benefits from Medical Research in the UK, UK Evaluation Forum (Academy of Medical Sciences, Medical Research Council, Wellcome Trust): London 2008.
10. Forskellen mellem de to begreber er baseret på værditilvækst og den mere simple arbejdskraftproduktivitet (produktion pr. arbejdstime). En vækst i produktiviteten på fx 5 pct. betyder ikke, at vi arbejder 5 pct. hurtigere, men at overskuddet er øget med 5 pct. pr. arbejdstime. Gevinsten vil derfor nemt kunne overvurderes. Ulempen ved det anvendte begreb er, at produktiviteten stiger kraftigere i virksomheder med lavt dækningsbidrag i forhold til virksomheder med højt dækningsbidrag.
11. Acemoglu, D. og Guerrieri, V. (2006) definerer "Capital Deepening", som optræder, når kapital pr. medarbejder stiger i økonomien.
12. Fx finder Guellec og Pottelsberghe (2001) i et studie af 16 OECD-lande, at øgede offentlige investeringer i forskning på 1 pct. øger totalfaktorproduktiviteten 0,17 pct., når man ser på gennemsnitsværdier på tværs af landene. Cockburn og Henderson (2000) finder inden for lægemiddelindustrien i et amerikansk studie, at afkastet af offentlig F&U er godt 30 pct.
13. The Ministry of Science, Technology and Innovation (2010): Produktivitetseffekter af erhvervslivets forskning, udvikling og innovation.
14. The Ministry of Higher Education and Science & The Nordic Council of Ministers, Economic Impacts of Business Investments in R&D in the Nordic Countries, Copenhagen 2014.
15. The Ministry of Higher Education and Science (2015).
16. Lars Haagen Pedersen & Martin Rasmussen, Langsigtsmultiplikatorer i ADAM og DREAM – en sammenlignende analyse, (2000).
17. Uddannelses- og Forskningsministeriet, Samfundøkonomiske effekter af innovationsstrategien, 2013.
18. www.dreammodel.dk/
19. First Funding (2000).
20. Folks betalingsvillighed for at udskyde egen død er nær uendelig pga. følelser/familie mv., derfor er betalingsvilligheden formentlig også større end den rene økonomiske værdi i samfundet. Derfor giver metoden umiddelbart et højt resultat.
21. Access Economics (2008).
22. Medical Research: What's it worth (2008).
23. Se Buxton m.fl. (2004), Fudenberg (1983) eller Weisbord (1971).
24. Der findes en række rapporter, som ligeledes sammenfatter viden fra analyser og forskningslitteraturen, se fx "De samfundøkonomiske effekter af offentlige investeringer i forskning og udvikling(2012).
25. The Medical Research Council i Storbritannien gennemfører et nyt forskningsprojekt, der beskriver sammenhængen mellem offentlig forskning og privat forskning inden for pharma og biomedicin. Elasticiteten er 0,8 pct.

26. Små og mellemstore virksomheder (SMV).
27. Lagede værdier er tidsforsudte værdier dvs. værdier fra tidsperioden før indeværende tidsperiode.
28. Bloch, C. & Graversen, K.E. (2008).
29. Videnskabsministeriet, Produktivitetseffekter af erhvervslivets forskning, udvikling og innovation, Kbh. 2010.
30. Fremtidigt studie af en produktivetsanalyse af den private forsknings betydning for life-science-virksomheder vil være relevant.
31. The Ministry of Higher Education and Science, DAMVAD & The Nordic Council of Ministers, Economic Impacts of Business Investments in R&D in the Nordic Countries, Copenhagen 2014.
32. Det er generelt en tendens i danske og internationale analyser, at elasticiteterne er højere før krisen, end hvis kriseårene medtages. Der er endnu ikke lavet analyser af elasticiteter, der alene bygger på tal efter 2010.
33. Videnskabsministeriet (2010): Produktivitetseffekter af erhvervslivets forskning, udvikling og innovation.
34. Definition af højteknologisk fremstilling: Chemicals (CE), Pharmaceuticals (CF), parts of Metals (CH(254)), Electronics (CI), Manufacturing of electrical equipment (CJ), Mechanical engineering (CK), parts of Transport and transportation equipment (CL) and parts of Other manufacturing (CM(325))
35. The Ministry of Higher Education and Science & The Nordic Council of Ministers, *Economic Impacts of Business Investments in R&D in the Nordic Countries*, (2014).
36. Denne boks bygger videre på oversigter over relevant international forsknings- og evalueringslitteratur og nyeste danske analyser, som findes i Videnskabsministeriet (2010), *Produktivitetseffekter af erhvervslivets forskning, udvikling og innovation*, side 43-52, Kbh. 2010, og Uddannelses- og Forskningsministeriet, *Analysis of the Danish Research and Innovation System*, se Section C, side C24-C26, Kbh. 2014.
37. Cincera, M. and Veugelers, R. (2014).
38. Styrelsen for Forskning og Innovation, under Uddannelses- og Forskningsministeriet (2015), *Sourcing R&D: Sourcing Options and Differential Returns on R&D Investments*.
39. Uddannelses- og Forskningsministeriet (2014). "The Impact on Productivity Growth of the Danish Innovation and Research Support System".
40. Innovationsnetværkene er beskrevet i 2015-årsrapporten om netværkenes aktiviteter og resultater.
41. Analysen afviser, at dette er tilfældet. Det modsatte synes at være gældende. Spillover-effekten af energiforskning vurderes at være lavere end spillover-effekten af virksomhedernes øvrige forskning.
42. Carter Walter Bloch and Marianna Marino, *Spill-overs of public and business research and their impact on productivity*, 2009.

43. Dette resultat er bekræftet i analysen af produktivitetseffekter af forskningssamarbejder, jf. rapporten "*Økonomiske effekter af erhvervslivets forskningssamarbejde med offentlige videninstitutter*" fra Videnskabsministeriet (2011).
44. Disse indgår sammen med maskininvesteringer og har derfor en tilsvarende effekt. Maskininvesteringer har imidlertid ikke nogen læringseffekt (produktivtetsgevinst), og er ekskluderbare, hvorfor de ikke har samme spillover-effekter.
45. Da F&U ikke indgår i ADAM, er effekter opnået gennem en række forudsætninger om, hvordan man forventer, at øget privat F&U vil påvirke centrale variable i ADAM. Derfor i høj grad et skøn. Videnskabsministeriet (2010), Produktivitetseffekter af erhvervslivets forskning, udvikling og innovation, side 43-52, 2010.
46. Da F&U ikke rigtig indgår i ADAM, er effekter opnået gennem en række forudsætninger om hvordan man forventer, øget privat F&U vil påvirke centrale variable i ADAM. Derfor i høj grad et skøn.
47. Da F&U ikke indgår i ADAM, er effekter opnået gennem en række forudsætninger om, hvordan man forventer innovationsstrategien vil påvirke centrale variable i ADAM. Uddannelses- og Forskningsministeriet, Samfundsøkonomiske Effekter af Innovationsstrategien (2013) <http://ufm.dk/publikationer/2013/samfundsokonomiske-effekter-af-innovationsstrategien>.
48. Da F&U ikke rigtig indgår i ADAM, er effekter opnået gennem en række forudsætninger om, hvordan man forventer, at innovationsstrategien vil påvirke centrale variable i ADAM.
49. Se fx Bloch and Graversen (2012).
50. Styrelsen for Forskning og Innovation (2012) gennemgår den seneste litteratur på området. Resultaterne varierer fra studie til studie.
51. Toole, Andrew A. (2007): "*Does Public Scientific Research Complement Industry F&U Investment? The Case of NIH Supported Basic and Clinical Research and Pharmaceutical Industry F&U*", Discussion Paper No. 05-75. ZEW, Centre for European Economic Research.
52. Ved OLS er elasticiteten for offentlig støtte 7 pct. Ved IV-estimation stiger elasticiteten til 11 pct.
53. Det antages, at beslutningen vedr. fundingen tages i begyndelsen af perioden baseret på den viden, der er tilgængelig på daværende tidspunkt.
54. Dvs. beslutningen om at finansiere afhænger af karakteristika fra tidligere periode, såsom virksomhedens tidligere andel af offentlig og privat finansiering af F&U, samarbejde, størrelsen af virksomheden mv.
55. Se appendix A for beskrivelse af variable anvendt i analysen.
56. Ud over selektionen i forhold til, hvem der deltager i de offentlige programmer, er der en række andre potentielle endogenitetsproblemer, f.eks. kunne patenansøgninger, samarbejde med private, udvikling i ansatte og forskningsinvesteringer i pe-

- rioden før, alle være endogene. Dette tages der også højde for i Heckmanmodellens første trin.
57. IV, er normalt ét instrument for X, som formodes ikke at være korreleret med Y, den afhængige variabel (eksklusionskriteriet). Men i denne model er blot set som en anden two step-model.
58. IV-modellen er blot estimeret som en anden two step-model som supplement til Heckman. Instrumentet er de forudsagte værdier af offentlig finansiering regresseret på alle de variable, som forventes at påvirke sandsynligheden for at modtage offentlig funding.
59. FUI-statistikken var oprindeligt samlet af Center for Forskningsanalyse, Aarhus Universitet.
60. Branchekoderne beskrives i appendix A.
61. For alle variable, hvor det er muligt, er de udtrykt i den naturlige logaritme, hvilket også mindsker problemer med heteroskedasticitet.
62. Resultaterne stemmer overens med litteraturen og afspejler, at hvad der er opbygget over tid som total-beholdningen af F&U og samarbejder, påvirker tilbøjeligheden til at modtage offentlig finansiering (Bloch og Graversen, 2012).
63. Ln(Off-fund) dvs. offentlig finansiering af virksomhedernes F&U.
64. Det er dog svært at konkludere ud fra de valgte variable.
65. For alle variable, hvor det er muligt, er de udtrykt i den naturlige logaritme, hvilket også mindsker problemer med heteroskedasticitet.
66. Totalen af virksomhedens private finansiering af F&U.
67. Resultaterne for HERG/OHE (2008) viser, at en stigning i den offentlige forskning med 1 pct. forøger de private forskningsudgifter med omkring 0,10 pct. Uddannelses- og Forskningsministeriet har vist, at stiger private forskningsudgifter med 1 pct. øges arbejdsproduktiviteten i virksomhederne med omkring 0,09-0,15 pct.
68. Annual Danish Aggregate Model (makroøkonomisk model, udviklet af Danmarks Statistik).
69. Det antages, at der ingen omkostninger er for den offentlige sektor forbundet med udbetalinger.
70. Uddannelses- og Forskningsministeriet (2013): *Samfundsøkonomiske effekter af innovationsstrategien*
71. Se fx Fosse H., Jacobsen, R. & Kuhn, J. (2012).
72. "Danish Input-Output Tables and Analyses 2009", Danmarks Statistik, 2011.
73. Kapitlet er en tilpasning af notatet "*De økonomiske konsekvenser af højtuddannet merindvandring. – Resultatresumé*" udarbejdet af DREAM for Novo Nordisk Fonden.
74. Det er vigtigt at understrege, at der ingen spillover effekt er fra den offentlige forskning til den private sektor i modellen.

75. Efterkommer betyder her befolkningstilvækst, der ikke kommer direkte fra indvandringen. Det dækker derfor både over personer med dansk oprindelse og efterkommerstatus. Danmarks Statistik definerer en efterkommer som værende født i Danmark, hvor ingen af forældrene er både dansk statsborger og født i Danmark.

**FORSKNINGSØKONOMI:
3 SAMFUNDSØKONOMISKE EFFEKT-
ANALYSER AF FINANSIERING
AF OFFENTLIG FORSKNING**

Grafisk Design: Maria Elskær Grafisk Design

©2016 Novo Nordisk Fonden.
All rights reserved.

ISBN 978-87-994858-2-6

NOVO NORDISK FONDEN
Tuborg Havnevej 19,
2900 Hellerup,

Tel: +45 3527 6600

E-mail: nnfond@novo.dk
www.novonordiskfonden.dk

Novo Nordisk Fonden er en dansk erhvervsdrivende fond med to formål; at udgøre et stabilt fundament for den erhvervsmæssige og forskningsmæssige virksomhed, som drives af selskaberne i Novo Gruppen, og at yde støtte til videnskabelige, humanitære og sociale formål.

Novo Nordisk Fondens vision er at yde et betydende bidrag til forskning og udvikling, som forbedrer menneskers helbred og velfærd.