



Produktivitetseffekter af erhvervslivets forskning, udvikling og innovation

Innovation: Analyse og evaluering 1/2010



**Forsknings- og
Innovationsstyrelsen**

Ministeriet for Videnskab
Teknologi og Udvikling



Produktivitetseffekter af erhvervslivets
forskning, udvikling og innovation

Udarbejdet af DAMVAD og Center for
Forskningsanalyse ved Aarhus Universitet
i samarbejde med Forsknings- og
Innovationsstyrelsen

Udgivet af Rådet for Teknologi og Innovation
og Forsknings- og Innovationsstyrelsen

Forsknings- og Innovationsstyrelsen
Bredgade 40
1260 København K

Telefon 35446200
Telefax 35446201
fi@fi.dk

Redaktion: Kontorchef Thomas Alslev Christensen
og fuldmægtig Hanne Frosch

Publikationen udleveres gratis, så
længe lager haves, ved henvendelse til:

Schultz Information
Herstedvang 4
2620 Albertslund
Telefon: 43632300
Telefax: 43631969
www.schultz.dk
schultz@Schultz.dk

Publikationen kan også downloades
fra Forsknings- og Innovations-
styrelsens hjemmeside:
<http://www.fi.dk>
ISBN (online): 978 87 923 7262 8

Tryk: Grefta A/S
Oplag: 1000 stk.
ISBN (trykt): 978 87 923 7249 9



Produktivitetseffekter af erhvervslivets forskning, udvikling og innovation

Udarbejdet af DAMVAD og Center for Forskningsanalyse ved Aarhus Universitet
i samarbejde Forsknings- og Innovationsstyrelsen

Forord	5
Sammenfatning	7
1 Virksomhederne forskning og udvikling er afgørende for danmarks produktivitet og velfærd	11
1.1 Produktiviteten og vækst skal øges	11
1.2 Virksomhedernes forskning, udvikling og innovation øger produktiviteten	11
1.3 Forventet udvikling i produktivitet	12
1.4 Forventet udvikling i forskning og udvikling	12
1.5 Udviklingen i virksomhedernes forskning og udvikling frem til 2008	13
1.6 Udviklingen i virksomhedernes innovationsevne	13
1.7 Effekter af virksomhedernes investeringer i FoU på produktivitet, beskæftigelsen og BNP	13
1.8 Internationaliseringen af FoU-investeringer	14
1.9 Det statistiske materiale	16
2 Produktivitet i virksomheder med forskning og innovation	19
2.1 Produktivitet hos FoU-aktive og ikke FoU-aktive virksomheder	20
2.2 Produktivitet på tværs af brancher og virksomhedsstørrelse	20
2.3 Produktivitet for virksomheder med FoU-samarbejde med offentlige videninstitutioner	22
2.4 Produktivitet for eksporterende virksomheder	23
3 De marginale produktivitetseffekter af virksomhedernes investeringer i FoU	25
3.1 Økonometriske modeller til analyse af de marginale produktivitetseffekter	25
3.2 Det marginale afkast af FoU	27
3.3 Det marginale afkast på tværs af brancher	27
3.4 Det marginale afkast for små og store FoU-aktive virksomheder	29
3.5 Det marginale afkast af innovation	30
3.6 Metoden i analysen	30
3.6.1 FoU-kapital som mål for FoU-investeringer	30
3.6.2 Tidslag	32
3.6.3 Simultan bias i data	31
3.6.4 Brug af kontrolgrupper	32
3.6.5 Forhindre dobbelttælling	32
3.6.6 Behandling af outliers	33
3.6.7 Balancerede paneldata	33
3.6.8 Konstruktion af output variabel	33
3.6.9 Korrektion for virksomhedsforskelle	34
3.6.10 Spill-over effekter	34



4	Samfundsøkonomiske effekter af erhvervslivets forskning og udvikling	35
4.1	Udgangspunkt for beregning af de samfundsøkonomiske effekter	35
4.2	Metode til beregninger af samfundsøkonomiske effekter	36
4.3	De samfundsøkonomiske effekter af øget investeringer i forskning og udvikling	37
4.4	Fald i FoU-investeringer som følge af den økonomiske krise.	39
5	Internationale studier af produktivitetseffekter af FoU	41
5.1	Internationale analyser	42
5.2	Danske analyser	45
5.3	Oversigt over empiriske studier	48
5.4	Etablering af empiriske modeller til effektmåling af FoU	50
	Referencer	53
	Appendiks	55
A.1	Mål for produktivitet	55
A.2	Mål for investeringer i FoU	55
A.3	Produktionsfunktion	56
A.4	Datamaterialet på dansk erhvervslivs FoU	57
A.4.1	Datagrundlag for de empiriske analyser	58

Publikationer



Publikationer udgivet i 2009 og 2010 af Forsknings- og Innovationsstyrelsen i serien
Innovation: Analyse og evaluering

01/2009	Effektmåling af innovationsmiljøernes støtte til danske iværksættere	20/2009	Innovationsagenter - Nye veje til innovation i små og mellemstore virksomheder. Erfaringer fra midtvejsevaluering af pilotprojektet Regionale Innovationsagenter
02/2009	Rammer for innovativ IKT-anvendelse – erfaringer fra Den Regionale IKT-satsning	21/2009	Forskning, udvikling og innovation i små og mellemstore virksomheder - erfaringer fra midtvejsevaluering af videnkuponer
03/2009	Analyse af forsknings- og udviklingssamarbejde mellem virksomheder og videninstitutioner	22/2009	Dansk innovationspolitik 2009 – Den økonomiske krises betydning for fremme af erhvervslivets forskning, udvikling og innovation
04/2009	International Evaluation of the Danish GTS-system – A step beyond	23/2009	Serviceinnovation og innovationsfremmesystemet
05/2009	Proof of concept-finansiering til offentlige forskningsinstitutioner - Midtvejsevaluering	24/2009	Performanceregnskab for Forsknings- og Innovationsstyrelsens innovationsnetværk 2009
06/2009	Mapping of the Danish knowledge system with focus on the role and function of the GTS-net	25/2009	Performanceregnskab for innovationsmiljøerne 2009
07/2009	International Comparison of Five Institute Systems	01/2010	Produktivitetseffekter af erhvervslivets forskning, udvikling og innovation
08/2009	Review of science and technology foresight studies and comparison with GTS2015	02/2010	Erhvervslivets forskning, udvikling og innovation i Danmark 2010
09/2009	Analyse af små og mellemstore virksomheders internationale FoU-samarbejde	03/2010	An Analysis of Firm Growth Effects of the Danish Innovation Consortia Scheme
10/2009	Ikt-anvendelse og innovationsresultater i små og mellemstore virksomheder	04/2010	Effektmåling af videnpilotordningens betydning for små og mellemstore virksomheder
11/2009	Virksomhedernes alternative strategier til fremme af privat forskning, udvikling og innovation	05/2010	InnovationDanmark 2009 - resultater og evalueringsstrategi
12/2009	Rådet for Teknologi og Innovation måler sin indsats inden for metrologi i perioden 2007-2009	06/2010	Kommercialisering af forskningsresultater - Statistik 2009
13/2009	Kommercialisering af forskningsresultater - Statistik 2008	07/2010	Performanceregnskab for Videnskabsministeriets GTS-net 2010
14/2009	Erhvervslivets forskning, udvikling og innovation i Danmark 2009 – Den økonomiske krises betydning	08/2010	Performanceregnskab for Videnskabsministeriets Innovationsnetværk 2010
15/2009	Finanskrisens påvirkning på IT-startups	09/2010	Performanceregnskab for Videnskabsministeriets Innovationsmiljøer 2010
16/2009	Universiteternes Iværksætterbarometer 2009	10/2010	Universiteternes Iværksætterbarometer 2010
17/2009	Kortlægning af iværksætter- og entreprenørskabsfag ved de 8 danske universiteter - 2009		
18/2009	The Gazelle Growth Programme – Mid Term Evaluation		
19/2009	Nye former for samarbejde om privat forskning, udvikling og innovation - midtvejsevaluering af åbne midler		

Et lokomotiv for produktivitet

Danske virksomheder skal være blandt de mest innovative i verden. Derfor er det afgørende, at virksomhedernes investeringer i forskning og udvikling har et højt niveau.

Regeringen har i de senere år taget en række initiativer for at fremme virksomhedernes forskning. Det gælder blandt andet styrket erhvervsrettet forskning og innovation, uddannelse af flere ph.d.'er, øget kommercialisering af forskningsresultater samt øget samspil mellem universiteter og erhvervslivet.

Hidtil har det været vanskeligt at dokumentere de samfundsøkonomiske effekter af virksomhedernes investeringer i forskning og udvikling. Det har også været svært at få et nøjagtigt billede af det privatøkonomiske afkast i virksomhederne.

I denne rapport er der nogle helt nye analyser, der viser, at de danske virksomheders forskning, udvikling og innovation har stor betydning for produktiviteten og samfundsøkonomien i Danmark. Analyserne ser også på, hvad effekten af virksomhedernes investeringer i forskning og udvikling er på virksomhedernes produktivitet.

Datamæssigt er der tale om den hidtil mest omfattende danske undersøgelse, der for første gang dokumenterer effekterne af virksomhedernes investeringer i forskning, udvikling og innovation.

Både for samfundet og virksomhederne er der en dobbelt effekt at hente gennem privat forskning, udvikling og innovation.

I virksomhederne bliver der skabt nye produkter, processer og services, som virksomhederne kan tjene penge på. Samtidig højner virksomhederne deres niveau af viden. Dermed bliver de mere konkurrencedygtige på langt sigt til gavn for produktivitet og vækst.

Samtidig får samfundet nye løsninger på de konkrete problemer, som vi står over for. Det gælder f.eks. nye intelligente løsninger på hjertepatienters sundhedsproblemer. En mere effektiv udnyttelse af energi i gartnerierhvervet. Nye IKT løsninger til virksomhederne, der fremmer effektivisering og innovationsdygtighed. Eller grønne teknologiske løsninger, der øget hensynet til klima og miljø.

Desuden skaber øget produktivitet og vækst i virksomhederne øget bruttonationalprodukt og dermed skatteindtægter. Det bidrager både til øget velstand og velfærd.

Undersøgelserne er lavet i tæt samarbejde med Center for Forskningsanalyse ved Aarhus Universitet, analysevirksomheden DAMVAD og med bidrag fra Danmarks Statistik.

>



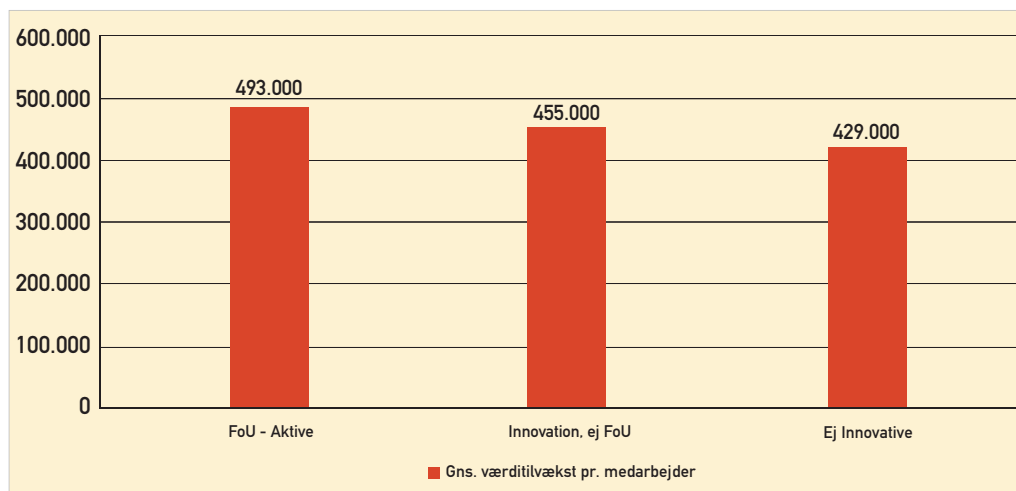
Forsknings- og Innovationsstyrelsen har i et tæt samarbejde med Center for Forskningsanalyse ved Aarhus Universitet og DAMVAD med bidrag fra Danmarks Statistik lavet en større analyse af de privat- og samfundsøkonomiske effekter af virksomhedernes forskning, udvikling og innovation.

Analyserne ser blandt andet på, hvad effekten af virksomheders investeringer i forskning, udvikling og innovation er på deres produktivitet. Endvidere gennemføres for første gang en analyse af den samfundsøkonomiske effekt af virksomhedernes investeringer i FoU i Danmark.

Der er tale om den hidtil mest omfattende analyse af danske data, og analyserne viser signifikante resultater. Resultaternes robusthed er desuden blevet testet via forskellige metoder og sammenlignet med internationale studier på området.

Virksomheder med FoU-aktiviteter oplever gennemsnitlig 9 pct. højere produktivitet per medarbejder end innovative virksomheder, der ikke forsker eller udvikler. Innovative virksomheder har i gennemsnit 6 pct. højere produktivitet per medarbejder end virksomheder, der hverken innoverer eller forsker og udvikler.

Figur 1 Gennemsnitlig produktivitet per ansat medarbejder fordelt på virksomhedernes forsknings-, udviklings- og innovationsaktivitet.



Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005, innovationsstatistikkerne 2000, 2004 og 2006 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

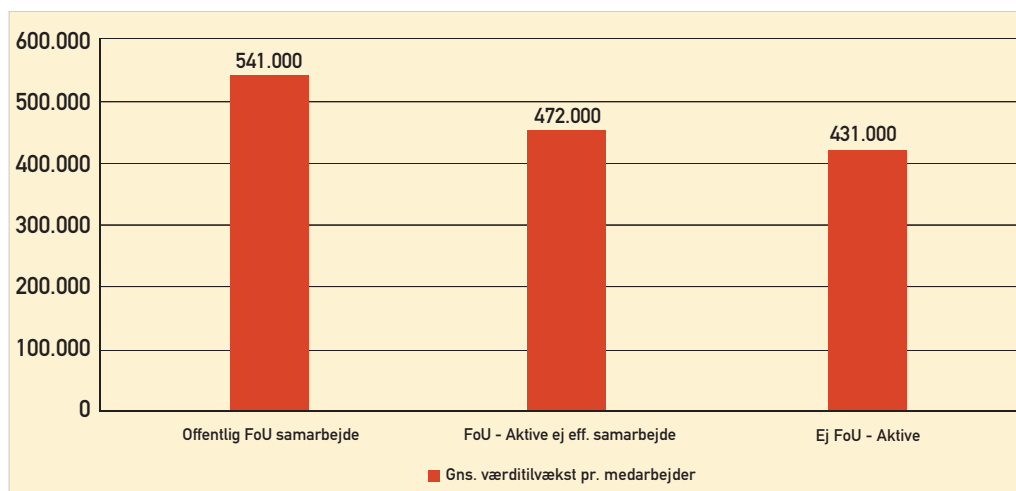
Det gælder for alle brancher, at de FoU-aktive virksomheder gennemsnitlig har en højere produktivitet per medarbejder end ikke FoU-aktive virksomheder. Forskellene er størst blandt virksomhederne i fremstillingsindustrien, hvor de FoU-aktive har en produktivitet per medarbejder, der er 23 pct. højere end ikke FoU-aktive virksomheder. Forskellen inden for vidensservicebrancherne er 7 pct., hvilket skyldes, at ikke FoU-aktive virksomheder inden for vidensservice i forvejen har et højt produktivitetsniveau.



Samarbejde med universiteter giver højere produktivitet

FoU-aktive virksomheder, der samarbejder med offentlige videninstitutioner, har gennemsnitlig 15 pct. højere produktivitet per medarbejder end FoU-aktive virksomheder, der ikke samarbejder.

Figur 2 Gennemsnitlig produktivitet per medarbejder, fordelt på FoU-samarbejde med offentlige videninstitutioner



Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005, innovationsstatistikkerne 2000, 2004 og 2006 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Men hvad betyder det i kroner og øre?

Den gennemsnitlige FoU-aktive virksomhed får et marginalt afkast på 66 pct. af at øge deres investeringer i FoU. En ekstra krone investeret i FoU betyder en øget omsætning på 1,66 kr. og dermed 66 øre mere på bundlinjen. Tilsvarende oplever den gennemsnitlige innovative virksomhed, at en ekstra krone investeret i innovation giver et marginalt afkast på 30 pct.

De samfundsøkonomiske effekter

Denne rapport er den første danske rapport, der viser de samfundsøkonomiske effekter af virksomhedernes investeringer i FoU. Øgede investeringer i FoU betyder samfundsøkonomiske effekter i form af vækst, beskæftigelse og velfærd. De samfundsøkonomiske effekter af en permanent stigning i erhvervslivets investeringer i FoU på 5,5 mia. kr. – for at nå Barcelonamålsætningen i 2010 - slår for alvor igennem efter fem år, hvor:

- > Beskæftigelsen i stiger med op til 30.000
- > BNP stiger med op til 2 pct.
- > Produktiviteten vil stige med op til 1,2 pct.



Virksomhederne har positive produktivitetseffekter af deres FoU-investeringer uanset, om disse finder sted i Danmark eller i udlandet. Placeringen af forsknings- og udviklingsaktiviteterne er imidlertid ikke lige gyldig, idet Danmark på mellemlang og langt sigt får positive samfundsøkonomiske produktivets- og velfærdseffekter, hvis virksomhederne vælger at investere i Danmark frem for udlandet.

Data

Analyserne anvender værditilvækst som mål for produktivitet. Danmarks Statistik definerer værditilvækst, som virksomhedernes omsætning plus andre driftsindtægter minus forbrug af varer og tjenester. Kort sagt er værditilvækst virksomhedernes produktion fratrukket forbrug til produktion.

I analyserne bruges produktivitet per medarbejder for at kunne sammenligne virksomhederne på tværs af branche og virksomhedsstørrelse.

Datamæssigt er der tale om den hidtil mest omfattende danske undersøgelse af virksomhederne investeringer i forskning, udvikling og innovation. Resultaterne bygger på data fra erhvervslivets forsknings- og udviklingsstatistikker fra 1997 til 2005 og virksomhedsdata fra Danmarks Statistik fra 1998 til 2006. Desuden inddrages innovationsstatistikkerne fra 2000, 2004 og 2006.

Data omfatter 2.694 FoU-aktive virksomheder og 9.558 ikke FoU-aktive virksomheder i perioden 1997-2005. Virksomhederne er udvalgt fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne, har mere end 10 ansatte, og hvor det har været muligt at matche med virksomhedsdata hos Danmarks Statistik.

Statistiske metoder

Kapitel 2 omfatter komparative deskriptive analyser, der sammenligner den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder hos FoU-aktive virksomheder med den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder hos ikke FoU-aktive virksomheder.

Kapitel 3 omfatter økonometriske analyser, der undersøger effekten af at øge virksomhedernes investeringer i forskning, udvikling og innovation, dvs. om der er et positivt marginalt afkast af, at virksomhederne øger deres investeringer i forskning, udvikling og innovation på deres produktivitet.

Kapitel 4 omfatter en samfundsøkonomisk analyse, der bygger på Danmarks Statistiks ADAM-model. Modellen bruges til at beregne de samfundsøkonomiske effekter af danske virksomheders investeringer i FoU. Finansministeriet bruger ADAM-modellen til at beregne effekter af ændringer i den danske økonomi f.eks. som følge af finanspolitiske tiltag.

Kapitel 5 giver en oversigt over internationale analyser og ser på robustheden i resultaterne.

>



1 Virksomhedernes forskning og udvikling er afgørende for Danmarks produktivitet og velfærd



Høj produktivitetsvækst i virksomhederne er vigtigt for Danmarks velfærd. Produktivitetsvækst fremmer virksomhedernes konkurrenceevne. Det bidrager til større afsætning og eksport, hvilket får produktionen, BNP og beskæftigelsen til at stige. Høj vækst i virksomhedernes produktivitet fremmes primært gennem de generelle rammevilkår for virksomhederne. Det drejer sig udover stabile makroøkonomiske rammer og finansiell stabilitet især om et godt uddannelsessystem og mobilitet af arbejdskraft, offentlig og privat forskning og udvikling, nye teknologier, vidensspredning samt innovationsevnen.

1.1. Produktiviteten og vækst skal øges

Danmark hører til blandt verdens rigeste lande målt ved BNP pr. indbygger, selvom Danmark ikke længere er blandt de 10 lande med højest BNP pr. indbygger. For siden midten af 1990'erne har væksten i BNP i Danmark været lavere end i de fleste andre OECD-lande. Årsagen er meget lavere vækst i produktiviteten. En svag dansk produktivitetsvækst – kombineret med forholdsvis høje lønstigninger – har samtidig medvirket til, at omkostningerne ved at producere i Danmark er steget mere sammenlignet med udlandet.

En fortsættelse af denne udvikling kan på sigt forringe danske virksomheders konkurrenceevne, føre til tab af markedsandele på eksportmarkederne og dermed undergrave Danmarks position som et af verdens rigeste lande.

Den lave produktivitetsvækst har flere forklaringer. Blandt andet trækker de beskæftigede, der sidst kommer i beskæftigelse, produktiviteten ned, dvs. der er faldende marginalproduktivitet for arbejdskraften.

Det kan også være, at i perioder med mangel på arbejdskraft, vil virksomhederne have tendens til at ansætte og fastholde flere end strengt taget er nødvendigt for at sikre fremtidig arbejdskraft. Det må derfor forventes, at produktiviteten vil stige, når krisen får virksomhederne til at effektivisere og afskedige medarbejdere. En sådan stigning i produktivitet er derfor konjunkturafhængig.

For at skabe en forøgelse af produktiviteten på det mellemlange og lange sigt er det vigtigt at fokusere på den strukturelle produktivitet, som er den produktivitet, der blandt andet er afhængig af virksomhedernes investeringer i forskning, udvikling, ny teknologi og innovation og dels påvirkes af uddannelsesniveaue i arbejdsstyrken og vidensspredningen i samfundet.

1.2. Virksomhedernes forskning, udvikling og innovation øger produktiviteten

Flere danske og udenlandske analyser peger på, at væksten i produktiviteten fremmes af virksomhedernes investeringer i forskning og udvikling, virksomhedernes internationaliseringsgrad, samarbejde mellem forskningsmiljøer og erhvervsliv, etablering af nye videnintensive virksomheder, graden af markeds konkurrence og antallet af højt uddannede i virksomhederne.



En høj produktivitetsvækst i Danmark kan derfor understøttes af et effektivt forsknings- og innovationsfremmesystem, der fremmer vidensspredning, nye teknologier, virksomhedernes investeringer i FoU og deres innovationsevne.

1.3. Forventet udvikling i produktivitet

I vurderingen af behovet for at fremme virksomhedernes investeringer i forskning, udvikling og innovation med henblik på at skabe produktivitetsvækst er det vigtigt at danne sig et overblik over, hvordan den fremtidige produktivitet forventes at udvikle sig. I den private sektor ventes produktivetsniveauet i 2009 stort set at være uændret siden 2001. Der forventes et fald i produktiviteten i 2009, jf. Økonomisk Redegørelse, december 2009.

Endvidere forventer Finansministeriet, at der er tale om en forholdsvis svag gennemsnitlig årlig produktivetsudvikling frem til 2011. Blandt de mulige forklaringer på den svage produktivitetsvækst er det faldende vækstbidrag fra de private investeringer i ny viden, teknologier, bygning og materiel mv. igennem de sidste 10-15 år.

1.4. Forventet udvikling i forskning og udvikling

Det kraftige fald i afsætningsmulighederne i udlandet og herhjemme på grund af den økonomiske krise har medført et stort fald i erhvervsinvesteringerne både i Danmark og i andre lande. Erhvervsinvesteringerne forventes at falde med 11 pct. i 2009 efter et fald på ca. 0,5 pct. i 2008, når man ser bort fra virkningen af en stor investering i boreplatforme. Forsknings- og Innovationsstyrelsen (2009) har herudover estimeret, at erhvervslivets investeringer i forskning og udvikling faldt med op til 1,7 pct. i 2009.

Med baggrund i Finansministeriets forventninger om generelt forbedrede konjunkturodsigter, finansieringsvilkår og gennemslaget fra ekspansiv penge- og finanspolitik, ventes erhvervsinvesteringerne at stige i 2010 og 2011. Det er forventningen, at det også vil betyde, at erhvervslivets investeringer i forskning, udvikling og innovation i 2010 og 2011 igen vil stige.

1.5. Udviklingen i virksomhedernes forskning og udvikling frem til 2007

I 2007 udgjorde erhvervslivets investeringer 1,91 procent af BNP, jf. tabel 1.1. Stigningen i 2007 skal ses i forhold til perioden 2003-2006, hvor erhvervslivets investeringer i FoU som andel af BNP var faldende.



Tabel 1.1 Virksomhedernes investeringer i forskning og udvikling, 1999-2007*

1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
FoU-investeringer (løbende-priser), mio. kr.							
17.151	21.866	23.764	24.929	24.788	25.908	27.058	31.900**
FoU-investeringer i procent af BNP							
1,41	1,64	1,73	1,78	1,69	1,67	1,65	1,91

Note: På grund af ændringer i opgørelsesmetode er data for 2006 og 2007 ikke direkte sammenlignelige.

*) Der eksisterer ikke tal for 2000

**) 2007-tallet er ændret til 2007-vægtningen baseret på dansk branchekode 2007, DB07. Tallene før 2007 er baseret på dansk branchekode 2003, DB03.

1.6. Udviklingen i virksomhedernes innovationsevne

Virksomhedernes investeringer i innovation var i 2007 på 51 mia. kr. jf. tabel 1.2.

Tabel 1.2 Virksomhedernes investeringer i innovation, 2002-2007

2002	2004	2006	2007
Investeringer i innovation (løbende priser), mio. kr.			
42.290	45.843	52.644	51.000*

Note: På grund af ændringer i opgørelsesmetode er data for 2006 og 2007 ikke direkte sammenlignelige.

*) 2007-tallet er ændret til 2007-vægtningen baseret på dansk branchekode 2007, DB07. Tallene før 2007 er baseret på dansk branchekode 2003, DB03.

1.7. Effekter af virksomhedernes investeringer i FoU på produktivitet, beskæftigelsen og BNP

Der er såvel privatøkonomiske som samfundsmæssige positive produktivitetseffekter af erhvervslivets investeringer i FoU. Denne rapport estimerer, at det marginale afkast for en gennemsnitlig virksomheds investeringer i FoU er 66 pct.

Hertil kommer, at det marginale afkast for den gennemsnitlige virksomheds investeringer i innovation er 30 pct. Dette varierer ligeledes på tværs af brancher.

OECDs analyser viser, at det samfundsmæssige afkast af virksomhedernes investeringer i FoU typisk er dobbelt så stort, som det afkast den enkelte virksomhed får ud af deres investeringer i FoU. Det skyldes den generelle vidensspredningseffekt til resten af samfundet. Vidensspredning opstår via mobilitet af arbejdskraft, samarbejde mellem virksomheder og videninstitutioner samt mellem virksomheder og andre eksterne samarbejdspartnere.



Det er vanskeligt at måle samfundets samlede investeringer i vidensspredning, men den voksende globalisering og accelererende teknologiske udvikling går så stærkt, at de færreste virksomheder selv er i stand til at frembringe al den viden og de teknologier, de har brug for. Virksomheder supplerer i stigende grad deres egen videnopbygning ved offentlig-privat samarbejde inden for forskning.

Denne rapport viser, at FoU-aktive virksomheder, der samarbejder med offentlige videninstitutioner gennemsnitlig har 15 pct. højere produktivitet end FoU-aktive virksomheder, der ikke har samspil.

De samfundsøkonomiske analyser – foretaget i Danmarks Statistiks ADAM-model – viser, at privat forskning og udvikling har positive effekter på beskæftigelse, vækst, produktivitet og eksport. Effekterne er størst på mellemlang sigt inden for fem år. Hvis virksomhederne permanent øger deres investeringer i FoU med 5,5 mia. kroner i forhold til 2005-niveauet, viser resultaterne fra ADAM-modellen, at på mellemlang sigt vil beskæftigelsen stige med knap 30.000 personer, BNP vil stige med 1,75 pct. og produktiviteten vil stige med 1,15 pct.

1.8. Internationaliseringen af FoU-investeringer

Virksomhederne har positive produktivitetseffekter af deres FoU-investeringer uanset, om disse finder sted i Danmark eller i udlandet. Placeringen af forsknings- og udviklingsaktiviteterne er imidlertid ikke ligegyldig set med samfundets øjne. Der er for Danmark på mellemlang og langt sigt vigtige samfundsøkonomiske produktivitets- og velfærdseffekter, hvis såvel danske som udenlandske virksomheder vælger at investere i Danmark.

Dansk erhvervslivs køb af FoU i udlandet er gennemsnitligt steget med 22,0 pct. om året i perioden 2002 til 2008. I samme periode er både danske og udenlandske investeringer i FoU i Danmark gennemsnitligt steget med 7,1 pct. om året. Tendensen er altså, at dansks erhvervslivs køb af FoU i udlandet øges mere end de samlede investeringer i FoU i Danmark.

I 2008 udgjorde dansk erhvervslivs køb af FoU i udlandet 0,44 procent af BNP i Danmark, hvilket svarer til, at 22 pct. af virksomhedernes samlede FoU-investeringer foregår i udlandet svarende til 7,7 mia. kr.

Økonomi- og Erhvervsministeriet (2008) har i samarbejde med Danmark Statistik opgjort danske virksomheders outsourcing. Undersøgelsen viser, at ca. 3 pct. af virksomhederne har udflyttet funktioner inden for FoU til udlandet i perioden 2001-2006. Heraf er næsten halvdelen blevet outsourcet til virksomheder inden for koncernen, mens resten er blevet outsourcet til andre udenlandske virksomheder.

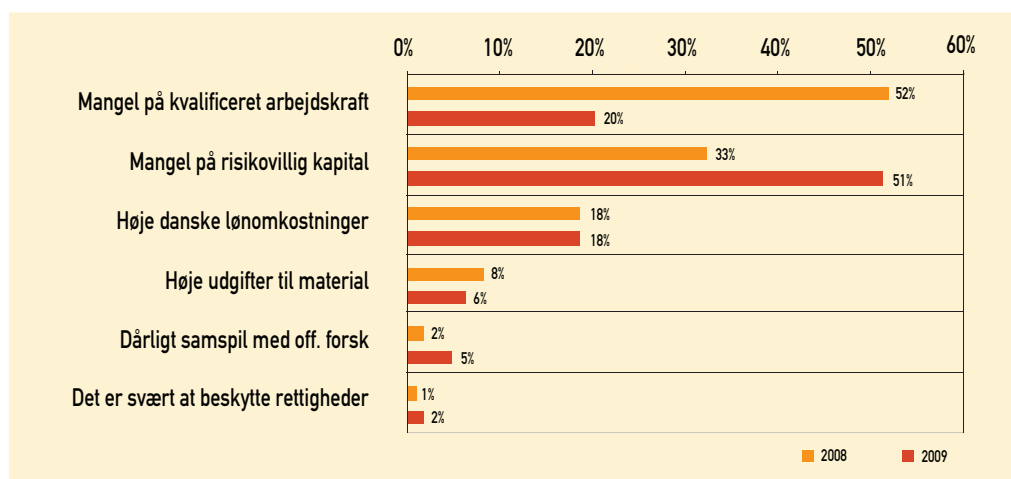
Undersøgelsen viser endvidere, at ca. 3,4 pct. af de adspurgte virksomheder forventer at udflytte deres funktioner inden for FoU til udlandet i perioden 2007-2009. Hvilket betyder, at et stigende antal virksomheder vælger at flytte deres FoU-aktiviteter til udlandet.



De brancher, der outsourcer meget FoU, er også de brancher, der generelt er mest outsourcingintensive. Outsourcingen af FoU forekommer primært inden for jern- og metalindustrien samt i forretningservice.

I 2008 var mangel på kvalificeret arbejdskraft var den største barriere for øgede investeringer i FoU og innovation, efterfulgt af mangel på risikovillig kapital, jf. figur 1. I foråret 2009 var det på grund af den økonomiske krise ikke længere mangel på kvalificeret arbejdskraft, men mangel på risikovillig kapital, der er den største barriere for øgede investeringer i FoU og innovation. I 2009 angiver 52 pct. af virksomhederne mangel på risikovillig kapital som en barriere, mens 20 pct. angiver mangel på kvalificeret arbejdskraft som en barriere. Niveaulet for de danske lønomkostninger er den tredje største barrierer. 5 pct. af virksomhederne angiver i 2009 samspillet med offentlige forskningsinstitutioner som barrierer for øget FoU og innovation.

Figur 1.2 Hvad er de to vigtigste barrierer for forskning, udvikling og innovation, 2008 og 2009



Kilde: Forsknings- og Innovationsstyrelsen (2009)

Det er især mangel på risikovillig kapital og arbejdskraft, der sætter en grænse for, at virksomhederne kan øge deres investeringer i FoU og innovation i Danmark. Det er de færreste danske virksomheder, der peger på, at lønomkostningerne er for høje. Dette indikerer, at danske virksomheder ville være villige til at øge deres forsknings- og udviklingsinvesteringer, hvis der blev øget tilgængelighed for kvalificeret arbejdskraft og risikovillig kapital. Også bedre samspil med offentlige forskningsinstitutioner ville bidrage positivt til øget FoU-investeringer. Udviklingen i disse barrierer, som er såvel konjunkturafhængige som strukturelt betingede, kan bidrage til at øge eller begrænse outsourcingen af FoU-aktiviteter. På længere sigt må især virksomhedernes adgang til kvalificeret arbejdskraft i Danmark være en central faktor for udviklingen i investeringerne i FoU og innovation i Danmark i forhold til virksomhedernes outsourcing af aktiviteter og køb af FoU-tjenester i udlandet. Omvendt må det forventes, at betydningen af lønomkostninger vil mindskes efterhånden som vækst og prisstigninger tager til i lavindkomstlande som fx Kina og Indien. Samtidig kan det konstateres, at uanset om lønomkostningerne er højere i Danmark, har virksomhederne, ifølge denne rapport, et positivt afkast af deres investeringer i Danmark.



1.9. Det statistiske materiale

Datamæssigt er der tale om den hidtil mest omfattende danske undersøgelse af virksomhederne investeringer i forskning, udvikling og innovation. Resultaterne bygger på data fra erhvervslivets forsknings- og udviklingsstatistikker fra 1997 til 2005 og virksomhedsdata fra Danmarks Statistik fra 1998 til 2006. Desuden inddrages innovationsstatistikkerne fra 2000, 2004 og 2006.

Data omfatter 2.694 FoU-aktive virksomheder samt 9.558 ikke FoU-aktive virksomheder. Det giver i alt 12.252 virksomheder. Virksomhederne er udvalgt fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne, har mere end 10 ansatte, og hvor det har været muligt at matche med virksomhedsdata hos Danmarks Statistik. I analyserne er der medtaget de virksomheder, hvor der har kunnet findes mindst 2 observationer.

Der er dog stadig datamæssige begrænsninger i forhold til at måle de fulde effekter af deres investeringer i FoU. Data kan f.eks. ikke opfange effekterne af de forskningsprojekter, der har en meget lang tilbagebetalingstid, da der ikke er data for en tilstrækkelig lang periode. Det kan f.eks. være FoU-projekter inden for medicinalbranchen, hvor tilbagebetalingstiden kan være 15-20 år.

Rapporten arbejder med forskellige grupperinger af virksomheder. Hovedfokus er på virksomheder, der er *FoU-aktive*, men der er også fokus på de *innovative virksomheder*. Virksomhederne grupperes ud fra, hvad de har svaret i forsknings- udviklings- og innovationsstatistikkerne. Der er dog et sammenfald mellem de to grupperinger. OECD's retningslinjer fastslår, at alle FoU-aktiviteter i en virksomhed er omfattet af definitionen af innovationsaktiviteter.

FoU defineres i Frascati-manualen som "skabende arbejde på et systematisk grundlag med henblik på at øge den videnskabelige og tekniske viden, herunder viden vedrørende mennesker, kultur og samfund, samt udnyttelse af den eksisterende viden til at anvise nye praktiske anvendelser".

Innovation defineres i Oslo-manualen som "en introduktion af et nyt eller væsentligt forbedret produkt (vare eller tjenesteydelse), en ny eller væsentlig forbedret proces eller markedsførings-metode eller en væsentlig organisatorisk ændring. Det forventede resultat skal være væsentligt nyt for virksomheden for at falde ind under innovationsbegrebet, men resultatet behøver ikke nødvendigvis at være nyt for virksomhedens marked." "En innovation er resultatet af aktiviteter, der bevidst er rettet mod at forbedre virksomhedens produkter, processer, afsætning og/eller forretningsgange."

Rapporten medtager også de virksomheder, der hverken er FoU-aktive eller innovative. De betegnes som "*øvrige virksomheder*" og defineres således som restgruppe, der ikke falder inden for de to ovenstående kategorier.

Endelig skelnes mellem FoU-virksomheder og virksomheder uden FoU. Denne sidste gruppe er summen af "øvrige virksomheder" (altså hverken FoU-aktive eller innovative) samt innovative virksomheder, der ikke er FoU-udførende. Figur 1.2 viser sammenhæng mellem virksomhedstyper.



Figur 1.3 Definition af virksomhederstyper

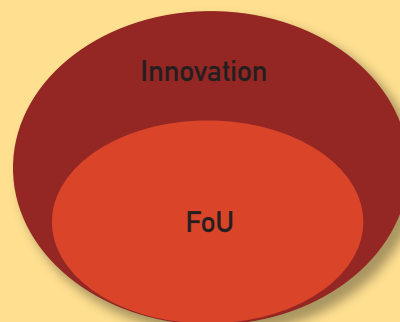
FoU-aktive virksomheder: FoU-aktive virksomheder har udført forsknings- og/eller udviklingsaktiviteter. De har, per definition, også udført innovation.

Innovative virksomheder har udført innovationsaktiviteter. De dækker både FoU-aktive virksomheder og ikke FoU-aktive virksomheder.

Øvrige virksomheder har hverken forsknings-, udviklings- eller innovationsaktiviteter.

Ikke FoU-aktive virksomheder: Virksomheder, der ikke udfører FoU. Det er summen af øvrige virksomheder og innovative virksomheder, der ikke udfører FoU.

Sammenhæng mellem FoU-aktive og innovative virksomheder



>



2. Produktivitet i virksomheder med forskning og innovation >

Dette kapitel undersøger, hvad den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder er i forsknings- og udviklingsaktive (FoU-aktive) virksomheder sammenlignet med virksomheder, der ikke har FoU-aktivitet. Der er gennemført flere disaggregerede analyser, hvor virksomhederne bliver delt op på størrelse, branche, hvorvidt de eksporterer, samt hvorvidt de har FoU-samarbejde med offentlige videninstitutioner.

Virksomheder, der investerer i FoU, opbygger gradvist en forsknings- og udviklingskapital (FoU-kapital) i virksomheden. Den består af nye teknologier, ny viden, patenter, licenser, øget medarbejderkompetencer, samarbejdsrelationer i forsknings- og udviklingsmiljøer i andre virksomheder og videninstitutioner.

Virksomhedens opbygning af såkaldt FoU-kapital har betydning for hele virksomheden og ikke blot for de medarbejdere, der er direkte knyttet til forsknings- og udviklingsaktiviteterne. Derfor må det forventes, at der er produktivitetseffekter af virksomhedens investeringer i FoU for alle medarbejdere, og dermed at der er forskelle i det gennemsnitlige produktivetsniveau per medarbejder mellem virksomheder, der har forskelligt niveau af FoU-kapital.

På baggrund af data for 2.694 FoU-aktive og 9.558 ikke FoU-aktive virksomheder i Danmark i perioden 1997-2005 er der gennemført **komparative deskriptive analyser**, der sammenligner FoU-aktive virksomheders produktivitet per medarbejder med produktiviteten per medarbejder hos ikke FoU-aktive virksomheder.

I analyserne anvendes værditilvækst som mål for produktivitet. Danmarks Statistik definerer værditilvækst, som virksomhedernes omsætning plus andre driftsindtægter minus forbrug af varer og tjenester. Det er således virksomhedernes produktion fratrukket forbrug i produktionen. Desuden skaleres produktiviteten med antallet af medarbejdere.

Det anvendte produktivetsbegreb er den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder. Fordelen ved dette begreb er, at det bliver muligt at opstille et mål for den gennemsnitlige produktivitet, der kan anvendes til at sammenligne på tværs mellem forskellige typer virksomheder. På den baggrund kan de komparative deskriptive analyser bidrage til at afdække, hvad den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder har været af virksomhedernes historiske investeringer i forskning og udvikling. De komparative deskriptive analyser kan imidlertid ikke bruges til at opnå viden om de marginale effekter af privat FoU, dvs. produktivetsændringer som følge af ændringer i virksomhedernes investeringer i FoU.

Der er gennemført flere disaggregerede analyser, hvor virksomhederne bliver delt op på år, branche, hvorvidt de eksporterer, samt hvorvidt de har FoU-samarbejde med offentlige videninstitutioner.

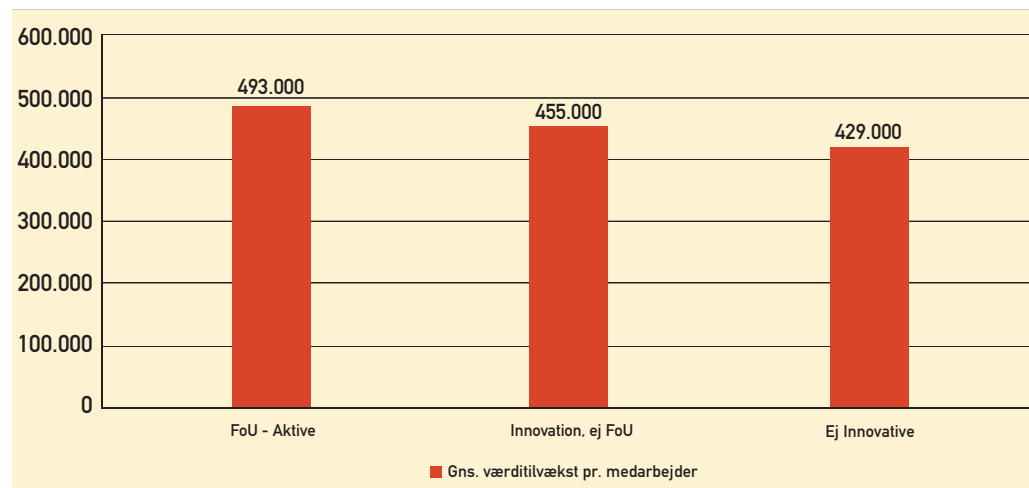


2.1. Produktivitet hos FoU-aktive og ikke FoU-aktive virksomheder

De FoU-aktive virksomheder har en højere gennemsnitlig produktivitet per medarbejder end de virksomheder, der er innovative, jf. figur 2.1. De innovative virksomheder har omvendt en højere gennemsnitlig produktivitet per medarbejder end virksomheder, der hverken er innovative eller FoU-aktive.

Resultaterne viser, at det vil øge den danske produktivitet, hvis flere virksomheder bliver flyttet fra at være hverken innovative eller FoU-aktive til blot at være innovative. Den store gevinst vil dog komme, hvis virksomhederne bliver FoU-aktive, da disse virksomheder har den største produktivitet per medarbejder.

Figur 2.1 Gennemsnitlig produktivitet per medarbejder fordelt på virksomhedernes FoU- og innovationsaktivitet.



Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005, innovationsstatistikkerne 2000, 2004 og 2006 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Graversen og Mark (2005) viser i deres komparative analyse af virksomhedernes produktivitet per medarbejder, at FoU-aktive virksomheder har en produktivitet per medarbejder, der er 40 pct. højere end hos ikke FoU-aktive virksomheder.

2.2. Produktivitet på tværs af brancher og virksomhedsstørrelse

Det gælder for alle brancher, at de FoU-aktive virksomheder har en højere produktivitet per medarbejder end de virksomheder, der ikke er FoU-aktive. Således viser tabel 2.1, at de FoU-aktive virksomheder, uanset branche, har en signifikant højere gennemsnitlig produktivitet per medarbejder.

Det er især inden for fremstillingsindustrien, at de FoU-aktive virksomheder har en højere produktivitet. Inden for fremstillingsindustrien er den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder 23 pct. højere for de FoU-aktive virksomheder sammenlignet med de ikke FoU-aktive virksomheder. Det gælder både for virksomheder inden for den



højteknologiske del af fremstillingsindustrien samt for virksomheder inden for den mellem- og lavteknologiske fremstillingsindustri.

Om virksomhederne er FoU-aktive spiller en knap så stor rolle for produktiviteten per medarbejder blandt vidensservicevirksomheder, hvilket kan være et udslag af, at ikke FoU-aktive virksomheder inden for vidensservice generelt har et højt produktivetsniveau. FoU-aktive virksomheder i vidensservice har gennemsnitlig 7 pct. højere produktivitet per medarbejder.

Både FoU-aktive virksomheder med over 100 ansatte og under 100 ansatte har en signifikant højere produktivitet per medarbejder end ikke FoU-aktive virksomheder. Forskellene er størst blandt de virksomheder med mere end 100 ansatte, hvor der er en forskel på 20 pct. Tilsvarende er forskellen 11 pct. blandt virksomheder med under 100 ansatte.

Tabel 2.1 Gennemsnitlig produktivitet fordelt på branche og virksomhedsstørrelse

	Produktivitet per medarbejder (FoU aktive)	Produktivitet per medarbejder (Ikke-FoU aktive)	Difference i pct.
Højteknologisk fremstillingsindustri	492.100	399.100	23 %
Lav- og mellemteknologiske fremstillingsindustri	471.000	382.800	23 %
Vidensservice	512.600	480.100	7 %
Øvrig service	518.600	447.100	16 %
< 100 ansatte	482.600	435.700	11 %
100+ ansatte	504.500	422.000	20 %
Samlet (alle virksomheder)	493.900	431.300	15 %

Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005, innovationsstatistikkerne 2000, 2004 og 2006 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Graversen og Mark (2005) viser ligeledes forskelle ved at disaggregere virksomhederne efter branche og virksomhedsstørrelse. Således viste deres resultater, at den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder var 161 pct. højere i FoU-aktive medicinalvirksomheder sammenlignet med tilsvarende ikke FoU-aktive medicinalvirksomheder. For vidensservicebrancherne viste resultaterne, at den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder var 50 pct. højere i FoU-aktive virksomheder sammenlignet med tilsvarende ikke FoU-aktive vidensservicevirksomheder.

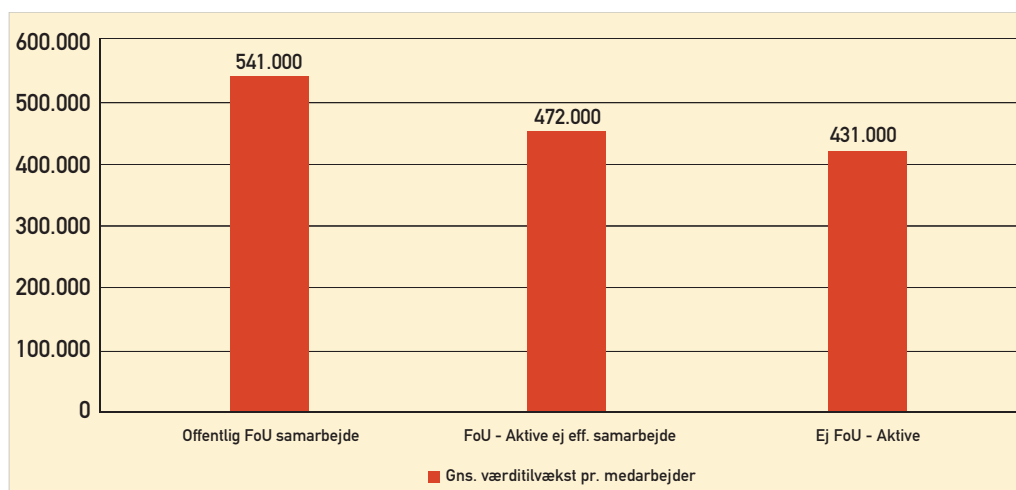


2.3. Produktivitet for virksomheder med FoU-samarbejde med offentlige videninstitutioner

Det er nødvendigt med gode rammer for virksomhedernes fortsatte investeringer i FoU. Her spiller de offentlige videninstitutioner en central rolle. Virksomheder, der har samspil med offentlige videninstitutioner, har signifikant større produktivitet per medarbejder end ikke FoU-aktive virksomheder.

Figur 2.2 viser, at virksomheder, der har FoU-samarbejde med offentlige videninstitutioner, har en signifikant højere gennemsnitlig produktivitet per medarbejder sammenlignet med andre FoU-aktive virksomheder. Den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder ligger på 541.000 kr. sammenlignet med 472.000 kr. hos FoU-aktive virksomheder, der ikke har FoU-samarbejde med videninstitutioner. Det er en forskel på 15 pct.

Figur 2.2 Gennemsnitlig produktivitet per medarbejder, fordelt på FoU-samarbejde med offentlig videninstitutioner



Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005, innovationsstatistikkerne 2000, 2004 og 2006 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

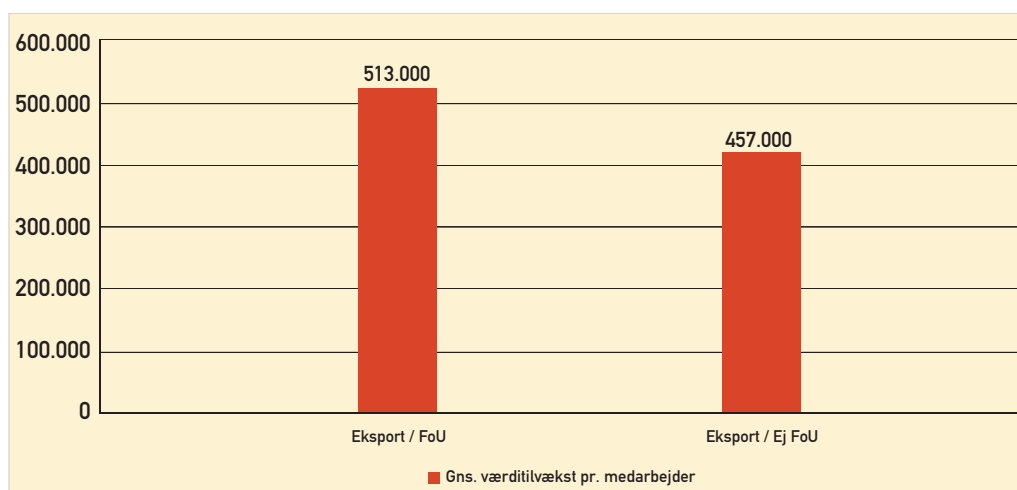
Bloch og Graversen (2008) viser, at en krone ekstra i offentlig finansiering øger de private investeringer i FoU med 1,08- 1,11 kr. Desuden viser Bloch og Marino (2008), at virksomheder oplever en betydelig teknologisk ”spill-over”-effekt af den offentlige forskning – hvis virksomhederne forsker inden for samme forskningsområder som den offentlige forskning. Virksomhedernes produktivitet stiger med 0,04 – 0,13 pct. ved en 1 pct. stigning i den offentlige forskning.



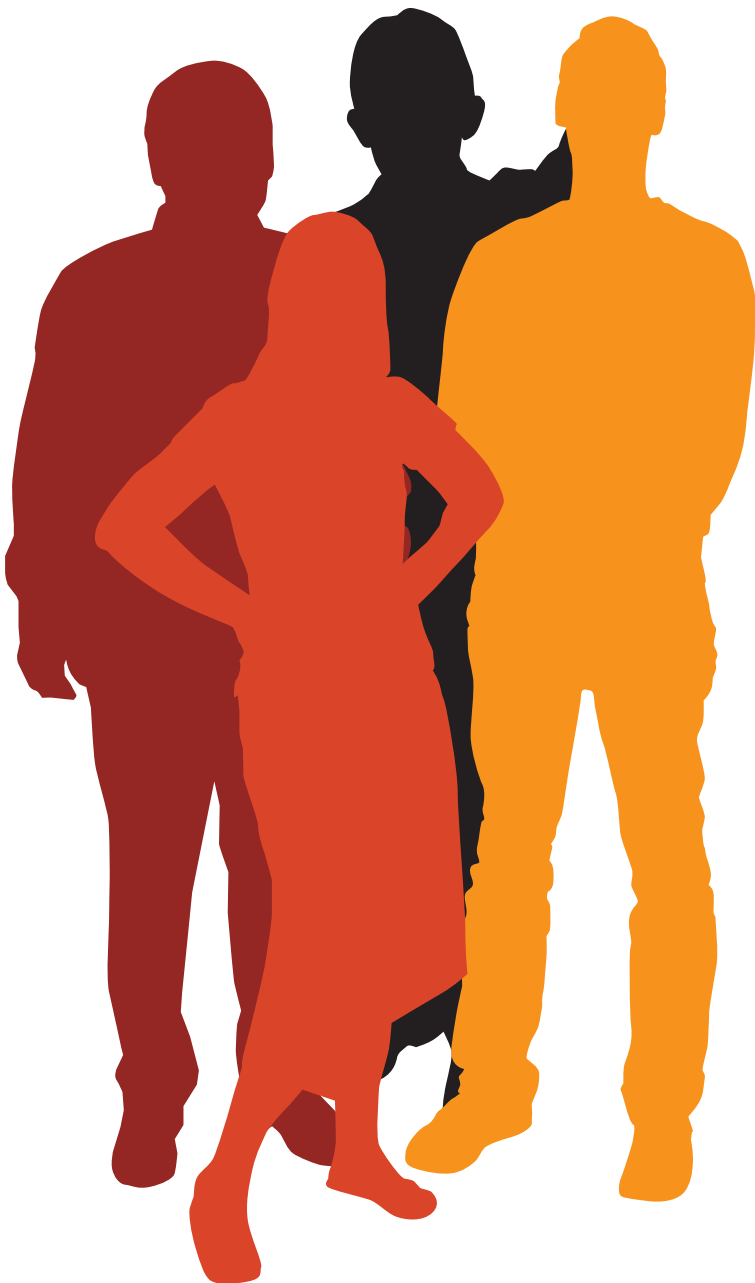
2.4. Produktivitet for eksporterende virksomheder

Det kan ligeledes dokumenteres, at der er en positiv sammenhæng mellem investeringer i FoU for eksporterende virksomheder og deres produktivitet. Virksomheder, der eksporterer, er i højere grad udsat for global konkurrence og har derfor et større behov for at forny sig selv end virksomheder, der ikke eksporterer. Figur 2.3 viser, at virksomheder, der både er FoU-aktive og har eksport, har en højere produktivitet per medarbejder end eksporterende virksomheder uden FoU-aktivitet. De eksporterende FoU-aktive virksomheder har en gennemsnitlig produktivitet på 513.000 kr. per medarbejder, hvor de eksporterende ikke FoU-aktive virksomheder har en gennemsnitlig produktivitet per medarbejder på 457.000 kr. En forskel på 12 pct.

Figur 2.3 Gennemsnitlig produktivitet per medarbejder for FoU-aktive virksomheder, fordelt efter om de har eksport eller ej



>



3. De marginale produktivitetseffekter af virksomhedernes investeringer i FoU



Dette kapitel undersøger, hvad effekten på virksomhedernes produktivitet er ved en ændring i deres investeringer i FoU. Analyserne undersøger den marginale produktivitetseffekt af forskning og udvikling, dvs. om der er et positivt marginalt afkast hos den gennemsnitlige FoU-aktive virksomhed af en krone ekstra investeret i FoU.

Analysermetoderne er gennemført som økonometriske analyser, der omfatter både tværsnits- og paneldata. Metoderne giver mulighed for simultant i modellerne at tage højde for en række forhold, som påvirker sammenhængen.

Der er gennemført flere disaggregerede analyser, hvor virksomhederne bliver delt op på størrelse og branche. Desuden sammenlignes det marginale afkast af virksomhedernes investeringer i FoU med det marginale afkast af deres investeringer i innovation. Der tages i analyserne udgangspunkt i en empirisk defineret gennemsnitlig virksomhed.

Fra den gennemsnitlige virksomhed benyttes oplysninger om den gennemsnitlige FoU-investering samt gennemsnitlige produktivitet. Produktiviteten kan omregnes til et beløb målt i kroner og øre hos den gennemsnitlige virksomhed. Ved at sammenholde stigningen i FoU-investeringer med effekten på meromsætningen kan bruttoprofiten og dermed investeringsafkastet beregnes.

3.1. Økonometriske modeller til analyse af de marginale produktivitetseffekter

Siden pionerarbejdet udført af Griliches har en række forskere forsøgt at måle effekten af virksomhedernes investeringer i FoU. Store begrænsninger i virksomhedsdata har dog givet en lang række udfordringer for valg af analysemetoder og økonometriske modeller.

Resultaterne af de økonometriske analyser bygger på beregninger af sammenhængen mellem virksomhedernes investeringer i FoU og deres produktivitet per medarbejder. Det sker bl.a. igennem to forskellige estimeringsmetoder: OLS (tværsnitsanalyse) og Fixed effects (panel data analyse). Alle resultater af de økonometriske modeller findes i appendiks A.5.

Effekten af virksomhedernes investeringer i FoU på produktivitet er en dynamisk proces og kan variere over tid. Tværsnitsanalyser baseret på et enkelt år er ikke i stand til at analysere variationen over tid.

Udfordringerne ligger bl.a. i identifikation af den kausale sammenhæng mellem investeringer i FoU og de økonomiske effekter. De metodemæssige udfordringer har også knyttet sig til tidsperspektivet, som er en væsentlig faktor i forhold til at måle effekterne af virksomhedernes investeringer i FoU. Fra virksomhederne investerer i FoU til det kan måles på deres produktivitet, går der tid. I de økonometriske analyser benyttes derfor et akkumuleret mål for FoU-investeringer for at tage højde herfor. Der konstrueres et FoU-kapitalmål på baggrund af to eller flere års FoU-investeringer. Resultaterne estimeres, via paneldata (gennem ”fixed effects”), som ændringer over tid. Endvidere er resultaterne testet ved tidslag på to og tre år. Resultaterne viser uanset tidslag en positiv sammenhæng mellem virksomhedernes investeringer i FoU og deres produktivitet.



Dog er variation i FoU-investeringer over tid typisk relativt begrænset, hvilket kan gøre det svært at opfange effekten af FoU ved paneldata analyser. Effekterne kan være flertydige, da de kan dække over eksempelvis nye produkter, hvor der tages en højere pris, bedre kvalitet i eksisterende produkter eller en billigere produktionsproces. Det er derfor vanskeligt at afgrænse og identificere alle effekter. Derfor har mange tidligere analyser brugt OLS til at estimere effekterne af FoU på produktivitet.

I de økonomiske modeller i denne undersøgelse anvendes begge metoder for at sikre robusthed i resultaterne, og fordi metoderne er komplementære. Resultaterne af tværsnitsanalysen kan nemlig fortolkes som permanente effekter - fx effekten af en stigning i FoU, og som fastholdes - og panel data som et mål på den midlertidige effekt - fx hvis FoU stiger i en periode, og derefter falder til dets oprindelige niveau.

Tabel 3.1 viser hovedresultaterne fra OLS og fixed effects regressionerne. Resultaterne viser en positiv sammenhæng mellem FoU-investeringer og virksomhedernes produktivitet. Med andre ord er der et positivt marginal afkast for virksomhederne af at øge deres investeringer i FoU. Effekterne er positive på tværs af de økonomiske modeller.

Tabel 3.1 Forskellige faktoreres sammenhæng med produktivitet - resultater fra udvalgte OLS og fixed effects regressioner¹.

Variable:	OLS model 1	OLS model 2	Fixed effects model 1	Fixed effects model 2
Log (FoU kapital/ansatte)	+ ***	+ ***	+ *	+ ***
Log (Fysisk kapital/ansatte)	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Log (ansatte)	- ***	- ***	- ***	- ***
Offentligt samarbejde	Insignifikant		Insignifikant	
Privat samarbejde	Insignifikant		Insignifikant	
Eksport intensitet	+ ***	+ ***	+ **	+ **
Markedskoncentration (Herfindahl indeks)	Insignifikant	Insignifikant	- *	- *
Konstant	+ *	- *	+ ***	+ ***
R-sq: 0,389	0,389	0,231	0,232	
Antal obs	4143	4143	4143	4143

Anm. Estimaternes signifikans er angivet med asterisk: *** = 1 pct.-niveau, ** = 5 pct.-niveau og * = 10 pct.-niveau.

Kilde: CFA særkørsel på data fra forskningsstatistikkerne 1997-2005, innovationsstatistikkerne 2000, 2004 og 2006 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Resultaterne af de økonomiske modeller præsenteres i appendiks A.5.1

¹Resultaterne kan genfindes i tabel A.5.1 og tabel A.5.2.



3.2. Det marginale afkast af FoU

De økonometriske analyser dokumenterer, at der er en positiv sammenhæng mellem virksomhedernes investeringer i FoU og deres produktivitet. En procents stigning i FoU-investeringerne giver i den gennemsnitlige virksomhed en øget produktivitet på 0,125 pct. per medarbejder. Med udgangspunkt i den gennemsnitlige virksomhed giver det et afkast på 66 pct. for hver ekstra krone mere investeret i FoU, jf tabel 3.2. Således vil en ekstra krone investeret i FoU betyde en øget gennemsnitlig omsætning på 1,66 kroner og dermed 66 øre mere på bundlinjen. Til sammenligning ligger det marginale afkast af investeringer i fysisk kapitalapparat på mellem 7 og 10 pct., jf. bl.a. Graver- sen og Mark (2005) og Velfærdskommissionens ”Analyserapport – Fremtidens Vel- færd” (2005).

Tabel 3.2 Det marginale afkast af investeringer i FoU beregnet for den gennemsnitli- ge FoU-aktive virksomhed

Afkast af en ekstra krone investeret i FoU	
Den gennemsnitlige FoU-aktive virksomhed	66 %

Kilde: CFA særkørsel på data fra forskningsstatistikkerne 1997-2005, innovationsstatistikkerne 2000, 2004 og 2006 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Resultaterne falder i god forlængelse af flere internationale analyser. Bl.a. finder Sas- senou (1988) på baggrund af 394 japanske virksomheder i perioden 1973 – 1981, at virksomhedernes investeringer i FoU har et afkast på 69 pct. Tilsvarende finder Grili- ches og Mairesse (1990) for 525 amerikanske virksomheder et afkast på 41 pct. og et afkast på 56 pct. for 406 japanske virksomheder.

Beregningerne kan ikke generaliseres til hele dansk erhvervsliv, da der kun indgår FoU-aktive virksomheder i beregningerne. Resultaterne er således repræsentative for effekten af virksomhedernes øgede investeringer i FoU blandt i forvejen FoU-aktive virksomheder.

3.3. Det marginale afkast på tværs af brancher

De gennemførte økonometriske analyser viser, at der er et positivt margint afkast af investeringer i FoU på tværs af brancher, men at der samtidig er store branchemæssige forskelle. Alle resultater af de økonometriske analyser, der ligger til grund for bereg- ningen af det økonomiske afkast på tværs af brancher, præsenteres i appendiks A.5.2 Tabel 3.3 viser, at det videntunge serviceerhverv sammen med de øvrige serviceer- hverv og de lav- og mellemteknologiske fremstillingsindustrier oplever det højeste marginale afkast på mellem 98 pct. – 135 pct. Omvendt ligger det marginale afkast la- vere for den højteknologiske fremstillingsindustri, som især dækker medicinalvirk- somhederne. Her er afkastet på 17 pct.



Tabel 3.3 Det marginale afkast af investeringer i FoU for den gennemsnitlige FoU-aktive virksomhed fordelt på brancher

	Afkast af en krone ekstra investeret i FoU	Elasticitet
Højteknologisk fremstillingsindustri	17 %	0,145
Lav- og mellemteknologisk fremstillingsindustri	98 %	0,05
Vidensservice	112 %	0,139
Øvrig service	135 %	0,199
Den gennemsnitlige FoU-aktive virksomhed	66 %	0,125

Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005, innovationsstatistikkerne 2000, 2004 og 2006 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

En række studier, både danske og internationale, finder, at der er forskelle i afkastet af investeringer i FoU afhængig af brancher. Bl.a. finder Griliches (1980), at elasticiteten mellem investeringer i FoU og produktivitet er 0,03 for fremstilling af elektronisk udstyr, mens elasticiteten er 0,12 for kemisk fremstilling (en branchegruppe der inkluderer medicinalindustrien).

Der findes flere mulige forklaringer på, hvorfor det marginale afkast på investeringerne er forskelligt i de enkelte brancher. FoU-intensiteten blandt virksomheder inden for højteknologisk fremstilling er den højeste i Danmark. Det skyldes især medicinalvirksomhederne, der er den gruppe af virksomheder i Danmark, der har den største FoU-intensitet i Danmark.

Ifølge Erhvervslivets Forskningsstatistik 2005, CFA (2007) var FoU-investeringer for den gennemsnitlige FoU-aktive medicinalvirksomhed 105 mio. kr. Til sammenligning var den gennemsnitlige årlige FoU-investeringer for en vidensservicevirksomhed 6 mio. kr. Forskellen i afkast kan således være en konsekvens af, at virksomhederne inden for bl.a. medicinalindustrien i forvejen har en så høj FoU-intensitet, at deres marginale afkast ikke længere er så højt som for virksomheder med lavere FoU-intensitet.

Forskellene i det marginale afkast kan også skyldes forskelligheder i, hvornår investeringerne genererer indtjening. Tilbagebetalingsperioden kan variere fra branche til branche.

Et udviklingsprojekt omhandlende et nyt forretningskoncept hos en vidensservicevirksomhed vil f.eks. løbe over 3 til 6 måneder. FoU-investeringen vil derfor have en kort tidshorisont, før det når markedet og dermed have en kortere tilbagebetalingsperiode. Omvendt vil udviklingen af en vaccine være et langsigtet udviklingsprojekt for en medicinalvirksomhed, hvor der går mange år, før der er et produkt på markedet. Det vil tilsvarende betyde, at tilbagebetalingsperioden er væsentligt længere.



For vidensservicevirksomheden vil afkastet fra investeringen kunne ses allerede det samme år eller året efter, at det er udviklet. Omvendt vil afkastet fra investeringen i medicinalvirksomhed først kunne aflæses flere år efter de første investeringer og investeringerne vil først være fuldt tilbagebetalt efter 5, 10 eller 20 år.

De forskelle tager de økonometriske analyser i nogen grad højde for, da investeringer i FoU akkumuleres over en årrække. Omvendt vil der fortsat være forbedringspotentiale i forbindelse med en længere tidsserie af data.

3.4. Det marginale afkast for små og store FoU-aktive virksomheder

Det marginale afkast af investeringer i FoU er større for virksomheder med mere end 100 ansatte end for virksomheder med under 100 ansatte. Tabel 3.4 viser, at mens FoU-virksomheder med mere end 100 ansatte har et marginals afkast på 76 pct. af deres investeringer i FoU, så oplever virksomheder med under 100 ansatte et marginals afkast på 52 pct. Forskellen kan skyldes, at større virksomheder har bedre mulighed for at igangsætte mere risikobetonede FoU-projekter, hvor tilbagebetalingshorisonten er længere, og hvor der er større krav til likviditet og egenkapital, men hvor afkastet er større. Det kan også skyldes, at vidensspredning giver større afkast i store virksomheder end i små virksomheder, hvor færre kan få gavn af ny viden og nye teknologier.

Tabel 3.4 Det marginale afkast af investeringer i FoU for den gennemsnitlige FoU-aktive virksomhed, fordelt på virksomhedsstørrelse

Afkast af en krone ekstra investeret i FoU	
Den gennemsnitlig FoU-aktive virksomhed med mindre 100 ansatte	52 %
Den gennemsnitlig FoU-aktive virksomhed med mere end 100 ansatte	76 %
Den gennemsnitlig FoU-aktive virksomhed	66 %

Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005, innovationsstatistikkerne 2000, 2004 og 2006 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Resultaterne af de økonometriske analyser, der ligger til grund for beregningerne af det marginale afkast, præsenteres i appendiks A.5.3.

Hvorvidt det marginale afkast af investeringer i FoU er signifikant større i virksomheder med under 100 ansatte sammenlignet med virksomheder med over 100 ansatte, er ikke muligt at afgøre i denne analyse. Graversen og Mark (2005) konkluderer, at sammenhængen mellem investeringer i FoU og produktivitet ikke påvirkes af virksomhedernes størrelse.

Mark Rogers (2006) finder i en analyse af britiske virksomheder, at afkastet af investeringer i FoU hos 2.372 observationer for små og mellemstore virksomheder ligger på mellem 40 pct. og 44 pct.



3.5. Det marginale afkast af innovation

Det marginale afkast af investeringer i innovation er mindre end det marginale afkast ved investeringer i FoU. Tabel 3.5 viser, at mens de FoU-aktive virksomheder oplever et marginalt afkast på 66 pct. af deres investeringer i forskning og udvikling, så oplever de innovative virksomheder et marginalt afkast på 30 pct. af deres investeringer i innovation. Resultatet afspejler, at investeringer i FoU forventes at give større afkast, da de er forbundet med større risici. Resultatet af FoU investeringer er mere usikkert og tidshorisonen og afstanden til markedet er længere sammenlignet med investeringer i innovation. Resultaterne af de økonometriske modeller, der ligger til grund for beregningen af det økonomiske afkast, præsenteres i appendiks A.5.4

Tabel 3.5 Det marginale afkast af investeringer i innovation og FoU for den gennemsnitlige FoU-aktive virksomhed og den gennemsnitlige innovative virksomhed

Afkast af en krone ekstra investeret i FoU	
Den gennemsnitlige innovative virksomhed	30 %
Den gennemsnitlige FoU-aktive virksomhed	66 %

Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005, innovationsstatistikkerne 2000, 2004 og 2006 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

3.6. Metoden i analysen

De metoder, der er anvendt til at analysere det marginale afkast af privat forskning og udvikling, tager højde for en lang række af de udfordringer og forhold, der lægges vægt på i den internationale forskning og litteratur om produktivitetseffekter af erhvervslivets FoU. Tilgangen til effektmålingen tager udgangspunkt i økonomiske teorier og modeller. Dette er vigtigt både for statistisk præcision og for fortolkning af resultaterne. En økonometrisk model skal kunne fortolkes og begrundes i økonomisk teori. De økonometriske modeller i denne effektmåling bygger på best practice metoder i den internationale litteratur. Det er med til at sikre valide og robuste resultater. Dette afsnit beskriver de valg, der foretages for at sikre, at effektmålingen følger nyeste metoder i forskningen.

3.6.1. FoU-kapital som mål for FoU-investeringer

En umiddelbar udfordring ved at måle effekterne af virksomhedernes investering i viden er, at vidensaktiver er immaterielle og derfor vanskelige at måle. Det er ikke kun FoU- eller innovationsinvesteringerne i et enkelt år, som påvirker produktiviteten. I stedet skal nutidsværdien af tidligere tiders FoU-investeringer akkumuleres til FoU-kapital på samme vis som for virksomhedernes øvrige fysiske kapital, jf. appendiks i Gravensen og Mark (2005).

Et vigtigt kriterium i denne effektmåling er, at der ikke ses på FoU-investeringerne isoleret for de enkelte år. FoU-investeringerne akkumuleres i stedet til et mål for FoU-kapital. Det skyldes af investeringer i FoU ikke ophører med at have en værdimæssig effekt, umiddelbart efter at investeringen er foretaget. I denne analyse er der blandt



andet via den såkaldte perpetual inventory metode beregnet den akkumulerede FoU-kapital i virksomhederne. FoU-kapital bliver dog også forældet over tid. De årlige FoU-investeringer afskrives derfor i analyserne med 15 pct. I forhold til litteraturen har alternative afskrivningsrater været forsøgt, men resultaterne har varieret ganske lidt på tværs af forskellige afskrivningsrater. Med andre ord viser studierne, at forskellige afskrivningsrater ikke har betydning for størrelsen af afkastet.

Det er vigtigt at understrege, at de beregnede afkasteffekter ikke knytter sig direkte til virksomhedernes FoU-investeringer, men til et akkumuleret mål i form af virksomhedernes FoU-kapital.

Målinger af FoU-kapital har i andre studier med længe tidsserier og population bestående hovedsageligt af større virksomheder benyttet tidligere års investeringer til at konstruere målet for FoU-kapital. I denne rapport er den tilgang ikke brugbar. Data dækker mange virksomheder, der har registreret FoU-aktivitet i et enkelt eller få år. For at gøre beregning af FoU-kapital så ensartet som muligt på tværs af virksomheder, benyttes kun data på FoU-investeringer indenfor populationen. Se appendiks A.2 for definition af FoU-kapital.

3.6.2. Tidslag

Fra virksomhederne investerer i FoU til det kan måles på deres produktivitet går der noget tid. Denne tid vil variere afhængig af hvilken type af FoU-investeringer, der er tale om. Desuden er det vanskeligt at isolere effekterne af investeringerne i FoU på et bestemt tidspunkt fra effekterne af akkumulerede viden igennem tidligere FoU-investeringer.

Tidsperspektivet analyseres fra flere vinkler. For det første medfører anvendelsen af FoU-kapital (som beregnes som en sum af flere års investeringer i FoU), at der delvist tages højde for tidslaget i effekten af FoU-investeringer. For det andet estimeres modellen ved paneldata metoder (fixed effects), som fokuserer primært på effekten af ændringer i FoU-kapital for den enkelte virksomhed over tid. Til sidst analyseres det, hvordan FoU-kapital påvirker produktivitet (værditilvækst pr. ansatte) med tre forskellige tidslags: hhv. samme periode, et år frem og to år frem.

3.6.3. Simultan bias i data

En betingelse for estimation af produktivetsmodellen er, at de forklarende variable (fx. ansatte, fysisk kapital og FoU-kapital) er eksogene eller konstant i forhold til produktivitet. Dog vil denne betingelse typisk ikke være opfyldt, hvis variablerne er fra samme år. Uobserverede faktorer, som påvirker produktiviteten vil generelt også påvirke ansatte, kapital og FoU. Dette kan medføre bias i koefficientskønnene (simultan bias).

En metode til at begrænse denne bias er at anvende inputmål fra begyndelsen af året og produktivitet ved årets slutning. Det er denne metode, som benyttes i denne rapport. Modellerne er estimeret med inputmål fra samme periode og resultaterne er stort set det samme.

En alternativ metode er at bruge instrumentvariabler; dvs. at regressere inputvariablerne på andre forklarende variabler, som er højt korrelerede med inputvariablen, men ikke korrelerede med residualerne for produktivitet. Statistisk set er denne metode at fore-



trække, men det har været vanskeligt i praksis, da der mangler gode instrumentvariabler samt pålidelige prisindekser for de enkelte inputs (som for eksempel FoU).

3.6.4. Brug af kontrolgrupper

I forbindelse med analyserne har det været overvejet, om effektmålingerne kun bør inkludere virksomheder med FoU eller innovation, eller skal virksomheder uden FoU/innovation også medtages. Generelt baseres analyser af FoUs effekter på produktivitet udelukkende på virksomheder med forsknings- og udviklingsaktiviteter. Hvis virksomheder uden FoU-aktiviteter skulle inkluderes i den økonometriske analyse, er det vigtigt at anvende passende metoder til at tage højde for disse. Metoderne er forholdsvis komplekse og kræver en større analyse af de faktorer, der får virksomheder til at investere i FoU eller ej². Derfor undlades denne analyse i denne rapport og – på linje med andre lignende analyser – omfatter den økonometriske analyse kun virksomheder med FoU.

Dog er det stadig vigtigt at kunne sammenligne virksomheder med og uden investeringer i FoU. For eksempel er produktivitet per medarbejder forskellig for virksomheder med og uden FoU-aktiviteter. Derfor foretages en komparativ statistisk analyse af produktivitet for virksomheder med og uden FoU i kapitel 2.

Det skal understreges, at hvis ikke FoU-aktive virksomheder medtages, skal der tages højde for en selektions bias i den økonometriske modellering. De økonometriske modeller ekskluderer ikke FoU-aktive virksomheder for at imødekomme den problemstilling.

3.6.5. Forhindre dobbelttælling

Investeringer i FoU omfatter udgifter på personale, andre driftsudgifter samt anlægsinvesteringer. Da FoU ikke behandles som en investering i regnskaber, er der dobbelttælling af FoU-investeringer, idet FoU-relaterede anlægsinvesteringer inkluderes i både FoU- og fysisk kapital, og FoU-personale inkluderes også i antal ansatte.

Et standardresultat i analyser af FoU-produktivitet er, at hvis der ikke korrigeres for dobbelttælling, medfører det et betydeligt fald i koefficientskønnet for FoU-kapital. Der er en lignende risiko, da der er samme problemer i de data, som er grundlaget for analyserne i denne rapport. Grundet mangel på data har det ikke været muligt at korrigere for alle tre tilfælde af dobbelttælling. Dog er langt den største komponent FoU-personale. Anlægsinvesteringer udgør en forholdsvis lille andel af FoU-investeringer og tilsvarende er FoU-driftsudgifter meget lille i forhold til værditilvækst. Derfor korrigeres der for dobbelttælling af FoU-ansatte, da det er den vigtigste komponent. Det gøres ved at fratække antal FoU-årsværk fra det samlede antal ansatte.

² Metoderne estimerer tilbøjeligheden for at investere i FoU og estimerer derefter, hvad virksomhedernes FoU-aktiviteter ville have været, hvis de havde valgt at investere i FoU. Disse estimerede værdier kan anvendes i produktivitetsanalysen. Den såkaldte CDM-modellen (Crépon et al., 1998) anvender en lignende tilgang til at analysere forholdet mellem innovation og produktivitet, dog kun delvist. Crépon et al. estimerer tilbøjeligheden til at være innovative for at kontrollere for selektions bias, men inkluderer kun FoU-aktive virksomheder i produktivitetsanalysen. Se Lewbel (2007) for et eksempel på en analyse af investeringer i fysisk kapital.



3.6.6. Behandling af outliers

For at resultaterne er så repræsentative som muligt, bør de økonometriske modeller være i stand til at måle effekter hos en meget bred række virksomheder. Dog kan "extreme values" forvrænge effekterne og mindske præcisionen. I nogle tilfælde kan der være argumenter for at fjerne "extreme values". Et eksempel er unge virksomheder med meget FoU, men lidt eller ingen omsætning, og hvor det derfor endnu ikke kan forventes, at effekten af forskning og innovation kan måles.

3.6.7. Balancerede paneldata

Effekten af virksomhedernes investeringer i FoU på produktivitet er en dynamisk proces og kan variere over tid. Tværsnitsanalyser baseret på et enkelt år er ikke i stand til at analysere variationen over tid. Der kan også være uobserverbare effekter på den enkelte virksomhed, som modellen ikke kan tage højde for. Det argumenteres for at estimere modellen over tid ved brug af panel data (tværsnitsdata over tid) og metoder, som kontrollerer for disse uobserverbare effekter. I rapporten anvendes en Fixed Effects metode til at estimere modellen for panelet.

Både tværsnitsanalyser og panel data analyser er blevet anvendt i litteraturen om FoU og produktivitetsanalyser. Derfor anvendes begge metoder i denne rapport.

Store virksomheder er med i FoU-statistikken hvert år, mens der udtages en tilfældig stikprøve af små og mellemstore virksomheder. Det medfører et meget 'ubalanceret' panel. For nogle virksomheder er der observationer for alle år, mens for andre er der kun data for én eller få år. På den baggrund er paneldata-sættet konstrueret på følgende måde:

- > Paneldata analysen kan kun foretages på virksomheder med mindst 2 observationer. For at sikre at analysen er så repræsentativ som muligt, medtages alle virksomheder med 2 eller flere observationer.
- > Følgende tilgang anvendes for manglende observationer i tidsserier: hvis en enkelt observation mangler i en tidsserie på 4 eller flere år, estimeres den enkelte manglende observation. Hvis der mangler 2 eller flere år i tidsserien, beholdes den seneste sammenhængende del af tidsserien.
- > Meget store ændringer i variablerne kan tyde på en merger eller opsplittning af virksomheden. Disse ændringer kan have en uforholdsmæssig stor effekt på resultaterne. Derfor følger denne rapport metoderne i Hall og Mairesse (1995) og fjerner virksomheder med årlige vækstrater i værditilvækst, anlægsaktiver, antal ansatte eller FoU-kapital, som er mindre end -90 pct. eller større end 300 pct.
- > For at tjekke robustheden er betydningen af ovennævnte blevet analyseret i alle disse tilfælde. Resultaterne er kvalitativt set uændret i alle tilfælde: FoU-koefficienten er positiv og signifikant i alle tilfælde med kun mindre ændringer i koefficientens størrelse.

3.6.8. Konstruktion af output variabel

Der er typisk to måder at måle afkastet af virksomhedernes investeringer i FoU. Den ene knytter sig til markedsværdien af virksomheden. Her benyttes markedets værdifast-



sættelse af den enkelte virksomheds som mål for prisen eller værdien på de samlede "håndgribelige" og "ej-håndgribelige" aktiver. Det kræver imidlertid, at de virksomheder, der indgår i analysen, også er børsnoteret. Derfor benyttes denne metode ikke.

Den anden tilgang inkluderer et mål for virksomhedernes FoU-kapital direkte i den estimerede produktionsfunktion. Svagheden ved denne model er dog, at den kræver en række modelmæssige tiltag i forhold til at sikre robustheden af resultaterne. Det betyder i forhold til at sikre robuste resultater, at det er vigtigt at gennemføre en række alternative analyse, hvor forskellige alternativer af hovedmodellen justeres.

3.6.9. Korrektion for virksomhedsforskelle

Virksomhederne i analyserne varierer på både størrelse, branche, markedsforhold, globalisering samt mange andre objektive faktorer. Det er vigtigt at korrigere/kontrollere for disse forhold i størst muligt omfang. Undladelse heraf kan give bias i koefficient-skønnene til FoU og innovation. Derfor inkluderer de økonometriske modeller som standard angivelse af virksomhedernes branche og størrelse. Hermed korrigeres for forskelle i karakteristika hos virksomheder, som ellers vil påvirke resultaterne og dermed ikke give et reelt billede af effekterne af virksomhedernes investeringer i FoU.

3.6.10. Spill-over effekter

Investeringer i FoU har en lang række implikationer for økonomien på både mikro- og makroniveau. Denne rapport tager højde for en række af de modeltekniske udfordringer, der er ved at effektmåle virksomhedernes investeringer i FoU. Men der findes også en række strukturelle implikationer, som modellerne har vanskeligt ved at tage højde for.

Transmissionsmekanismerne imellem investeringerne i FoU og afkastet hertil er kompleks, da der er en gensidig virkning fra forskning til erhvervsliv og tilbage igen. Desuden er der multiple gevinster ved investeringerne i virksomhedernes FoU, som er svære at afgrænse og værdifastsætte.

En udfordring ved at måle værdien af investeringer i FoU er, at FoU er et "ikke-rivaliserende" gode. Andre kan få værdi af den investering i FoU som en virksomhed eller en offentlig forskningsinstitution laver. Faktisk argumenterer en række forskere, at viden øger sin værdi ved at blive delt og benyttet af flere forskellige aktører. Det får de bl.a. igennem opsamling af viden og ved at hyre ansatte fra andre FoU-aktive virksomheder – ansatte der medbringer viden opnået gennem virksomhedens investeringer i FoU.

Andre virksomheder vil få en højere marginal indtjening på varen, da den enten er blevet mere effektivt at producere og dermed billigere, eller fordi produktionsværdien er øget og derfor kan tage en højere pris. Effekten gælder dog ikke kun for producenten, men for alle led i værdikæden helt ud til detail- eller engroshandleren.

Desuden kan den spill-over effekt, der er af viden, skabe såkaldt creative destruction. Her vil innovation og udvikling af nye produkter og services fjerne værdien af eksisterende produkter og service. Derfor har det en negativ indvirkning på effekterne for andre virksomheder.

Der skal derfor anvendes andre typer økonomiske modeller, der kan opfange transmissionsmekanismer og spillover-effekter bedre end de mikroøkonomiske modeller kan.

4. Samfundsøkonomiske effekter af erhvervslivets forskning og udvikling



Virksomhederne har positive produktivitetseffekter af deres FoU-investeringer uanset, om disse finder sted i Danmark eller i udlandet. Placeringen af forsknings- og udviklingsaktiviteterne er imidlertid ikke ligegyldig set med samfundets øjne. Der er for Danmark på mellemlangt og langt sigt vigtige samfundsøkonomiske produktivets- og velfærdseffekter, hvis virksomhederne vælger at investere i Danmark. Det er afgørende for udviklingen i bruttonationalproduktet, produktiviteten per medarbejder, beskæftigelsen, eksporten og de offentlige finanser.

Dette kapitel undersøger de samfundsøkonomiske effekter af virksomhedernes investeringer i FoU. Danmarks Statistiks ADAM-model bruges til at beregne de samfundsøkonomiske effekter. Der arbejdes med to scenarier i analysen.

> **Scenario 1 ”Stigning i FoU-investeringerne, så Danmark opfylder Barcelonamålsætningen”**

Den danske regering har på linje med de øvrige lande i EU tilsluttet sig EU's målsætning (Barcelonamålsætningen) om, at der skal investeres mindst 3 pct. af BNP om året i forskning. Heraf skal virksomheder investere 2 pct. af BNP i FoU. Hvad er de samfundsøkonomiske effekter af en opfyldelse af Barcelonamålsætningen. Analysen tager udgangspunkt i FoU-investeringerne i 2005. I 2005 udgjorde virksomhederne investeringer i FoU 1,67 pct. af BNP. Det betyder, at virksomhedernes investeringer i FoU skal stige med ca. 5,5 mia. kr. for at nå Barcelonamålsætningen på 2 pct. af BNP. I ADAM-modellen simuleres derfor en permanent stigning i virksomhedernes FoU-investeringer på 5,5 mia. kr. svarende til en stigning på godt 20 pct.

> **Scenario 2 ”Fald i FoU-investeringer som følge af krisen”**

Der har igennem de sidste par år været en økonomisk krise, der har betydet historiske fald i produktion og private investeringer. Analyser fra Forsknings- og Innovationsstyrelsen (2009) viser, at virksomhedernes investeringer i FoU i 2009 forventes at falde med mellem 0,7 pct. og 1,7 pct. på grund af den økonomiske krise. Spørgsmålet er, hvorledes dette påvirker samfundsøkonomien. Det antages, at virksomhedernes investeringer i FoU falder med ca. 1,5 pct. i 2009 i forhold til 2007-niveauet. Det svarer til et fald i virksomhedernes FoU-investeringer på omkring 500 mio. kr. I ADAM-modellen simuleres derfor et permanent fald i virksomhedernes FoU-investeringer på 500 mio. kr.

4.1. Udgangspunkt for beregning af de samfundsøkonomiske effekter

Det privatøkonomiske afkast er virksomhedernes FoU-investeringer, som er gennemgået i kapitel 2 og 3, må alt andet lige være et minimumsestimat for det samfundsøkonomiske afkast, da effekten af FoU-investeringer i den enkelte virksomhed vil spredes til hele den danske økonomi via:

- > **Positive multiplikatoreffekter:** F.eks. har investeringer i FoU en positiv betydning for økonomien gennem øget beskæftigelse via en større produktion og dermed efterspørgsel efter arbejdskraft. Den øgede beskæftigelse styrker den disponible indkomst, som igen styrker den indenlandske efterspørgsel. Afhængig af omfanget af



øget import som følge af den øgede indenlandske efterspørgsel vil produktiviteten i Danmark stige samt give øget velfærd gennem øgede skatteindtægter og større disponibel indkomst hos forbrugeren.

- > **Videnoverførsel:** En øget videnoverførsel er med til at øge produktiviteten, da ny viden, som indarbejdes i produkter og processer, er med til at effektivisere produktionen og gøre den mere efficient. F.eks. kan der gennem mere eller mindre formelle vidensamarbejder ske videnoverførsel virksomheder imellem samt mellem virksomhed og offentlige videninstitutioner. Viden er et "ikke-rivaliserende" gode, og derfor mister det ikke værdi af at blive delt. Tværtimod argumenteres der fra flere sider for, at værdien af viden øges, jo mere den bliver brugt.
- > **Teknologioverførsel:** Sammen med videnoverførslen vil teknologioverførslen have varige positive effekter for dansk økonomi. F.eks. vil den øgede investering i FoU betyde, at der kan indarbejdes ny teknologi i produkter og tjenester som vil give en øget produktivitet. Producenten vil få en højere marginal indtjening på varen, da den enten er blevet mere efficient at producere og dermed billigere, eller fordi produktværdien er øget og derfor kan tage en højere pris. Effekten gælder ikke kun for producenten, men for alle led i værdikæden helt ud til detail- eller engroshandleren.

4.2. Metode til beregninger af samfundsøkonomiske effekter

ADAM-modellen er som udgangspunkt ikke designet til at analysere eksplicitte ændringer i hverken de offentlige eller private FoU-investeringer. Modellen giver en forenklet matematisk beskrivelse af, hvordan den danske økonomi virker, og den benyttes til at forudsige økonomiske udviklingstendenser og beregne effekter af f.eks. økonomisk-politiske indgreb.

Som input i ADAM benyttes niveauet af virksomhedernes FoU-investeringer samt det marginale afkast af deres investeringer i FoU (elasticitetskoefficienterne fra de økonomiske analyser i kapitel 3). Der arbejdes med to forskellige scenarier, som viser henholdsvis effekterne af øget FoU-investeringer samt effekten af faldende FoU-investeringer. Det antages i modellen, at ændringerne er permanente. I ADAM modellen analyseres effekterne over en 15 årig periode.

Der er dog begrænsninger ved at bruge ADAM-modellen. Virksomhedernes investeringer i FoU indgår i modellen på lige fod med andre erhvervsinvesteringer. Med andre ord opfattes virksomhedernes investeringer i FoU som investeringer i maskiner, udstyr og mennesker. Det betyder, at der i ADAM-modellen ikke eksplicit kan tages højde for de samfundsøkonomiske effekter af spillover af viden og teknologi, der følger af investeringer i FoU.

Effekterne af spillover på virksomhedsniveau er i nogen grad medtaget implicit i beregningerne af det marginale afkast for virksomhedernes investeringer i FoU. Ved at benytte ADAM-modellen er det ikke muligt at opsamle alle effekterne ved, at virksomhederne øger deres investeringer i FoU. Resultaterne vil således underestimere den fulde samfundsøkonomiske effekt af virksomhedernes investeringer i FoU.



4.3. De samfundsøkonomiske effekter af øget investeringer i forskning og udvikling

Analysen af de samfundsøkonomiske effekter af øget investeringer i FoU tager udgangspunkt i FoU-investeringsniveauet i 2005, da det er det senest medtagne år i beregningerne af det privatøkonomiske afkast af investeringer i FoU, jf kapitel 3. For at danske virksomheder i 2005 skal opfylde Barcelonamålsætningen, skal investeringerne i FoU øges med 5,5 mia. kr. De 5,5 mia. kr. fremskrives til 2010-priser og benyttes som input i ADAM-modellen. I forhold til udviklingen i BNP benyttes de faktuelle tal frem til og med 2008 – herefter benyttes fremskrivninger, der følger prisudviklingen.

Resultater fra ADAM-modellen viser, at der allerede på kort sigt er en samfundsmæssig effekt. Effekterne slår for alvor igennem på mellemlangt sigt, hvor beskæftigelsen er steget med knap 30.000 og BNP med 1,75 pct.

På lang sigt er effekterne for beskæftigelsen og eksporten dog aftagende. Det skyldes, at der kommer et pres på beskæftigelsen, da den øgede aktivitet medfører øget beskæftigelse, uden at arbejdsstyrken bliver større. Det betyder, at lønningerne på sigt bliver presset i vejret, hvorfor det bliver dyrere at foretage nyansættelser i samme grad. På lang sigt aftager beskæftigelsesgevinsten en anelse. Den øgede aktivitet presser desuden priserne i vejret, hvilket går ud over konkurrenceevnen og dermed eksporten. Konkret viser resultaterne, at de øgede FoU-investeringer er med til at øge beskæftigelse, BNP-vækst, eksport og produktivitet. Effekten på de offentlige finanser er blandt andet, at skatteprovenuet stiger. Samlet set opnås blandt andet:

- > Der kommer en betydelig vækst i det danske samfund som følge af de øgede FoU-investeringer. BNP stiger med 0,88 pct. allerede i 2011, og i 2015 er BNP steget med 1,75 pct. svarende til 27,7 mia. kr. i 2010 priser.
- > FoU-investeringerne forbedrer desuden den danske konkurrenceevne, da danske virksomheder får forbedret produktivitet per medarbejder og udbyder konkurrencedygtige produkter, der er baseret på ny viden og teknologi. De øgede FoU-investeringer styrker således den danske eksport, som stiger med 0,67 pct. allerede i 2011. Og i 2015 er eksporten steget med 1,01 pct. sammenlignet med udviklingen, hvis ikke der foretages ændringer i virksomhederne investeringer i FoU.
- > Samtidig vil danske virksomheder opleve en mere effektiv produktionsproces, hvilket vil gøre produktionen mere værdifuld. Der skabes en større værdi per beskæftigede i danske virksomheder. Ifølge modellen stiger produktiviteten med 0,3 pct. i 2011 og 1,15 pct. i år 2015.
- > Skatteindtægterne stiger med 0,5 pct. i år 2011, og i år 2015 er de steget med 2,3 pct. Desuden betyder de øgede investeringer, at flere danskere kommer i arbejde, hvilket igen er med til at forbedre de offentlige finanser.
- > De øgede FoU-investeringer betyder, at knap 8.000 flere personer kommer i beskæftigelse i 2011. Og i år 2015 betyder de øgede investeringer, at beskæftigelsen er steget med knap 30.000.



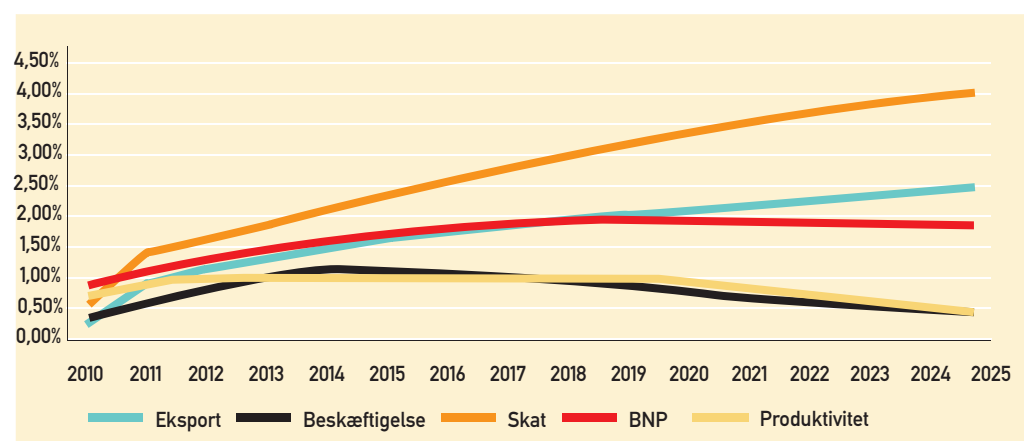
Tabel 4.1 viser en oversigt over de vigtigste resultater. I figur 4.1 findes en uddybning af udviklingen i produktivitet, beskæftigelse, skat, BNP og eksport fra 2010 og 2025, som følge af en permanent stigning i FoU på 5,5 mia. kroner

Tabel 4.1 Effekt af permanent højere FoU på 5,5 mia. kr. om året, faste priser.

År:	Ændring i beskæftigelse	Ændring i produktivitet	Ændring i eksport	Ændring i BNP	Ændring i skatteindtægter
2011	7.700 personer	0,3 pct. (7,6 mia. kr.)	0,67 pct. (5,6 mia. kr.)	0,88 pct. (12,8 mia. kr.)	0,5 pct. (3,6 mia. kr.)
2015	29.810 personer	1,15 pct. (33,0 mia. kr.)	1,01 pct. (9,1 mia. kr.)	1,75 pct. (27,7 mia. kr.)	2,3 pct. (13,3 mia. kr.)
2025	12.375 personer	1,13 pct. (37,8 mia. kr.)	0,34 pct. (3,7 mia. kr.)	1,87 pct. (34,6 mia. kr.)	4,0 pct. (11,9 mia. kr.)

Kilde: Særkørsel i Danmarks Statistik's ADAM-model på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Figur 4.1 Effekter fra scenario 1 – Danmark lever op til Barcelonamålsætningen



Kilde: Særkørsel i Danmarks Statistiks ADAM-model på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik

Figur 4.2 sammenfatter effekterne, som kan opdeles i en stigende efterspørgsel, som følge af øgede investeringer, og en øget effektivitet, fordi de øgede investeringer er i videnkapital. De langsigtede effekter vil dog være aftagende for flere faktorer, da der sker en crowding out i økonomien.



Figur 4.2 Eksempel på effekter af en stigning i FoU-investeringer

Stigning i FoU-investeringer		
Øget Efterspørgsel:	Øget produktivitet:	Langsigtede effekter:
<ul style="list-style-type: none">> Øger efterspørgslen på både danske og internationale markeder> Større dansk produktion> Øget efterspørgsel efter arbejdskraft> Øget beskæftigelse> Øget indkomst og skatter> Øget indenlandsk efterspørgsel	<ul style="list-style-type: none">> En større produktivitet giver en bedre priskonkurrence> En bedre priskonkurrence giver øget eksport, mindre import og dermed øget BNP	<ul style="list-style-type: none">> Stigningen i beskæftigelsen vil øge presset på arbejdsmarkedet og give lønstigninger.> Lønstigningerne vil dæmpe effekterne på konkurrenceevnen og produktiviteten> Omvendt giver en stigning i lønnen en øget skatteindtægt, som betyder, at effekten kan spredes til en samlet samfundsgevinst.

4.4. Fald i FoU-investeringer som følge af den økonomiske krise.

Forsknings- og Innovationsstyrelsen (2009) viser, at danske virksomheder forventer at mindske deres investeringer i FoU som følge af den økonomiske krise. Analysen peger på, at virksomhederne vil mindske deres FoU med omkring 1,5 pct i 2009 i forhold til 2007. I forhold til FoU-investeringsniveauet i 2007 svarer det til en nedgang i investeringerne på omkring 500 mio. kr. En sådan permanent nedgang i FoU-investeringerne betyder, at:

- > Beskæftigelsen falder allerede i år 2011 med 1.100 personer. Bekæftigelseseffekten er tæt ved nul i år 2015, men falder igen frem mod år 2025, hvor den samlet er faldet med 2.300.
- > Faldet i FoU påvirker den danske konkurrenceevne, hvor eksporten falder med ca. 300 mio. kr. i 2011, og i 2015 falder eksporten med 600 mio. kr.
- > BNP falder med knap 0,04 pct. svarende til ca. 670 mio. kr. i 2025. BNP stiger på kort og mellemlang sigt. Det skyldes, at nedgangen i aktiviteterne giver en højere realløn, som øger indenlandsk efterspørgsel. Det giver på kort sigt en mindre opblomstring i dansk økonomi. Effekten ses bl.a. på, at BNP i 2011 vokser med 0,02 pct. og med 0,04 pct. i 2015 svarende til hhv. ca. 340 mio. kr. i 2011 og 634 mio. kr. i 2015.
- > Desuden falder den danske produktivitet. Allerede i 2011 betyder de faldende investeringer, at den danske produktivitet falder med 0,12 pct. svarende til 1,7 mia. kr. I 2015 vil effekterne af et permanent fald i FoU-investeringerne betyde et fald i produktiviteten på 3,8 mia. kr.



Tabel 4.2 viser en oversigt over de vigtigste resultater. I figur 4.4 findes en fuld oversigt over udviklingen i produktivitet, beskæftigelse, skat, BNP og eksport fra 2010 og 2025, som følge af at danske virksomheder sænker deres investeringer i FoU.

Tabel 4.2 Effekter af et permanent fald i FoU-investeringer på 0,5 mia. kr. om året, effekter måles i faste priser.

År:	Ændring i beskæftigelse	Ændring i produktivitet	Ændring i eksport	Ændring i BNP	Ændring i skatteindtægter
2011	-1.100 personer	-0,12 pct. (-1,7 mia. kr.)	-0,03 pct. (-0,3 mia. kr.)	0,02 pct. (341 mio. kr.)	-0,00 pct. (-0,003 mia. kr.)
2015	- 43 personer	-0,23 pct. (-3,8 mia. kr.)	-0,07 pct. (-0,6 mia. kr.)	0,04 pct. (634 mio. kr.)	0,14 pct. (1,38 mia. kr.)
2025	-2.300 personer	-0,37 pct. (-3,7 mia. kr.)	-0,11 pct. (-1,2 mia. kr.)	-0,04 pct. (-671 mio. kr.)	0,03 pct. (0,5 mia. kr.)

Kilde: Særkørsel i Danmarks Statistik's ADAM-model på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

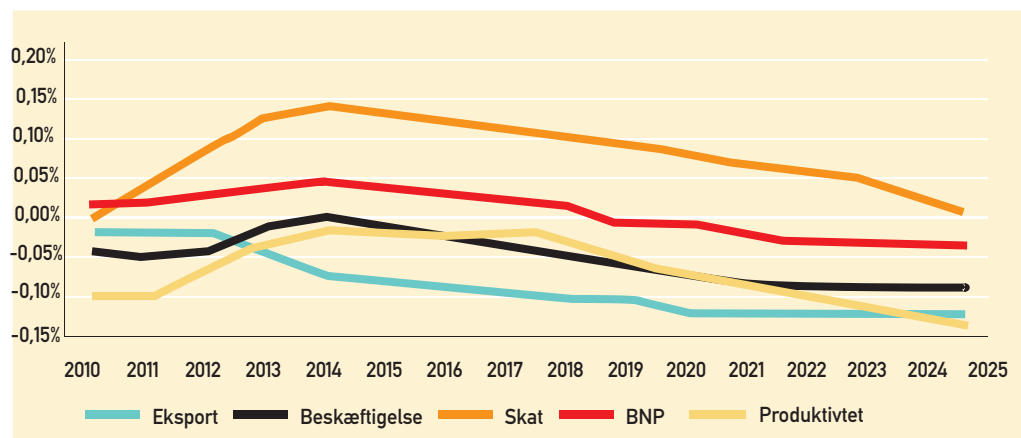
Figur 4.3 sammenfatter effekterne af et fald i virksomhedernes FoU-investeringer. Effekterne kan opdeles i en faldende efterspørgsel (som følge af faldende investeringer) og en faldende effektivitet (fordi de faldende investeringer er i videnkapital). De langsigtede effekter vil dog være aftagende.

Figur 4.3 Eksempel på effekter af en stigning i FoU-investeringer

Fald i FoU-investeringer		
Fald i efterspørgsel:	Fald i produktivitet:	Langsigtede effekter:
<ul style="list-style-type: none">> Fald i efterspørgslen på både danske og internationale markeder> Mindre dansk produktion> Mindre efterspørgsel efter arbejdskraft> Mindre beskæftigelse> Mindre indkomst og skatter> Mindre indenlandsk efterspørgsel	<ul style="list-style-type: none">> Et fald i produktivitet giver en ringere priskonkurrence> En ringere priskonkurrence giver mindre eksport, mere import og dermed mindre BNP	<ul style="list-style-type: none">> Faldet i beskæftigelsen vil mindske presset på arbejdsmarkedet og give mindre lønstigninger og eventuel løntilbagegang.> En lavere lønstigning vil forbedre konkurrenceevnen og produktiviteten> Omvendt giver et fald i lønnen et fald i skatteindtægten, som betyder, at samfundsgevinsten udebliver.

>

Figur 4.4 Effekter fra scenario 2 – Danske FoU-investeringer falder med 500 mio. kr. som følge af den økonomiske krise



Kilde: Særkørsel i Danmarks Statistiks ADAM-model på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik

>



5. Internationale studier af produktivitetseffekter af FoU



Dette kapitel har fokus på nogle af de seneste og mest centrale internationale analyser af sammenhængen mellem virksomhedernes investeringer i FoU og produktivitet. Formålet med gennemgangen er at sammenligne resultaterne fra den nye danske analyse med tidligere analyser på området.

Både danske og internationale analyser illustrerer en række metodiske udviklingstendenser og en række af de centrale problemstillinger, der er forbundet med måling af effekten af virksomhedernes investeringer i FoU.

Konklusionerne fra de tidligere analyser peger i retning af en positiv sammenhæng mellem virksomheders FoU-investeringer og forbedringer i deres produktivitet – dog ikke uden undtagelser.

Effekten af virksomhedernes investeringer i FoU modelleres typisk i en produktionsfunktion. Fra produktionsfunktionen udledes forholdet mellem produktiviteten og investeringerne i FoU typisk i form af et 'elasticitetsmål'. Elasticitetsmålet viser, hvad én procents ændring i input (FoU-investeringer) betyder for den procentuelle ændring i output (produktivitet). Et klassisk eksempel er Griliches (1980), der angiver en elasticitet på 0,07, dvs. én procents ændring i FoU-investeringer betyder en stigning i produktiviten på 0,07 procent.

Analyser af effekten af virksomhedernes FoU-investeringer på produktivitet kan overordnet inddeles i to kategorier afhængig af datagrundlaget:

- > **Cross section analyser**, hvor et antal virksomheders eller landes afkast af investeringer i FoU tager udgangspunkt i en afgrænset tidsperiode.
- > **Tidsserie eller paneldata analyser**, hvor ændringer i produktiviteten eller virksomhedernes omsætning relateres til inputs typisk i form af investeringer i FoU.

Generelt viser cross section analyserne et højere afkast og større robusthed i resultaterne. Resultaterne ligger typisk på et elasticitetsmål mellem 0,10 – 0,20. For tidsserie analyserne ligger resultaterne typisk lavere mellem 0,02 – 0,15 og er mindre robuste rent statistisk. For begge gælder det dog, at de fortrinsvist viser en positiv sammenhæng mellem virksomhedernes investeringer i FoU og produktiviteten.

I gennemgangen af de eksisterende analyser på området fokuseres på de enkelte analysers datagrundlag, deres valg af og overvejelser omkring metoder samt deres centrale konklusioner.



5.1. Internationale analyser

Udviklingen i de internationale analyser strammer fra en række tidlige artikler af Solow (1956, 1957), som forsøger at måle den teknologiske udviklings påvirkning af økonomien. Udgangspunktet for disse tidlige studier er den klassiske Cobb-Douglas produktionsfunktion, hvor effekten af viden kapitaliseret som investeringer i FoU måles i forhold til virksomhedernes produktivitet.

Videreudviklingen er koncentreret om Griliches (e.g. 1980a og b). Hans bidrag til løsningen af de mange metodiske problemstillinger, der er forbundet med målingen af effekten af FoU-investeringer på produktivitet har været grundlæggende for mange senere analyser. Griliches er således også udgangspunktet for Hall og Mairesse (1995), der udgør det metodiske grundlag for denne analyse.

En nævneværdig variant af metoden er den såkaldte CDM-model (efter Crépon, Duguet og Mairesse), der forsøger at korrigere for, at ikke alle virksomheder i et sample er FoU-aktive (selektions bias) samt at virksomhedernes FoU-investeringer på den ene side påvirker produktiviteten, men samtidig tilbagevirker på virksomhedernes incitament til at investere mere (endogenitet). CDM-modellen er ikke anvendt i dette studie.. I international sammenhæng er der gennemført en lang række analyser af sammenhængen mellem investeringer i FoU og produktivitet. De tværgående tendenser i litteraturen, er opsummeret bl.a. i OECDs ST&I – Outlook (2008) samt Czarnitzki og O’Byrnes (2008). Disse oversigter drager fire meget væsentlige tværgående konklusioner:

- > Som det er tilfældet med denne analyse, bruger størstedelen af studierne, der estimerer virksomhedernes afkast af deres investeringer i FoU, data på virksomheds- og industriniveau. Færre studier estimerer effekten af FoU-investeringer på baggrund af makroøkonomiske data.
- > Studier baseret på makroøkonomiske data estimerer generelt svagere effekter på produktivitet end studier baseret på virksomheds- og industri data.
- > Konklusionerne fra studierne varierer, men de fleste viser positive og signifikante elasticitetsmål for investeringer i FoU. Det samme er tilfældet for denne analyse, der generelt finder en signifikant sammenhæng mellem investeringer i FoU og produktivitet.
- > Cross section analyser (analyser baseret på én enkelt tidsperiode) viser generelt højere afkast af FoU-investeringer (positive elasticiteter mellem 0,10 og 0,20) og med mindre usikkerhed end tids serie studierne (mellem 0,02 og 0,15).

Tabel 5.1 nedenfor giver en oversigt over resultaterne i udvalgte udenlandske analyser.



Tabel 5.1. Oversigt over udvalgte udenlandske studier

År	Data og metode	Forfattere	FoU-elastistet
2006	7.172 observationer over en periode fra 1996 til 2003. Metodisk tages der højde for dobbelttælling, simultanitet samt forbehold for manglende forklarende variable samt dynamikker.	Rogers (2006)	0,09-0,12 (fremstillingsvirksomheder) 0,06-0,11 (ikke fremstillingsvirksomheder) 0,11-0,14 (SMV fremstillingsvirksomheder) 0,07-0,15 (SMV ikke fremstillingsvirksomheder)
1995	197 franske virksomheder bestående af et balanceret datasæt for perioden 1980 til 1987. Metodisk tages der højde for dobbelttælling, simultanitet og tidslag.	Hall og Mairesse (1995)	0,05 – 0,25 (cross section stimate) 0,00 – 0,07 (tidsserie stimate)
1984	77 amerikanske videnintensive virksomheder i perioden 1966 til 1977	Griliches og Mairesse (1984)	0,19
1980	883 amerikanske fremstillingsvirksomheder i 1957 til 1965. Cross section der inkluderer tidslag.	Griliches (1980a)	0,07
1980	39 amerikanske fremstillingsvirksomheder i perioden fra 1959 til 1977. Tidsserier	Griliches (1980b)	0,03 – 0,07

Griliches (1980a)

Det centrale i Griliches artikel er, at der arbejdes med et tidslag mellem FoU-investeringen og effekten på virksomhedens produktivitet. Det er ligeledes en central forudsætning for denne analyse. Se kapitel 3 for uddybning af metodemæssige overvejelser og konsekvenser af tidsforskudte data.

Analysen tager udgangspunkt i oplysninger om 883 amerikanske fremstillingsvirksomheder for perioden 1957-1965. Analysen er en Cross section analyse, der inkluderer tidslag mellem tidspunktet for FoU-investeringen og effekten på virksomhedernes produktivitet. Til forskel fra Griliches dækker denne analyse virksomheder fra hele erhvervslivet.

Analysen estimerer totalfaktorproduktiviteten (TFP) ud fra en klassisk Solow-produktionsfunktion. Herefter estimeres den direkte sammenhæng mellem FoU og TFP uden, at der tages højde for eventuelle og mulige positive effekter fra bl.a. eksternaliteter. Modellen korrigerer dog for brancher og vækstrater i fysisk kapital. Analysen estimerer FoU-elasticiteten til 0,07.



Griliches (1980b)

Griliches tager udgangspunkt i sin tidligere analyse Griliches (1998a), forsøger at tage højde for en række af de mellemliggende faktorer, der er med til at forklare sammenhængen mellem input (investeringer i FoU) og output (produktivitet). Det samme gør denne analyse.

Analysen tager udgangspunkt en opsplitning af fremstillingsvirksomheder på forskellige branchegrupper. Desuden tager modellen højde for antallet af arbejdstimer og kapitalbeholdningen hos virksomhederne. Samtidig vil Griliches følge virksomhedernes udvikling som en del af en tidsserieanalyse.

Griliches benytter i analyserne en række indikatorer, som indgår samtidigt i modellen. Hermed tages der højde for en række faktorer, der også vil påvirke virksomhedernes produktivitet. Modellen lider dog under, at de nye oplysninger langt fra er tilgængelige for alle virksomheder for alle årene. Det betyder, at populationsstørrelsen er 39 virksomheder. Analysen estimerer FoU-elasticiteten til at ligge i intervallet mellem 0,03 og 0,07.

Griliches og Mairesse (1984)

I forhold til denne analyse har Griliches og Mairesse problemer med datakvaliteten og tilgængeligheden af data, bl.a. fordi de opstiller en række forudsætninger for effektmålingen. Denne analyse opstiller ligeledes en række forudsætninger for effektmålingen, som bl.a. nedbrydes på forskellige brancher, mellem FoU-aktive og innovative virksomheder og på tid. Til forskel fra Griliches og Mairesse har denne analyse ikke samme problem med datakvaliteten. Det skyldes bl.a. en konsekvent indsamling af FoU- og innovationsdata igennem de seneste 15 år.

Studiet er baseret på Cobb-Douglas produktionsfunktion og foretager en række beregningsnedbrud for at illustrere forskellige faktorer indflydelse på FoU-elasticiteten. Blandt andet belyses FoU-elasticiteten for forskellige perioder, og der forsøges korrigeret for virksomhedsopløb og fusioner undervejs i tidsperioden. Samlet estimerer Griliches og Mairesse FoU-elasticiteten til 0,19 for de 77 videnintensive virksomheder. Griliches og Mairesse baserer deres analyse på population af 133 amerikanske virksomheder for perioden 1966 til 1977 – heraf er de 77 videnintensive virksomheder, hvilket er nyt sammenlignet med tidligere analyser, der har fokuseret på fremstillingsvirksomheder generelt.

Populationen af virksomheder illustrerer de empiriske problemstillinger, der ofte er forbundet med datakvalitet og tilgængelighed i denne type studier. Griliches og Mairesse er eksempelvis ikke i stand til at undersøge branchemæssige forskelle mellem virksomhederne på grund af det lave antal observationer.

Hall og Mairesse (1995)

Hall og Mairesse opsummerer på uddybende vis metoderne for en empirisk analyse af forholdet mellem FoU og produktivitet. Artiklen er hovedinspiration til de metode-mæssige overvejelser i denne analyse.

Artiklen gennemgår problemstillinger om tidslag, brug af cross section eller tidsserie data, hvorvidt der skal korrigeres for dobbelttælling af data, mv. Analysen i artiklen bygger på de erfaringer forskellige forskere har gjort sig op gennem 1970'erne og



1980'erne, og er således et godt bud på en "best practice" analyse. Ved brug af data fra franske fremstillingsvirksomheder i perioden 1980 til 1987 estimeres FoU-elasticiteten, og hvordan resultaterne skifter som følge af underliggende betingelser (bl.a. konstant skalaafkast i produktionsfunktionen, afskrivningsraten til FoU-kapital, justering for dobbelttælling for kapital og antallet af ansatte). Hall og Mairesse finder gennem cross section data en FoU-elasticitet på 0,05 til 0,25, og resultatet er meget signifikant. En reestimering på same gruppe af virksomheder, men ved brug af tidsserie data giver elasticitetsmål på 0 til 0,07, som næsten er usignifikante.

Denne analyse imødekommer de metodemæssige overvejelser, som Hall og Mairesse fremfører. I forhold til Hall og Mairesse benytter denne analyse sig af en lang større population. Hvor Hall og Mairesse benytter en population på 197 virksomheder, så benytter denne effektmåling 2.694 virksomheder. Desuden inkluderer denne analyse virksomheder fra dansk erhvervsliv generelt, hvor Hall og Mairesse hovedsageligt ser på fremstillingsvirksomheder.

Mark Rogers (2006)

En nyere analyse af britiske virksomheder estimerer effekten af FoU på produktiviteten. Datagrundlaget på 7.172 observationer i perioden 1997-2003.

Metodemæssigt tager analyserne højde for de problemstillinger, som er adresseret i ovenstående litteratur. Det gælder bl.a. problemstillinger omkring dobbelttælling af investeringer samt tidslag mellem investeringer og effekt. Desuden giver det store antal observationer mulighed for at inddele virksomhederne i forskellige kategorier i forhold til deres branche, virksomhedsstørrelse og deres FoU-intensitet.

Resultaterne viser en positiv sammenhæng mellem investeringer i FoU og produktivitet. Elasticitetsmålene ligger mellem 0,06 og 0,15. Resultaterne matcher dermed resultaterne fra denne undersøgelse. Endvidere beregnes afkastet af investeringerne i FoU. Resultaterne ligger mellem 0 pct. og 58 pct. Generelt er resultaterne for virksomhedernes afkast af investeringer i FoU således knap så positive, som resultaterne fra denne undersøgelse, hvor afkastet blev fundet til at ligge mellem 17 pct. og 135 pct.

5.2. Danske analyser

Der findes danske analyser, der beregner effekterne af virksomhedernes investeringer i FoU. Analyserne viser generelt, at der er en positiv sammenhæng mellem investeringer i FoU og produktivitet hos danske virksomheder.

Smith, Dilling-Hansen, Eriksson og Strøjer Madsen (1999)

Metodemæssigt tager Smith m.fl. bl.a. udgangspunkt i Hall og Mairesse (1995), hvilket betyder, at de arbejder med en produktionsfunktion, hvor FoU-kapital indgår som en faktor. Der korrigeres for dobbelttælling i forhold til det øvrige kapitalapparat (investeringer i maskiner, bygninger, inventar mv.) samt antallet af ansatte. Produktiviteten er i denne analyse målt som virksomhedernes omsætning. I en senere udgave af samme analyse udvider Smith m.fl. data til også at dække 1997, og produktiviteten måles nu som virksomhedernes værditilvækst. Det giver dog ingen nævneværdig effekt på resultaterne.



Denne analyse ligger sig metodemæssigt tæt op ad Smith m.fl. idet der tages højde for dobbelttælling, og produktiviteten måles som virksomhedernes værditilvækst. Datamæssigt har Smith m.fl. benyttet oplysninger på virksomhedsniveau. Udgangspunktet er de virksomheder, der i den danske FoU-statistik fra 1995 har tilkendegivet, at de har FoU-investeringer. For at sikre et robust mål for FoU-investeringer akkumuleres disse virksomheders FoU-investeringer i perioden 1987 – 1995. Der indgår i alt 195 virksomheder i analysen, hvor det er muligt at genfinde deres FoU-investeringer tilbage til 1987. De 195 virksomheder indgår i det balancerede panel og dækker fremstillingsindustrien.

I modsætning til Smith m.fl. dækker denne analyse en langt større population af virksomheder. Denne analyse dækker 2.694 virksomheder, som bredt repræsenterer virksomheder fra dansk erhvervsliv. Populationen i denne analyse også et balanceret panel, hvor bl.a. outliers er fjernet. Se kapitel 3 for en nærmere gennemgang af de metodemæssige overvejelser omkring balancerede paneler og behandling af outliers. Smith m.fl. viser på baggrund af deres modelleringer af danske FoU-aktive virksomheder, at det marginale afkast altså elasticiteten til FoU-investeringer ligger på 0,08 – 0,13.

Graversen og Mark (2005)

Metodemæssigt følger Graversen og Mark ligeledes Hall og Mairesse (1995). Produktionsfunktionen korrigeres for eventuelle branchemæssige og virksomhedsspecifikke forskelle ved at inkludere dummies og interaktionsvariable i modellen. Desuden arbejdes der i modellerne med forskellige afskrivningsrater og specifikke afskrivningsrater givet typen af FoU-investeringer i forhold til beregningen af virksomhedernes FoU-kapital. Der korrigeres for dobbelttælling både i forhold til virksomhedernes kapitalapparat og antallet af ansatte.

Analyserne i Graversen og Mark og analyserne i denne effektmåling er metodemæssigt meget ens. Graversen og Mark gør dog en del ud af at dekomponere modellerne ved at inkludere forskellige variable. Bl.a. arbejdes der med modeller, der både inkluderer og ekskluderer ikke FoU-aktive virksomheder. Nærværende effektmåling bruger færre modeller, bl.a. fokuseres der alene på FoU-aktive virksomheder.

Datamæssigt arbejder Graversen og Mark med udgangspunkt i erhvervslivets FoU-statistik fra 2001. I stil med Smith m.fl. spores de FoU-aktive virksomheder tilbage i tidligere FoU-statistikker. Data om virksomhedernes FoU-investeringer dækker perioden 1991-2001. Til forskel fra Smith m.fl. pågår der et større arbejde med at opkvalificere data, hvor manglende data estimeres. Det giver i alt 2.228 virksomheder, hvoraf de 662 er FoU-aktive, og dermed et betydeligt større grundlag end i Smith m.fl. Desuden dækkes alle brancher i denne analyse. Der arbejdes med modeller, der inkluderer ikke FoU-aktive virksomheder.

Graversen og Mark viser, at virksomhedernes værditilvækst stiger omkring 1 pct. for hver 10 pct. FoU-kapitalen øges. Helt nøjagtigt viser analyserne en FoU-elasticitet på 0,02 – 0,11. Hos de FoU-aktive virksomheder betyder en stigning i FoU-kapital på 1 mia. kr. en øget værditilvækst på 345 mio. kr. Dermed viser beregningerne, at afkastet til FoU-kapital er 34,5 pct.



Erhvervs og Byggestyrelsen (2008)

EBSTs analyse tager udgangspunkt i cross section data. Det vil sige, at der ikke er tidsforskydning i analyserne. Der arbejdes med væsentligt større datapopulation end flere af de øvrige analyser. I alt 1.757 virksomheder indgår i EBSTs analyse. Da der datamæssigt arbejdes med cross section data, arbejdes dér med FoU-investeringer som en her og nu investering, og ikke som et akkumuleret mål, hvor FoU-investeringer er summeret over tid. Det er en central forskel i forhold til denne analyse, der ser FoU-investeringer som en akkumulering af virksomhedernes FoU-kapital.

I EBST's modeller arbejdes der med variable på en række forskellige niveauer. Bl.a. måles kapitalapparat og antal ansatte i logaritmer, mens udgifter til FoU og værditilvækst måles i absolutte tal. Igen er det en central forskel i forhold til nærværende analyse, hvor variablene behandles ens. Her bliver numeriske variable målt i logaritmer og diskrete variable behandles som binære (0/1) variable.

Det er desuden uklart, om der i modellerne er taget højde for dobbelttælling af investeringer i kapitalapparatet og antal ansatte, som inkluderingen af udgifter til FoU medfører. Denne analyse korrigerer for dobbelttælling. Indledende beregninger til denne analyse viste, at korrektion for dobbelttælling har en ganske betydelig effekt for resultaternes signifikans og robusthed.

Desuden medtages virksomheder, der ikke har FoU-udgifter, uden at der i modellerne korrigeres herfor. Virksomheder uden FoU kan ikke have effekt af FoU. Ved ikke at korrigerer herfor i modellerne opstår den såkaldte selvselektions bias i modellerne. Se kapitel 3 for en gennemgang af de metodemæssige overvejelser omkring akkumulering af virksomhedernes FoU-kapital, dobbelttælling og håndtering af selvselektion. EBST viser, at der ikke er nogen signifikant sammenhæng mellem virksomhedernes FoU-investeringer og forskellige produktivetsmål. Således er der en insignifikant sammenhæng mellem virksomhedernes investeringer i FoU og værditilvækst, vækst i TFP (målt i perioden 2003 – 2004) eller værditilvækst per medarbejder.

Tabel 5.2 giver en oversigt over udvalgte danske analyser af sammenhængen mellem virksomhedernes investeringer i FoU og udviklingen i deres produktivitet.



Tabel 5.2. *Oversigt over danske analyser af virksomheders investeringer i FoU*

År	Data og metode	Forfatter(e)	FoU-elastistet
2008	Danske CIS4 data, data fra Erhvervslivets innovation og vækstbetingelser samt registerdata. Cross section model hvor udgifter til FoU indgår direkte i modellerne. Der køres modeller for forskellige produktivetsmål, værditilvækst, vækst i TFP og værditilvækst per medarbejder. Erhvervslivets innovation og vækstbetingelser er en spørgeskemaundersøgelse, gennemført af Danmarks Statistik for Økonomi og Erhvervsministeriet.	Erhvervs- og Byggestyrelsen (2008)	Insignifikant for: Værditilvækst, vækst i TFP og værditilvækst per medarbejder
2005	Danske FoU-data og registerdata 1991-2001. Tidsserie model hvor der bl.a. bliver korrigeret for dobbelttælling ifht. antal ansatte og kapitalapparatet. Populationen er på 2.228 virksomheder, hvoraf 662 er FoU-aktive virksomheder (uvægtet)	Graversen og Mark (2005)	0,02-0,11
1999	Danske FoU-data dækkende 1987-1995 og CISII data. Data kobles med oplysninger fra Købmandstandens Oplysningsbureau til et balanceret panel. Model korrigerer for dobbelttælling af ansatte og kapitalapparat. I alt 195 observationer.	Smith, Dilling-Hansen, Eriksson og Strøjer Madsen (1999)	0,08-0,13

5.3. Oversigt over empiriske studier

Tabel 5.3 sammenfatter datagrundlag og resultater for en bred vifte af studier, der i lighed med denne undersøgelse, tager udgangspunkt i data på virksomhedsniveau. Oversigten er ikke udtømmende, men vurderes at være repræsentativ for et bredt udsnit den eksisterende litteratur.



Tabel 5.3 Oversigt over empiriske studier af produktivitet og FoU-investeringer.

Studie	FoU-elasticitet	Population
Graversen og Mark (2005)	0,02-0,11	662 danske FoU-aktive virksomheder; 1991-2001
Griliches (1980a)	0,03 – 0,07	39 amerikanske fremstillingsvirksomheder; 1959 til 1977
Schankerman (1981)	0,10 – 0,16	110 amerikanske virksomheder (kemi- og olieindustrier); 1963 cross-section
Griliches and Mairesse (1984)	0,19	77 amerikanske virksomheder (forskningsintensive sektorer); 1966 til 1977
Griliches and Mairesse (1990)		525 amerikanske fremstillingsvirksomheder; 1973 til 1980
Sample 1	0,25 – 0,41	
Sample 2	0,20 – 0,56	406 Japanske fremstillingsvirksomheder; 1973 til 1980
Hall and Mairesse (1995)	0,05 – 0,25	197 franske virksomheder; 1980 til 1987, cross-sectional estimation.
	0,00 – 0,07	197 franske virksomheder; 1980 til 1987, tidsserie-estimation
Minasian (1969)	0,08	17 amerikanske virksomheder; 1948 til 1957
Griliches and Mairesse (1984)	0,09	133 amerikanske virksomheder; 1966 til 1977
Hall and Mairesse (1995)	0,05 – 0,25 (cross section estimat)	197 franske virksomheder; 1980 til 1987
	0,00 – 0,07 (tidsserie estimat)	
Cuneo and Mairesse (1984)	0,20	182 franske fremstillingsvirksomheder; 1972 til 1977
Griliches (1986)		491 Amerikanske virksomheder
Sample 1	0,11	1972 cross section
Sample 2	0,20	1977 cross section
Englander, Evenson, and Hanazaki (1988)	-0,16 – 0,50	16 industrier over seks lande; 1970 til 1983
Mansfield (1988)	0,42	17 japanske fremstillingsvirksomheder
Wang and Tsai (2003)	0,19	136 Taiwanesiske fremstillingsvirksomheder; 1994 til 2000

Kilde: Chapter 19, Congressional Budget Office 2005, Graversen og Mark (2005) samt Hall and Mairesse (1995).

Som det kan ses af oversigten, varierer antallet af virksomheder, der indgår i de 14 internationale studier. Desuden er der forskelligt fokus på de brancher, der undersøges, samt på den tidsperiode, hvorover virksomhederne følges. Dette giver således også varierende estimater af sammenhængen mellem private FoU-investeringer og virksomhedernes produktivitet. Estimaterne af FoU-elasticiteten varierer mellem -0,16 og 0,56. De fleste undersøgelser konkluderer, at der er en positiv sammenhæng mellem FoU-investeringer og produktivitet. Blandt de 14 internationale studier findes kun én enkelt undtagelse.

Datagrundlaget for denne analyse bygger på erhvervslivets forskningsstatistik og inkluderer alle danske virksomheder med mere end 10 ansatte. Dermed inkluderes 2.694 FoU-udførende virksomheder over perioden 1997-2005 i undersøgelsen. Undersøgelsen er således repræsentativ for danske FoU-udførende virksomheder i perioden.



I en international sammenhæng ligger størrelsen af virksomhedspopulationen i denne undersøgelse på således linje med lignende studier på området. Også tidsperioden, der for denne undersøgelse strækker sig over 9 år, ligger i god forlængelse af de perioder, der inkluderes i den internationale litteratur.

På resultatsiden konkluderer denne undersøgelse en klar positiv sammenhæng mellem virksomhedernes FoU-investeringer og produktivitet. Set over tid estimeres FoU-elasticiteten blandt danske virksomheder til intervallet 0,109 - 0,157, mens FoU-elasticiteten varierer mellem brancher i intervallet 0,05-0,199. Disse intervaller ligger ligeledes inden for de intervaller for FoU-elasticitet, som findes i den internationale litteratur. Overordnet vurderes resultaterne af denne undersøgelse dermed at være i overensstemmelse med den eksisterende litteratur på området. Den positive sammenhæng mellem virksomhedernes FoU-investeringer og forbedringer i virksomhedernes produktivitet, der dokumenteres i denne undersøgelse, er således robust set i forhold til lignende undersøgelser på området.

5.4. Etablering af empiriske modeller til effektmåling af FoU

Effekterne af virksomhedernes investeringer i forskning, udvikling og innovation er komplekse at måle, fordi der ikke er en lineær sammenhæng mellem input og output, og fordi der ofte er et længere tidslag mellem investeringerne i forskning og output f.eks. i form af øget værditilvækst i virksomhederne.

Der findes en række studier og analyser af effekten af forskningsaktivitet på produktivitet både i form af makroanalyser og analyser på virksomhedsniveau. Se f.eks. DAMVAD (2009), Effektmåling af Innovationskonsortier, DAMVAD (2008), Effektmåling af Strategisk Forskning, DEA og FBE (2008), VTU (2005), Graversen og Mark (2005), Graversen (2005), Graversen og Mark (2008), Bloch og Graversen (2008) og Graversen, Riis og Mark (2008) og Bloch og Marino (2009a, b).

På grund af hidtidige databegrænsninger har det ikke været muligt at tage højde for en række udfordringer ved beregninger af effekter på virksomhedsniveau af virksomhedernes investeringer i forskning, udvikling og innovation. Det drejer sig især om følgende forhold:

- > **Kausalitet**, sammenhængen mellem innovations- og forskningsinvesteringer er ofte indirekte og derfor vanskelige at måle og identificere. Det er derfor vigtigt med strukturelle modeller, der forsøger at tage højde for ydre faktorer.
- > **Lang tidshorisont**, der er et vist tidslag (ofte på 3-5 år) mellem investeringer og de fulde økonomiske effekter af investeringer i forskning og innovation. Det er afgørende at etablere målingen, så der tages højde for sådanne tidsforskydninger.
- > **Multiple gevinster**, det er ikke altid let at identificere og afgrænse effekter. Desuden forskelligheder i værdifastsættelse afhængig af aktører og interessenter.
- > **Kompleks transmissionsmekanisme**, der er en gensidig virkning fra forskning til erhvervsliv og omvendt. Der tales derfor om, at det socioøkonomiske afkast er højere end det private afkast ved effektmåling af innovation og forskning.



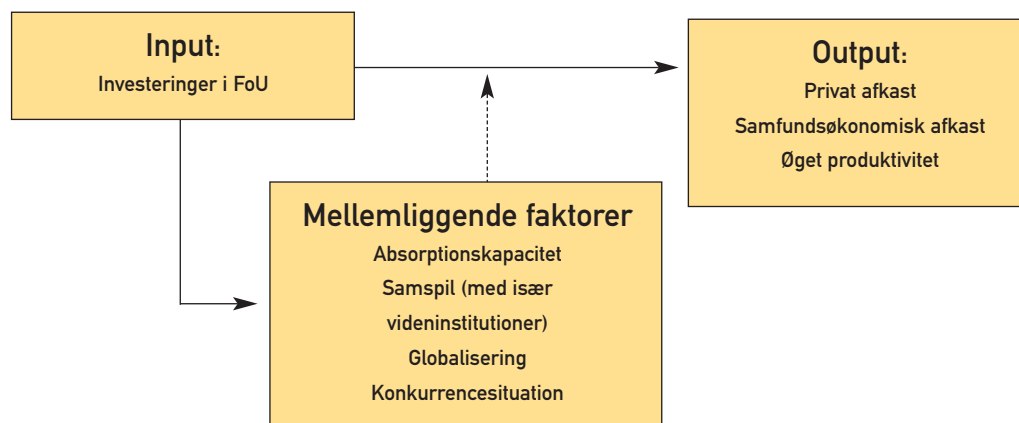
Problemstillingerne er på ingen måde nye. Der har været opmærksomhed på dem, men data adgangen har gjort det vanskeligt at imødekomme dem. Det har bl.a. været vanskeligt at skaffe data med tidsmæssige forskydninger, der kan opfange kausalitet og den lange tidshorisont, der er mellem investeringer og afkast på FoU.

Der er i denne analyse søgt at tage højde for så mange af de udfordringer, der findes i litteraturen. Analysen er således datamæssigt den mest omfattende og tager samtidig højde for tidslag, dobbelttælling, kontrolgrupper hvor det er muligt, simultan bias i data, behandling af outliers, balancerede paneldat samt konstruktion af FoU-kapital.

Der sker dog en stadig forbedring og udvikling af de datakilder, der ligger til grund for effektberegninger. Med udgangspunkt i reviderede Frascati og Oslo manualer udvikles eksisterende datakilder og nye opstår. Bl.a. giver data nu mulighed for at inkludere mellemliggende faktorer, der påvirker processen fra investeringer til et økonomisk afkast.

Figur 5.1 viser den typiske tilgang til effektmåling af investeringer i FoU gennem en input-output tilgang. De mellemliggende faktorer kan i den sammenhæng være med til at stimulere effekten af input på output.

Figur 5.1 Sammenhæng mellem investeringer i FoU og virksomhedernes produktivitet og samfundsøkonomisk effekt.



Uanset hvilke data, der anvendes, er der en række statistiske udfordringer, som skal behandles korrekt for kunne opnå robuste resultater. Det har været formålet med effektmålingerne i denne rapport at tage højde for så mange af de problemstillinger, der har været nævnt i den internationale litteratur for herigennem at etablere en samlet dansk analyse med det bedst mulige analytiske grundlag effektberegninger. Vurderingen er, at det anvendte meget omfattende danske datamateriale og de anvendte metoder i denne rapport giver robuste og korrekte resultater.

Tabel 5.4 summerer centrale udfordringer ved effektmåling af FoU, samt hvordan disse udfordringer håndteres i nærværende analyse.



Tabel 5.4 Udfordringer for en god effektmåling af FoU-investeringer

Hvad er udfordringen	Hvordan håndteres udfordringen
Kausalitet; sammenhæng mellem input (investeringer i FoU) og output (virksomhedernes produktivitet)	Effektmålingerne bygger på økonomiske modeller, der sikrer præcision og sikkerhed i fortolkninger af resultater. Modellerne inkluderer en tidsforskydning mellem input og output.
Flertydige effekter; det er vanskeligt at afgrænse, værdisætte og definere de reelle effekter af FoU.	De økonomiske modeller ser alene på FoU-aktive virksomheder for at imødekomme problemstillingen, at øvrige virksomheder ikke har effekt af investeringer i FoU, fordi de ikke investerer i FoU. Såkaldte "extreme values" og outliers fjernes for at undgå, at resultaterne forvrænges. De økonomiske modeller inkluderer faktorer som eksport, konkurrencesituation og samspil om FoU med andre aktører for at imødekomme, at andre faktorer også påvirker effekten af FoU. Værdisættelsen af FoU-investeringer sker gennem en summering af investeringerne over to eller flere år. Hermed imødekommes, at FoU er et såkaldt "ikke rivaliserende gode", som ikke taber værdi ved at blive anvendt.
Lang tidshorizont før effekterne slår igennem; flere analyser peger på, at den fulde effekt af investeringer i FoU først indtræder efter 3-5 år.	De økonomiske modeller inkluderer en tidsforskydning mellem input og effekt. Modellerne tester flere niveauer af tidsforskydning. Effektmåling bygger på robuste økonomiske teorier og modeller, der håndterer tidsforskydning mellem input og output.
Komplekse sammenhænge mellem aktører; der er en gensidig virkning fra videninstitutioner til virksomheder og omvendt.	De økonomiske modeller inkluderer også FoU-samarbejde mellem offentlige videninstitutioner og virksomheder for at imødekomme, at et sådan samspil også påvirker effekten.

Bloch, Carter Walter og Ebbe Krogh Graversen, 2008, "Additionality of Public R&D Funding in Business R&D", Dansk Center for Forskningsanalyse, Aarhus Universitet, Working Paper 2008/5.

Bloch, Carter Walter og Marino, Marianna, 2008, "Patenting and the role of knowledge spillovers", Dansk Center for Forskningsanalyse, Aarhus Universitet, Working Paper 2008/7.

Bloch, Carter Walter og Marino, Marianna, 2008, "Spillovers of public and business research and their impact on productivity", Dansk Center for Forskningsanalyse, Aarhus Universitet, Working Paper 2008/6.

Center for erhvervsøkonomisk forskning, 2000 "Produktivitet og FoU: En analyse af fremstillingssektoren i Danmark" Arbejdsrapport Nr. 2000-6

Czarnitzki, Dirk og O'Byrnes, 2008 "The impact of R&D on productivity" DEA og FBE, år 2008, "Tænk på tværs i forskning og uddannelse".

Erhvervs og Byggestyrelsen, 2008, "Innovation in Denmark - how Danish enterprises convert new ideas and knowledge into value"

Forsknings- og Innovationsstyrelsen, 2009, "Erhvervslivets forskning, udvikling og innovation I 2009 – Den økonomiske krises betydning"

Forsknings- og Innovationsstyrelsen, 2009, "Analyse af forsknings- og udviklings samarbejdet mellem virksomheder og videninstitutioner".

Forskningsstatistik, 2005, "Erhvervslivets forskning og udviklingsarbejde"

Graversen, Ebbe Krogh og Mark, Michael, 2005, 'Forskning og Udviklingsarbejdes påvirkning af produktivitet og beskæftigelse', Dansk Center for Forskningsanalyse, Aarhus Universitet, Rapport 2005/1;

Graversen, Ebbe Krogh, Riis, Mark og Mark, Michael, 2008, "Tværfaglighedsindeks for forskningsinstitutioner – metode, mål og sammenhænge, Dansk Center for Forskningsanalyse, Aarhus Universitet, Working Paper 2008/1.

Griliches, Zvi, 1980, "Returns to Research and Development Expenditures in the Privat Sector" New Developments in Productivity Measurement and Analysis, University of Chicago pp. 419-461

Griliches, Zvi, 1980, "R&D and the productivity slowdown" *The American Economic Review*, Vol. 70, No. 2, Papers and Proceedings of the Ninety-Second Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1980), pp. 343-348

Griliches, Zvi og Mairesse, Jacques, 1984 "Productivity and R&D at the Firm level, in Z. Griliches (ed.) R&D, Patents and Productivity, University of Chicago Press, pp. 339-374



Mairesse, Jacques og Hall, Bronwyn Hughes, 1995, ” Exploring the Relationship Between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms”

OECD, 2008, ”OECD Information Technology Outlook 2008”

Rogers, Mark, 2006, ”Estimating the Impact of R&D on Productivity using the BERD-ARD Data., Oxford University 2006.

Smith, Dilling-Hansen, Eriksson og Strøjer Madsen, 1999, ” Påvirker omfanget af virksomhedernes forskning og udviklingsarbejde deres produktivitet” Rapport fra Analyseinstitut for forskning, Nr. 1999/7:

Solow, Robert M, 1957 ” Technical Change and the Aggregate Production Function” *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3. (Aug. 1957), pp. 312-320:

Velfærdskommissionen, 2005 ”Analyserapport – Fremtidens Velfærd – sådan gør de andre lande”

Velfærdskommissionen, 2005 ”Analyserapport – Fremtidens Velfærd – globalisering”
VTU, 2005, ”Forsknings- og udviklingsarbejdes påvirkning af produktivitet og beskæftigelse.

Økonomi- og Erhvervsministeriet, 2008, ”Danske virksomheders outsourcing”, *Økonomisk Tema*, Nr. 6. (Juni 2008)

A.1. Mål for produktivitet

Rapporten arbejder med virksomhedernes produktivitet som outputmål i forhold til de investeringer, som virksomheder foretager i FoU. Produktiviteten defineres i rapporten som virksomhedernes værditilvækst. Samtidig gøres værditilvæksten til en relativ størrelse ved at arbejde med værditilvækst per medarbejder.

Værditilvækst bygger på Danmarks Statistiks opgørelse og er defineret som virksomhedernes omsætning plus andre driftsindtægter minus forbrug af varer og tjenester:

Omsætning

- + arbejde udført for egen regning og opført under aktiver
- + andre driftsindtægter
- + Forøgelse/mindskelse af varelagerforbrug
- Køb af vare til videresalg
- Køb af råvare, hjælpematerieller, færdigvarer og emballage
- Køb af energi
- Køb af lønarbejde og underentrepriser
- Udgifter til husleje
- Udgifter til anskaffelse af småinventar/driftsmidler med kort levetid
- Udgifter til vikarbureauer
- Udgifter til langtidsleje og operationel leasing
- Andre eksterne udgifter
- Sekundære udgifter
- + 0,0079 * tilgodehavender i alt.

A.2. Mål for investeringer i FoU

Som inputmål benyttes et mål for virksomhedernes investeringer i FoU. En umiddelbar udfordring ved at måle effekterne af virksomhedernes investering i FoU er, at FoU er immaterielle og derfor vanskelig at måle. Derfor har målingerne taget udgangspunkt i virksomhedernes investeringer i FoU over en årrække. På den baggrund akkumuleres investeringerne i FoU. Definitionen af FoU-kapital er beskrevet nærmere i afsnit 3.2.

I denne rapport benyttes tre typer af mål for FoU-kapital:

1. FoU-kapital beregnes efter den såkaldte perpetual inventory metode:

$$\text{FoU-kapital}_t = (1 - \delta)\text{FoU-kapital}_{t-1} + \text{FoU-inv}_t$$

hvor δ er afskrivningsraten. I lighed med andre studier beregnes det første års FoU-kapital under antagelsen af en fast vækstrate (g) på 5 pct.:

$$\text{FoU-kapital}_{t=0} = \sum_{s=0}^{\infty} (1 - \delta)^s \text{FoU-inv}_{t+s} = \frac{1 + g}{g + \delta} \text{FoU-inv}_{t=0}$$

³ Se fx Hall og Mairesse (1995).



2. Til det alternative mål for FoU-kapital antages, at det bedste mål for FoU-kapital tager udgangspunkt i de nuværende FoU-udgifter og FoU-kapital defineres som:

$$(\text{Alt. mål}) \text{ FoU - kapital}_t = \frac{\text{FoU} - \text{inv}_t}{\delta}$$

3. Som et tredje mål arbejdes der med en bredere tilgang til videnkapital. Her benyttes mål for virksomhedernes investeringer i innovation og de beregnes på samme vis, som det alternative mål for FoU-kapital.

A.3. Produktionsfunktion

Produktivitet eller økonomisk performance er i denne analyse værditilvækst i virksomheder. En sådan værditilvækst bliver typisk modelleret i en klassisk Cobb-Douglas produktions funktion, hvor eksponenterne summer til 1:

$$(1) \quad Q_t = A e^{\lambda t} K_{t-1}^{\alpha} L_t^{\beta} R_{t-1}^{\gamma} e^{\varepsilon}$$

Hvor Q er værditilvækst, A er TFP (totalfaktorproduktivitet), K er fysisk kapital, L er arbejdskapital og R et mål for forskningskapital (altså de akkumulerede forskningsinvesteringer i de enkelte virksomheder). Det er værd at notere, at definitionerne af de enkelte parametre ændre sig givet datagrundlaget og analysen. Desuden er det væsentligt at notere sig den potentielle dobbelttælling, der ligger i arbejdskraft og FoU-kapital, da FoU-ansatte kommer til at tælle med begge steder. Derfor er det væsentligt at korrigere for denne dobbelttælling. TFP måles typisk som en tidsafhængig trend eller en konstant.

Ligningen i (1) kan omskrives ved at tage den naturlige logaritme til udtrykket:

$$(2) \quad \log(Q_t) = \log(A) + \lambda t + \alpha \log(K_{t-1}) + \beta \log(L_t) + \gamma \log(R_{t-1}) + \varepsilon_t$$

Ved at opstille en sådan ligning er der mulighed for to tilgange til en analyse. Enten kan man fokusere på en tidsserie analyse. Her har man data til rådighed fra flere år. Således bliver det muligt at analysere effekterne af ændringerne i højreside variablene på venstreside variabelen. Med andre ord er det muligt at påvise, hvad en investering på 1.000.000 kr. i FoU vil have på produktiviteten. Alternativt kan der ses på data fra forskellige virksomheder på et givent tidspunkt. Dette kaldes også cross-section. Analyser her vil indikere om f.eks. virksomheder, der har FoU-investeringer også har en højere produktivitet end virksomheder, der ikke har FoU-investeringer. Dette er muligt da det at tage logaritmen til den oprindelige ligning i (1) indbygger dynamik i modellen. Hvis der vendes tilbage til tidsserie data, så er det muligt at 1. ordens differentierer modellen i (2):

$$(3) \quad (\Delta Q_t / Q_{t-1}) = \lambda + \alpha (\Delta K_{t-1} / K_{t-2}) + \beta (L_t / L_{t-1}) + \gamma (\Delta R_{t-1} / R_{t-2}) + \Delta \varepsilon_t$$

Her kan de opstillede vækstrater nu fortolkes som elasticiteten til kapital-, arbejdskraft- og forskningsinput. Alfa, beta og gamma måler således elasticiteterne for de respektive inputs. En elasticitet er et estimat af den procentvise ændring af venstresiden givet 1 procent stigning på én af faktorerne på højresiden. Således vil en stigning i gamma på 0.20 betyde, at en 10 procent stigning i FoU-investeringer vil betyde en 2 procent stigning i produktiviteten.



A.4. Datamaterialet på dansk erhvervslivs FoU

Denne rapport analyserer effekten af investeringer i FoU og innovation på produktiviteten hos danske virksomheder. Analysen tager udgangspunkt i data fra Erhvervslivets forsknings- og udviklingsarbejde – Forskningsstatistikkerne for perioden 1997-2005 og virksomhedsdata fra Danmarks Statistik i perioden 1998-2006. Som tillæg til disse data er der tilføjet data om virksomhedernes investeringer i innovation for 2000, 2004 og 2006. Forskningsstatistikkerne bliver matchet med oplysninger om danske virksomhedernes, der indgår i regnskabsstatistikkerne.

FoU-statistikken

Statistikkerne er indsamlet ud fra samme grundlag og metode med enkelte tilpasninger over tid. Forskningsstatistikken har haft indberetninger i de ulige årstal, men dog også i 1998. Siden 2000 er erhvervslivets forskningsstatistik udkommet hvert år – dog med begrænsede oplysninger i de lige år, hvor innovationsstatistikken afvikles. Siden 2000 er statistikkerne blevet udført sådan:

År	Analyse	Biprodukt
2000	Den Fælles Europæiske Innovationsanalyse – CIS3	Egen og købt FoU og personale
2001	Erhvervslivets Forskningsstatistik	Få spørgsmål vedr. innovation
2002	Kombineret Forsknings- og Innovationsstatistik	Begge områder i forkortet udgave
2003	Erhvervslivets Forskningsstatistik	Få spørgsmål vedr. innovation
2004	Den Fælles Europæiske Innovationsanalyse – CIS4	Egen og købt FoU og personale
2005	Forskningsstatistik	Få spørgsmål vedr. innovation
2006	Den Fælles Europæiske Innovationsanalyse – CIS2006	Egen og købt FoU og personale

Kilde: CFA (2006) Erhvervslivets Forsknings- og udviklingsarbejde – Forskningsstatistik 2005. Metode og data-grundlag.



Tabel A.4.1 angiver de brancher samt det minimum antal ansatte, som er omfattet af Forskningsstatistikken. Analysen omfatter alle virksomheder med 250 eller flere ansatte i de inkluderede brancher. For virksomheder med under 250 ansatte udtages en tilfældig stikprøve.

Tabel A.4.1 Udvalgte branchegrupper og minimumsstørrelse for udtræk til at være omfattet af forskningsstatistikken

År	Analyse	Biprodukt
Primære erhverv	01-05	50
Fremstilling/forsyning	11-41	6
Bygge- og anlæg	45	50
Engroshandel	51	6
Detailhandel	52	50
Transport m.v.	60-64.12, 75.25, 90	50
Finansiel virksomhed	65-67 (-65.23.40)	6
IT- og FoU-service	72-73	2
Advokater/revisorer	74.11-74.12	50
Anden videnservice	74.13-74.14, 74.2-74.3	2
Kommunikation	64.2, 92.2	6
Anden forretningservice	74.4-74.8	6

Kilde: CFA (2006) Erhvervslivets Forsknings- og udviklingsarbejde – Forskningsstatistik 2005. Metode og datagrundlag.

A.4.1 Datagrundlag for de empiriske analyser

I forhold til datagrundlaget udføres tre forskellige analyser i rapporten:

1. Komparativ analyse af produktivitet per medarbejder for FoU-ative og ikke FoU-aktive virksomheder.
2. Tværsnitsanalyser.
3. Paneldata analyser.

Komparativ analyse af værditilvækst per medarbejder

Denne analyse bygger på samtlige virksomheder i Forskningsstatistikken med 10 eller flere ansatte, og hvor det har været muligt at matche med virksomhedsdata fra Danmarks Statistik. Der er ikke foretaget yderligere begrænsninger af datasættet. Samlet set omfatter denne analyse 19.228 observationer, heraf 6.647 med FoU-investeringer og 12.581 uden FoU. Observationerne dækker 2.694 FoU-aktive virksomheder, 9.558 ikke FoU-aktive virksomheder og samlet set 12.252 virksomheder.

Tværsnits- og paneldata analyser

Til de økonometriske analysen i rapporten har vi benyttet både paneldata analysemetoder (Fixed Effects) og Ordinary Least Squares (OLS). Da modellen opstilles i logs, fjernes alle observationer, hvor variablerne (værditilvækst, fysisk kapital og FoU-kapital) er negative eller lige nul. Samtidig fjernes alle observationer med manglende data for de andre variabler brugt i analysen (samarbejde, eksport intensitet og herfindahls indeks). Til sidst fjernes virksomheder med FoU-investeringer, der er større end deres omsætning eller med FoU-investeringer på mindre end en promille af deres omsæt-



ning. Det medfører et sample med 5.903 observationer (ud af de i alt 6.647 observationer). Tabel A.4.1.1 angiver fordelingen af observationer over tid.

Tabel A.4.1.1 Fordelingen af observationer over tid

År	Antal obs.	Procent
1998	932	15,79
1999	844	14,30
2000	969	16,42
2001	736	12,47
2002	540	9,15
2003	504	8,54
2004	518	8,78
2005	320	5,42
2006	540	9,15
I alt	5.903	100

Angivet er årstal for værditilvækst. Årstallet for FoU er et år før, dvs. fra 1997 til 2005.

Paneldata analysen kan kun foretages på virksomheder med mindst 2 observationer. Derfor er det samlede antal observationer mindre end for tværsnitsanalysen. Vi har konstrueret panel datasættet på følgende måde:

- > Virksomheder med 2 eller flere observationer medtages i analysen.
- > Følgende tilgang anvendes for manglende observationer i tidserier: hvis en enkelt observation mangles i en tidserie på 4 eller flere år, estimeres den enkelte manglende observation. Hvis der mangler 2 eller flere år i tidsserien, beholdes den seneste sammenhængende del af tidserien.
- > Vi følger metoderne i Hall og Mairesse (1995) og fjerner virksomheder med årlige vækstrater i værditilvækst, anlægsaktiver, antal ansatte eller FoU-kapital som er mindre end minus 90pct. eller større end 300pct..

Det samlede antal observationer for paneldatasættet er på 4.143.



Tabel A.4.1.2 viser deskriptive statistikker for paneldatasættet. Det er således det samlede datasæt, der beskrives. Tabellen viser værdierne for medianvirksomheden målt i 1.000 kr. Grunden til at det er tal for median virksomheden og ikke gennemsnittet for virksomhederne, er, at der er enkelte meget store virksomheder, der hæver gennemsnittet ganske meget. Det giver således et skævt billede af den gennemsnitlige virksomheder, der er omfattet af denne analyse.

Tabel A.4.1.2. Deskriptive statistik for panel datasættet.

	Alle	Høj- teknologisk fremstilling	Øvrig fremstilling	Viden- service	Øvrig service	Under 100 ansatte	100+ ansatte
Værditilvækst	61.200	55.970	79.361	31.184	81.446	18.210	122.703
Værditilvækst/ansatte	470	453	430	556	503	458	477
FoU-investeringer	2.896	4.438	1.824	3.464	2.277	1.251	5.545
FoU/omsætning	2 %	3 %	1 %	7 %	1 %	3 %	2 %
FoU-kapital	15.712	24.282	9.757	20.080	12.390	6.510	31.980
FoU-kapital/ansatte	124	184	55	289	101	159	108
Ansatte	143	138	196	68	162	41	263
Antal obs.	4.143	1.599	1.224	984	324	1.562	2.531

Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Alle nominelle variable er deflateret ved brug af en BNP-deflator. Således er alle nominelle variable i 2004-priser.

A.5. Resultater af økonometriske modeller

A.5.1. Grundlaget for beregninger af virksomhedernes afkast af investeringer i FoU

Grundlaget for beregningerne af virksomhedernes økonomiske afkast af investeringer i FoU er gennemførelsen af en række statistiske modeller. I modellerne vises sammenhængen mellem investeringer i FoU og virksomhedernes produktivitet, og de bygger på de metodemæssige overvejelser fra kapitel 4. Modellerne ser ikke alene på sammenhængen mellem investeringer i FoU og produktivitet, men der tages højde for en række andre faktorer, som virksomhedernes eksport, markedssituation og generelle niveau af kapital – både fysisk kapital og menneskelig kapital.

Følgende eksempel viser resultaterne for forskellige modeller af sammenhængen mellem investeringer i FoU og produktivitet. Resultaterne viser, at der er en klar positiv effekt af en øget investering i FoU hos de allerede FoU-aktive virksomheder.

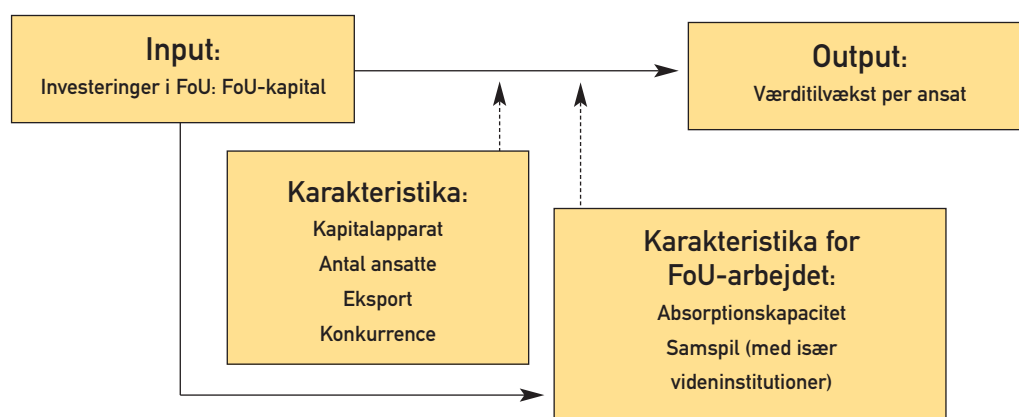
Modellerne i tabel A.5.1 er bygget op om det samlede datasæt i et såkaldt pooled sample. Til at beregne sammenhængen mellem FoU-investeringer (input) og produktivitet (output) benyttes en OLS-regression. Til yderligere at kvalificere sammenhængen inddrages en række relevante mellemliggende variable, som det bl.a. er argumenteret i Griliches (1980b) samt Hall og Mairesse (1995).



De mellemliggende variable dækker virksomhedernes kapitalapparat, samarbejde om viden, eksport og konkurrencesituation. Virksomhedernes kapitalapparat medtages, da niveauet er med til at definere produktiviteten. Forskelle i niveauet kan påvirke forskelle i produktiviteten, og derfor skal modellen tage højde for disse.

Ud over virksomhedernes kapitalapparat medtages en række indikatorer, som kan forventes at have betydning for hvilken produktivitetseffekt, virksomhederne vil opleve af deres investeringer i FoU. Det handler om den konkurrencesituation, som virksomheder har, hvorvidt virksomhederne har eksport og slutteligt om virksomhederne har samarbejde om viden. Sammenhængen er beskrevet i figur A.5.1.

Figur A.5.1 Modelmæssig sammenhæng mellem investeringer i FoU og produktivitet



Kilde: DAMVAD

Sammenhængen mellem investeringer i FoU og virksomhedernes produktivitet per medarbejder udregnes som den effekt en én procents stigning i FoU-kapital vil have på virksomhedens produktivitet per medarbejder. Koefficienterne skal derfor tolkes som procentændringen i produktivitet ved, at en tilfældig FoU-aktiv virksomhed tilføres en procent ekstra FoU-kapital.

I tabel A.5.1 viser model 1 en sammenhæng på 0,125, hvilket betyder at en én procents stigning i FoU-kapital vil betyde en 0,125 pct. stigning i produktiviteten per medarbejder. Tabellen viser desuden forskellige modeller af sammenhængen mellem virksomhedernes investeringer i FoU og produktiviteten. De forskellige modeller viser positive, signifikante og robuste resultater for sammenhænge.

Desuden viser modellerne, at der er en positiv sammenhæng mellem eksport intensitet og virksomhedernes produktivitet. Det er et resultat, som blev indikeret i den komparative analyse, hvor FoU-aktive virksomheder med eksport havde en gennemsnitlig produktivitet per medarbejder, der var højere end ikke FoU-aktive virksomheder.

Den konkurrence, som virksomhederne oplever, er inkluderet i modellerne gennem et markeds koncentrationsindeks. Virksomhedernes konkurrencesituation påvirker ikke produktiviteten i de opstillede modeller. En øget markeds koncentration og dermed en øget konkurrence vil eller forventeligt have påvirket virksomhedernes gennemsnitlige produktivitet.



Tabel A.5.1 Resultater fra OLS-regression af variation af hovedmodellen

Variable:	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Log (FoU kapital/ansatte)	0.125***	0.126***	0.109***	0.102***
Log (Fysisk kapital/ansatte)	0.172***	0.172***	0.171***	0.169***
Log (ansatte)	-0.019***	-0.017***	-0.021***	-0.018***
Offentlig samarbejde	0.022		0.102***	
Offentlig samarbejde * Log (Fou kapital/ansatte)			0.043***	
Privat samarbejde		0.008		0.107***
Privat samarbejde * Log (Fou kapital/ansatte)				0.052***
Eksport intensitet	0.087***	0.088***	0.089***	0.089***
Markedskoncentration (HHI*)	-0.014	-0.014	0.022	0.043
Konstant	0.113*	-0.087*	0.113*	-0.174***
R-sq:	0,389	0,389	0,392	0,394
Antal obs	4143	4143	4143	4143

Anm. Estimaternes signifikans er angivet med asteriks: *** = 1 pct.-niveau, ** = 5 pct.-niveau og * = 10 pct.-niveau.

Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Tabel A.5.2 viser resultaterne fixed effects regressioner på samme data, som tabel A.5.1. Tabellen viser i model 1 en sammenhæng på 0,044, hvilket betyder at en én pro-cents stigning i FoU-kapital vil betyde en 0,044 pct. stigning i produktiviteten per medarbejder. Tabellen viser desuden forskellige modelleringer af sammenhængen mellem virksomhedernes investeringer i FoU og produktiviteten. De forskellige modeller viser positive, signifikante og robuste resultater for sammenhænge. Resultaterne er med til at understrege robustheden i data.



Tabel A.5.2 Resultater fra fixed effects regression af variation af hovedmodellen

Variable:	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Log (FoU kapital/ansatte)	0.044*	0.045*	0.047*	0.043*
Log (Fysisk kapital/ansatte)	0.058***	0.059***	0.058***	0.058***
Log (ansatte)	-0.523***	-0.524***	-0.525***	-0.522***
Offentlig samarbejde	-0.008		-0.022	
Offentlig samarbejde * Log (Fou kapital/ansatte)			-0.008	
Privat samarbejde		-0.022		-0.012
Privat samarbejde * Log (Fou kapital/ansatte)				0.005
Eksport intensitet	0.113**	0.113**	0.112**	0.113**
Markedskoncentration (HHI*)	-0.614*	-0.620*	-0.609*	-0.619*
Konstant	2.014***	2.026***	2.026***	2.012***
R-sq:				
within	0.231	0.232	0.231	0.232
between	0.03	0.03	0.03	0.03
overall	0.018	0.019	0.018	0.019
Antal obs.	4143	4143	4143	4143

Anm. Estimaternes signifikans er angivet med asteriks: *** = 1 pct.-niveau, ** = 5 pct.-niveau og * = 10 pct.-niveau.

Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Tabel A.5.3 viser resultaterne af modeller med forskelligt tidslag. Model 1 matcher model 1 fra tabel A.5.1, som er grundlaget for beregningerne i kapitel 2.2. Modellen arbejder som udgangspunkt med et tidslag på et år. Model 2 til 4 viser modeller, hvor der er indregnet tidslags på 2 til 4 år. Dvs. at der fokuseres på produktiviteten 2 til 4 år efter det sidste år, der indgår i beregningerne af FoU-kapital.

Generelt viser resultaterne robusthed i forhold til den positive og signifikante sammenhæng mellem investeringer i FoU og virksomhedernes produktivitet. Tallene er således med til at understrege, at virksomhederne oplever en positiv effekt af investeringer i FoU.



Tabel A.5.3 Resultater fra OLS regression af variation af hovedmodellen

Variable:	Model 1(t-1)	Model 2(t-2)	Model 3 (t-3)	Model 4 (t-4)
Log (FoU kapital/ansatte)	0.125***	0.145***	0.136***	0.037***
Log (Fysisk kapital/ansatte)	0.172***	0.178***	0.168***	0.120***
Log (ansatte)	-0.019***	-0.014***	-0.015**	0.011
Offentlig samarbejde	0.022	0.011	0.018	0.011
Eksport intensitet	0.087***	0.084***	0.082***	0.107***
Markedskoncentration (HHI*)	-0.014	-0.057	0.048	-0.076
Konstant	0.113*	-0.065	-0.093	-0.780***
R-sq:	0.389	0.416	0.302	0.111
Antal obs.	4143	5868	5903	4515

Anm. Estimaternes signifikans er angivet med asteriks: *** = 1 pct.-niveau, ** = 5 pct.-niveau og * = 10 pct.-niveau.

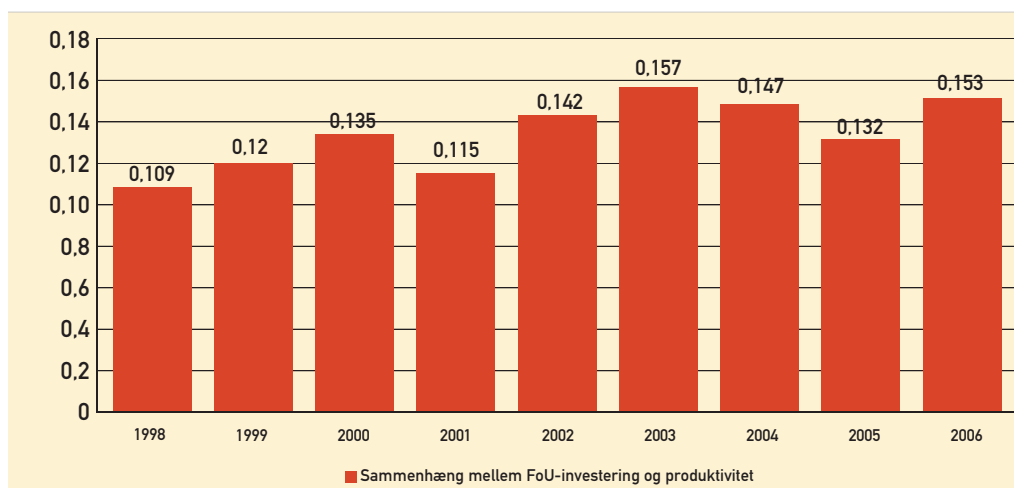
Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

A.5.2. Resultater over tid fra økonometriske modeller

Effekterne af virksomhedernes investeringer i FoU varierer ganske lidt over tid. Således viser resultaterne kun ganske lidt variation over den tidsperiode, som denne analyse dækker. Et resultat, der understreger robustheden i de økonometriske modeller, som danner grundlag for denne analyse.

Figur A.5.2 viser, at den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder stiger med mellem 0,109 og 0,157 pct. for hver procent, FoU-kapitalen stiger. Der er en svag tendens til en stigende marginal effekt af investeringer i FoU over tid, men forskellene er for tvetydige til at komme med en endelig konklusion. En stigende effekt vil have indikeret, at FoU-investeringer vil have en stigende effekt på virksomhedernes produktivitet og dermed være en stadig vigtigere parameter for virksomhedernes produktivitet. Men ud fra resultaterne fra de økonometriske analyser lader det ikke til at være tilfældet.

Figur A.5.2 Effekt over tid for FoU-aktive virksomheder



Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabsstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.



Estimationsresultaterne gengives i nedenstående tabel A.5.4.

Tabel A.5.4 Resultater fra OLS-modeller, fordelt over tid

Variable:	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Log (FoU kapital/ans)	0.109***	0.120***	0.135***	0.115***	0.142***	0.157***	0.147***	0.132***	0.153***
Log (Fysisk kapital/ans)	0.390***	0.324***	0.142***	0.124***	0.164***	0.149***	0.158***	0.139***	0.116***
Log (ansatte)	0.006	-0.029	-0.027*	-0.0235	-0.017	-0.025	-0.004	-0.013	0.016
Offentlig samarbejde	-0.007	-0.021	-0.061	0.102	-0.046	0.056	0.027	0.067	0.066
Eksport intensitet	0.087**	-0.067	0.166***	0.106	0.114	0.218***	0.009	0.066	-0.103
HHI*	0.144	0.850*	0.362	-0.484	-0.007	0.821**	-0.121	-0.141	-0.051
Konstant	-0.041	0.445	-0.294**	-0.329**	0.067	-0.148	0.394	0.091	-0.180
R-sq:	0.424	0.391	0.294	0.21	0.242	0.379	0.45	0.261	0.297
Antal obs	738	803	862	603	541	597	635	578	546

Anm. Estimaternes signifikans er angivet med asteriks: *** = 1 pct.-niveau, ** = 5 pct.-niveau og * = 10 pct.-niveau.

Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

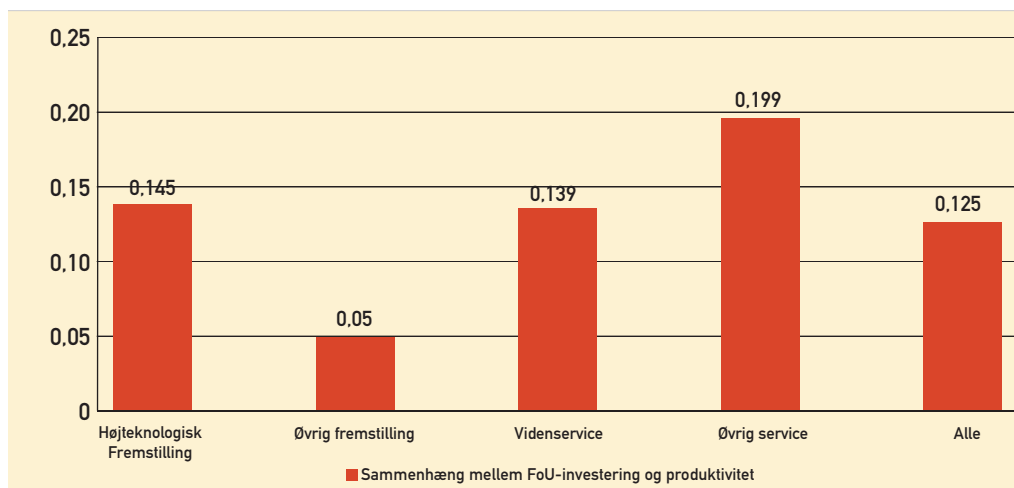
A.5.3. Resultater fordelt på brancher fra de økonometriske modeller

Tidligere analyser beskæftiger sig hovedsageligt med afgrænsede brancher typisk inden for fremstillingsindustrien. Denne rapport har data på virksomheder, der dækker et bredt udsnit af det danske erhvervsliv. Således er det muligt at differentiere resultaterne på forskellige brancher. Samtidig er der så mange observationer, at det ikke går ud over kvaliteten og robustheden i resultaterne at splitte resultaterne op.

Figur A.5.3 viser, at den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder stiger med mellem 0,05 og 0,199 pct., for hver procent FoU-kapitalen stiger. For FoU-aktive virksomheder inden for højteknologisk fremstillingsindustri, f.eks. medicinalvirksomhederne, betyder en stigning i FoU-kapitalen på én procent en stigning i den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder på 0,145 pct. Til sammenligning betyder en tilsvarende stigning på én procent blandt de øvrige FoU-aktive virksomheder i fremstillingsindustrien en stigning på 0,05 pct. Da resultaterne er relative størrelser, er de ikke direkte overførbare som mål for virksomhedernes økonomiske afkast af investeringer i FoU. Samlet set viser resultaterne igen en robusthed, da sammenhængen mellem virksomhedernes investeringer i FoU og produktiviteten er positiv og signifikant på tværs af brancher. Det betyder også, at der, på baggrund af denne analyse, ikke kan træffes beslutning om at fokusere og målrette forskningsaktiviteter og stimulering af den private FoU til særligt udvalgte brancher.



Figur A.5.3 Effekter fordelt på brancher for FoU-aktiv virksomheder



Kilde: Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Estimationsresultaterne gengives i nedenstående tabel A.5.5.

Tabel A.5.5 Resultater fra OLS-modeller, fordelt på branche

Variable:	Samlet	Højteknologisk fremstilling	Øvrig fremstilling	Videnservice	Øvrige service
Log (FoU kapital/ansatte)	0.125***	0.145***	0.050***	0.139***	0.199***
Log (Fysisk kapital/ansatte)	0.172***	0.140***	0.223***	0.185***	0.113***
Log (ansatte)	-0.019***	-0.018*	-0.020*	-0.002	-0.047
Offentlig samarbejde	0.022	0.048*	-0.011	0.016	0.020
Eksport intensitet	0.087***	0.078**	0.045	0.179***	-0.020
HHI*	-0.014	-0.552*	1.180***	-1.500**	2.113***
Konstant	0.113*	-0.417***	-0.334***	0.040	0.140
R-sq:	0.389	0.363	0.301	0.444	0.45
Antal obs	4143	1599	1224	984	324

Anm. Estimaternes signifikans er angivet med asteriks: *** = 1 pct.-niveau, ** = 5 pct.-niveau og * = 10 pct.-niveau.

Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.



A.5.4. Resultater af investeringer i innovation fra de økonometriske modeller

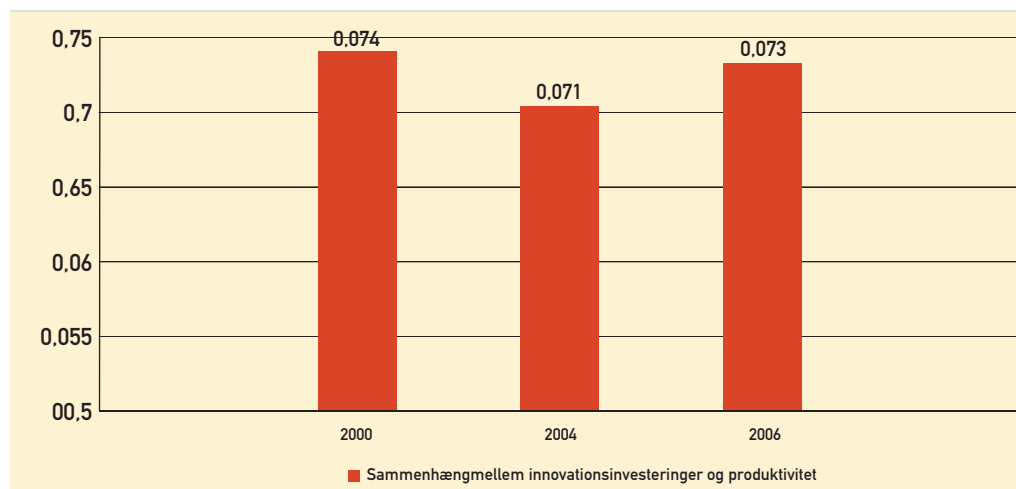
Investeringer i innovation foregår på lige fod og som en del af virksomhedernes investeringer i FoU. Det skyldes, at investeringer i FoU og innovation i denne rapport følger definitionerne fra Frascati og Oslo-manualerne. Det betyder, at investeringer i FoU er en delmængde af investeringer i innovation. Omvendt er investeringer i innovation ikke nødvendigvis en investering i FoU.

Effekten af virksomhedernes investeringer i innovation kan ikke direkte sammenlignes med effekterne af virksomhedernes investeringer i FoU, da resultaterne afspejler relative sammenhænge. Således vil den reelle økonomiske effekt af investeringerne i innovation hænge sammen med niveauet af innovationsinvesteringerne, det nuværende produktivitsniveau og så sammenhænge mellem de to.

Figur A.5.4 viser sammenhængen mellem virksomhedernes investeringer i innovation og den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder. Figuren viser, at en én procents stigning i virksomhedernes innovationskapital giver en stigning på mellem 0,071 og 0,074 pct. i den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder.

Det er muligt at sammenligne resultaterne på tværs af år, da der ikke sker de store forskydninger i niveauerne af både innovationskapital og den gennemsnitlige produktivitet per medarbejder. Generelt viser resultaterne en meget robust og signifikant positivt effekt af virksomhedernes investeringer i innovation.

Figur A.5.4 Effekt over tid for innovative virksomheder



Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.



Estimationsresultaterne gengives i nedenstående tabel A.5.6.

Tabel A.5.6 Resultater fra OLS-modeller, effekter af investeringer i innovation

Variable:	2000	2004	2006
Log (Innovation kapital/ansatte)	0.074***	0.071***	0.073***
Log (Fysisk kapital/ansatte)	0.126***	0.142***	0.137***
Log (ansatte)	-0.038*	-0.026	0.005
Offentlig samarbejde	0.084	0.108**	0.037
Eksport intensitet	0.105	0.214***	0.186***
HHI*	-0.271	0.134	-0.043
Konstant	-0.030	-0.341**	-0.669***
R-sq:	0.194	0.230	0.286
Antal obs	727	848	1063

Anm. Estimaternes signifikans er angivet med asteriks: *** = 1 pct.-niveau, ** = 5 pct.-niveau og * = 10 pct.-niveau.

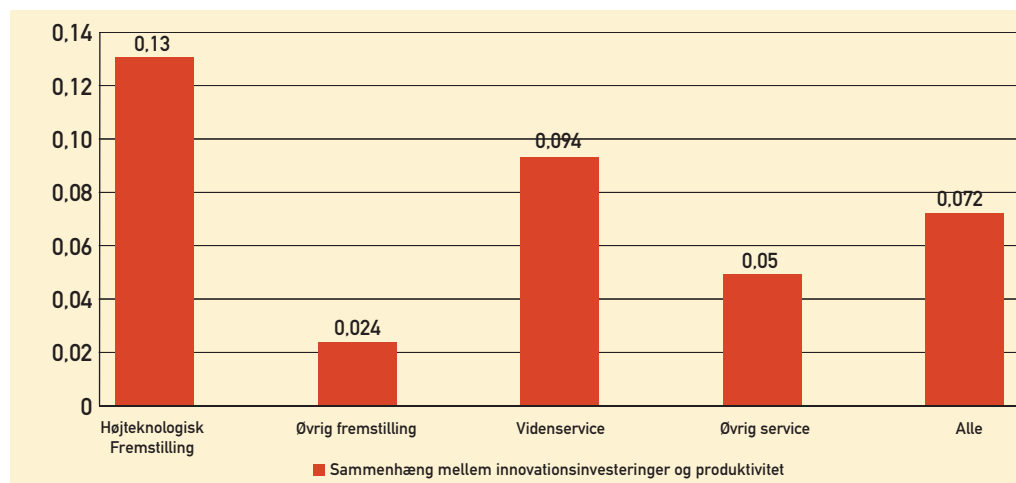
Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Effekten af virksomhedernes investeringer i innovation er positiv og signifikant på tværs af brancher. Således viser figur A.5.5, at uanset om effekterne beregnes for innovative virksomheder i den højteknologiske fremstillingsindustri, i den øvrige fremstillingsindustri, i vidensservice eller i de øvrige serviceerhverv, så er der en positiv effekt på virksomhedernes produktivitet.

I den højteknologiske fremstilling stiger produktiviteten per medarbejder med 0,13 pct. ved en én procents stigning i innovationskapital. Tilsvarende stiger produktiviteten per medarbejder med 0,024 pct. for virksomheder i de øvrige fremstillingserhverv. For vidensservice er effekten 0,094 pct., mens den for de øvrige serviceerhverv er 0,05 pct. Sammenligningerne mellem brancher er vanskelig, da der er store niveaumæssige forskelle på den samlede innovationskapital og produktiviteten. Generelt viser resultaterne dog, at der for virksomhederne generelt er en effekt af at være innovativ, og at effekten kan øges gennem øgede investeringer i innovation.



Figur A.5.5 Effekter fordelt på brancher for innovative virksomheder



Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

Estimationsresultaterne gives i nedenstående tabel A.5.7.

Tabel A.5.7 Resultater fra OLS-modeller af investeringer i innovation, fordelt på branche

Variable:	Samlet	Højteknologisk fremstilling	Øvrig fremstilling	Videnservice	Øvrige service
Log (Innovation kapital/ansatte)	0.072***	0.130***	0.024*	0.092***	0.050***
Log (Fysisk kapital/ansatte)	0.136***	0.129***	0.191***	0.102***	0.108***
Log (ansatte)	-0.030**	-0.086***	-0.022	-0.022	0.004
Offentlig samarbejde	0.107***	0.071**	0.011	0.086	0.222**
Eksport intensitet	0.157***	0.142	0.051	0.498***	0.204*
HHI*	-0.051	-1.818**	1.396***	2.571*	-0.411
Konstant	-0.204	0.236	-0.616***	-0.374***	-0.572***
R-sq:	0.213	0.254	0.220	0.281	0.223
Antal obs	1575	437	465	373	207

Anm. Estimaternes signifikans er angivet med asteriks: *** = 1 pct.-niveau, ** = 5 pct.-niveau og * = 10 pct.-niveau.

Kilde: CFA særkørsel på data fra forsknings- og udviklingsstatistikkerne 1997-2005 og regnskabstatistikkerne 1998-2006 fra Danmarks Statistik.

>



>

