

## Analyseinstitut for Forskning er et sektorforskningsinstitut under Forskningsministeriet.

### Analyseinstitut for Forskning skal bl.a.:

- gennem egen forskning og udredning styrke grundlaget for det forskningsrådgivende system og for forskningspolitiske beslutninger,
- fremme en kvalificeret offentlig debat om forskningspolitiske spørgsmål,
- frit kunne påtage sig forsknings- og udredningsopgaver inden for instituttets formål

Gennem instituttets rapportserie håber vi at kunne være med til at belyse forskningens rolle i samfundet.

# Kan den økonomiske teori forklare omfanget af forskning og udvikling i danske virksomheder?

---

Rapport fra  
Analyseinstitut for Forskning  
1998/6

**Kan den økonomiske teori forklare omfanget af  
forskning og udvikling i danske virksomheder?**  
Rapport fra Analyseinstitut for Forskning 1998/6

Rapporten er udgivet af:  
Analyseinstitut for Forskning  
Finlandsgade 4  
8200 Århus N  
Tlf. 8942 2394  
Fax 8942 2399  
E-mail: [afsk@afsk.au.dk](mailto:afsk@afsk.au.dk)

Publikationen udleveres gratis  
så længe lager haves  
ved henvendelse til udgiveren

Publikationen kan også hentes på  
Analyseinstitut for Forsknings hjemmeside:  
[www.afsk.au.dk](http://www.afsk.au.dk)

Tryk: CC PRINT 92 APS  
Oplag: 1.000  
ISBN: 87-90698-06-1  
ISSN: 1398-1471

Grafisk opsætning: NewCom

Mogens Dilling-Hansen<sup>1,4</sup>  
Tor Eriksson<sup>2</sup>  
Erik Strøjer Madsen<sup>2,4</sup>  
Valdemar Smith<sup>3,4</sup>

# Kan den økonomiske teori forklare omfanget af forskning og udvikling i danske virksomheder?

---

Rapport fra  
Analyseinstitut for Forskning  
1998/6

1: Afdeling for Virksomhedsledelse, Økonomisk Institut, Aarhus Universitet  
2: Nationaløkonomisk Institut Handelshøjskolen i Aarhus  
3: Analyseinstitut for Forskning, Aarhus  
4: Center for Industriøkonomi, Økonomisk Institut, Københavns Universitet.

## Rapporter fra Analyseinstitut for Forskning

1998/1 "Folk og forskning, danskernes opfattelse af forskning"

1998/2 "Forskning i forskningsmidler, ansøgere til  
Statens Sundhedsvidenskabelige Forskningsråd"

1998/3 "Aviser om forskning, indholdsanalyse af avisernes  
omtale af forskning og udviklingsarbejde"

1998/4 "Folk og forskning, danskernes kilder til viden om forskning"

1998/5 "Folk og forskning, danskerne om forskningspolitik"

"Nordisk FoU-statistik for 1995 og statsbudgetanalyse 1997"

## Forord

Analyseinstitut for Forskning udsender hermed sin første rapport om samspillet mellem økonomi og forskning.

Kan den økonomiske teori forklare omfanget af forskning og udvikling i danske virksomheder?

Rapporten giver, med udgangspunkt i økonometriske analyser, svar på dette spørgsmål, men andre spørgsmål vil følge omkring samspillet mellem økonomi og forskning.

Rapporten er baseret på analyser gennemført af instituttets forskningsleder Valdemar Smith i samarbejde med Mogens Dilling-Hansen, Tor Eriksson og Erik Strøjer Madsen.

På instituttets vegne skal jeg hermed udtrykke min glæde over, at instituttet indgår i et samarbejde med universiteter, handelshøjskoler samt andre forskningsinstitutioner.

Karen Siune  
Direktør  
Århus, november 1998





## Indholdsfortegnelse

<b>1. Indledning</b> .....	7
<b>2. Udviklingen i erhvervslivets forskning og udvikling.</b> .....	9
<b>3. Stabilitet i virksomhedernes FoU-aktivitet.</b> .....	13
<b>4. Betydningen af markedsforhold, virksomhedens finansielle styrke samt andre faktorer.</b> .....	15
<b>4.1</b> Markedsstruktur og konkurrenceforhold. ....	15
<b>4.2</b> Adgangsbarrierer. ....	20
<b>4.3</b> Indtjening og soliditet .....	21
<b>4.4</b> Ejerform og alder. ....	22
<b>4.5</b> Finansieringsforhold .....	23
<b>4.6</b> Efterspørgselsforhold .....	28
<b>5. Konklusion.</b> .....	30
<b>Litteratur</b> .....	33
<b>Datagrundlag og Variabelliste</b> .....	36
<b>Bilag 1.</b> Regressionsanalyse af omfanget af internt finansieret FoU. ....	38
<b>Bilag 2.</b> Modeller for sandsynligheden for, at virksomheden investerer i FoU .....	39
<b>Bilag 3.</b> Regressionsanalyse af omfanget af internt finansieret FoU. ....	40
<b>Bilag 4.</b> Branchefordeling af 'store' virksomheder i Forskningsstatistikken, 1991,1995 samt virksomhedspanelet 1991,1993,1995. ....	41
<b>Bilag 5.</b> Brancheomsætning, gns. virksomhedsstørrelse samt FoU-udgifter i egen virksomhed, 1995. ....	42





## 1. Indledning

I forhold til de lande, Danmark normalt sammenligner sig med, befinder omfanget af erhvervslivets forskning og udvikling sig i følge de fleste opgørelser tilsyneladende på et relativt lavt niveau. I 1995 udgjorde det danske erhvervslivs udgifter til forskning og udvikling således 1.09% af BNP, hvilket er lidt lavere end EU-gennemsnittet på 1.15% og noget lavere end gennemsnittet for de nordiske lande, der i 1995 udgjorde til 1.7% af BNP. På det lidt længere sigt må tab af konkurrenceevne, markedsandele og dermed beskæftigelse anses for at være nogle af de uheldige men sikre konsekvenser, der vil opstå, såfremt virksomhederne forsker og udvikler 'for lidt' i forhold til det internationale niveau. Denne negative udvikling kan dermed reducere den økonomiske vækst.

Mere overordnet gælder, at satsning på forskning og udvikling hidtil har været en vigtig drivkraft i udvikling af nye produkter og omkostningsbesparende teknologier, og dermed væsentlige determinanter for den økonomiske vækstproces. Meget tyder på, at den fremtidige betydning af virksomhedernes innovationsaktivitet fortsat vil være væsentlig. I takt med en mere intensiv anvendelse af kapital og arbejdskraft og dermed faldende marginalt udbytte af disse traditionelle produktionsfaktorer må forskning og udvikling - opfattet som en selvstændig produktionsfaktor - anses for stadig mere central i relation til den økonomiske vækst.

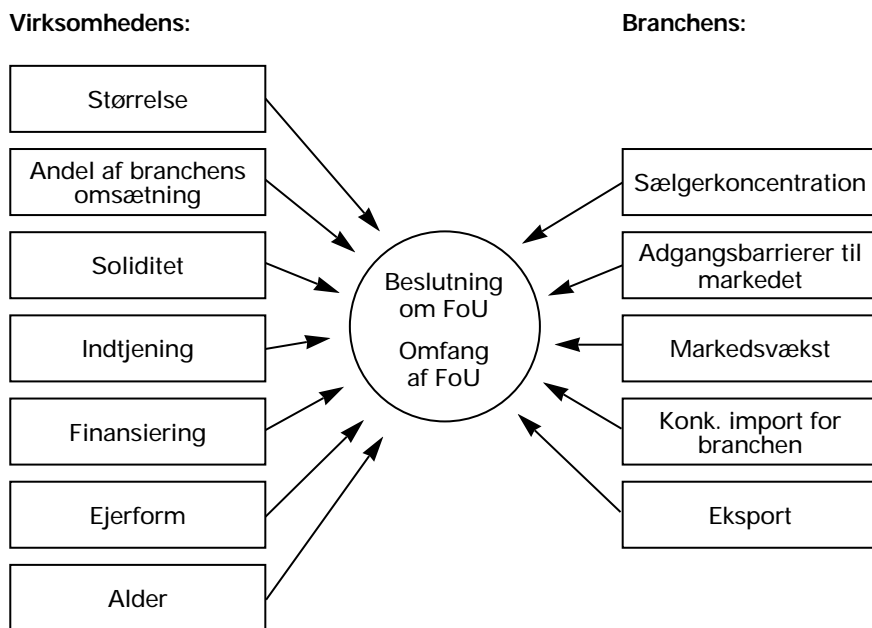
Derfor er det vigtigt at kunne forklare omfanget af den samlede innovationsaktivitet, som i det følgende defineres som virksomhedernes udgifter til forskning og udvikling (FoU). Hvilke faktorer påvirker virksomhedernes beslutning om at investere i FoU, og hvad bestemmer omfanget? Er der tale om konkurrencemæssige overvejelser, eller er det tilfældighed/tradition, der bestemmer, i hvilke brancher de forskningstunge virksomheder befinder sig? Hvor vedvarende forsker og udvikler virksomhederne? Er det de samme virksomheder, som forsker det ene år efter det andet, eller udskiftes populationen af forskende virksomheder jævnlige. Endelig er der spørgsmålet, om der samlet set forskes og udvikles nok i de danske virksomheder?

Disse spørgsmål analyseres nærmere i det følgende. Først gives der i afsnit 2 en oversigt over omfanget af forskning og udvikling i forskellige brancher. Der fokuseres navnlig på betydningen af erhvervsstruktur og virksomhedsstørrelse. Gennemgangen baserer sig især på 1995-udgaven af publikationen Erhvervslivets forskning og udviklingsarbejde - Forskningsstatistik 1995, og det anvendte FoU-begreb er virksomhedens samlede udgifter til forskning og udvikling i egen virksomhed.

Dernæst fokuseres der på dynamiske aspekter, altså hvordan sandsynligheden for, at en virksomhed investerer i FoU på et givet tidspunkt påvirkes af, at samme virksomhed investerede i FoU i den foregående periode og i perioden før igen. Er sandsynligheden - alt andet lige - for at en konkret virksomhed i f.eks. 1995 afholdt udgifter til FoU afhængig af, om den også gjorde det i årene forinden?

I rapportens fjerde og sidste afsnit opstilles en multivariat model for virksomhedernes FoU beslutning. Med udgangspunkt i den økonomiske teori postuleres en række sammenhænge, der dels forklarer, hvorvidt virksomhederne er engageret i forskning og udvikling, og dernæst i hvilket omfang der investeres i FoU. Modellens hovedtræk fremgår af figur 1.

**Figur 1. Hovedtræk af model for virksomhedernes FoU-adfærd.**



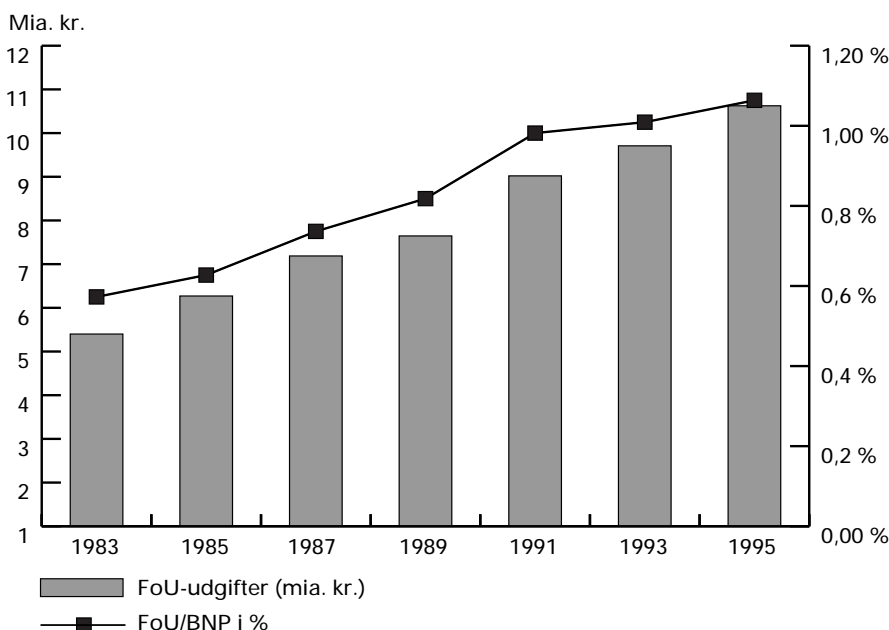
Modellen, der naturligvis tegner et noget forenklet billede af det komplekse samspil, der er mellem de enkelte faktorer, tager udgangspunkt i, at virksomhederne anvender FoU som en strategisk konkurrenceparameter på linie med de instrumenter, virksomheden normalt anvender, for at opnå den maksimale indtjening. Samtidig tages der højde for en række branche- og virksomhedskarakteristika, der påvirker FoU-beslutningerne i den enkelte virksomhed. Nedenfor argumenteres der nærmere for de enkelte elementer i modellen, der samtidigt testes på data for danske virksomheder og brancher for 1995.

## 2. Udviklingen i erhvervslivets forskning og udvikling

Erhvervslivets FoU-udgifter beløb sig i 1995 til 10.6 mia. kr. Dette svarer til 1.09% af Danmarks bruttonationalprodukt og dækker over en udvikling siden 1985, hvor FoU-udgifterne har været jævnt stigende fra 0.69%. Der er således næsten sket en fordobling, målt i faste priser, jf. figur 2. Væksten dækker over en forskydning af FoU-indsatsen over mod serviceerhvervene. Medens fremstillingssektoren tegnede sig for ca. 76% af den private sektors FoU i 1985, er denne andel faldet støt til 68% i 1995.<sup>1</sup> Forskydningen afspejler den generelle erhvervsstrukturelle ændring i retning af øget specialisering og øget efterspørgsel efter erhvervsservice.

Figuren viser desuden, at FoU-udgifterne er vokset kraftigere end dansk økonomi som helhed. Medens erhvervslivets Fou-udgifter i 1985 udgjorde 0.69% af landets samlede bruttonationalprodukt, er andelen vokset til 1.09% i 1995.

Figur 2. Erhvervslivets FoU-udgifter udført i egen virksomhed, 1985-1995.



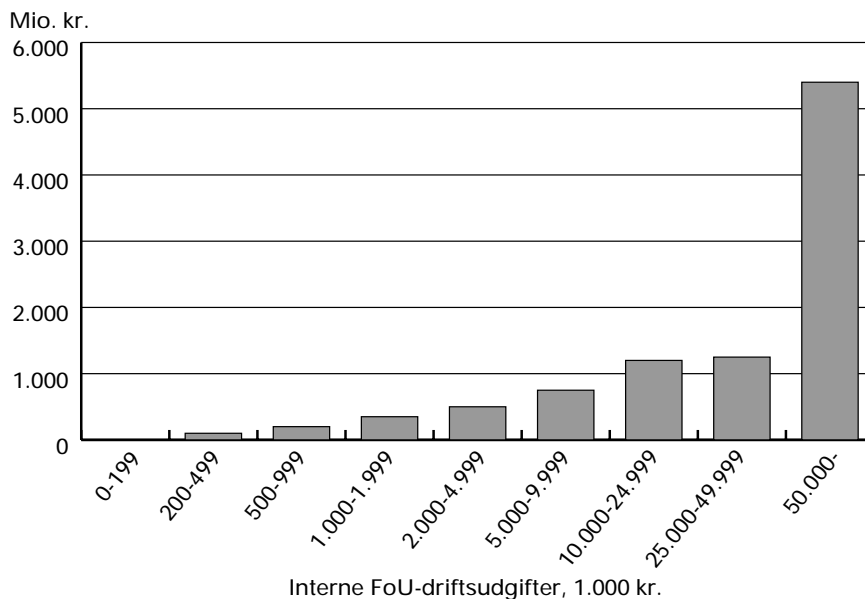
Kilde: Forskningsministeriet (1997), s. 8-9.

Set i forhold til de øvrige nordiske lande, kan FoU-niveauet i det danske erhvervsliv imidlertid ikke siges at være højt. Medens den private sektors FoU-udgifter i procent af den private sektors værditilvækst, målt i markedspriser, er lidt højere i Danmark end tilfældet er for Norge, 1.7% mod 1.4%, ligger såvel Finland som Sverige væsentligt højere med tilsvarende FoU-procenter på 2.2% og 3.9%, jf. OECD (1997 A).

<sup>1</sup> Forskningsministeriet (1997), figur 5.

En del af forklaringen på dette forhold fremføres ofte at være den specielle danske erhvervsstruktur med mange små og mellemstore virksomheder og få virkelig store koncerner, sammenlignet med Sverige og Finland.<sup>2</sup> Såfremt de største virksomheder f.eks. bedre er i stand til at udnytte de fordele, der er ved FoU og samtidigt lettere kan finansiere FoU-investeringer, kan strukturelle forhold naturligvis medvirke til at forklare forskellene landene imellem herunder mellem de nordiske lande.<sup>3</sup> Sammenhængen mellem virksomhedsstørrelse og FoU-indsats analyseres eksplicit i den sidste del af papiret; men medens stort set alle empiriske undersøgelser af spørgsmålet peger i retning af, at sandsynligheden for og omfang af FoU-investeringer i den enkelte virksomhed vokser med virksomhedens størrelse, så er det mere uklart, om den relative FoU-indsats, f.eks. målt som FoU-indsatsen i procent af virksomhedens omsætning, vokser med stigende virksomhedsstørrelse. Lande med relativt mange små virksomheder, som i procent af deres omsætning forsker mere end de større virksomheder, behøver således ikke på det aggregerede plan at have en lavere FoU-indsats, målt i procent af BNP.

**Figur 3. Erhvervslivets samlede FoU-udgifter, brugt i egen virksomhed, fordelt efter størrelsen af de enkelte virksomheders driftsudgifter til FoU, 1995.**



Anm.: Figuren omfatter ikke mindre industri og teknologiske service institutter.

Kilde: Forskningsministeriet (1997), figur 42.

<sup>2</sup> I 1991 var 49% af de ansatte indenfor fremstillingssektoren i Sverige ansat i virksomheder med mindst 500 ansatte, jf. Eurostat (1993). Den tilsvarende procent var for Danmark 26%. For EU som helhed arbejdede 38% af fremstillingssektorens ansatte i virksomheder med mindst 500 ansatte.

<sup>3</sup> Ifølge OECD (1997B) p.34,35 hvor FoU-intensiteten er opdelt i intra-, struktur- og specialiseringskomponenter m.h.t. erhverv, trækker de to førstnævnte effekter den danske FoU-intensitet ned, hvorimod sidstnævnte påvirker FoU-intensiteten positivt.

Derimod er der ingen tvivl om, at hovedparten af den private FoU-indsats finder sted i relativt få virksomheder, der hver især har betydelige FoU-udgifter. Dette fremgår tydeligvis af figur 3, som viser de samlede FoU-udgifter sorteret efter størrelsen af de enkelte virksomheders FoU-driftsudgifter.<sup>4</sup>

I følge figuren tegnede de (i alt 27) virksomheder, der havde FoU-driftsudgifter på mindst 50 mio. kr. årligt, sig for ca. 58% af de samlede FoU-udgifter i egen virksomhed. Det bør desuden bemærkes, at andelen af virksomheder med FoU-udgifter på over 50 mio. kr. kun udgjorde 5% af de 'store' forskningsaktive virksomheder i forskningsstatistikken. Figur 3 viser således, at FoU-investeringerne i det danske erhvervsliv er ganske koncentreret med hensyn til antallet af virksomheder, der investerer i FoU. Men hvorvidt virksomhederne investerer 'tilstrækkeligt' i forhold til deres størrelse og sammenlignet med tilsvarende virksomheder i de øvrige nordiske lande giver figuren naturligvis ikke svar på.

Et første skridt mod en lidt grundigere belysning af spørgsmålet er at beregne FoU-intensiteten, dvs. FoU-udgiften sat i forhold til omsætning, jf. figur 4 og bilag 5.<sup>5</sup> Der er ganske betydelig forskel på den gennemsnitlige FoU-intensitet i de forskellige erhverv. Indenfor fremstillingsvirksomhed er det især medicinalindustrien, der er forskningstung, hvilket ikke er overraskende, karakteren af produkterne taget i betragtning. Men målt som procent af branchens omsætning foregår der også relativt meget FoU indenfor fremstilling af radio, TV, måle- og teleudstyr samt branchen 'maskinindustri i øvrigt'.

Omvendt hører tekstil-, beklædning og læderindustri, sten-, ler og glasindustri samt jern- og metalindustri (NACE-gruppe 27+28) til de fremstillingssektorer, hvori der finder relativt mindst FoU sted. Samlet gælder, at FoU-intensiteten varierer mellem 0.1% og 12.1% blandt fremstillingssektorerne. FoU-andelen blandt de øvrige erhvervssektorer befinder sig på et lidt lavere niveau, mellem 0.02% og 4.2% af omsætningen.<sup>6</sup>

---

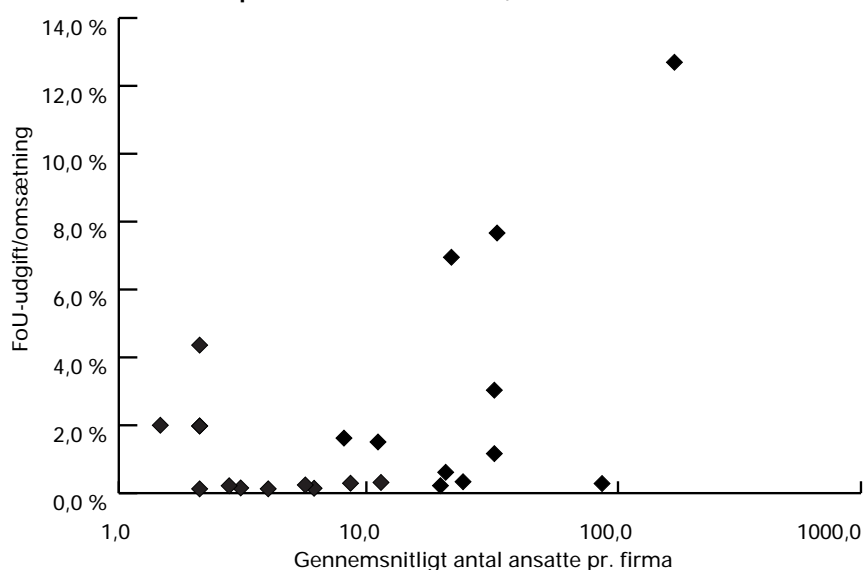
<sup>4</sup> I figuren indgår udelukkende 'store' virksomheder, se i øvrigt Forskningsministeriet (1997) s. 38-40 for en nærmere definition af begrebet 'store virksomheder'. Forskningsstatistikken indsamles i Danmark som en totaltælling blandt de store virksomheder. For fremstillingsvirksomhed gælder desuden, at der suppleres med en 10% stikprøve blandt mindre virksomheder. Ifølge Forskningsstatistikken udgjorde de opregnede FoU-udgifterne blandt disse mindre virksomheder kun 488 mio. kr. i 1995.

<sup>5</sup> Bilag 5 er konstrueret ved at sammenholde økonomiske oplysninger opdelt på erhvervssektorer med FoU-data for tilsvarende brancher. Kilden til økonomiske oplysninger er SE: Firmastatistik 1995, Danmarks Statistik (1997).

<sup>6</sup> Erhvervssektorerne er afgrænset nogenlunde svarende til NACE 2-ciffer niveau. Dette indebærer bl.a., at Teknologiske Serviceinstitutter, som har en ganske betydelig FoU-indsats i forhold til omsætningen, i figuren er slået sammen med andre erhverv i den noget bredere kategori 'Servicevirksomhed i øvrigt'.

Figur 4 belyser også sammenhængen mellem gennemsnitlig virksomhedsstørrelse (målt ved det gennemsnitlige antal ansatte pr. firma) og FoU-intensiteten. Umiddelbart tyder figuren på, at brancher med større gennemsnitlig virksomhedsstørrelse har en tendens til højere FoU-intensitet. Den partielle korrelationskoefficient er således 0.63 og signifikant forskellig fra 0 ved et signifikansniveau på 1%.

**Figur 4. FoU-intensitet og gennemsnitlig virksomhedsstørrelse for 23 brancher på NACE 2-ciffer niveau, 1995.**



Kilde: Bilag 5. Landbrug, Skovbrug, Fiskeri og Råstofudvinding indgår ikke i figuren.

Denne sammenhæng er dog noget afhængig af enkelte ekstreme observationer. Fjernes medicinalindustrien fra datasættet (observationen med størst FoU-intensitet og størrelse) falder korrelationen drastisk. Korrelationskoefficienten bliver nu 0.09 og insignifikant. Fjernes yderligere kød- og mejeriindustrien (den sidste ekstreme observation), stiger korrelation-koefficienten til 0.43 og bliver næsten signifikant ved et signifikansniveau på 5%.

Fremstillingen i figur 4, der er partiel og på et forholdsvis højt aggregeringsniveau, giver således ikke et brugbart svar på, om virksomhedernes størrelse har særlig betydning for deres FoU-indsats. Til gengæld illustreres det tydeligt, at der er behov for en multivariat analyse, altså en analyseform, hvor der opstilles en samlet model til forklaring af forskelle i FoU-indsatsen. Den observerede brancheheterogenitet dækker nemlig også over effekterne fra en række økonomiske faktorer, jf. nedenfor.

Samtidigt er der en betydelig variation i virksomhedsstørrelser indenfor den enkelte branche. Derfor tages der i det følgende udgangspunkt i den enkelte virksomheds beslutninger om dens FoU-aktiviteter.

### 3. Stabilitet i virksomhedernes FoU-aktivitet

Indledningsvist skal der redegøres for populationen af virksomheder, som indgår i analysen nedenfor. Det er især væsentligt at få belyst, hvorvidt virksomhederne vedvarende investerer i FoU, eller om FoU kun finder sted med jævne mellemrum. Problemstillingen er væsentlig, idet virksomheder, der forsker og udvikler relativt meget og gør det jævnlige, formentlig bedre er i stand til at videreudvikle selve forskningen og forskningsprocessen og dermed udnytte resultaterne heraf. Dertil kommer, at et vist erfaringsgrundlag med FoU formentlig er nødvendigt for at indgå i forskingssamarbejder med andre virksomheder. Omvendt gælder for - i FoU-sammenhæng - uerfarne virksomheder, at det i nogle tilfælde kan være relativt afgørende at opnå eksternt tilskud, for overhovedet at komme i gang med FoU-projekter. Dette gælder naturligvis også i forbindelse med opstart af forskningsnetværk, om end det ofte er en betingelse for f.eks. offentlig forskningsstøtte, at virksomheden selv kan fremvise en vis forskningsmæssig baggrund og medfinansiering.

Tabel 1 viser sandsynligheden for, at virksomhederne investerer i FoU betinget af den forskningsmæssige status virksomheden tidligere har haft (positive FoU-udgifter/ingen FoU udgifter). Tabellen rummer kun virksomheder, der i forskningsstatistikken er karakteriseret som 'store virksomheder'. Dertil kommer, at analyserne kun omfatter virksomheder, der optræder i forskningsstatistikken i flere på hinanden følgende indsamlingsår. Der er således ikke tale om et tilfældigt panel af virksomheder, hvilket diskussionen naturligvis bør vurderes i lyset af. Selektionsproblemerne er dog formentlig af mindre karakter.<sup>7</sup>

Tallene illustrerer tydeligvis, at virksomhedernes tidligere FoU-status er afgørende for sandsynligheden for den nuværende. Blandt de virksomheder, der ikke investerede i FoU i 1991, var sandsynligheden for at være FoU-aktiv i 1993 kun godt 19%, medens 75% af de virksomheder, der i 1991 havde FoU-udgifter, også havde FoU i 1993. De tilsvarende værdier for perioden 1993/1995 er henholdsvis 16.4% og 83.2%. FoU-sandsynligheden for en bestemt periode er således markant højere for virksomheder, der i tidligere år har satset på FoU.

<sup>7</sup> Bilag 4 viser branchefordelingen af virksomhederne i panelet sammenlignet med start og slutpopulationen i henholdsvis 1991 og 1995. Bilagstabellen viser, at branchefordelingen i panelet svarer nogenlunde til branchefordelingen i 1991 og 1995, hvilket dog ikke underbygges af et  $\chi^2$ -test for forskelle i fordelingerne.  $\chi^2$ -testet indikerer, at forskellene mellem panelet og slut/startpopulationen ikke er tilfældig ved et signifikansniveau på 5%. I forhold til 1995-populationen skyldes dette dog primært, at 2 brancher, transport og kommunikation, er underrepræsenteret samt at kategorien "Andre virksomheder" er overrepræsenteret. I forhold til 1991-populationen er forskellene dog spredt mere ud. Som nævnt ovenfor, indsamles Forskningsstatistikken i Danmark som en totaltælling blandt de store virksomheder. For fremstillingsvirksomhed suppleres med en 10% stikprøve blandt mindre virksomheder. Bortfald fra panelet kan derfor skyldes flere forhold. F.eks. at virksomheden ikke ønskede at deltage i undersøgelsen i enkelte af panel-årene, at virksomheden ophørte med at eksistere, at virksomheden opstod i perioden eller skiftede status fra stor til lille virksomhed, eller omvendt, at den fusionerede eller blev opdelt, således at dens data ikke længere er sammenlignelige med data fra virksomheden fra tidligere år. Den samlede svarprocent i FoU-statistikken lå i årene 1991-1995 på 81-87%, hvilket må anses for at være højt for frivillige undersøgelser af virksomheder.



**Tabel 1. Sandsynlighed for at virksomheden investerer i FoU, procent.**

	Frekvens	Sandsynlighed for FoU i 1993 givet status i 1991	Sandsynlighed for FoU i 1995 givet status i 1993
FoU-udgifter i 1991 = 0	51.2	19.2	
FoU-udgifter i 1991 > 0	48.8	75.0	
I alt (antal virksomheder)	100 (965)		
<hr/>			
FoU-udgifter i 1993 = 0	56.6		16.4
FoU-udgifter i 1993 > 0	43.4		83.2
I alt (antal virksomheder)	100 (1045)		

Anmærkning: Tabellen omfatter to paneler af større virksomheder: 965 virksomheder fra 1991-93 samt 1045 fra 1993-95.

Sammenhængen understreges yderligere i tabel 2. Her følges 725 virksomheder, der indgår i samtlige 3 indsamlingsår: 1991, 1993 og 1995. Såfremt virksomheden ikke havde FoU-udgifter i 1991, fås samme billede som ovenfor, nemlig at sandsynligheden for at virksomheden i 1993-undersøgelsen investerer i FoU ligger i niveauet omkring 20%. Den tilsvarende sandsynlighed for FoU-aktive virksomheder i 1991 er omkring 75-80%. Det skal bemærkes, at de mindre afvigelser i forhold til tabel 1 skyldes, at der i tabel 2 anvendes et mindre panel af virksomheder. Det mest interessante i tabel 2 er imidlertid søjle 3, der viser sandsynligheden for at investere i FoU i 1995, betinget af FoU-status i 1991.

Blandt de virksomheder, der investerede i FoU i såvel 1991 som 1993, er sandsynligheden for at fortsætte hermed så høj som 90.2%. Denne værdi står i skarp kontrast til den tilsvarende værdi for virksomheder, der hverken forskede eller udviklede i 1991 eller 1993. For denne gruppe virksomheder er FoU-sandsynligheden i 1995 kun ca. 12%. Såfremt virksomheden ikke forskede og udviklede i 1991, men gjorde det i 1993, vokser sandsynligheden til 74.4%, medens sandsynligheden for at investere i FoU for virksomheder, der i 1991 brugte ressourcer på FoU, men ej i 1993, er opgjort til 46.7%.

**Tabel 2. Sandsynligheden for at virksomheden investerer i FoU, givet tidligere FoU-status, procent.**

	Frekvens	Sandsynlighed for FoU i 1993 givet status i 1991	Sandsynlighed for FoU i 1995 givet status i 1993
FoU-udgifter i 1991= 0	50.1	21.5	FoU i 1993=0: 12.3 FoU i 1993>0 : 74.4
FoU-udgifter i 1991 >0	49.9	78.7	FoU i 1993=0: 46.7 FoU i 1993>0 : 90.2
	100.0		
<b>Antal virksomheder</b>	725	725	725

Anmærkning: Tabellen omfatter et panel af større virksomheder fra 1991-1995.

Samlet gælder, at sandsynligheden for FoU i virksomhederne stiger med antallet af perioder, hvori virksomheden tidligere har forsket og udviklet. Dette gælder uanset, om virksomheden oprindeligt investerede eller ej i FoU. Men især synes det at være af betydning, at virksomheden var FoU-aktiv i forrige periode.

## 4. Betydningen af markedsforhold, virksomhedens finansielle styrke samt andre faktorer <sup>8</sup>

I det følgende inddrages en række forhold, som må ventes at være væsentlige dels for virksomhedernes valg af FoU i det enkelte år og dels for den dynamiske udvikling, der blev skitseret i tabel 2. Disse forhold er:

- Markedsstruktur og konkurrenceforhold
- Adgangsbarrierer
- Indtjening og soliditet
- Ejerform og alder
- Finansieringsforhold
- Efterspørgselsforhold

### 4.1 Markedsstruktur og konkurrenceforhold

Udgangspunktet for teorierne om sammenhængen mellem FoU og markedsstruktur er Joseph Schumpeters<sup>9</sup> hypotese om, at innovationsaktiviteten er mindre i virksomheder, som opererer på markeder, der er karakteriseret ved kraftig konkurrence.

<sup>8</sup> Denne del af rapporten bygger på artiklen: 'Market Structure, publicly and privately financed R&D spending - Empirical Evidence for Denmark' af samme forfattere.

<sup>9</sup> Schumpeter (1942).

Dette skyldes, ifølge Schumpeter, at store virksomheder er ideelle enheder for forskning og udvikling, eftersom de i kraft af deres størrelse bedre er istand til at udnytte stordriftsfordele i produktion, markedsføring og finansiering af FoU-investeringer. Da store virksomheder ofte optræder på markeder med en vis grad af monopoliserede konkurrenceforhold, opstår den omvendte sammenhæng, at mere konkurrence i gennemsnit indebærer mindre omfang af FoU i virksomhederne.

Omvendt kan der argumenteres for, at virksomheder, der opererer på markeder præget af stærk konkurrence, har et kraftigt incitament til at foretage omkostningsbesparende forskning og udvikling - i modsætning til virksomheder, der opererer under monopolagtige betingelser. For den sidste gruppe af virksomheder gælder, at de allerede nyder godt af en høj indtjening, og derfor kan der være en risiko for ineffektivitet i forhold til at udnytte potentielle innovative muligheder, der måtte være for deres produkt eller i selve produktionsprocessen, jf. Arrow (1962).

Nyere modeller, der fokuserer på forskellige aspekter af strategisk konkurrence mellem virksomhederne imellem, giver heller ikke noget entydigt svar på, om øget konkurrence fører til øget FoU-indsats. Resultaterne afhænger i reglen nøje af den interaktion, der antages at være mellem virksomheden og dens konkurrenter.

F.eks. kan man i en simpel model for virksomhedens egen FoU-indsats anvende de samme argumenter, som bruges, når virksomheden fastsætter sin optimale reklameindsats. I denne type modeller gælder, at større dækningsbidrag pr. produceret enhed fører til øget reklame - blot her FoU - idet det bedre betaler sig at øge afsætningen jo højere indtjeningen pr. enhed er. Anvender virksomheden således FoU til at differentiere sit produkt i forhold til konkurrenternes, kan afsætningen alt andet lige øges på konkurrenternes bekostning. Da højere dækningsbidrag i reglen forekommer under forhold, hvor konkurrencen er begrænset, skulle monopolistiske markedsforhold således resultere i et højere FoU-niveau end under andre markedsformer.

Omvendt gælder, at hvis virksomheden tager højde for en lignende adfærd fra dens konkurrenters side, vil FoU-indsatsen potentielt blot indebære et forbedret kvalitetsniveau uden væsentligt øget afsætning. Såfremt der er tale om brancher bestående af få store virksomheder, kan der derfor være tale om, at virksomhederne indgår aftaler og sparer (dele af) de ressourcer, der ellers ville være anvendt til produktforbedrende FoU med henblik på at vinde markedsandele. I dette tilfælde må man således forvente at øget konkurrence

(og dermed mindre monopollignende forhold) fører til en øget FoU-indsats i den enkelte virksomhed, idet aftaler mellem virksomheder er vanskeligere at indgå, jo flere virksomheder, der er i den konkrete branche.

Endelig skal det nævnes, at andre teoriretninger fokuserer på de såkaldte 'first mover' - fordele, der opstår i kølvandet på innovationer enten i form af økonomiske gevinster eller patenter, se Scherer (1967). I disse modeller bestemmes virksomhedens optimale innovationshastighed som et valg mellem disse fordele og stigende marginale omkostninger forbundet med implementeringen af øgede FoU-investeringer pr. tidsenhed. I modellerne fås typisk, at øget konkurrence op til et vist niveau fører til øget omfang af FoU i den enkelte virksomhed. Men i takt med at antallet af virksomheder øges og konkurrencen dermed vokser, mindskes også sandsynligheden for eksistensen af og varigheden af 'first mover' gevinsterne.

Sammenfattende gælder altså, at den økonomiske teori ikke giver et entydigt svar på, hvordan markedsstruktur og konkurrenceforhold påvirker omfanget af forskning og udvikling. Samlet vurderet kan der vel argumenteres for, at FoU-indsatsen kan være mindst i yderpunkterne, dvs. hvor der enten er fuldkommen konkurrence, eller hvor der stort set er monopollignende markedsformer. Ind imellem findes en række markedsformer med mere begrænset konkurrence, hvor FoU-indsatsen i gennemsnit forventes at være størst.

Vendes blikket mod empiriske undersøgelser af spørgsmålet, operationaliseres konkurrenceforholdene i reglen ved et markeds koncentrationsindeks, hvorved forstås den del af branchens salg, som de (i reglen) 4 største virksomheder står for.<sup>10</sup> Under monopol er dette koncentrationsindeks således lig 1, medens markeder med mange små virksomheder - altså fuldkommen konkurrence - giver en lav værdi, tæt på 0. Ud over denne variabel kan der også argumenteres for at bruge virksomhedens egen markedsandel som indikator for dens konkurrencemæssige position, eftersom samme koncentrationsgrad kan dække over forskellige fordelinger af de individuelle markedsandele. Endelig indgår virksomhedens absolutte størrelse i reglen som selvstændig forklaringsfaktor og som det mest direkte test på Schumpeters hypotese.

De fleste empiriske studier finder en positiv sammenhæng mellem markeds koncentration og forskningsintensitet, dvs. internt finansierede FoU-udgifter i procent af omsætningen.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Den såkaldte '4-firm concentration ratio', se f.eks. Scherer & Ross (1990). Et lignende mål er Herfindahl-indekset, hvilket anvendes i nærværende analyse. Indekset beregnes for hver af de respektive brancher som summen af de tilhørende virksomheders kvadrerede markedsandele. Anvendelse af kvadrerede markedsandele indebærer, at de største virksomheder tillægges relativt større vægt. Indekset er på grund af datamæssige begrænsninger ikke korrigeret for import-penetring. I stedet inddrages - på brancheniveau - importkvoter for de brancher virksomhederne tilhører.

<sup>11</sup> Se f.eks. Dilling-Hansen (1998) eller Scherer & Ross (1990) for en oversigt over empiriske studier af markedsstrukturens betydning.

Ikke-linearitets problemet, som blev nævnt ovenfor testes i reglen ved at antage en parabellignende sammenhæng mellem markedskoncentration og forskningsintensitet (i litteraturen benævnt som det 'omvendte U'). Denne sammenhæng viser sig i flere studier - baseret på branchedata - at være signifikant. Den maksimale FoU-intensitet findes i reglen ved en værdi af (4-firm) koncentrationsindekset på 50-60%. Relationen bliver dog ret usikker, når der samtidigt korrigeres for uobserverede forskelle brancherne imellem., se f.eks. Scott (1984) samt Levin m.fl. (1985).<sup>12</sup>

Hvad angår den direkte indflydelse fra virksomhedens størrelse, viser de fleste studier, at tilbøjeligheden til at investere i FoU vokser med virksomhedens størrelse, hvor størrelse i reglen måles ved enten antallet af ansatte eller summen af dens aktiver. Dernæst er der enighed om, at virksomhedens FoU-udgifter vokser monotont med virksomhedsstørrelsen. Til gengæld er de empiriske erfaringer noget mere varierende mht. denne sammenhængs konkrete udseende, altså hvorvidt virksomhedens FoU-udgifter vokser progressivt med stigende virksomhedsstørrelse.<sup>13</sup>

Dilling-Hansen m.fl. (1998) har analyseret sammenhængen mellem FoU og konkurrenceforhold på danske data for årene 1993 og 1995. Analyserne er foretaget både ved hjælp af data opgjort på brancheniveau og med data, hvor den enkelte virksomhed er analyseenheden. Der er opstillet en samlet økonomisk model til forklaring af omfanget af virksomhedernes/branchernes forskningsintensitet. Der tages altså højde for effekten af forskellige forklarende faktorer på een gang. Modelkørslerne er vist i bilag 1-3, hvor bilag 1 rummer analyser baseret på aggregerede branchedata, medens bilag 2 og 3 viser modelresultater for analyser baseret på virksomhedsdata. Bagest i rapporten findes en liste over de variable, der anvendes i modellen (Variabelliste).

Brancheestimationene, som har den fordel, at de i mindre grad end virksomhedstallene rummer tilfældigt 'støj', er foretaget for 284 brancher, omfattende industri, bygge- og anlægssektoren, handel, transport, kommunikation, finansiel virksomhed samt øvrig erhvervs-service. Bilag 1 viser, at der er en signifikant omvendt-U sammenhæng mellem FoU-intensitet og markedskoncentration<sup>14</sup>. Den værdi af markedskoncentrationsindekset, der giver den maksimale FoU-intensitet, ligger stabilt i intervallet 55-60% , hvilket er i rimelig overensstemmelse med f.eks. amerikanske undersøgelser.

---

<sup>12</sup> Korrektion for uobserveret heterogenitet imellem brancher foretages i reglen ved at indlægge dummy (niveau) variable for hver enkelt branche i den økonomiske model. Denne variabel fanger i princippet den samlede effekt af de i modellen udeladte forklarende variable.

<sup>13</sup> Se Cohen & Klepper (1996) for en oversigt over empiriske studier af sammenhængen mellem virksomhedsstørrelse og FoU.

<sup>14</sup> Koncentrationsvariablen er indbygget i modellen som en parabel.

Modelberegninger foretaget med udgangspunkt i den enkelte virksomhed tester de teoretiske sammenhænge mere direkte, eftersom teorierne netop er formuleret på virksomhedsniveau. Modellen er her opdelt i to trin. Det antages, at virksomheden først bestemmer om den vil investere i FoU (modellen i bilag 2). Dernæst, givet dette er tilfældet, er der formuleret en model (bilag 3), der søger at forklare omfanget af dens investeringer i FoU. Datagrundlaget for beregningerne i bilag 3 omfatter således kun virksomheder, der investerer i FoU.<sup>15</sup>

Modellen i bilag 2, der således viser første trin i beslutningsprocessen afslører, at firmastørrelse og dens andel af de danske virksomheders omsætning (i det følgende benævnt 'markedsandel')<sup>16</sup> spiller en ret entydig rolle for virksomhedens tilbøjelighed til overhovedet at investere i FoU. Såfremt virksomhedens størrelse måles ved dens samlede aktivmasse, er der således en klar positiv effekt på sandsynligheden for, at virksomheden har internt finansierede FoU-udgifter. Det samme gælder betydningen af voksende andel af branchens salg. Modelberegningerne viser, at større markedsandel øger sandsynligheden for at virksomheden har internt finansieret FoU. Størrelsesordenen af denne effekt er i hovedtræk stabil; omend signifikansniveauet svinger lidt.

Bilag 3 viser resultatet af modelberegninger for de virksomheder, som investerer i FoU, og forklarer omfanget af internt finansieret FoU. Disse beregninger viser, at stigende markedskoncentration øger omfanget af FoU. Jo mere dominerende de store virksomheder er i branchen, desto mere er virksomheden således nødt til at investere i FoU. Til gengæld viser modellen også, at en forøgelse af virksomhedens egen markedsandel formindsker FoU-intensiteten - op til et vist niveau.<sup>17</sup>

Betydningen af virksomhedsstørrelse er belyst ved at inddrage antallet af ansatte i modellen. Selv om de store virksomheder har de højeste udgifter til FoU, viser estimationerne, at stigende virksomhedsstørrelse påvirker FoU-intensiteten negativt. Denne effekt er dog begrænset statistisk signifikant.

---

<sup>15</sup> I beregningerne er anvendt 'Heckmanns 2-stage least square'-estimator, hvorved der er korrigeret for potentielle selektionsproblemer i modellen. Se i øvrigt Førre (1997), som bruger en lignende angrebsvinkel i en analyse af sammenhængen mellem FoU-intensitet og virksomhedsstørrelse i Norge.

<sup>16</sup> På grund af datamæssige begrænsninger er begrebet 'markedsandel' operationaliseret som virksomhedens salg målt i forhold til de øvrige danske virksomheders salg for hver af de respektive industribrancher målt på Nace 4-ciffer niveau. Set i forhold til den normale opfattelse af begrebet markedsandel, kan det anvendte mål således kun give en grov indikation af virksomhedens størrelse på markedet. Betydningen af eksport og importkonkurrerende salg på det danske marked, er der søgt taget højde for ved inddragelse af mål for de respektive branchers eksport/importkvoter.

<sup>17</sup> Effekten af øget markedsandel er i modellen specificeret som en parabel. Den værdi, der giver den mindste FoU-intensitet, er imidlertid noget usikker. Eksperimenter med modellen gav minimumsværdier for parabelen i intervallet 50-100%. Hvor det således er signifikant, at øget markedsandel mindsker FoU-intensiteten, er det noget usikkert om effekten vender fortegn, når markedsandelen vokser tilstrækkeligt.

Ved at virksomhederne efterfølgende er opdelt i størrelseskategorier, elimineres den generelle effekt af virksomhedsstørrelse. Modellen viser herefter, at det er virksomheder med mindst 100 ansatte, der skiller sig ud - negativt.<sup>18</sup> Målt pr. omsætningskrone forskes og udvikles der altså relativt mest i de mindre virksomheder.

Samlet gælder altså, at det er mere sandsynligt at store virksomheder investerer i FoU end tilfældet er for små virksomheder. Forklaringen herpå er som nævnt ovenfor formentlig en kombination af risikoaversion og forventet højere pay-off af FoU-investeringen. Men blandt de virksomheder, der faktisk udfører FoU, er omfanget heraf relativt størst blandt de små virksomheder. Dette resultat er i hovedtræk i overensstemmelse med Førre (1997) og Vossen (1998), som foretager lignende analyser på henholdsvis norske og hollandske data.

En stor andel af små virksomheder kan således ikke umiddelbart anvendes som forklaring på den lidt lave danske FoU-indsats på makroniveau. Samtidigt giver de danske resultater altså heller ikke udelt støtte til Schumpeters hypotese - strengt fortolket.

#### 4.2 Adgangsbarrierer

Ved adgangsbarrierer forstås, at der eksisterer nogle markedsmæssige, institutionelle eller produktionstekniske sammenhænge, som indebærer en form for naturlig beskyttelse for de virksomheder, som allerede er i branchen mod indtrængning af nye virksomheder. Som eksempel på institutionelle adgangsbarrierer kan nævnes den beskyttelse, der ligger i offentlige koncessioner, patenter o. lign. Markedsmæssige adgangsbarrierer kan bestå i 'first-mover' fordele, mærkevareeffekter eller virksomhedens størrelse, jf. ovenfor. Produktionstekniske adgangsbarrierer forekommer f.eks. i forbindelse med eneadgang til råvarer eller halvfabrikata, know-how eller faldende enhedsomkostninger i takt med øget produktion. Her fokuseres alene på sidstnævnte faktor.

Såfremt der skal et betydeligt produktionsomfang til for at producere med de lavest mulige enhedsomkostninger, kan dette i sig selv forhindre at nye virksomheder går ind på det pågældende marked - alene ud fra en investeringsrisiko betragtning. Det produktionsniveau, der indebærer de lavest mulige styk-omkostninger, kaldes i den økonomiske litteratur for 'minimum efficient scale' (MES). Jo højere dette niveau er - i en bestemt branche - jo bedre beskyttelse nyder branchens nuværende virksomheder mod konkurrence udefra. En høj MES kan med andre ord tjene som et substitut for et højere FoU aktivi-

---

<sup>18</sup> Oprindeligt blev virksomhederne opdelt i følgende kategorier 0-19, 20-49, 50-99, 100-499 samt +500 ansatte. Kun de to sidstnævnte kategorier gav signifikante og ens effekter, iøvrigt af samme størrelse. Modellen i bilag 3 er således slutresultatet af en serie eksperimenter med kategoriseringer af virksomhedens størrelse.

tetsniveau. Så længe virksomheden føler sig sikret mod indtrængning af nye virksomheder, har den ikke helt så stort et incitament til at anvende yderligere ressourcer på f.eks. FoU.<sup>19</sup>

Modellen i bilag 2 indeholder ikke MES, fordi forskellige eksperimenter med modellens form ikke gav stabile og signifikante resultater.<sup>20</sup> Høje indtrængningsbarrierer påvirker således ikke sandsynligheden for at virksomheden investerer i FoU. Derimod fås den ventede negative effekt på omfanget af virksomhedernes FoU, se bilag 3. Denne effekt er stabil og negativ, også selvom sammenhængen studeres på brancheniveau; men den er dog ikke statistisk signifikant her, jf. bilag 1.

Modellernes resultater på dette punkt er altså lidt varierende. Men alt i alt peger beregningerne i retning af, at højere indtrængningsbarrierer virker som substitut for FoU. Dette resultat er i overensstemmelse med flere udenlandske undersøgelser, se i øvrigt Dilling-Hansen m. fl. (1998) for en oversigt.

#### 4.3 Indtjening og soliditet

Økonomiske midler investeret i forskning og udvikling kan opfattes som en form for uhåndgribelige aktiver, hvilket givetvis gør det vanskeligere at finansiere FoU med fremmedkapital. Dertil kommer, at FoU normalt afskrives samme år udgiften afholdes, hvorfor investeringen ikke optræder på aktivsiden i regnskabet. Derfor finansieres FoU formentlig i større grad med egne midler end tilfældet er for investering i fysisk kapital som f.eks. maskiner og bygninger. Mange virksomheder foretrækker desuden selv at finansiere FoU - med egen likviditet - frem for med lånt kapital, eftersom afkastet af FoU-investeringer er mere usikker og har en længere pay-off periode end tilfældet er for traditionelle investeringer.<sup>21</sup> Endelig gælder, at det ligefrem kan være vanskeligt at skaffe lånekapital til FoU-investeringer ud fra en simpel risikobetraktning set fra långivers side.

Måling af virksomhedens mulighed for selv at finansiere FoU-investeringer operationaliseres i reglen ved det årlige overskud. Jo større indtjening, jo bedre mulighed for selv at finansiere FoU. Et mere naturligt mål forekommer imidlertid at være virksomhedens soliditet, målt som egenkapitalen i procent

---

<sup>19</sup> *Minimum efficient scale estimeres for hver branche på Nace 4-ciffer niveau ved hjælp af omsætningen for branchernes virksomheder. Fastsættelse af det aktivitetsniveau, der svarer til de mindste stykomkostninger er naturligvis forbundet med en betydelig usikkerhed. I flere empiriske undersøgelser approximeres MES med gennemsnits- eller medianomsætningen i den konkrete branche. I nærværende projekt tyder eksperimenter på, at det omsætningsniveau, der svarer til nederste decil i fordelingen for omsætningen, bedst approximerer MES. Det skal desuden bemærkes, at MES beregnes på et væsentligt mere omfattende datasæt end forskningsstatistikens 2500 virksomheder, jf. Dilling-Hansen m.fl. (1997).*

<sup>20</sup> *Udelukkelse af MES i probit-ligningen i bilag 2 er ud over problemerne med signifikans og instabilitet også begrundet i selve estimationsmetoden, der stiller krav om at der i modellen i bilag 3 indgår forholdsvis betydende variable, der ikke er indeholdt i modellen i bilag 2.*

<sup>21</sup> *Disse synspunkter fremhæves bl.a. af Niininen (1997) samt Hall (1992).*



af balancesummen. Jo bedre soliditet desto større sikkerhed for potentielle långivere, og jo bedre lånebetingelser. Dertil kommer, at øget soliditet øger muligheden for, at virksomheden selv kan finansiere en del af FoU-investeringen.

Anvendelse af virksomhedens overskud, f.eks. i form af egenkapitalens forrentning, som indikator for virksomhedens cash-flow og dermed dens mulighed for finansiering af FoU har den ulempe, at egenkapitalens forrentning også kan anvendes som en indikator for konkurrencesituationen, jf. f.eks. Kamian & Schwartz (1982) samt Lunn & Martin (1986). Såfremt virksomheden sælger sine produkter på markeder med hård priskonkurrence, vil der ofte være lavere indtjening. Virksomhedens naturlige strategi kan under disse forhold være at forske og udvikle som led i en produktdifferentieringsstrategi med henblik på at sælge flere varer til en højere pris end konkurrenterne gør. I så fald fås den omvendte sammenhæng, nemlig at lavt overskud medfører højere FoU-indsats. I samme retning trækker, at profitable virksomheder nok har midlerne til at betale for FoU, men ikke umiddelbart incitamenterne.

Betydningen af soliditet og indtjening er undersøgt i de estimerede modeller, der er vist i bilagene. Sandsynligheden for at virksomheden har internt finansieret FoU, afhænger positivt af stigende soliditet, og omvendt gælder, at sandsynligheden aftager med stigende indtjeningsniveau. Førstnævnte effekt er statistisk signifikant og i øvrigt relativt stabile størrelsesmæssigt, jf. bilag 2. Derimod er der lidt mere usikkerhed forbundet med effekten af indtjeningsniveauet. De insignifikante sammenhænge kan tages som udtryk for, at flere af de omtalte modsatrettede effekter ophæver hinanden.

Når det drejer sig om at forklare omfanget af virksomhedens FoU viser bilag 3, at blandt de virksomheder, der investerer i FoU, er det de mest solide, der forsker og udvikler mest, hvilket er i overensstemmelse med argumentationen ovenfor og tilsvarende amerikanske og finske resultater.<sup>22</sup> Virksomheder med størst indtjening har den mindste forskningsintensitet. Denne effekt er stabil og statistisk signifikant, såvel i virksomheds- som brancheestimationerne, hvilket svarer til Lunn & Martin's (1982) resultater på amerikanske data - at højere indtjening medfører lavere incitament til investering i FoU.

#### **4.4 Ejerform og alder**

Afkastet til investeringer i FoU viser sig i reglen på lidt længere sigt, og som nævnt tidligere må afkastet anses for at være behæftet med større risiko end tilfældet er for andre typer af investeringer. I selskabsformer med begrænset hæftelse (aktieselskaber og Aps'er) er den erhvervmæssige risiko

---

<sup>22</sup> Se Hall (1992) og Niininen (1997).

begrænset til selve selskabet, i modsætning til situationen for personligt ejede selskaber. Risikoaversion og lang pay-off periode forventes derfor at begrænse FoU-indsatsen i personligt ejede selskaber i forhold til sammenlignelige selskaber organiseret som f.eks. aktieselskaber.

Omvendt gælder, at direktionen kan have relativt stor magt i A/S'er med en stor og spredt ejerkreds. I så fald kan den daglige ledelse føle sig fristet til at erstatte den langsigtede profit-maksimering (hvilket måske ville indebære betragtelige investeringer på kort sigt i bl.a. FoU), med en mere kortsigtet strategi, der umiddelbart øger indtjeningen. På kort sigt ville en sådan strategi øge virksomhedens overskud, og tegne et positivt billede af ledelsens succes. Såfremt denne effekt også er af betydning, kan der ikke forventes nogen synderlig virkning af forskellige ejerformer.

Modelberegningerne på de danske tal viser, at aktieselskaber i 1995 havde større sandsynlighed for at investere i FoU end andre virksomheder, jf. bilag 2. Til gengæld kunne der ikke konstateres signifikante effekter i retning af større FoU-indsats blandt de A/S'er, som havde interne udgifter til FoU. Medens ejerformen således synes at have betydning for virksomhedernes beslutning om at vælge FoU, påvirkes omfanget til gengæld ikke. Her kan givetvis anvendes en analog argumentation, som for virksomhedsstørrelse. Som nævnt ovenfor afholder de mest risiko-averse virksomheder sig i størst grad fra investeringer i FoU, dvs. de personligt ejede selskaber. Men hvis endelig et personligt ejet selskab tilhører kredsen af virksomheder, der investerer i FoU, er risikoaversionen ikke større end for A/S'erne.

Noget lignende fås for betydningen af virksomhedens alder. Eksperimenter med modellen i bilag 2 viste, at virksomhedens alder ikke har betydning for, om virksomheden investerer i FoU. Men såfremt virksomheden faktisk udfører FoU, er FoU-intensiteten signifikant højere jo yngre virksomheden er, jf. bilag 3. Forklaringen herpå er givetvis, at yngre og dermed nyetablerede virksomheder har et relativt højt vækstpotentiale og dermed større incitament til FoU.<sup>23</sup>

#### 4.5 Finansieringsforhold

I dette afsnit analyseres samspillet mellem internt og eksternt finansieret FoU. Ved ekstern finansiering forstås, at virksomhedens udgifter til FoU betales af andre end virksomheden selv, f.eks. via tilskud fra offentlige råd, fonde, EU eller af andre virksomheder. Internt finansieret FoU er den del af FoU-udgifterne, virksomheden selv betaler.<sup>24</sup>

---

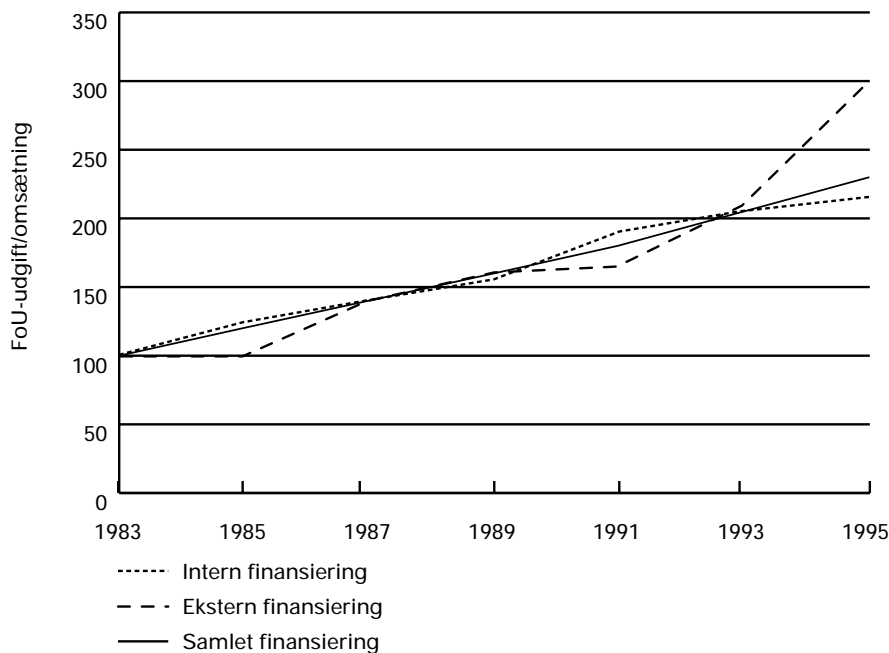
<sup>23</sup> Se Baldwin (1995).

<sup>24</sup> Se afsnit D i det originale spørgeskema, side 142, Forskningsministeriet (1997).

I 1995 udgjorde den eksterne finansiering 2.9 mia. kr. i de private byerhverv, hvilket svarer til ca. 1/4 af den samlede finansiering af FoU i og udenfor egen virksomhed. Den eksterne finansiering fordelte sig med 2/3 fra erhvervslivet selv, samt med 1/3 fra offentlige kilder, EU samt organisationer i øvrigt.

Figur 5 viser udviklingen i den private FoU-finansiering gennem 80'erne og den første halvdel af 90'erne. Medens den eksterne finansiering tidligere lå på et ret stabilt niveau - omkring 80% af den samlede FoU-udgift - er situationen i de senere år ændret således, at den eksterne finansiering er vokset stærkere end den interne. Dette ses tydeligt af figuren, hvor den eksterne og interne finansiering stiger ret ens indtil 1991. Herefter er den eksterne finansiering vokset relativt kraftigt.

Figur 5. Realudviklingen i finansieringen af FoU, 1983-1995, indeks 1983=100.



Kilde: Forskningsministeriet (1997), s. 17.

Sammenhængen mellem internt og eksternt finansieret FoU er ikke helt entydig. I princippet kan man således forestille sig, at ekstern finansiering 'aflaster' virksomhederne for FoU-udgifter, som de ellers selv havde været villige til at betale. I så fald kan eksternt og internt finansieret FoU opfattes som substitutter. Men den modsatte virkning er givetvis mere sandsynlig, nemlig at ekstern finansiering af FoU påvirker virksomhedens afkast af internt finan-

sieret FoU positivt og sætter virksomheden i stand til at gennemføre projekter, der ellers ikke ville være gennemført. Er dette tilfældet, øger ekstern finansiering virksomhedens interne finansiering af FoU.

Tabel 3 indeholder betingede sandsynligheder for internt finansieret FoU for de virksomheder, der i 1991 havde udgifter til FoU. Virksomhederne er dernæst opdelt efter, om de havde ekstern finansiering af FoU i 1991. I lighed med tabel 1 og 3 bygger de følgende tabeller udelukkende på 'store' virksomheder.

Tabellen viser, at såfremt virksomheden i 1991 modtog ekstern FoU-støtte, er sandsynligheden for, at den selv finansierede FoU i 1993, ca. 84%. Og føres denne gruppe af virksomheder videre til 1995, vokser sandsynligheden for, at den har internt finansieret FoU, til hele 93%.

**Tabel 3. Sandsynlighed for at virksomheden selv finansierer forskning og udvikling, givet tidligere status, procent.**

	Frekvens	Sandsynlighed for intern finansieret FoU i 1993 givet status i 1991	Sand. for intern fin. FoU i 1995, givet intern fin. FoU i 1993>0
Eksternt fin. FoU, 1991=0	60.2	72.5	83.5
Eksternt fin. FoU, 1991>0	38.8	84.1	93.4
<b>Antal virksomheder</b>	<b>367</b>		

Anmærkning: Tabellen indeholder kun virksomheder, der havde internt finansieret FoU i 1991.

Men betragter man tallene i tabellens øverste række fremgår det også, at blandt virksomheder, der ikke modtog ekstern støtte i 1991 og i øvrigt samme år selv finansierede deres forskning, er der en ganske stor sandsynlighed for at investere i FoU i 1993; ca. 72-73%. Og blandt disse virksomheder havde hele 83-84% intern finansieret FoU i 1995. Med andre ord synes tidligere ekstern finansiering af FoU ikke i særlig høj grad at påvirke sandsynligheden for, at virksomhederne forsker mere vedvarende. Sammenlignes den øverste række i tabel 3 med den tilsvarende i tabel 1, er det derimod tydeligt, at den afgørende faktor for FoU-sandsynligheden i 1993 er, hvorvidt virksomheden rent faktisk selv finansierede FoU i 1991.

Tabel 4 viser, i hvor høj grad det er de samme virksomheder, der over tiden modtager eksternt finansieret FoU. Blandt de virksomheder, der i 1991 modtog ekstern FoU-støtte, er sandsynligheden for i 1993 fortsat at modtage FoU-støtte 57-58%. Hvis virksomheden modtog FoU-støtte såvel i 1991 som 1993

vokser sandsynligheden i 1995 til omkring 82%. Til gengæld er det kun knap 1/5 af de virksomheder, der ikke udførte eksternt finansieret FoU i 1991, som i 1993 rent faktisk havde eksternt finansieret FoU. Men hvis denne gruppe af virksomheder modtog ekstern finansiering i 1993, er sandsynligheden for ekstern FoU-finansiering i 1995 dog vokset til 55-56%, hvilket stort set svarer til sandsynligheden for at have eksternt finansiering i 1993, givet at virksomheden modtog det i 1991. Førrige periodes støtte er altså betydningsfuld for opnåelse af ekstern støtte i indeværende periode.

Endelig bør den modsatte årsagssammenhæng kort kommenteres, nemlig at sandsynligheden for at opnå ekstern finansiering afhænger positivt af virksomhedens egen/tidligere FoU-indsats. Jo mere FoU-erfaring virksomheden kan dokumentere, jo mere sandsynligt er det givetvis, at f.eks. offentlige bevillingshavere vælger at støtte konkrete projekter.<sup>25</sup>

**Tabel 4. Sandsynlighed for eksternt finansieret FoU, givet tidligere FoU-status, procent.**

	Frekvens	Sandsynlighed for intern finansieret FoU i 1993 givet status i 1991	Sand. for intern fin. FoU i 1995, givet intern fin. FoU i 1993>0
Eksternt fin. FoU, 1991=0	60.2	19.7	55.8
Eksternt fin. FoU, 1991>0	38.8	57.6	81.9
	100.0		
<b>Antal virksomheder</b>	<b>367</b>		

Anmærkning: Tabellen indeholder kun virksomheder, der havde internt finansieret FoU i 1991.

Denne sammenhæng er belyst i tabel 5. Den første kolonne viser sandsynligheden for, at virksomheden modtager ekstern finansiering af FoU betinget af, at den havde/ikke havde internt finansieret FoU i perioden inden. Sandsynligheden for ekstern finansiering i 1993 ses at være ca. 3 gange så stor for virksomheder, der selv finansierede FoU i 1991, hvilket dog til dels skyldes, at en del af de virksomheder, der i 1991 ikke havde internt finansieret FoU, slet ikke havde nogen form for FoU-aktivitet - i 1993.

Dette forhold er der søgt korrigeret for i søjle 2, der alene rummer virksomheder, som i 1993 var forskningsaktive. Blandt denne gruppe af virksomheder afviger de betingede sandsynligheder for, at virksomheden modtager ekstern støtte til FoU ikke særlig betydeligt: 37,0% kontra 40,6%.

<sup>25</sup> Mere formelle kausalitetstest peger i retning af, at sandsynligheden for at virksomheden udfører internt finansieret forskning afhænger positivt af om virksomheden har opnået ekstern finansiering - og omvendt!

Noget lignende ses for 1993/1995 (søjle 3 og 4). Såfremt beregningen foretages på det samlede panel for 1993-1995 er sandsynligheden for eksternt finansieret FoU godt 4 gange så stor for virksomheder, der i 1993 havde intern finansieret FoU sammenlignet med virksomheder, der ikke selv finansierede FoU i 1993. Men korrigeres atter for eksistensen af forskningsinaktive virksomheder i 1995, kan der kun konstateres yderst beskedne forskelle i de beregnede sandsynligheder; 37% kontra 41%. Sammenfattende gælder altså, at virksomhedens tidligere forskningsaktivitet ikke synes at spille en særligt afgørende rolle for sandsynligheden for senere at opnå ekstern FoU-finansiering. Derimod spiller det en helt afgørende rolle, at virksomheden i støtteåret selv afholder en del af udgifterne. FoU-statistikken viser således, at såvel i 1993 som 1995 fandtes der ingen virksomheder, der havde eksternt finansieret FoU, samtidigt med at de finansierede en del af FoU-investeringen internt.

Sammenhængen mellem eksternt og internt finansieret FoU er desuden indbygget i den multivariate analyse, jf. bilag 1-3.<sup>26</sup> Ifølge modelberegningerne, der på dette punkt skal tages med noget forbehold (på grund af de kausalitetsproblemer, der er nævnt ovenfor)<sup>27</sup>, tyder det på, at eksternt finansieret FoU påvirker virksomhedens internt finansierede FoU positivt. Brancheanalyserne i bilag 1 viser således, at parameterskønnet til variabelen for ekstern finansiering er positiv. Modellen i bilag 2 estimerer sandsynligheden for, at virksomhederne udfører internt finansieret FoU. Her er den eksterne finansiering opdelt; statslig og øvrig ekstern støtte. Begge variable synes at have en positiv effekt på sandsynligheden for at virksomheden udfører internt finansieret FoU. Effekten af statslig finansieret FoU er en smule større end af den øvrige eksterne finansiering.

---

<sup>26</sup> I denne del af analyserne anvendes en lidt anderledes indbyrdes afgrænsning af begreberne intern og ekstern finansiering. Ekstern finansiering fra andre virksomheder i samme koncern betragtes således som intern finansiering. I forhold til de teoretiske argumenter ovenfor forekommer det ligegyldigt, hvorvidt f.eks. et datterselskab egenfinansierer FoU eller får tilført midlerne direkte fra moderselskabet. Der er formentlig lagt en samlet strategi for koncernen.

<sup>27</sup> Teknisk set kan kausalitetsproblemet løses ved at estimere et simultant probitligningssystem, der indeholder ligninger for såvel internt som for eksternt finansieret FoU. I takt med forbedring af instituttets datagrundlag, er det således hensigten senere at opstille og estimere et sådant modelsystem.

**Tabel 5. Sandsynlighed for at virksomheden har eksternt finansieret FoU, givet virksomhedens tidligere FoU-status, procent.**

	Frekvens (1991)	Sands. for eksternt finansieret FoU i 1993		Sands. for eksternt finansieret FoU i 1995	
		(1)	(2)	(3)	(4)
Intern fin. FoU i 1991=0	53.4	10.5	37.0		
Intern fin. FoU i 1991>0	46.6	29.9	40.6		
I alt (%)	100				
Antal virksomheder	(961)				
Intern fin. FoU i 1993= 0	58.9			7.2	37.0
Intern fin. FoU i 1993 >0	41.1			33.7	41.0
I alt (%)	100				
Antal virksomheder	(1045)				

- (1) Betinget sandsynlighed, beregnet for populationen af samtlige 961 virksomheder.  
 (2) Som (1) men kun for (448) virksomheder med positiv FoU i 1993.  
 (3) Betinget sandsynlighed, beregnet for populationen af samtlige 1045 virksomheder.  
 (4) Som (3) men kun for (474) virksomheder med positiv FoU i 1995.

Modellen i bilag 3, der udelukkende er baseret på virksomheder, som havde internt finansieret FoU i 1995, viser til gengæld, at omfanget af FoU i den enkelte virksomhed ikke påvirkes signifikant af øget eksternt finansieret FoU. En mulig forklaring på dette forhold kan være, at nok virker FoU-støtte i retning af, at flere virksomheder bliver FoU-aktive; men for virksomheder, som allerede har besluttet sig for at udføre FoU, vil ekstern støtte i en vis udstrækning kunne substituere egenfinansiering. Dette er ikke et unormalt problem med subsidier.

#### 4.6 Efterspørgselsforhold

Efterspørgselsforhold er vigtige af flere grunde. Først og fremmest forventes virksomhederne primært at anvende deres FoU-ressourcer på markeder, der er i vækst.<sup>28</sup> Optimistiske forventninger til udviklingen på disse markeder resulterer givetvis i større FoU-investeringer. Sammenhængen mellem markedsvækst og FoU-indsats er derfor positiv. I lighed med Lunn & Martin (1986), som analyserer denne sammenhæng på amerikanske data, findes der dog ingen signifikante effekter af markedsvækst på danske virksomheders FoU-indstats, jf. modelberegningerne i bilag 3.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Lunn & Martin (1986).

<sup>29</sup> "Markedsvækst" måles som væksten i branchens omsætning i forhold til forrige periode.

Betydningen af international handel er bl.a. behandlet hos Backstrøm & Wahlroos (1982) samt hos Lunn & Martin (1986). Der kan argumenteres for, at højere eksportandele øger virksomhedernes FoU-intensitet, eftersom det potentielle marked for dens produkter alt andet lige må anses for at være betydeligt højere end såfremt, der er tale om en ren hjemmemarkedsvirksomhed. Derfor forventes et højere afkast til FoU-investeringer jo større eksportandel, hvorfor FoU-investeringerne i disse brancher må forventes at være højere end i andre mere hjemmemarkedsorienterede brancher. Martin & Lunn (1986) finder ingen signifikant positiv sammenhæng på amerikanske data, og de danske resultater i bilag 2 og 3 tyder heller ikke på, at tilhørsforhold til en branche med høj eksportkvote har stor betydning for de danske virksomheders FoU-intensitet.<sup>30</sup>

Konsekvenserne af konkurrerende import er mere tvetydig. Umiddelbart reducerer eksistensen af konkurrerende import markedsconcentrationen, hvilket ud fra en Schumpeter-lignende tankegang skulle have en negativ effekt på virksomhedernes egen FoU-indsats, jf. afsnit 4.1. Omvendt indebærer øget import i en række tilfælde øget priskonkurrence, hvilket kan medføre at virksomhederne forsøger at konkurrere på andre parametre, f.eks. produkt-differentiering ved hjælp af FoU. I så fald er der grund til at vente en positiv sammenhæng mellem FoU-indsats og omfanget af konkurrerende import. Denne sammenhæng fremhæves af Wahlroos og Backstrøm (1982), som finder en positiv sammenhæng. Dvs. øget konkurrence fra udlandet medfører øget FoU i de indenlandske virksomheder. Såvel modellen i bilag 2 som bilag 3 synes at bekræfte denne sammenhæng for danske virksomheder. Sandsynligheden for at virksomhederne forsøger og udvikler er voksende med stigende importkvote i den branche virksomheden tilhører.<sup>31</sup>

I flere udenlandske undersøgelser inddrages koncentration på købersiden, dvs. spørgsmålet om virksomheden afsætter sine produkter til mange små aftagere eller til nogle få større agenter på markedet, se Farber (1981) samt Martin & Lunn (1986). Såfremt der i et marked kun er relativt få købere, har disse stor forhandlingsstyrke over de sælgende virksomheder. Sandsynligheden for, at den innoverende virksomhed formår at opnå hele den økonomiske gevinst fra dens egen FoU-indsats, bliver dermed mindre end ellers. Med høj køberkoncentration, dvs. få dominerende købervirksomheder, opnås som regel lavere priser og dårligere leveringsbetingelser end ellers. Incitamentet til at foretage FoU er derfor lavere for den sælgende virksomhed, eftersom den ikke forventes at opnå en særlig høj præmie for sin (måske risikobehæftede) investering i FoU. Derfor forventes en lavere FoU-indsats desto højere køberkoncentrationen er.

---

<sup>30</sup> Eksportkvoten måles, pga. datamæssige begrænsninger, på brancheniveau, som branchens eksport i procent af branchens produktionsværdi.

<sup>31</sup> Den konkurrerende importkvote måles for en given branche som den samlede import til Danmark fra den tilsvarende branche i udlandet, sat i procent af det danske markeds størrelse.



I bilag 1 er der gjort et forsøg på at vurdere effekten af køberkoncentration. Præcis viden herom stiller i princippet krav om data for hver virksomhed, hvilket næppe er fremkommeligt. Alternativt anvendes her en indikator for køberkoncentrationstendenser ved at måle hvor stor en del af branchens output, der leveres til andre erhverv. En større andel af branchens produktion, der går direkte som leverancer til andre producerende virksomheder, tages som udtryk for større sandsynlighed for køberkoncentration. Modellen i bilag 1 giver således et fingerpeg i retning af, at jo større andel af branchens omsætning, der går som underleverancer til andre erhverv, jo mindre er FoU-intensiteten.

## 5. Konklusion

Formålet med denne rapport har været at analysere omfanget af forskning og udvikling i danske virksomheder. Udgangspunktet for analyserne er således konstateringen af, at den private sektors FoU-niveau ligger på et forholdsvist lavt niveau, sammenlignet med f.eks. flere af de nordiske lande. Selv om det vises at erhvervslivets Fou-udgifter er vokset kraftigere end dansk økonomi som helhed, befinder FoU-udgiften sig stadigvæk på 1.4% af sektorens bidrag til landets bruttonationalprodukt, hvilket er en del lavere end f.eks. i Sverige, hvor erhvervslivet investerer 3.5% af dets bidrag til landets bruttonationalprodukt i FoU.

Den lidt lave FoU-indsats kædes ofte sammen med manglen på - i international sammenhæng - store danske koncerner. Men selv om over 50% af den private FoU-indsats i Danmark udføres af 27 virksomheder, peger analyserne alligevel ikke i retning af, at danske virksomheders størrelsesstruktur er hovedårsagen til den lidt lavere Fou-indsats. Målt på det overordnede plan (hovedbrancheniveau) viser analyserne, at FoU-udgiften i procent af omsætningen ikke varierer positivt med det gennemsnitlige antal ansatte pr. firma i branchen. FoU-udgifterne svinger desuden mellem 0.02% og 12% af omsætningen i brancherne. Denne del af papiret peger altså i retning af andre årsager til danske virksomheders lave FoU-aktivitet.

Der argumenteres på det teoretiske plan for, at der bør tages udgangspunkt i de enkelte virksomheders adfærd, samt at der opstilles en samlet model for virksomhedernes FoU-beslutning, der efterfølgende estimeres ved hjælp af multivariate teknikker.

Denne del af rapporten viser, at sandsynligheden for at virksomheden investerer i FoU vokser med antallet af perioder, hvori virksomheden tidligere har forsket og udviklet. Modelberegningerne forklarer virksomhedernes FoU

ganske tilfredsstillende. Især viser det sig at være afgørende, om virksomheden forskede og udviklede i forrige periode. For denne gruppe virksomheder ligger sandsynligheden for at investere i FoU på niveauet 75-85%, i modsætning 15%-20% for virksomheder, der ikke forskede og udviklede i forrige periode.

Det viser sig yderligere, at sandsynligheden for FoU vokser med virksomhedens størrelse, andel af branchens omsætning og økonomiske soliditet. Dertil kommer, at der er en positiv effekt på sandsynligheden for FoU i virksomheden, hvis den modtager ekstern finansiering af FoU, er et aktieselskab, eller tilhører en branche med konkurrerende import. Endelig er der i beregningerne kontrolleret for, at fremstillingsvirksomheder har en større tilbøjelighed til FoU end andre virksomheder. Alle de nævnte effekter er i god overensstemmelse med den økonomiske teori samt tilsvarende empiriske studier for andre lande.

Til gengæld viser analysen, at indtjeningsniveauet i virksomhederne ikke har nogen klar effekt på sandsynligheden for at udføre FoU. Det samme gælder, når der kontrolleres for, om virksomheden tilhører en eksportorienteret branche. Medens der i rapporten argumenteres for, at indtjeningsvariablen kan påvirke FoU-sandsynligheden såvel positivt som negativt, er det straks vanskeligere at retfærdiggøre den manglende signifikans for påvirkningen fra eksporten, bortset fra, at der kan være stor og skæv variation i de enkelte virksomheders eksportkvoter indenfor den enkelte branche. Oplysninger om den enkelte virksomheds eksport kunne forbedre analyserne.

Når der fokuseres på omfanget af FoU blandt de virksomheder, der rent faktisk udfører FoU, viser analyserne, at selv om de største virksomheder absolut set har de højeste FoU-udgifter, har de samtidig den laveste FoU-intensitet. Det samme gælder de ældste virksomheder. Med andre ord viser beregningerne, at små og nye virksomheder er relativt godt med, hvad angår FoU, set i forhold deres omsætning. Analyserne viser også, at i denne sammenhæng spiller ejerformen en mindre rolle, givet altså, at virksomheden har besluttet sig for at udføre FoU.

Desuden fås, at FoU-intensiteten vokser med stigende sælgerkoncentration på markedet men aftager, jo større andel den konkrete virksomhed selv har af branchens salg. Oligopol, dvs. et marked domineret af flere store virksomheder, synes altså at øge det relative omfang af FoU i virksomhederne; men jo mere den enkelte virksomhed dominerer markedet, desto mindre synes FoU-indsatsen at være. Dette resultat er i rimelig overensstemmelse med den bagvedliggende teoretiske argumentation i papiret.

Det samme gælder effekten af adgangsbarrierer til markedet. Her er fokuseret på begrebet 'minimum efficient scale' (MES), som angiver dét produktionsniveau, der mindst skal til i den enkelte virksomhed for at den producerer med lave enhedsomkostninger. Et højt MES-niveau virker som en naturlig beskyttelse for de eksisterende virksomheder, og analyserne viser da også, at højere MES giver lavere FoU-intensitet.

Markedsvækst, herunder graden af konkurrence fra udlandet/graden af eksportorientering i de respektive brancher virksomhederne tilhører, kan ikke påvises at have nogen effekt på omfanget af FoU. Igen gælder, at dette formentlig skyldes måleproblemer i de anvendte variable til beskrivelse af påvirkninger fra udlandet. Omfanget af ekstern finansiering har ligeledes heller ingen signifikant effekt. Medens FoU-støtte påvirker virksomhedernes beslutning om FoU positivt, er der således ingen påviselig effekt blandt de virksomheder, der allerede investerede i FoU. Dette er et normalt problem med subsidier – at de kun har en effekt på margenen!

Endelig gælder, at betydningen af indtjening og soliditet svarer til det forventede ifølge teorien. Større økonomisk soliditet i virksomheden medfører højere FoU-intensitet, medens lavere indtjening (her opfattet som en indikator for stærk konkurrence blandt virksomhederne) resulterer i samme effekt.

Alt i alt forklarer den økonomiske teori således omfanget af FoU i de danske virksomheder ganske pænt.

## Litteratur

Amemiya, T. (1984), 'Tobit Models: A Survey', *Journal of Econometrics* (24), p. 3-61.

Arrow, K. J. (1962), 'Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention', in *NBER: The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Forces*. Princeton: Princeton University Press.

Baldwin, J.R. (1995), 'The Dynamics of Industrial Competition: A North American Perspective', Cambridge University Press.

Capron, H. and Van Pottelsberghe de la Potterie, B. (1997), 'Public Support to Business R&D: A Survey and some new quantitative Evidence' in *OECD: Policy Evaluation in Innovation and Technology - Towards best practice*, p. 171-188.

Cohen, W.M. & Klepper, (1996), 'A Reprise of Size and R&D', *Economic Journal*, Vol.106 p. 925-951.

Danmarks Statistik: 'Firmastatistik 1995', SE:1997:15.  
Generel Erhvervsstatistik og handel.

Dilling-Hansen, M., Madsen, E. S. and Smith, V. (1997), 'Entry into Danish Manufacturing Industries', in: S. Laaksonen (ed.) *The Evolution of Firms and Industries*, p. 180-193, Statistics Finland.

Dilling-Hansen, M., Eriksson, T, Madsen, E. S. and Smith, V. (1998), 'Market structure, publicly and privately financed R&D spending. Empirical evidence for Denmark.' Paper presented at the 25th E.A.R.I.E conference in Copenhagen, august 1998.

Eurostat (1993) : 'Enterprises in Europe', Third Report, Luxembourg.

Farber, S. (1981), 'Buyer Market Structure and R&D Effort: A Simultaneous Equations Model', *Review of Economic and Statistics*, Vol. 68, p. 336-345.

Forskningsministeriet (1997): 'Erhvervslivets forskning og udviklingsarbejde – Forskningsstatistik 1995'.

Førre, Svein Erik (1997), 'Er store foretak mer forskningsintensive? En anvendelse av diagnostiske metoder', *Statistiscs Norway, Rapporter 97/11*.

- Griliches, Z. (1980), 'Returns to R&D expenditures in the private sector', p. 419-454 in Kendrick, J. W. and Vaccara, B. N. Conference in Economic Research in Income and Wealth: Studies in Income and Wealth, vol. 44. Chicago.
- Guellec D. and Ioannidis, E. (1997), 'Causes of fluctuations in R&D expenditures - A quantitative analysis', OECD, DSTI/EASD, mimeo 19 p.
- Hall, B. (1992), 'Investment and Research and Development at the firm level: Does the source of finance matter?', NBER Working Paper no. 4096, Cambridge MA.
- Heckman, J. (1976), 'The Common Structure of Statistical Models of Truncation, Sample Estimation for Such Models', *Annals of Economic and Social Measurement* (5), p. 475-492.
- Heckman, J. (1979), 'Sample Bias as a Specification Error', *Econometrica* (47), p. 153-162.
- Kamien, M. I. and Schwartz N. L. (1975), 'Market Structure and Innovation: A Survey'. *Journal of Economic Literature*, (13), 1-37.
- Kamien, M. I. and Schwartz N. L. (1982), 'Market Structure and Innovation', Cambridge University Press.
- Leibenstein, H. (1966), 'Allocative Efficiency vs. 'X-Efficiency''. *American Economic Review*, (56), p. 392-415.
- Levin, R. C., Cohen W. M. and Mowery D. C. (1985), 'R&D Appropriability, Opportunity, and Market Structure: New Evidence on Some Schumpeterian Hypotheses'. *American Economic Review*, (75, 2), p. 20-24.
- Levy, D. P. (1990), 'Estimating the impact of Government R&D', *Economic Letters*, Vol.32, p 169-173.
- Lunn, J. and Martin, S. (1986), 'Market Structure, Firm Structure, and Research and Development', *Quarterly Review of Economic and Business*, Vol. 26, p. 31-44.
- Needham, D. (1975), 'Market Structure and Firms' R & D Behaviour', *Journal of Industrial Economics*, (23), 241-55.
- Niininen, P. (1997), 'Technology Subsidies, R&D Investment and Productivity', in Laaksonen, S., *The evolution of Firms and Industries, Research Reports 223, Statistics Finland*, p. 340-351.

OECD (1993), The Frascati Manual.

OECD (1997 A), 'Main Science And Technology Indicators', Paris, 1997/2.

OECD (1997 B), 'Science, Technology and Industry - Scoreboard of indicators', Paris.

OECD (1998), 'The Stimulation Effect of Government Support to private R&D', DSTI/EAS/STP/NESTI discussion paper.

Scherer, F. M. (1967), 'Research and Development Allocation under Rivalry', Quarterly Journal of Economics, (71), 359-94.

Scherer, F. M. and Ross, D. (1990), 'Industrial Market Structure and Economic Performance', Houghton Mifflin, Boston.

Schmookler, J.(1966), 'Invention and Economic Growth', Cambridge: Harvard University Press.

Schumpeter, J. (1942), 'Capitalism, Socialism and Democracy', Harper & Row, 1942.

Scott, John T. (1984), 'Firm versus Industry Variability in R&D Intensity'. In: Zvi Griliches (ed.) 'R&D, Patents, and Productivity', The University of Chicago Press, Chicago and London.

Vossen, R.W. (1998), 'Strategic and tactical Decisions, sunk Costs and Firm Size Effects in R&D', Research report, 98B19, SOM, University of Gronigen.

Wahlroos, B. and Backström, M. (1982), 'R&D Intensity with Endogenous Concentration' Evidence, Empirical Economics, (7), 13-22.

## Datagrundlag og Variabelliste

### Datagrundlag:

Undersøgelsen baserer sig på Forskningsstatistikken for det private erhvervs-  
liv samt Center for Industriøkonomi's virksomhedsøkonomiske database. De  
enkelte virksomheder er i hvert datasæt i første omgang identificeret ved hjælp  
af deres SE-nummer. Efterfølgende er datagrundlaget, dvs virksomhederne i  
det sammenkørte datasæt, gennemgået med henblik på korrektion for fusioner,  
overtagelse af aktiviteter, delvist bortsalg etc. Analysen er herefter foretaget  
på et anonymiseret datagrundlag, hvori den enkelte virksomhed ikke kan  
identificeres.

### Variabelliste (alfabetisk):

**Age:** Virksomhedens alder, antal år

**Company-financed R&D expenditure:** Internt finansieret FoU i virksomheden.

**Dummy for export industry:** Niveauvariabel for branchens eksportkvote  
(eksport i procent af produktionsværdi). 1 for brancher med eksportkvote  
over medianværdien, 0 for brancher med eksportkvote under medianværdien.

**Dummy for externally funded R&D:** Niveauvariabel for virksomhedens eks-  
ternt finansierede FoU. 1 for virksomheder med ekstern FoU-finansiering,  
0 for andre virksomheder.

**Dummy for import industry:** Niveauvariabel for branchens importkvote  
(import i procent af produktionsværdi). 1 for brancher med importkvote over  
medianværdien, 0 for brancher med importkvote under medianværdien.

**Dummy for large firms:** 1 for virksomheder med mindst 100 ansatte, 0 for  
andre virksomheder.

**Dummy for manufacturing industries:** 1 for virksomheder der tilhører frem-  
stillingssektoren, 0 for virksomheder der tilhører andre brancher.

**Dummy for ownership:** 1 for A/S og ApS, 0 for andre typer af virksomheder.

**Dummy for publicly funded R&D:** Finansiering af virksomhedens FoU ved  
hjælp af statslige midler, målt i procent af omsætningen.

**Dummy for 1995:** 1 hvis observationen relaterer til 1995, ellers lig 0.

**Export rate:** Eksport i procent af produktionsværdien, branchevist.

**Externally funded R&D:** Eksternt finansieret FoU i procent af virksomhedens  
nettoomsætning.

**Financial solvency:** Virksomhedens egenkapital i procent af dens samlede aktiver.

**Firm size (log number of employees):** Virksomhedens størrelse målt ved antal ansatte.

**Firm size (log total assets):** Virksomhedens størrelse målt ved summen af dens aktivbalance.

**Growth rate of industry sales:** Procentvis vækst i omsætning i forhold til forrige periode, branchevist.

**Heckman's lambda:** 'Teknisk' variabel, der korrigerer for selv-selektionseffekter.

**Import rate:** Import i procent af det danske marked, branchevist.

**Intercept:** Konstantled.

**Log likelihood:** Overordnet statistisk mål for modellens sandsynlighed set på baggrund af de faktiske tal.

**Market concentration:** Salgskoncentrationsindeks af Herfindahl-typen. H måles for hver branche som (100 gange) summen de tilhørende virksomheders kvadrerede omsætningsandele i branchen. (Rummer branchen f.eks een virksomhed fås H lig 100. Rummer branchen 100 lige store virksomheder fås H lig 1).

**Market share:** Virksomhedens omsætning i procent af branchens omsætning (danske virksomheder).

**Minimum efficient scale:** Approximation af det produktionsomfang der mindst skal opnås for at producere effektivt i de enkelte brancher. Målt som (logaritmen til) 1.decil-omsætningsværdien for virksomhederne i de forskellige brancher.

**Normal scale parameter:** 'Test-størrelse' der angiver, at der er censurerede virksomheder i datasættet.

**Number of observations:** Antal virksomheder/brancher i analysen.

**Pearsons  $\chi^2$ -test (Goodness of fit):** Overordnet statistisk mål for modellens samlede sandsynlighed set på baggrund af de faktiske tal.

**R<sup>2</sup>(adj.):** Modellens samlede forklaringsgrad.

**Rent:** Overskud før skat i procent af virksomhedens egenkapital.

**Shipments to other industries:** Leverancer af rå- og hjælpestoffer samt halv-fabrikata til andre erhverv i procent af produktionsværdien, branchevist.



## Bilag 1. Regressionsanalyse af omfanget af internt finansieret FoU

Data for 284 brancher opgjort på Nace 4-ciffer niveau.

Tobit models of the R&D intensity. Dependent variable: Company-financed R&D expenditure in per cent of turnover. Sample: 284 industries, 1993, 1995.

	Basic model	Source of funding incl.	Rent included	MES, financial solvency incl.	Complete model
Intercept	8.9104 (3.5512)	8.5439 (3.3302)	9.1513 (3.300)	33.044 (14.920)	47.404 (15.578)
Dummy variable for 1995	-3.3227 (2.5745)	-2.5008 (2.4150)	-2.0512 (2.3917)	-1.9245 (2.3824)	-2.5923 (2.3928)
Externally funded R&D		1.8011*** (0.2815)	1.5725*** (0.2884)	1.5197*** (0.2884)	1.4927*** (0.2878)
Rent			-0.1101** (0.0359)	-0.1002*** (0.0365)	-0.0926*** (0.0364)
Financial solvency				-0.1261 (0.0817)	-0.0539 (0.0843)
Minimum efficient scale				-3.2688 (2.3581)	-2.0211 (2.3857)
Market concentration	0.4735*** (0.1772)	0.3833** (0.1664)	0.3900** (0.1648)	0.3962** (0.1651)	0.4646*** (0.1678)
Market concentration squared	-0.0041** (0.0017)	-0.0033** (0.0016)	-0.0034** (0.0015)	-0.0033** (0.0016)	-0.0038** (0.0016)
Export rate					0.0839 (0.0702)
Import rate					-0.3892*** (0.0886)
Shipment to other industries					-0.2301*** (0.0659)
Normal scale parameter	27.309 (1.025)	26.639 (0.9668)	25.323 (0.9545)	25.176 (0.9493)	24.973 (0.9461)
Log likelihood	-1704	-1685	-1681	-1677	-1665
Number of observations (non censored)	568 338	568 338	568 338	568 338	565 338

Notes: Numbers in brackets are standard errors of the estimated parameters. \*\*\* indicates that the estimated parameter differs significantly from zero at the 1% level of significance, \*\* at the 5% level and \* at the 10% level.

Kilde: Dilling-Hansen m.fl (1998)  
Variabelliste side 36-37.

## Bilag 2. Modeller for sandsynligheden for, at virksomheden investerer i FoU

(Afhængig variabel lig 1 hvis virksomhedens har internt finansieret FoU, ellers lig 0).

Probit model of company financed R&D expenditures, 1995.

(1=positive R&D expenditures, else= 0).

	Schumpeterian Models	Market share included	Financial constraints incl.	Source of funding incl.	Complete model
Intercept	-2.3749 (0.0213)	-1.6728 (0.3021)	-2.2010 (0.3571)	-1.9072 (0.3875)	-3.4190 (0.4649)
Firm size (log total assets)	0.1602*** (0.0187)	0.0919*** (0.0274)	0.0894*** (0.0277)	0.0495* (0.0300)	0.0933*** (0.0334)
Market share (log)		0.0777*** (0.0269)	0.0751*** (0.0272)	0.1148*** (0.0293)	0.0423 (0.0333)
Financial solvency (log)			0.1698*** (0.0583)	0.1423** (0.0622)	0.1104** (0.0639)
Rent			-0.0009*** (0.0006)	-0.0010 (0.0006)	-0.0005 (0.0006)
Dummy for Publicly funded R&D				2.5010*** (0.2540)	2.6288*** (0.2741)
Dummy for other externally funded R&D				2.2269*** (0.3865)	2.1750*** (0.4171)
Ownership. 1=Ltd., else 0.					0.7934*** (0.2086)
Dummy for manufacturing					0.2534** (0.1161)
Import rate					0.0081*** (0.030)
Export rate					0.0010 (0.0028)
Pearson $\chi^2$ -test (Goodness of fit)	1749.7 (P<0.497)	1253.6 (P<0.395)	1257.2 (P<0.353)	1200.0 (P<0.298)	1208.2 (P<0.673)
Log likelihood	-1012.4	-758.7	-753.8	-631.4	-598.9
Number of observations	1770	1252	1252	1252	1250

Notes: Numbers in brackets are standard errors of the estimated parameters. \*\*\* indicates that the estimated parameter differs significantly from zero at the 1% level of significance, \*\* at the 5% level and \* at the 10% level. If the modelled probabilities fit the data the Pearson  $\chi^2$ -statistics should be insignificant. Accordingly, a p-value equal to e.g. 0.492 (column 1) is strong evidence of a fairly good model fit.

Kilde: Dilling-Hansen m.fl (1998)  
Variabelliste side 36-37.

### Bilag 3. Regressionsanalyse af omfanget af internt finansieret FoU

Kun virksomheder der har internt finansieret FoU-udgifter.

OLS models including Heckman's  $\lambda$  to avoid sample selection problems.  
Company financed R&D expenditure in per cent of turnover, 1995.

	Basic model	Including concentra- tion squared and firm size categorized	Complete model
Intercept	24.306 (8.6509)	19.022 (8.6989)	14.488 (9.575)
Firm size (log number of employees)	-0.9485* (0.5441)	0.6090 (0.6872)	0.7595 (0.7071)
Dummy for large firms (number of employees >100)		-5.5602*** (1.6311)	-5.655*** (1.6420)
Market share (%)	-0.2045*** (0.0757)	-0.2983*** (0.1060)	-0.3055*** (0.1065)
Market share squared	0.0012 (0.0008)	0.0026* (0.0014)	0.0027* (0.0015)
Market concentration (%)	0.0844** (0.0405)	0.2000** (0.977)	0.1958** (0.0991)
Market concentration squared		-0.0019 (0.0014)	-0.0018 (0.0014)
Minimum efficient scale (log 1st decile-value of sales in industry)	-2.6459** (1.3355)	-2.6454** (1.3271)	-2.4495* (1.3850)
Rent	-0.0440*** (0.0106)	-0.0456*** (0.0105)	-0.0443*** (0.0106)
Financial solvency (log)	2.9784*** (0.8643)	3.3617*** (0.8576)	3.3002*** (0.8821)
Externally funded R&D			0.1134 (0.1490)
Age (log of years)	-1.7490*** (0.5520)	-1.8044*** (0.5446)	-1.8459*** (0.5482)
Dummy for ownership Ltd.=1, else 0.			2.8087 (2.8941)
Dummy for manufacturing industries	-3.8576*** (1.1966)	-3.4284*** (1.1939)	-4.9115** (2.0729)
Growth rate of industry sales (%)			-0.0008 (0.0011)
Dummy for import industry. (industry import rate > median import rate).			0.8703 (2.0095)
Dummy for export industry. (industry export rate > median export rate).			1.1299 (1.5019)
Heckman's $\lambda$	1.9869*** (0.5676)	1.7069*** (0.5690)	1.5038*** (0.5954)
Number of observations.	384	384	384
R <sup>2</sup> (adj.)	0.19	0.21	0.21

Notes: Numbers in brackets are standard errors of the estimated parameters. \*\*\* indicates that the estimated parameter differs significantly from zero at the 1% level of significance, \*\* at the 5% level and \* at the 10% level.

Kilde: Dilling-Hansen m.fl. (1998).  
Variabelliste side 36-37.

## Bilag 4. Branchefordeling af 'store' virksomheder i Forskningsstatistikken, 1991,1995 samt virksomheds- panelet 1991,1993,1995.

NACE	Branche	Antal virksomheder			Fordeling i procent		
		FoU stat. 1991	Panel 1991-95	FoU stat. 1995	FoU stat. 1991	Panel 1991-95	FoU stat. 1995
01-14	Landbrug, skovbrug, fiskeri og råstofudvinding	0	0	0	0	0	0
151+155	Kød og mejeriindustri	29	12	31	2.0	1.7	2.0
15 i øvr. + 16	Nærings- og nydelsesmiddelsindustri i øvrigt	75	31	49	5.0	4.3	3.2
17-19	Tekstil, beklædnings- og læderindustri	29	14	26	2.0	1.9	1.7
243	Fremstilling af maling, lak, trykfarver mv.	8	5	10	0.5	0.7	0.7
244	Medicinindustri	17	11	16	1.1	1.5	1.0
24 i øvr.	Kemisk industri i øvrigt	21	11	23	1.4	1.5	1.5
25	Gummi- og plastindustri	44	17	29	3.0	2.3	1.9
26	Sten- ler og glasindustri	28	12	25	1.9	1.7	1.6
27-28	Jern og metalindustri	87	45	72	5.9	6.2	4.7
293	Land- og skovbrugsmaskinindustri	28	8	13	1.9	1.1	0.9
29 i øvr.	Maskinindustri i øvrigt	158	65	173	10.6	9.0	11.3
30	Fremst. af kontormaskiner og edb-udstyr (slået sammen med 31)	60	36	51	4.0	5.0	3.3
31	Fremst. af elektrisk udstyr i øvrigt (slået sammen med 30)						
32.3	Fremst. af radio, fjernsyn mv. (slået sammen med 32 i øvr.)	66	28	52	4.4	3.9	3.4
32 i øvr.	Fremst. af telemateriel i øvrigt (slået sammen med 32.3)						
33 1	Fremst. af medikoudustyr (slået sammen med 33 i øvrigt)	77	32	102	5.2	4.4	6.7
33 i øvr.	Fremst. af måleinstr., optisk og fotografisk udstyr (sammen med 33.1)						
34-35	Transportmiddelindustri	28	15	29	1.9	2.1	1.9
20-23 + 36-37	Fremstillingsvirksomhed i øvrigt	113	57	117	7.6	7.9	7.7
40-41	El- gas, varme- og vandforsyning	16	10	14	1.1	1.4	0.9
45	Bygge og anlægsvirksomhed	76	38	69	5.1	5.2	4.5
51-52	Handel og reparation (NACE 50 , inkluderet)	146	74	170	9.8	10.2	11.1
60-64	Transport og kommunikation	18	9	63	1.2	1.2	4.1
72	Databehandlingsvirksomhed	107	47	109	7.2	6.5	7.1
73	Forskning og udvikling	10	5	21	0.7	0.7	1.4
742-743	Teknisk rådgivning og analyse	127	50	129	8.5	6.9	8.5
7 i øvr., + 8-9	Andre servicevirksomhed Andre virksomheder	59	41	76	4.0	5.7	5.0
	I alt, eksklusiv små virksomheder.	1486	725	1526	100.0	100.0	100.0

Kilde: Forskningsministeriet (1997).

## Bilag 5. Brancheomsætning, gns. virksomhedsstørrelse samt FoU-udgifter i egen virksomhed, 1995.

NACE	Branchebetegnelse	Antal firmaer	FoU-udgift (mio.kr)	Omsætning (mio.kr)	Antal fuldtids ansatte	FoU i % af omsæt.	Gns. fuldtidsans. pr. firma
01-14	Landbrug, skovbrug, fiskeri og råstofudvinding	94,859	23	78,443	33,351	0.03%	0.35
151-155	Kød og mejeriindustri	385	217	85,952	33,729	0.25%	87.61
15 i øvr. + 16	Nærings- og nydelsesmiddelsindustri i øvrigt	2,182	264	68,641	42,347	0.38%	19.41
17-19	Tekstil, beklædnings- og læderindustri	2,839	11	16,877	17,697	0.06%	6.23
243	Fremstilling af maling, lak, trykfarver mv.						
244	Medicinindustri	95	2,288	18,986	13,306	12.05%	140.06
24 i øvr.	Kemisk industri i øvrigt (inkl. 243)	399	245	17,363	11,589	1.41%	29.05
25	Gummi- og plastindustri	871	130	17,167	17,686	0.76%	20.31
26	Sten- ler og glasindustri	1,408	52	17,651	17,411	0.29%	12.37
27-28	Jern- og metalindustri	5,248	102	39,701	17,411	0.26%	3.32
293	Land- og skovbrugsmaskinindustri	471	76	4,371	5,185	1.74%	11.01
29 i øvr.	Maskinindustri i øvrigt	2,258	1,852	54,001	63,883	3.43%	28.29
30	Fremst. af kontormaskiner og edb-udstyr (slået sammen med 31)	1,824	306	16,882	15,665	1.81%	8.59
31	Fremst. af elektrisk udstyr i øvrigt (slået sammen med 30)						
323	Fremst. af radio, fjernsyn mv. (slået sammen med 32 i øvr.)	370	717	9,347	10,320	7.67%	27.89
32 i øvr.	Fremst. af telemateriel i øvrigt (slået sammen med 323)						
331	Fremst. af medikoudustyr (slåets sammen med 33 i øvrigt)	813	683	10,626	14,015	6.42%	17.24
33 i øvr.	Fremst. af måleinstr., optisk og fotografisk udstyr (incl. 331)						
34-35	Transportmiddelindustri	903	99	18,189	21,069	0.54%	23.33
20-23+ 36-37	Fremstillingsvirksomhed i øvrigt	4,740	93	38,578	42,937	0.24%	9.06
40-41	El- gas, varme- og vandforsyning	4,210	41	49,175	10,841	0.08%	2.58
45	Bygge og anlægsvirksomhed	28,247	24	100,113	121,927	0.02%	4.32
51-52	Handel og reparation (NACE 50 er inkluderet)	79,108	537	718,009	278,743	0.07%	3.52
60-64	Transport og kommunikation	11,418	259	101,866	65,183	0.25%	5.71
72	Databehandlingsvirksomhed	6,734	809	19,231	17,193	4.21%	2.55
742+743	Teknisk rådgivning og analyse	9,198	443	23,487	23,184	1.89%	2.52
7 i øvr. + 8-9	Servicevirksomhed i øvrigt*	51,543	1,279	68,890	78,743	1.86%	1.53

\*Inklusiv Teknologiske Serviceinstitutter.

Kilde: Forskningsministeriet (1997) samt SE 1997:15 : Firmastatistik, Danmarks Statistik 1997.

