



Analyseinstitut for Forskning

**Meromsætning hos danske
innovative virksomheder**

**Ebbe Krogh Graversen
Michael Mark**



Working papers 2003/3
Analyseinstitut for Forskning
ISSN 1399-8897

The Danish Institute for Studies in
Research and Research Policy
Finlandsgade 4
DK-8200 Aarhus N
www.afsk.au.dk

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	5
2. Den empiriske modellering	7
2.1 Omsætningsfunktionen	8
2.2 Meromsætningen	8
3. Det empiriske datamateriale	9
3.1 1999-samplet versus 2001-samplet	10
3.2 Sektorheterogenitet i data	12
3.3 Forklarende variable for meromsætningen	15
4. Estimationsresultater	17
4.1 Resultater af omsætningsfunktionen.....	18
4.2 Resultater af regressionen på meromsætningen	20
4.3. Andre modelleringer af meromsætning	25
4.3.1 Produkt- og procesorienteringen af virksomhedernes FoU-udgifter	26
4.3.2 Grundforskning og anvendt forskning i virksomhederne	28
4.3.3 Samarbejdspartneres indflydelse på virksomhedernes meromsætning ...	29
5. Konklusion	31
Referencer	32
Appendiks	34
A.1 Multipel imputation	34
A.2 Andre regressionsresultater for meromsætning	35

1. Indledning

Økonomisk vækst kædes ofte sammen med evnen til at være innovativ og fornyende. Virksomheder, der investerer i forskning og udvikling, FoU, eller mere bredt defineret i forskellige former for innovation antages at generere mere økonomisk vækst end andre sammenlignelige virksomheder. Samfundsafkastet af innovationsinvesteringerne er i flere sammenhænge fundet væsentlig større end det virksomhedsspecifikke afkast, jvf. for eksempel Smith (2001) for en oversigt.

Dette papir identificerer hvilke innovationsfaktorer, som påvirker virksomheders meromsætning, herunder om innovative virksomheder har en overnormal meromsætning end ikke-innovative virksomheder. I det omfang virksomhedsomsætning kan approksimere merværdi eller produktionsværditilvækst kan analyserne ses som et test af om innovative virksomheder har en højere meromsætning end ikke-innovative virksomheder, jvf. diskussionen i afsnit 2 og afsnit 3.2. Analyserne foregår i to trin: Først estimeres en approksimeret produktionsfunktion i form af en omsætningsfunktion for virksomhederne, som udgør datamaterialet i forskningsstatistikken for henholdsvis 1999 og 2001 fra Analyseinstitut for Forskning, jvf. AFSK (2001, 2003). I den approksimerede produktionsfunktion benyttes omsætning som den endogene variabel. I trin et isoleres den virksomhedsspecifikke meromsætning, som fejlleddet i regressionen af omsætningsfunktionen. I trin to forklares meromsætningen af de virksomhedsspecifikke innovationsprofiler, dvs. innovationstype, -udgift, og -ansatte m.fl.

At innovative virksomheder ikke umiddelbart har en overnormal omsætning kommer af, at det empiriske sample af virksomheder i undersøgelsen omfatter alle typer af private virksomheder. I en sådan sammenhæng vil handelsvirksomheder og automatiseret typeproduktionsvirksomheder med stor omsætning per medarbejder dominere med en overnormal omsætning. De innovative virksomheder vil derimod dominere, når der ses på den ilagte merværdi i form af eksempelvis viden eller ekspertise imellem input og output. Dette aspekt kan ikke analyseres yderligere i dette papir, da det empiriske datamateriale ikke indeholder den relevante information hertil.

Gennemgående findes det i papiret, at virksomhedernes forsknings-, udviklings- og innovationsprofil, Fol-profil, ikke entydigt forklarer deres meromsætning. Der er dog klare indikationer på, at innovative virksomheder har en højere meromsætning end ikke-innovative virksomheder. Analyserne indikerer endvidere, at innovationsaktiviteter snarere har en indirekte end en observerbar direkte effekt på virksomhedernes omsætningsvækst. Virksomheder med en stor omsætning per medarbejder vil nemlig have en høj meromsætning i omsætningsfunktionen, dvs.

værdi af fejlleddet. Virksomhederne med stor omsætning per medarbejder er typisk handelsvirksomheder, som ikke genererer stor merværdi mellem input og output i virksomheden. Videnintensive virksomheder genererer derimod ofte en lavere meromsætning, da de kan være meget arbejdskraftforbrugende, hvorved de oftere genererer en overnormal merværdi per medarbejder i stedet for en overnormal meromsætning. Det faktum at videnintensive virksomheder har relativ lav meromsætning men skaber høj merværdi, jvf. MVTU (2003), tages der højde for i analyserne ved at korrigerer for niveauforskelle mellem hovedsektorer, jvf. diskussionen i afsnit 3.2 og resultaterne i afsnit 4.3. Således vil resultaterne mht. meromsætningen kunne sammenlignes med andre resultater vedrørende totalfaktorproduktivitet.

De fundne resultater af analyserne modsiger således ikke en række makrobaserede empiriske resultater om positiv korrelation mellem investeringer i Forskning og Udvikling, FoU og vækst i totalfaktorproduktivitet, jvf. eksempelvis DØRS (1997), Smith (2001) eller Salter og Martin (1999). Konklusionen om at FoU øger den nationale vækst er givetvis også korrekt, men kausaliteten er både tidsmæssigt og strukturelt mere kompleks end en lineær sammenhæng mellem FoU og vækst i omsætning tilsiger. Denne kompleksitet beskrives bedst ved betydningen af velfungerende nationale innovationssystemer som defineret i eksempelvis Lundvall (1999). En sammenstilling af de tre teoretiske hovedskoler nævnt i Smith (2001) giver således også en ganske god beskrivelse af de mange faktorer som alle viser sig at medvirke i det komplekse net af kausalitetsretninger i innovationssystemet¹.

Dette papirs mikrobaserede modellering af virksomhedernes handlinger, illustrerer således betydningen af de indirekte effekter af innovationsaktiviteter frem for de direkte effekter, om end disse naturligvis er en forudsætning for eksistensen af de indirekte. Figur 2 viser dog eksempelvis, at FoU-aktive virksomheder i gennemsnit har en højere omsætning end ikke FoU-aktive virksomheder. Det gælder blot om at sammenligne sammenlignelige virksomheder; her sektoropdelt således at omsætning per medarbejder er sammenlignelig i de enkelte sektorkategorier.²

¹ De tre teoretiske hovedskoler er:

- 1) Den evolutionære teori, hvor institutionelle forhold og netværk tillægges stor værdi.
- 2) Det teknologi-økonomiske paradigme, hvor viden opbygges gennem investeringer i innovation.
- 3) Den dynamiske kapabilitetsskole, hvor human kapital tillægges stor værdi via det lærende individ, og hvor det dynamiske aspekt opstår ved kognitiv indlejring af rutiner i det enkelte individ, eksempelvis via "learning by doing"-processer.

² Allerede ved en relativt overordnet opdeling i sektorer reduceres problemerne ved at sammenligne handelsvirksomheder med stor omsætning per medarbejder med fremstillings- eller videnintensive virksomheder med lille omsætning per medarbejder betydeligt. Korrigeres der for sektorer, vil omsætning med en vis rimelighed kunne approksimere produktion, således at meromsætning kan fortolkes som totalfaktorproduktivitet.

I afsnit 2 præsenteres den anvendte empiriske modellering i to trin. Metoden differentierer sig i nogen grad fra andre analyser af innovations indflydelse på produktiviteten, men det skyldes primært den valgte to-trinsmetode samt anvendelsen af omsætning i stedet for merværdi. Afsnit 3 giver en beskrivelse af det anvendte datamateriale; herunder de markante forskelle mellem samplet fra 1999 og 2001. Endvidere præsenteres en række deskriptive oversigter over danske virksomheders meromsætning i afsnit 3.2. Endelig beskrives konstruktionen af de forklarende variable i analysen af de danske virksomheders meromsætning. Estimationsresultater fra omsætningsfunktionen præsenteres indledningsvist i afsnit 4 efterfulgt af resultaterne på estimationerne af meromsætning. Afsnittet afsluttes med en række hypotesetest inspireret af analyser af Parisi m.fl. (2002), Medda m.fl. (2003) og andre. Artiklen afsluttes med en opsummering og konklusion i afsnit 5.

2. Den empiriske modellering

I analyserne anvendes en approksimeret modellering for virksomheders produktion i form af en Cobb-Douglas produktionsfunktion i den oprindelige form specificeret i Solow (1956). Der har således ikke været anledning til et separat teoretisk afsnit omhandlende dette i papiret. Det skal dog bemærkes, at den valgte tilgang metodisk afviger lidt fra eksempelvis Smith m.fl. (1999, 2000). De inkluderer eksempelvis virksomhedernes nutidsværdi af deres akkumulerede FoU-kapital direkte i produktionsfunktionen og estimerer herfra FoUs indflydelse på produktiviteten i virksomhederne. I dette papir estimeres i stedet virksomhedernes overnormale omsætning, dvs. meromsætning, når der først korrigeres for input af kapital og arbejdskraft.³ Første trin er dermed at bestemme residualværdien i omsætningsfunktionen, dvs. meromsætningen. I andet trin estimeres, hvor stor en del af virksomhedernes meromsætning, som skyldes andre virksomhedsspecifikke karakteristika, herunder specielt de FoU-relaterede karakteristika udover FoU-kapitalen.

Dette afsnit beskriver hvorledes og på hvilket grundlag, de udførte analyser i papiret er baseret. Første trin, afsnit 2.1, omhandler omsætningsfunktionen hvorfra meromsætningen findes residualt og anvendes i andet trin, afsnit 2.2.

³ Virksomhedernes akkumulerede FoU-kapital er inkluderet i deres oplyste kapitalapparat og dermed inkluderet i estimatoren K i regressionen for omsætningen. Dette papir kan således ikke angive signifikansen af FoU-kapital for virksomhedernes omsætning.

2.1 Omsætningsfunktionen

I udgangspunktet estimeres en omsætningsmodel lig den produktionsmodel, som er defineret i Solow (1956). I en logaritmisk version af denne, hvor omsætningen estimeres som funktion af kapitalapparat og arbejdskraft, bliver residualet, ε , lig væksten i meromsætning $\{\varepsilon = \ln(\varepsilon')\}$ i boks 1}. For at korrigere for en teknologibaseret eller konjunkturbetinget middelvækst forskellig fra nul er der i den empiriske specifikation endvidere inkluderet en konstant, som efterfølgende kan inkluderes i niveauet for variabelen for meromsætningsvækst, $a + \varepsilon$.

Boks 1 Empirisk specifikation af den anvendte omsætningsfunktion

$$\begin{aligned} Y &= A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta \cdot \varepsilon' \\ \Updownarrow \\ \ln(Y) &= \ln(A) + \alpha \ln(K) + \beta \ln L + \ln(\varepsilon') \\ \Updownarrow \\ y &= a + \alpha k + \beta l + \varepsilon \end{aligned}$$

Residualet, ε fra omsætningsfunktionen samt konstantleddet, a udgør dermed meromsætningsvæksten i hver virksomhed, hvor a er den gennemsnitlige vækst i meromsætningen blandt virksomhederne. I det følgende betegnes meromsætningsvæksten, $a + \varepsilon$, MO_v .

2.2 Meromsætningen

For at teste den direkte effekt af innovationskarakteristika eller -profil på virksomhedernes meromsætning regresseres meromsætning på virksomhedernes innovationsprofil, jvf. boks 2. Der kan enten estimeres en model på niveauet af meromsætning eller på væksten i meromsætning. I det følgende indgår kun residualværdien ε som den afhængige variabel, da a ikke varierer mellem virksomhederne. Da den gennemsnitlige vækst i meromsætningen, a , er konstant for alle virksomheder, har dette ingen indflydelse på de estimerede sammenhænge for meromsætningsvækstens variation. Derimod forventes det a priori, at innovative virksomheder har en højere meromsætningsvækst eller meromsætningsniveau end ikke innovative virksomheder, jvf. $g' > 0$ i boks 2.

Boks 2 Empirisk specifikation af variationen i væksten af den virksomheds-specifikke meromsætning, MO_{v0}

$$\begin{aligned} MO_{v0} &= a + \varepsilon \\ &\Downarrow \\ MO_{v0} &= \varepsilon \\ &= g(\text{innovationsprofil}), \quad g' > 0 \end{aligned}$$

Modelleringen af sammenhænge mellem FoU-indsats og produktion er således forskellig fra andre modelleringer i tilsvarende analyser, jvf. bl.a. Dilling-Hansen m.fl. (1999) eller Smith m.fl. (2000)⁴. I modsætning hertil fokuserer analysen i dette papir på hvilke faktorer, der kan forklare variationen i det virksomhedsspecifikke meromsætning og ikke på tilvækstrater i produktiviteten som følge af simultant inputs af arbejdskraft, kapitalapparat, forsknings- og/eller innovationsindsats.

3. Det empiriske datamateriale

Det primære datasæt i analyserne er datamaterialet indsamlet til "Erhvervslivets forsknings- og udviklingsarbejde; forskningsstatistik 2001" (AFSK, 2003). Som sekundære kilder anvendes det tilsvarende datamateriale fra "Erhvervslivets forsknings- og udviklingsarbejde; forskningsstatistik 1999" (AFSK, 2001) samt virksomhedsdatabasen Newbiz. Datamaterialet til begge forskningsstatistikker er indsamlet af Analyseinstitut for Forskning og indeholder data om danske virksomheders forskning, udviklingsarbejde og anden innovation. Datamaterialet kan vægtes til et repræsentativt populationsniveau for de respektive år. De to årgange repræsenterer populationsstørrelser på 8120 virksomheder i 1999-statistikken og 18381 virksomheder i 2001-statistikken, jvf. Analyseinstitut for Forskning (2001, 2003)⁵.

⁴ Modellering af tilvækst rater opstilles typisk i en udvidet standard produktionsfunktion som funktionelt præsenteres som $Y = Ae^{\lambda t} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} C_{it}^{\gamma} e^{\varepsilon_{it}}$ og på logaritmsk form $y = a + \lambda t + \alpha k_{it} + \beta l_{it} + \gamma c_{it} + \varepsilon_{it}$, hvor y måler et output, t forsøger at fange en tidsmæssig trend, l er et mål for arbejdskraftinput, k er et kumuleret mål for kapitalapparatet, som typisk dækker både investeringer i nye og eksisterende maskiner, bygninger o.l., c er ligeledes et kumulativt mål for forskningsindsatsen og defineres typisk som en vægtet sum af nuværende og tidligere innovationsinvesteringer med en afskrivningsperiode på 10-20 år. Fejlløbet, som oftest kaldes Solow residualen, dækker over meromsætningen. Denne modellering ligger til grund for en række empiriske studier af sammenhænge mellem innovation og produktivitet. Studierne benytter produktionsmodellen med forskellige justeringer bl.a. i definitionen af output variabelen og specifikationen af hvorledes innovation virker, jvf. Singh og Trieu (1996), Dilling-Hansen m.fl. (1999), Smith m.fl. (2000), Wakelin (2001), Criscuolo og Haskel (2002), Rouvinen (2002), Medda m.fl. (2003). Wakelin (2001) og Dilling-Hansen m.fl. (1999) påpeger problematikken med dobbelttælling af innovationsindikatorer i modellen, eksempelvis når en ansat forsker både tæller med som arbejdskraft og under forskningsinputtet. Problemet er dog ikke relevant med den givne empiriske modelspecifikation i dette papir og bliver ikke yderligere behandlet her.

⁵ De repræsenterer dermed ikke det samme udsnit af dansk erhvervsliv jvf. andelene angivet i tabel 1.

Baseret på forskningsstatistikkerne fra 1999 og 2001 findes meromsætning for virksomhederne i de to år fra den estimerede omsætningsfunktion defineret i afsnit 2. Manglende observationer hos en mindre del virksomheder i de variable, der benyttes i omsætningsfunktionen, medfører, at meromsætning ikke kan bestemmes for disse virksomheder, da regressionen ikke kan udføres for observationer med tomværdier. Således er der i modellen et mindre bortfald. Dette faktum er gældende for både 1999- og 2001-statistikken. Residualet benyttes videre i modelleringen, hvor de manglende værdier ikke bliver erstattet og således overføres til trin to i modelleringen af meromsætning.

I modelleringen af modellen for meromsætning indgår også en række forklarende variable med tomværdier. Nogle af disse tomværdier er logiske tomværdier, der ukritisk kan sættes til en kendt værdi, eksempelvis 0. Disse variable er eksempelvis, at ikke-FoU-udførende virksomheder har 0 FoU-ansatte, ligesom disse virksomheder heller ingen FoU-afdeling har. Andre tomværdier forårsaget af mangelfuld eller inkonsistent besvarelse af spørgeskemaer er forsøgt opkvalificeret gennem andre tilgængelige oplysninger i statistikkerne eller i andre kilder. Det er eksempelvis, at virksomheden er FoU-udførende, hvis den har FoU-ansatte og omvendt, eller at virksomheden er en del af en koncern, hvis den er et datterselskab.

Endelig er datamaterialet forsøgt opkvalificeret via multipel imputation. Denne metode til behandling og korrektion af variable med bortfald og tomværdier er relativt ny i økonomisk-statistiske sammenhænge⁶. Der findes forskellige metoder til at indregne nye valide værdier ved multipel imputation. I dette papir benyttes Propensity Score metoden, som er en ikke-parametrisk udtrækning af valide observationer fra en angivet gruppering af observationerne. Der konstrueres en ny variabel med de udtrukne observationer i en gruppe, og fra denne pålignes så observationer, der skal indgå på pladser med tomværdier i gruppen. Karakteristika for de udtrukne observationer afhænger af deres sandsynlighed for at være tomme samt en given grupperingsrestriktion og dermed ikke af deres eksterne afhængigheder. Metoden er nærmere beskrevet i appendiks A.1.

3.1 1999-samplet versus 2001-samplet

Repræsentativiteten for de virksomheder, der indgår i forskningsstatistikken i henholdsvis 1999 og 2001 er forskellig. Derfor er det vanskeligt at udføre sammenlignende analyser på tværs af de to år, selvom der er indsamlet en lang række ensartede informationer om virksomhederne. Forskellene på datamaterialet

⁶ Således har statistikprogrammet SAS først implementeret teknikken fuldt i den seneste version 9.1. Der findes forskellige metoder til at indregne nye valide værdier ved multipel imputation. Alt efter hvordan mønsteret i tomværdierne er, benyttes enten Regressionsmetoden, Markov Chain Monte Carlo metoden eller, som det er tilfældet i dette papir, Propensity Score metoden.

for de to år er illustreret i tabel 1. 2001-statistikens population inkluderer flere små virksomheder samt enkelte nye sektorer i forhold til 1999-statistikens population. Således er flere virksomheder i handels-, vidensservice og øvrige sektorer repræsenteret i 2001, jvf. tabel 1. Antal virksomheder repræsenteret er 8120 i 1999 og 18381 i 2001.

En fjerdedel af virksomhederne i forskningsstatistikken for 1999 var FoU-udførende, mens kun godt 15 procent var FoU-udførende i forskningsstatistikken for 2001, jvf. tabel 1. Der er dermed relativt flere FoU-udførende virksomheder i 1999-samplet. I absolutte tal er billedet dog lige modsat. Fra tabel 1 kan det beregnes, at forskningsstatistikken i 1999 repræsenterer godt 2000 FoU-udførende virksomheder. I forskningsstatistikken for 2001 er dette tal godt 2600. De tilkommende virksomheder har dog en relativ lille FoU-udgift i gennemsnit. 36 procent af de repræsenterede virksomheder i vidensservicesektoren var FoU-udførende i 1999, mens det tilsvarende tal for 2001 er 23 procent. Umiddelbart et voldsomt fald, men igen skal forskellene i repræsentativiteten i de to års datasæt medregnes. Således er der i absolutte termer signifikant flere FoU-udførende virksomheder i vidensservicesektoren i 2001 end i 1999 på grund af den større repræsentativitet for denne sektor, jvf. tabel 1.

Ligeledes er andelen af virksomheder i forskningsstatistikken fra vidensservicesektoren 15 procent i 1999 mod 24 procent i 2001. Også andelen af virksomheder fra handelssektoren er ændret kraftigt fra 3 procent i 1999 til 22 procent i 2001. Ydermere er andelen af virksomheder, der optræder i kategorien øvrige sektorer ændret fra 4 procent i 1999- til 17 procent i 2001-statistikken. Omvendt er andelen for virksomheder i fremstillingssektoren faldet fra 1999 til 2001. Det største fald i andel dækker lavteknologisektoren, der havde en andel på 49 procent i 1999, hvor den tilsvarende andel i 2001 var 25 procent.

Således er der sket en større ændring i repræsentativiteten i forskningsstatistikken i 2001 i forhold til forskningsstatistikken i 1999. Samlet set er det repræsentative antal virksomheder i bruttosamplet steget fra 8120 virksomheder i 1999 til 18831 virksomheder i 2001. Der er således ikke i absolutte tal færre virksomheder fra fremstillingssektoren repræsenteret i forskningsstatistikken for 2001, jvf. AFSK (2001, 2003).

Tabel 1 Beskrivende statistik for virksomhederne i forskningsstatistikken i 1999 og 2001

År	Fremstillingssektoren												Alle sektorer	
	Lav-teknologi		Mellem-teknologi		Høj-teknologi		Handels-sektoren		Viden-service		Øvrige sektorer		1999	2001
	1999	2001	1999	2001	1999	2001	1999	2001	1999	2001	1999	2001	1999	2001
	----- Andel virksomheder angivet i procent -----													
FoU-udførende	15	11	34	29	53	47	15	9	36	23	16	4	25	15
Innovative men ej FoU-udførende	3	14	1	13	2	10	3	11	3	14	2	10	2	12
Egen FoU-afdeling	6	4	16	13	38	23	7	4	19	10	6	2	13	7
Forskeruddannede ansat	1	1	1	2	6	7	1	1	7	4	1	0	2	2
	----- Gennemsnit -----													
FoU-personel (antal)	2	1	4	4	13	15	7	1	9	4	3	1	4	3
FoU-personel pr. ansat (procent)	8	9	9	9	15	16	2	8	19	24	1	9	10	13
FoU-udgifter/omsætning (procent)	1	0	1	3	7	7	1	0	14	8	0	0	4	3
FoU-driftsudgifter/FoU-personel (mio. kr./ansat)	3	3	10	10	19	19	7	3	14	9	6	1	8	6
Repræsentativt antal (vægtet procent)	49	25	19	8	10	5	3	22	15	24	4	17	100	100

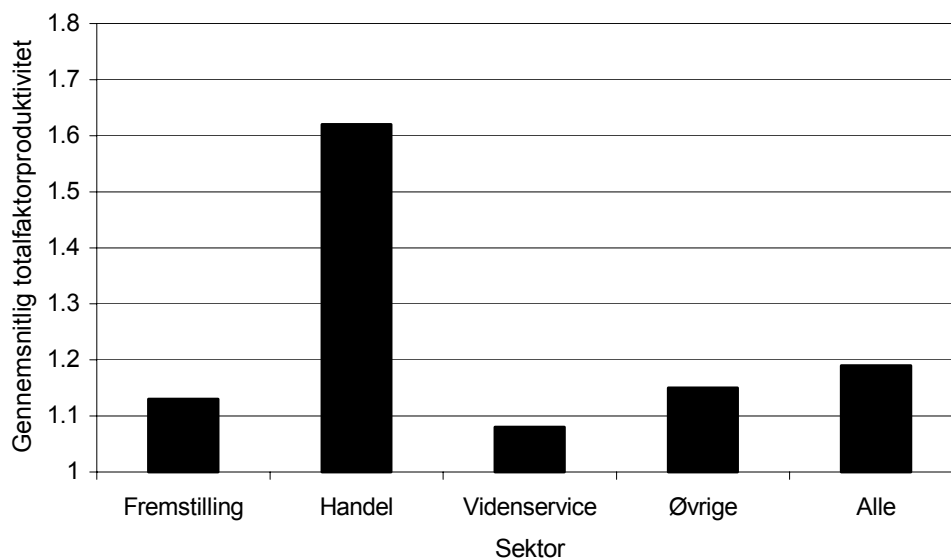
Note: Antal virksomheder repræsenteret af stikprøven er 8120 i 1999 og 18381 i 2001.

3.2 Sektorheterogenitet i data

Datamaterialet dækker virksomheder fra alle sektorer af dansk erhvervsliv, både arbejdskraftintensive og -ekstensive virksomheder. Da meromsætningen findes som et residual fra omsætningsfunktionen vil inkluderingen af alle typer virksomheder give en naturlig niveauforskel i meromsætning mellem forskellige virksomhedsgrupper. Denne naturlige heterogenitet i meromsætning kan give en uhensigtsmæssig modellering af sammenhængen mellem meromsætning og innovationskarakteristika, når omsætning i modellen benyttes til at approksimere produktion, dvs. bias i modellens estimater. Som figur 1 viser, er det gennemsnitlige meromsætningsniveau for virksomheder i handelssektoren væsentligt større end det tilsvarende niveau for de resterende sektorer, herunder specielt vidensservice, der i

den seneste innovationsundersøgelse for Danmark har den største innovationsintensitet, jvf. AFSK (2003b).

Figur 1. Den gennemsnitlige meromsætning for danske virksomheder i 2001 opdelt på sektor



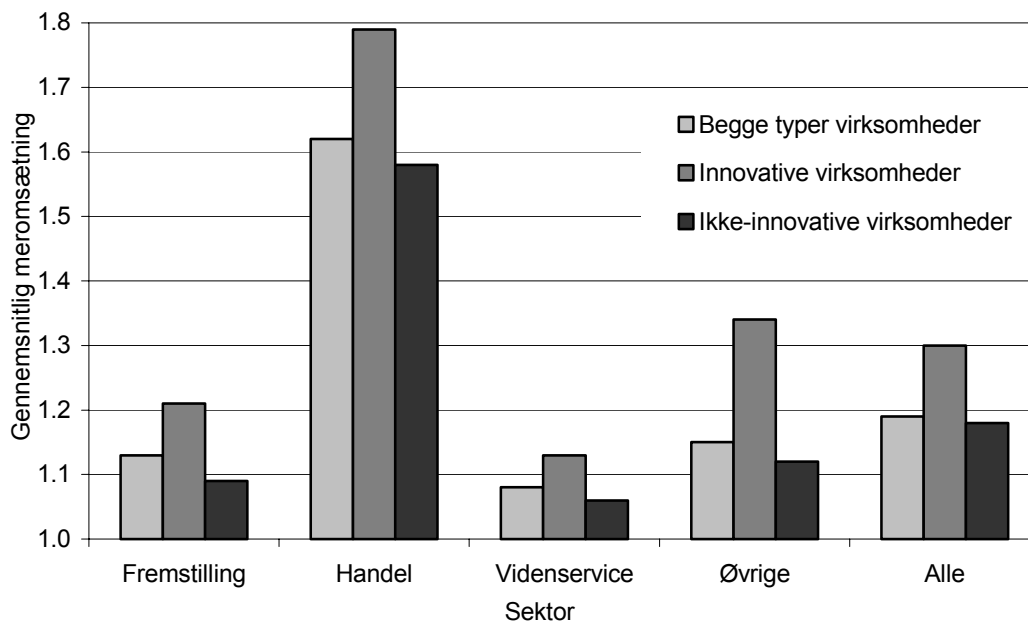
Den høje gennemsnitlige meromsætning i handelssektoren er fuld forventelig. En handelsvirksomhed er netop kendetegnet ved at have en høj omsætning per ansat og per enhed kapitalapparatet. I omsætningsfunktionen estimeret på alle virksomheder, vil disse virksomheder ende op med at have større residualværdier, og dermed meromsætning, end andre mere arbejdskraft- eller kapitalintensive virksomheder. Meget af variationen i meromsætning vil således være domineret af virksomheder i handelssektoren, virksomheder der ikke scorer højt på de innovationsrelaterede variable, jvf. tabel 1. Derfor vil estimationskoefficienterne til innovationsvariablene umiddelbart blive negativt biased, således at de udviser en negativ sammenhæng mellem meromsætning og innovation.⁷ For at forebygge denne bias er der i modelleringen af faktorer til bestemmelse af meromsætning inkluderet sektorvariable, ligesom modellen er opdelt og estimeret separat for fremstillingssektoren, handelssektoren og vidensservicesektoren for at afdække modellens følsomhed overfor dette faktum.

Figur 2 viser således, at den gennemsnitlige meromsætning for fremstillingssektoren, handelssektoren, vidensservice, øvrige sektorer hver for sig, men opdelt efter, om

⁷ Andre undersøgelser har typisk estimeret tilsvarende funktionssammenhænge på fremstillingssektoren alene, jvf. Medda et al (2003), Criscuolo og Haskel (2002), Parisi et al (2002) m.fl. Herved undgår de problemet med niveauforskelle i totalfaktorproduktivitet imellem forskelligartede sektorer.

virksomhederne i de forskellige sektorer er innovative eller ej, giver den let overfladiske men ret generelle konklusion, at innovative virksomheder har en højere meromsætning end ikke-innovative virksomheder. Denne konklusion kan approksimativt overføres til også at gælde totalfaktorproduktivet i virksomhederne.

Figur 2. Gennemsnitlig meromsætning fordelt på sektorer og innovationsaktivitet for danske virksomheder i 2001



Note: Meromsætningen er residualværdierne fra omsætningsfunktionen defineret i afsnit 2.

En anden modellering med mulighed for et dynamisk element i form af flere tidsperioder ville kunne analysere tilvækstrater i meromsætning eller i arbejdskraftproduktiviteten, defineret ved omsætningen per ansat. I en sådan analyse vil niveauet af meromsætning være mindre betydende, og der vil ikke være det samme behov for fokus på sektorpåvirkninger, idet disse relativt vil være sammenlignelige. Det nærværende datamateriale giver dog ikke mulighed for dette i denne analyse, jvf. diskussionen af datamaterialets repræsentativitet.⁸

⁸ Med indsamlingen af forskningsstatistikken for 2003 vil dette sandsynligvis blive muligt, da data her vil være udtrykt med samme repræsentativitet som datamaterialet for 2001. En del virksomheder vil dog stadig kun optræde i et af årene.

3.3 Forklarende variable for meromsætningen

Valget af de forklarende variable i modelleringen af meromsætning afspejler ambitionerne om at forklare virksomhedernes meromsætning ved hjælp af deres innovationskarakteristika. Variablene omhandler virksomhedskarakteristika, en række innovationsrelaterede variable, enkelte mesovariabeler til beskrivelse af det marked virksomheden opererer i samt en sektorinddeling.

De medtagne virksomhedsvariable omhandler en række fakta om virksomheden; hvorvidt virksomheden er en del af en koncern, virksomhedens alder (i modellen benyttes logaritmen hertil), virksomhedens placering i forhold til videntcentre såsom universiteter, samt hvorvidt virksomheden er placeret i hovedstadsområdet eller ej⁹.

Til at identificere en sammenhæng mellem virksomhedens innovationsprofil og dens meromsætning er hovedvægten af forklarende variable i modellen lagt på forskellige mere eller mindre direkte mål for FoU og anden innovation. De direkte mål omhandler hvorvidt virksomheden er innovativ eller ej, og om virksomheden ydermere er FoU-udførende eller ej. I modelleringen er de to variable defineret således, at virksomheden enten er FoU-udførende eller ej og på anden vis innovativ eller ej. Den opdeling differentierer sig fra den gængse definition af FoU og innovation, hvor de FoU-aktive virksomheder optræder som en delmængde af alle innovative virksomheder. Andre direkte innovationsvariable i den empiriske modellering af meromsætning er, hvorvidt virksomheden har egen FoU-afdeling eller ej, og om der er forskeruddannede ansatte i virksomheden eller ej. Desuden benyttes en række intensitetsmål for virksomhedens innovationsaktiviteter; hvor stor en andel af virksomhedens ansatte, som er forskeruddannede, hvor store udgifter virksomheden har til FoU per omsætningskrone, og hvor store FoU-driftsudgifterne er per FoU-ansat i virksomheden. Ydermere anvendes virksomhedens andel af FoU-udgifter til henholdsvis produktfornyelse og procesfornyelse, hvor FoU-udgifter til øget almen viden er residualen hertil.

Til beskrivelse af markedet virksomheden opererer i benyttes to mesovariabeler; et markeds koncentrationsindeks og et minimumsefficiensskalamål.

Markeds koncentrationen er beregnet som et Herfindahl indeks for sektorer defineret på et 4-cifret NACE-kode niveau og er ens for alle virksomhederne i hver af de definerede sektorer. Markeds koncentrationsindekset for virksomhed i i sektor j er

således $H = \sum_i s_{ij}^2$, hvor $s_{ij} = \frac{\text{omsætning}_{ij}}{\text{omsætning}_j}$, dvs. summen af alle de kvadrerede

omsætningsandele for alle virksomheder i sektor j . Er indekset højt for en

⁹ Hovedstadsområdet er defineret som Københavns og Frederiksberg kommuner samt Københavns og Roskilde Amt.

sektor betyder det at der er en lav koncentration af virksomheder i denne sektor, dvs. få virksomheder og indikation for lav konkurrence.

Minimumsefficiensskala er et mål for det omsætningsomfang eller kritisk størrelse, der mindst skal opereres på, for at virksomheden antages at producere efficient i sektoren. I papiret er variabelen antaget at være lig den naturlige logaritme til første decilomsætningen for alle virksomheder i hver enkelt sektor defineret på 4-cifret NACE-kode niveau.

Yderligere inddrages en række sektorvariable for at korrigere for meromsætningsforskelle i de enkelte sektorer, jvf. tidligere i dette afsnit. Sektordummyvariablene defineres efter om virksomhederne er fremstillingsvirksomheder, handelsvirksomheder, vidensservicevirksomheder eller øvrige virksomheder, hvilket blandt andre inkluderer den finansielle sektor, bygge- og anlægsvirksomhed, langbrug, m.fl. Fremstillingsvirksomhederne bliver desuden opdelt efter graden af deres teknologiniveau. Deskriptiv statistik for de forklarende variable er vist i tabel 2 for år 2001.

Tabel 2. Beskrivende statistik for 2001 data; de forklarende variable

Forklarende variable	Gennemsnit	Minimums- værdi	Maksimums- værdi	
Baggrundskarakteristika				
Del af koncern	0.38	0	1	
Virksomhedens alder (antal år)	17.0	0	145	
Placering i forhold til videntcenter	0.54	0	1	
Placering i hovedstadsregion	0.35	0	1	
Innovationsprofil				
FoU-udførende	0.16	0	1	
Anden innovation	0.12	0	1	
Egen FoU-afdeling	0.07	0	1	
Forskeruddannede pr. ansat	0.03	0	1	
Har forskeruddannet ansat	0.02	0	1	
FoU-driftsudgifter pr. FoU-ansat (mio kr.)	0.06	0	3.25	
FoU-udgifter/omsætning	0.03	0	37.39	
Andel FoU-udgifter til nye produkter	0.03	0	1	
Andel FoU-udgifter til nye processer	0.10	0	1	
Andel FoU-udgifter til almen viden	0.02	0	1	
Mesovariabel				
Markedskoncentrationen (tusinde kr.)	0.07	0.01	0.99	
Minimumsefficiensskala (Logaritmen til 1. kvartilomsætning på sektorniveau; mio. kr.)	0.01	0.00	5.73	
Sektorer				
	Lavteknologi	0.25	0	1
Fremstilling	Mellemtknologi	0.08	0	1
	Højteknologi	0.05	0	1
Handel		0.22	0	1
Videnservice		0.24	0	1
Øvrige		0.17	0	1

Antal observationer (uvægtet): 2465

4. Estimationsresultater

Som udgangspunkt og som første trin i analysen modelleres en approksimativ Cobb-Douglas produktionsfunktion, hvor residualen er meromsætningen, jvf. afsnit 2. Meromsætningen modelleres dermed som den omsætning, der ikke kan forklares af input af kapitalapparat og arbejdskraft i virksomheden. I afsnit 4.1 gives estimationsresultaterne af omsætningsfunktioner baseret på data fra forskningsstatistikken i henholdsvis 1999 og 2001. Residualen i den logaritmiske version af omsætningsfunktionen kan eksempelvis tolkes som teknologiske fremskridt, der ud over tilgangen i arbejdskraft og kapitalinvesteringer, øger "produktiviteten"; her approksimeret ved omsætningen.

Meromsætningen trækkes derefter over i en model, hvor det estimeres hvilke faktorer, herunder innovationsaktiviteter, der påvirker meromsætningsniveauet.¹⁰ I afsnit 4.2 analyseres hvilke faktorer, der bestemmer virksomhedernes totalfaktorproduktivitet; her approksimeret ved meromsætningen.

4.1 Resultater af omsætningsfunktionen¹¹

Omsætningsfunktionen er estimeret på et sample af de virksomheder, der indgår i forskningsstatistikken. Oplysningerne i statistikken blev i fornødent og muligt omfang opkvalificeret med data fra Newbiz specielt omhandlende virksomhedernes aktiver. Således var det muligt at modellere en omsætningsfunktion hvor stort set alle virksomheder i forskningsstatistikken var medtaget. Estimationsresultaterne fra omsætningsfunktionen for 1999- og 2001-samplet er givet i tabel 3.

Tabel 3. Estimationsresultater for omsætningsfunktion for 1999 og 2001

Forklarende variable	1999		2001		
	Alle	Alle	Fremstilling	Handel	Vidensservice
Konstant	4.78	0.12	-0.04	0.37	0.41
Log (kapitalapparat)	0.22	0.11	0.13	0.22	0.06
Log (arbejdskraft)	0.82	0.89	0.91	0.80	0.93
Antal observationer (uvægtet)	3258	2465	941	479	616
R ²	0.83	0.77	0.74	0.63	0.63

¹⁰ En række empiriske undersøgelser har tidligere påvist en positiv sammenhæng mellem innovationsaktiviteter og TFP-vækst på mikro- og makroniveau, jvf. eksempelvis DØRS (1997).

¹¹ Omsætningsfunktionen blev først modelleret for alle virksomheder uden tomværdier i virksomhedsdatabasen Newbiz. Databasen fra Bonniers indeholder offentlig tilgængelig information om alle danske virksomheder, eksempelvis antal ansatte, omsætning, egenkapital, omsætningsaktiver, anlægsaktiver og hvilken hovedsektor virksomhederne opererer i. Omsætningsfunktionen blev estimeret herfra og meromsætningsværdier defineret for alle virksomhederne. Meromsætningsgennemsnit på et detaljeret NACE-kode niveau blev så overført og anvendt for de virksomheder der var med i forskningsstatistikken 2001 i modellen af forklarende innovationsfaktorer for meromsætning. Resultaterne heraf viste sig efterfølgende at være overvejende insignifikante. Der var ingen umiddelbare statistiske problemer med modelleringen; eksempelvis var der kun svage korrelationer mellem de forklarende variable. Problemet viste sig at stamme fra modelleringen af meromsætning baseret på Newbiz data. Newbiz indeholder "kun" alle offentligt tilgængelige informationer om danske virksomheder, men danske virksomheder, der optræder i regnskabsklasse A og B, har ingen juridiske forpligtelser til at offentliggøre regnskabsmæssige informationer. Ligeledes kan en række mindre virksomheder i regnskabsklasse C få dispensation, således at de heller ikke har juridisk pligt til at offentliggøre regnskabsinformationer. Det betyder, at den modellering af omsætningsfunktionen, der er udført for at finde meromsætning primært er baseret på store virksomheder og at variationen i meromsætning dermed kommer til at afhænge af denne mere homogene gruppe af store virksomheder. Dermed bliver variationen i meromsætning minimal hvorfor den efterfølgende også bliver vanskeligere at forklare med forskelle i innovationskarakteristika.

At parametrene i omsætningsfunktionen for 1999 er væsentligt forskellige fra parametrene for 2001, skyldes givetvis de forskelle, der er i samplerepræsentativiteten mellem de to år. I første omgang er det valgt ikke at påføre omsætningsfunktionen restriktioner; såsom skæring i origo og konstant skalaafkast. Uden restriktioner på omsætningsfunktionen viser modelleringen interessante resultater, specielt for modelleringen for 2001. For handelssektoren betyder kapitalapparatet forholdsvis meget i forhold til for fremstillingssektoren og vidensservicesektoren. Det er altså i højere grad investeringer i og besiddelsen af lagerplads, maskiner og teknologisk udstyr til styring og kontrol af logistikken, der skaber "produktivitet" eller omsætning i handelssektoren. Billedet er det modsatte i vidensservicesektoren, hvor det "værdiskabende" primært findes i de ansatte. "Produktiviteten" kommer fra de humane ressourcer, der findes i virksomheden, og i mindre grad fra materielle aktiver. Fremstillingssektoren ligger midt i mellem hvad angår betydningen af de materielle og de humane ressourcer for "produktiviteten".

Baggrunden for den valgte opdeling i fremstillingssektoren, handelssektoren og vidensservice sektoren skal ses i sammenhæng med de senere analyser i papiret og niveauforskellene illustreret i figur 1, samt at meget af den litteratur, der knytter sig til emnet om sammenhængen mellem FoU og produktivitet typisk kun analyserer på virksomheder fra fremstillingssektoren.¹²

Ved at pålægge restriktioner på omsætningsfunktionen opnås generelt ikke signifikant anderledes resultater sammenlignet med omsætningsfunktionen uden restriktioner i tabel 3. Forskellene er kun vist for 2001 i tabel 4.¹³ Eneste betydelige forskel opstår for vidensservicesektoren, hvor arbejdskraften får en væsentlig mindre betydning for "produktiviteten" mens kapitalapparatet får en lidt større betydning.

Tabel 4 Omsætningsfunktion for 2001 med restriktioner om konstant skalaafkast og origoskæring

Forklarende variable	2001			
	Alle	Fremstilling	Handel	Vidensservice
Konstant	-	-	-	-
Log (kapitalapparat)	0.19	0.11	0.28	0.18
Log (arbejdskraft)	0.81	0.89	0.72	0.82
Antal observationer (uvægtet)	2465	941	479	616
R ²	0.90	0.95	0.93	0.91

¹² Se bl.a. Wakelin (2000), Tether (2001), Parisi m.fl. (2002), Criscuolo og Haskel (2002), Medda m.fl. (2003).

¹³ Produktionsfunktionen for 1999 ændres kraftigt grundet origoskæringen på 4.97 i tabel 3. En origoskæring som givetvis er urealistisk høj, men som passer bedst til datamaterialet.

4.2 Resultater af regressionen på meromsætningen

Forklarende faktorer for den virksomhedsspecifikke meromsætning defineret som residualen i omsætningsfunktion vises i dette afsnit. Tesen om at innovative virksomheder eller virksomheder, der investerer i innovationsaktiviteter, har en højere "produktivitet" approksimeret ved deres meromsætning testes ved at lade meromsætningen indgå som den forklarede variabel i en regression herpå. Som forklarende variable anvendes variablene præsenteret i tabel 2 i afsnit 3.3.

Virksomhedens størrelse, typisk defineret som antal ansatte, er ikke med som forklarende variabel, fordi antal ansatte også anvendes som forklarende variabel i omsætningsfunktionen. Således er antallet af ansatte allerede én gang anvendt til at konstruere meromsætningen, hvorfor endnu en inkludering af antal ansatte som forklarende variabel for meromsætningen vil være meningsløs. Ligeledes vil en forklarende variabel som antal FoU-ansatte være uden mening, da de FoU-ansatte også indgår i antal ansatte i alt. En estimationskoefficient til antal FoU-ansatte i meromsætningsregressionen vil således være biased mod 0, da medtagelsen af variabelen vil udgøre en form for dobbelttælling af de FoU-ansatte. I stedet anvendes relative FoU-intensitetsmål som FoU-uddannede i forhold til ansatte i alt i regressionen.¹⁴

Tabel 5 giver estimationsresultaterne fra modelleringen af meromsætningen for danske virksomheder i henholdsvis 1999 og 2001. I det følgende kommenteres primært på resultaterne for 2001, da datamaterialet for 2001 er mest repræsentativt. De virksomhedsspecifikke baggrundskarakteristika, som dækker over virksomhedens koncerntilhørsforhold, dens alder og placering i forhold til henholdsvis videncentre og hovedstadsregion viser, at koncerntilhør, alder og hovedstadsplacering påvirker meromsætningen positivt. Virksomheder placeret i hovedstadsregionen er altså mere "produktive" end virksomheder placeret i provinsen. Omvendt påvirker en virksomheds placering i forhold til videnscentre ikke dens meromsætning.

Analysen af sammenhængen mellem danske virksomheders meromsætning og deres innovationsprofil og -aktiviteter viser ligeledes en vis positiv sammenhæng. Det ses i tabel 5, at virksomheder, der kun udfører anden innovationsaktivitet også har en højere meromsætning. I denne analyse dækker begrebet innovationsaktiviteter over introduktioner af nye eller væsentligt forbedrede produkter eller

¹⁴ Indsættes både antal ansatte i alt og antal FoU-ansatte fås en faktisk dobbelttælling, som i bedste fald blot giver insignifikante koefficienter, men som i værste fald giver en mere omfattende multikollinearitet i modellen, da antal ansatte korrelerer positivt med en række variable i virksomhedernes innovationsprofil.

tjenesteydelser eller nye eller væsentligt forbedrede produktionsprocesser indenfor virksomheden. Anden innovation udføres normalt relativt sent i produktionscyklussen, og kræver derfor normalt ikke voldsomme investeringer eller inputs, men kan omvendt øge omsætningen betragteligt, jvf. Graversen og Mark (2002). Derfor er dette resultat også i god overensstemmelse med forventningerne hertil. Hvorvidt virksomheden er FoU-udførende viser sig i alle tilfælde at have en positiv indflydelse på "produktiviteten" målt ved meromsætningen. Dette resultat er ligeledes i fuld overensstemmelse med en række tilsvarende undersøgelser, jvf. Dilling-Hansen m.fl. (1999), Bentzen og Smith (2000), Griffith (2000), Wakelin (2000), Criscolo og Haskel (2002), Rouvinen (2002) m.fl.

Omvendt finder analyserne en negativ indflydelse på meromsætningen hvis virksomhederne har egen FoU-afdeling. Resultatet er umiddelbart lidt overraskende, da sammenhængen mellem meromsætning og det at være FoU-udførende er positiv. Resultatet kunne være forårsaget af multikollinearitet mellem de to variable FoU-udførende og egen FoU-afdeling. Er det tilfældet vil de to variable kunne påvirke hinanden i en grad, så estimationskoefficienterne vil være biased. Der er dog ingen nævneværdig korrelation mellem de to variable eller andre variable generelt i modellen. En anden og givetvis mere korrekt forklaring på den negative sammenhæng kan være den laggede eller forsinkede effekt, som virksomheder oplever ved investeringer i FoU, jvf. Rouvinen (2002), Bayer (2003). Således kan eventuelle økonomiske effekter af FoU-investeringer først måles 4-6 år efter, at investeringerne er foretaget. Denne forklaring kan også findes i produktionscyklussen, hvor virksomheder med egen FoU-afdeling oftere udfører grundforskning med en længere tidshorisont, jvf. Graversen og Mark (2002).

Modellen finder ligeledes en negativ indflydelse på meromsætning af FoU-udgifterne i forhold til den enkelte virksomheds omsætning. I relation til tidligere argumentation er det derimod overraskende, at andelen af forskeruddannede pr. ansat faktisk har en signifikant positiv påvirkning på meromsætningen. Denne sammenhæng indikerer, at en generalisering af bestemmende faktorer for meromsætning skal anvendes varsomt og at en dekomponering af mere kvalitativ art vil kunne vise sig at være informativ. Desværre ligger en sådan analyse udenfor, hvad der er muligt med det nærværende datamateriale.

De industrispecifikke variable, markedskoncentrationen og minimumsefficiensskala viser en splittet indflydelse på meromsætningen. Både i 1999 og 2001 er der en signifikant positiv sammenhæng mellem virksomhedens efficiente produktionsniveau, her målt ved minimumsefficiensskala, og meromsætning, mens markedskoncentrationsindekset ingen indflydelse har. På sektorniveau er det kun dummy-variablen for vidensservicesektoren, der ikke viser en signifikant ekstra indflydelse på meromsætningen i 2001, hvor referencesektoren er lavteknologisk

fremstilling. Resultatet er ikke overraskende, hvis der sammenlignes med figur 1. I 1999 er det imidlertid kun handelssektoren, der kan fremvise en ekstra indflydelse på meromsætningen.

Tabel 5. Bestemmende faktorer for meromsætning for 1999 og 2001

Forklarende variable	Alle virksomheder		
	1999	2001	
Konstant	1.06	-0.28	
Baggrundskarakteristika			
Del af koncern	0.08	0.09	
Virksomhedens alder (log)	0.01	0.05	
Placering ifht. videntcenter	0.02	-0.02	
Placering i hovedstadsregion	0.03	0.05	
Innovationsprofil			
FoU-udførende	-0.03	0.17	
Kun anden innovation	-0.02	0.09	
Egen FoU-afdeling	-0.12	-0.16	
Forskeruddannede pr. ansat	0.14	0.54	
Har forskeruddannet ansat	-0.15	-0.14	
FoU-driftsudgifter pr. FoU-ansat	-0.21	0.03	
FoU-udgifter/omsætning	-0.12	-0.25	
Andel FoU-udgifter til nye processer	0.00	-0.00	
Andel FoU-udgifter til almen viden	-0.00	-0.01	
Mesovariabel			
Markedskoncentrationen	-0.02	-0.34	
Minimumsefficiensskala	0.16	1.02	
Sektorer			
Fremstilling	Mellemteknologi	-0.05	0.08
	Højteknologi	0.01	0.13
Handel		0.54	0.49
Videnservice		0.03	0.06
Øvrige		0.14	0.10
Antal observationer (uvægtet)	3258	2465	
R ²	0.03	0.08	

Note: Signifikans på 10 procents niveau er markeret med fed skrift.

Tabel A1 i appendiksafsnit A2 er opstillet på tilsvarende vis som tabel 5. Eneste forskel er, at den forklarede variabel her er logaritmen til meromsætning, dvs. meromsætningsvækst. Det er således et forsøg på at skabe en form for dynamisk modellering. Mange af resultaterne fra tabel 5 kan genfindes i tabel A1. Den mest markante forskel er umiddelbart, at hverken de FoU-udførende virksomheder eller virksomheder med egen FoU-afdeling har en signifikant ekstra

meromsætningsvækst. Yderligere er virksomhedens geografiske placering i hovedstadsområdet ikke længere en signifikant faktor for meromsætningsvæksten.

I tabel 6 er modelleringen for 2001 i tabel 5, angivet med 2001', reduceret ned for insignifikante variable. Det er gjort i et forsøg på at teste effekten af at fjerne nogle af de (små) korrelationer, der er imellem modellens insignifikante variable. Ydermere er modellen estimeret og nedtestet for henholdsvis fremstillingssektoren, vidensservicesektoren og handelssektorer.

I søjle to i tabel 6 er den fulde model fra tabel 5 reduceret ned således, at kun signifikante variable er tilbage. Forskellene i forhold til den oprindelige models resultater er få og findes især ved de innovationsrelaterede variable. Virksomheder med forskeruddannede ansat har en lavere meromsætning. Det er altså ikke nok for virksomheden blot at ansætte forskeruddannede eller have deres egen FoU-afdeling. Virksomhedens interne organisation skal tilpasses, således at de erhvervede kapaciteter i form af de menneskelige ressourcer kan udnyttes. Således påvirker relativt flere forskeruddannede pr. ansat meromsætningen positivt, og det må formodes, at virksomheder med relativt flere forskeruddannede ansatte har de organisatoriske kapaciteter til at udnytte de forskeruddannedes kompetencer til at øge virksomhedens produktivitet.

For fremstillingssektoren, vidensservicesektoren og handelssektoren har det ligeledes positiv betydning for meromsætningen, om virksomheden er en del af en koncern. Virksomhedens alder er uden betydning for meromsætningen hos virksomheder i fremstillingssektoren og vidensservicesektoren, mens ældre virksomheder i handelssektoren har en relativ højere meromsætning. Omvendt har virksomheder fra handelssektoren, der er placeret i hovedstadsområdet ikke en højere meromsætning end andre handelsvirksomheder; hvilket også er gældende for virksomheder i vidensservicesektoren. Det har derimod fremstillingsvirksomheder, der er placeret i hovedstadsområdet.

Virksomheder i handelssektoren, der er innovative men ikke FoU-aktive, har en højere meromsætning, men det har ingen signifikant betydning, om handelsvirksomheden er FoU-udførende, eller har et relativt højere antal forskeruddannede pr. ansat. Omvendt har FoU-driftsudgifter pr. FoU-ansat en positiv betydning. FoU-udgifter relativt til virksomhedens omsætning påvirker derimod meromsætningen negativt. Det kan skyldes, at anden innovation ofte er lille i omfang og transitorisk eller tilfældig, og derfor hurtigt kan aflæses på både produktivitet og omsætning, hvorimod resultatet af FoU-aktiviteter har en længere afkasthorisont for virksomheden, jvf. tidligere diskussion.

For virksomheder i fremstillingssektoren påvirker FoU-profilen meromsætningsniveauet lidt anderledes. Således er der en positiv sammenhæng mellem om virksomheden i fremstillingssektoren er FoU-udførende og meromsætningsniveauet. Omvendt er der en negativ sammenhæng, hvis der fokuseres på om virksomheden har egen FoU-afdeling. Som for virksomheder i handelssektoren påvirker relativt højere FoU-udgifter i forhold til omsætningen meromsætningsniveauet negativt. Et andet interessant perspektiv for virksomheder i fremstillingssektoren er, at teknologiniveauet påvirker meromsætningsniveauet således, at jo højere teknologiniveau jo større er den positive påvirkning af meromsætningsniveauet. Således har virksomheder på mellemteknologisk niveau et højere, men dog insignifikant meromsætningsniveau end referencegruppen, de lavteknologiske fremstillingsvirksomheder. Tilsvarende har virksomheder på det højeste teknologiske niveau i fremstillingssektoren et højere meromsætningsniveau.

Virksomheder i vidensservicesektoren adskiller sig fra virksomheder i både handelssektoren og fremstillingssektoren ved at antal forskeruddannede pr. ansat har en positiv betydning for meromsætningen, mens alene det at have forskeruddannede ansat i virksomheden eller ej har en negativ påvirkning for meromsætningen. Som for virksomheder i fremstillingssektoren er der ligeledes en signifikant negativ sammenhæng mellem at have egen FoU-afdeling og meromsætningen. En virksomhedsplacering i hovedstadsregionen har modsat virksomheder i fremstillingssektoren ikke en signifikant positiv påvirkning af meromsætningen.

Som det ses i tabel 6 er det forskellige faktorer for de forskellige sektorer, der signifikant påvirker meromsætningen, og som genfindes mere eller mindre samlet i den fulde modellering. Det kan således være problematisk at generalisere ud fra resultaterne for alle virksomheder i økonomien. Eksempelvis er der kun positiv sammenhæng mellem de FoU-udførende virksomheder, der optræder i fremstillingssektoren og meromsætningen. Tilsvarende er det kun virksomheder i handelssektoren og fremstillingssektoren, der har en højere meromsætning blandt virksomhederne med anden innovativ aktivitet. Ydermere er det kun de virksomheder, der optræder i vidensservicesektoren, der opnår en højere meromsætning af at have relativt mange forskeruddannede ansat.

Tabel 6. Sektoropdeling af sample samt nedtestning af modellen for totalfaktor-produktiviteten for 2001

Forklarende variable	Alle virksomheder		Fremstillings-sektoren		Vidensservice-sektoren		Handels-sektoren	
	Alle	Ned-testet	Alle	Ned-testet	Alle	Ned-testet	Alle	Ned-testet
	Konstant	-0.28	-0.25	-0.31	-0.23	-0.25	-0.19	0.23
Baggrundskarakteristika								
Del af koncern	0.09	0.09	0.11	0.10	0.14	0.12	0.17	0.19
Virksomhedens alder (log)	0.05	0.04	0.03	-	0.01	-	0.04	0.05
Placering i fht. videncenter	-0.02	-	0.07	0.04	0.08	0.06	-0.07	-
Placering i hovedstadsregion	0.05	0.03	0.11	0.11	0.01	-	0.12	-
Innovationsprofil								
FoU-udførende	0.17	0.11	0.25	0.22	-0.17	-0.24	0.05	-
Anden innovation	0.09	0.09	0.14	0.13	0.06	-	0.25	0.23
Egen FoU-afdeling	-0.16	-0.16	-0.15	-0.17	-0.08	-0.13	-0.21	-0.21
Forskeruddannede pr. ansat	0.54	0.55	0.15	-	0.75	0.73	0.15	-
Har forskeruddannet ansat	-0.14	-0.13	-0.07	-	-0.25	-0.23	0.05	-
FoU-driftsudgifter pr. FoU-ansat	0.03	-	0.28	-	0.12	-	1.01	0.93
FoU-udgifter/ omsætning	-0.25	-0.25	-0.44	-0.45	-0.15	-0.17	-5.94	-5.38
Andel FoU-udgifter til nye processer	0.00	-	-0.00	-	0.00	-	0.00	-
Andel FoU-udgifter til almen viden	-0.01	-	-0.01	-	-0.00	-	-0.00	-
Mesovariabel								
Markeds-koncentrationen	-0.34	-0.35	0.04	-	-1.84	-1.86	-0.81	-
Minimumsefficiensskala	1.02	1.02	0.51	0.52	6.51	6.62	1.55	-
Sektorer								
Fremstilling	0.04	-	0.02	-	•	•	•	•
Mellem-teknologi								
Højteknologi	0.13	0.12	0.10	0.10	•	•	•	•
Handel	0.49	0.46	•	•	•	•	•	•
Vidensservice	0.06	-	•	•	•	•	•	•
Øvrige	0.10	0.12	•	•	•	•	•	•
Observationer (uvægtet)	2465	2465	941	941	616	616	479	479
R ²	0.08	0.08	0.05	0.05	0.09	0.09	0.06	0.05

Note: Signifikans på 10 procents niveau er markeret med fed skrift. Borttestede variable er markeret med (-). Variable som i sagens natur ikke kan inkluderes er markeret med (•).

4.3. Andre modelleringer af meromsætning

For at teste generaliteten i de fundne resultater i afsnit 4.2 er der i det følgende estimeret en række alternative modelleringer, som er anvendt i andre studier af totalfaktorproduktivitet. Analysen i afsnit 4.2 differentierer sig noget fra en række andre undersøgelser, der på en mere direkte vis forsøger at analysere sammenhængen mellem totalfaktorproduktivitet og innovationsaktiviteter på virksomhedsniveau, jvf. Dilling-Hansen m.fl. (1999), Wakelin (2000), Bentzen og

Smith (2000), Smith (2000), Parisi m.fl (2002), Criscuolo og Haskel (2002), Medda m.fl. (2003). Det anvendte datamateriale fra forskningsstatistikken 2001 giver i en vis udstrækning mulighed for at udføre nogen af de samme typer af analyser som i ovenstående referencer. Forudsat at de samme effekter og sammenhænge genfindes i de danske data, så øger det alt andet lige validiteten og generaliteten af de fundne resultater i afsnit 4.2.

I det følgende vil en række udvalgte hypoteser blive beskrevet, tilsvarende modeller på meromsætning estimeret og hypoteserne afsluttende testet. Det bliver således analyseret om virksomheder, der har FoU-udgifter til nye produkter, FoU-udgifter til nye processer eller som har begge dele, har en højere totalfaktorproduktivitet målt ved meromsætning. Inspireret af denne opdeling udføres en tilsvarende analyse på om virksomheder med FoU-udgifter til henholdsvis grundforskning, anvendt forskning eller begge alternative har en højere meromsætning, og om der er en sammenhæng mellem meromsætning og eksistensen af samarbejdspartnere udenfor virksomheden eller udenfor koncernen, hvis virksomheden har koncerntilhør.

4.3.1 Produkt- og procesorienteringen af virksomhedernes FoU-udgifter

Den første hypotese er inspireret af resultater fra Parisi m.fl. (2002). De analyserer påvirkningen af proces- og produktinnovationer på produktiviteten for italienske virksomheder.¹⁵ Parisi m.fl. (2002) finder en signifikant positiv sammenhæng mellem procesinnovation og produktivitet. Modellen estimeres på et datasæt af italienske virksomheder i fremstillingssektoren fra 1995-97 og omfatter fire sekventielle modelleringer, hvor virksomhedernes produkt- og procesinnovation inkluderes som forklarende variabel i forskellig rækkefølge. I den sidste modellering inddrages således begge typer innovation samtidig. I nærværende papir forsøges den samme modellering udført, på alle virksomhederne i samplet, dvs. alle sektorer, men også mere specifikt modelleret for fremstillingssektoren alene. Estimationsresultaterne er givet i tabel 7; resultaterne for fremstillingssektoren alene er markeret med ' i tabel 7.

¹⁵ Innovation er i Parisi m.fl. (2002) defineret forskelligt fra nærværende artikels definition af virksomheder med anden innovation, hvilket dækker innovative virksomheder der ikke er FoU-aktive.

Tabel 7. Produkt- og procesorienterede FoU-udgifters indflydelse på meromsætning i 2001. Alle virksomheder og fremstillingssektoren alene (')

Forklarende variable	Model							
	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'
Konstant	1.27	1.06	1.27	1.06	1.26	1.06	1.27	1.06
Kapitalapparat pr. ansat	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.01	-0.00	-0.01
Produkt- og procesorienterede FoU-udgifter	0.10	0.12	-	-	-	-	-	-
Produktorienterede FoU-udgifter	-	-	0.11	0.12	-	-	-0.05	0.06
Procesorienterede FoU-udgifter	-	-	-	-	0.08	0.14	0.14	0.19
Observationer (uvægtet)	2465	941	2465	941	2465	941	2465	941
R ²	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Note: Signifikans på 10 procents niveau er markeret med fed skrift. Udeladte variable markeret med (-).

I lighed med resultaterne i Parisi m.fl. (2002) viser tabel 7 en positiv sammenhæng mellem virksomheders procesorienterede FoU-udgifter og meromsætning, når disse udgifter udskilles fra de samlede FoU-udgifter. Resultatet er gældende for alle virksomheder (3, 4) og for fremstillingssektoren alene (3', 4'). Som i Parisi m.fl. (2002) findes ligeledes, at procesorienterede FoU-udgifter har større indflydelse på meromsætning end produktorienterede FoU-udgifter (2 vs. 3 og 2' vs. 3'). Ligeledes viser resultaterne i tabel 7, at når både produkt- og procesorienterede FoU-udgifter inkluderes, så er det kun de procesorienterede FoU-udgifter, som positivt påvirker meromsætning (4, 4'). Dette indikerer, at den fundne positive indflydelse fra produkt- og procesorienterede FoU-udgifter (1, 1') skjuler, at det kun er de procesorienterede FoU-udgifter, der øger meromsætningen, mens de produktorienterede FoU-udgifter ikke gør. Omvendt viser resultaterne for fremstillingssektoren alene (2'), at produktorienterede FoU-udgifter har en signifikant positiv effekt på meromsætningen for fremstillingsvirksomheder.

I appendiks tabel A2 opstilles samme opdeling i produkt- og procesorienterede FoU-udgifter sammen med den fulde model anvendt i afsnit 4.2. Estimationskoefficienterne til de produkt- og procesorienterede FoU-udgifter viser en næsten identisk størrelse sammenholdt med resultaterne for model 1, 2, 3 og 4 i tabel 7, således at modelleringen viser en god robusthed.

I en undersøgelse af innovation og produktivitetsvækst for virksomheder i fremstillingssektoren i England finder Criscuolo og Haskel (2002) ligeledes en sammenhæng mellem procesinnovation og meromsætningsvækst, men ikke mellem produktinnovation og meromsætningsvækst. Dette resultat er således i overensstemmelse med Parisi m.fl. (2002) såvel som resultaterne i nærværende undersøgelse af meromsætningen hos alle virksomheder i økonomien.

4.3.2 Grundforskning og anvendt forskning i virksomhederne

En analyse af om virksomhedernes type af forskning, dvs. om de udfører grundforskning, anvendt forskning, eller udviklingsarbejde, er ikke fundet noget steds. Opdelingen er imidlertid interessant i et markedsstrategisk perspektiv, da det må antages at grundforskning eller anvendt forskning med en længere tidshorisont er mere risikabel og dermed kræver robuste virksomheder, der kan håndtere den ilagte risiko. Graversen m.fl. (2003) finder i en undersøgelse af erhvervslederens holdning til forskning, udvikling og anden innovation, at formelle beskyttelsesmekanismer, såsom patentering og designregistrering, får relativ lav prioritering blandt de adspurgte erhvervsledere. Omvendt får uformelle beskyttelsesmekanismer, som hemmeligholdelse, kompleksitet og først på markedet (lead time advantage), en høj prioritering. Derfor kan en hypotese være, at de virksomheder, der udfører grundforskning, vil have en højere meromsætning, idet de i højere grad kan håndtere den ilagte risiko, dvs. bedre kan udnytte de forskellige beskyttelsesmekanismer. Årsagen til at de uformelle beskyttelsesmekanismer er eftertragtet må alt andet lige skyldes økonomiske fordele, eksempelvis i form af øget vækst eller højere meromsætning.

Virksomheden, der både udfører grundforskning og anvendt forskning, har en højere meromsætning; dette gælder både for alle virksomheder og fremstillingssektoren alene, jvf. tabel 8 (1, 1'). Ligeledes viser resultaterne i tabel 8, at effekten er større for virksomheder i fremstillingssektoren alene end for hele økonomien generelt. Ses på grundforskning alene har denne forskningstype en positiv effekt på meromsætningen for virksomheder i fremstillingssektoren, men ingen effekt for alle virksomheder i økonomien (2, 2'). Omvendt er der ingen signifikant meromsætningseffekt for virksomheder, der har udgifter til anvendt forskning i hele økonomien (3). Effekten er dog igen markant og positiv blandt virksomhederne i fremstillingssektoren (3'). Når de to typer forskning inkluderes samtidigt i modellen viser det sig, at grundforskning har en positiv signifikant betydning, mens anvendt forskning ikke har nogen signifikant betydning for virksomhedernes meromsætning.

Tabel 8. Grundforskning eller anvendt forskning indflydelse på meromsætning i 2001. Alle virksomheder og fremstillingssektoren alene (')

Forklarende variable	Model							
	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'
Konstant	1.25	1.06	1.25	1.06	1.26	1.06	1.25	1.06
Kapitalapparat pr. ansat	-0.00	-0.01	-0.00	-0.01	-0.00	-0.01	-0.00	-0.01
Både grundforskning og anvendt forskning	0.10	0.14	-	-	-	-	-	-
Grundforskning	-	-	0.04	0.19	-	-	0.23	0.21
Anvendt forskning	-	-	-	-	-0.11	0.14	-0.13	-0.03
Observationer (uvægtet)	2465	941	2465	941	2465	941	2465	941
R ²	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Note: Signifikans på 10 procents niveau er markeret med fed skrift. Udeladte variable markeret med (-).

Resultaterne i tabel 8 indikerer således, at hypotesen om at virksomheder, der benytter grundforskning i deres forskningsportefølje også har en højere meromsætning, fordi de i højere grad kan håndtere risikoen i deres innovationer ikke kan afvises. I appendiks tabel A3 er model 1, 2, 3 og 4 opstillet i den oprindelige fulde model anvendt i afsnit 4.2. I modsætning til resultaterne i tabel 8 viser det sig her, at anvendt forskning alene ingen effekt har på meromsætningsniveauet. Forskningstypen er her insignifikant som forklarende variabel, når de øvrige anvendte FoU-variable inkluderes. Den positive effekt af grundforskning ændres dog ikke.

4.3.3 Samarbejdspartneres indflydelse på virksomhedernes meromsætning

Teknologi er efterhånden blevet en mere og mere betydende faktor i virksomhedernes økonomi. Derfor er muligheden og nødvendigheden for virksomhederne af at kunne ændre deres markedsstrategiske positioner øget. Således ændrer mange af virksomhedernes strategiske markedsstrukturer fra "arms length", hvor virksomhederne holder de relaterede virksomheder på afstand og opererer selvstændigt på markedet, til "lean", hvor virksomhederne i højere grad indgår i interorganisatoriske relationer. Denne tættere kontakt gør virksomhederne i stand til i højere grad at udnytte de relationer de indgår i. Det kan således forventes at virksomhederne kan udnytte disse relationer til at øge deres meromsætning. Medda m.fl. (2003) finder for italienske fremstillingsvirksomheder eksempelvis, at kun forskning og udvikling udført sammen med andre virksomheder giver en høj signifikant positiv påvirkning af totalfaktorproduktiviteten. Omvendt medfører samarbejde med universiteter omkring FoU, jvf. Medda m.fl. (2003) ikke øget totalfaktorproduktiviteten.

Tabel 9. FoU-samarbejdspartneres indflydelse på meromsætning i 2001. Alle virksomheder og fremstillingssektoren alene (')

Forklarende variable	Model									
	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'	5	5'
Konstant	1.24	1.06	1.24	1.05	1.24	1.05	1.24	1.03	1.24	1.03
Intern samarbejde (egen koncern)	-	0.15	-	-	-	-	0.10	0.26	0.13	0.26
Ekstern samarbejde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- herunder andre virksomheder	-	-	0.15	0.03	-	-	0.18	0.14	-	-
- herunder offentlige forskningsinstitutioner	-	-	-	-	0.01	0.03	-	-	0.02	0.03
Observationer (uvægtet)	2465	941	2465	941	2465	941	2465	941	2465	941
R ²	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.03

Note: Signifikans på 10 procents niveau er markeret med fed skrift. Udeladte variable markeret med (-).

For virksomheder generelt i økonomien er der ingen signifikant betydning af internt eller eksternt samarbejde, jvf. tabel 9. Hvis der i stedet fokuseres på virksomheder i fremstillingssektoren alene får det interne samarbejde betydning for meromsætningen. Internt samarbejde er dog højt korreleret med koncerntilhør, da kun virksomheder med koncerntilhør kan have internt samarbejde.¹⁶ Medda m.fl. (2003) argumenterer, at både det interne og eksterne samarbejde har positiv betydning for virksomhedernes totalfaktorproduktivitet. Det kan ikke verificeres i denne analyse for alle virksomhederne generelt, selvom der dog findes en positiv effekt blandt fremstillingsvirksomheder alene. Samtidig argumenterer Medda m.fl. (2003), at en opdeling af de eksterne samarbejdspartnere viser, at både eksterne private samarbejdspartnere og samarbejdspartnere fra forskningsinstitutioner har positiv betydning for totalfaktorproduktiviteten. De viser videre at samarbejde med universiteter ikke har nogen signifikant betydning for totalfaktorproduktiviteten. Resultaterne i nærværende undersøgelse viser et generelt mindre positivt billede. Som tabel 9 viser, er her ingen signifikant effekt af eksterne samarbejdspartnere, uanset typen af disse. Modellen estimeret med alle baggrundsvariable vist i tabel A.4 viser identiske resultater med hensyn til effekten af de forskellige typer forskningssamarbejdspartnere.

¹⁶ I appendikstabel A4 viser det sig således at koncerntilørsvariablen bliver insignifikant når intern samarbejde inkluderes blandt de forklarende variable.

5. Konklusion

Artiklen analyserer danske virksomheders forsknings- og innovationsaktiviteters indflydelse på virksomhedernes totalfaktorproduktivitet her approksimeret ved virksomhedernes meromsætning. I analyserne er der korrigeret for en række andre virksomhedsspecifikke forhold såsom baggrundskaraktistika, industri- og sektortilhørsforhold. I modellen benyttes disse sammen med forsknings- og innovationsindikatorerne til at forklare danske virksomheders approksimerede "totalfaktorproduktivitet". Den empiriske modellering forgår i to tempi. Som udgangspunkt estimeres en klassisk "produktionsfunktion". Herfra findes residualværdien som "totalfaktorproduktiviteten", dvs. meromsætningen. Denne medtages som den afhængige variabel i den efterfølgende modellering af "totalfaktorproduktiviteten".

Estimationsresultaterne af modelleringen af meromsætningen i danske virksomheder for henholdsvis 1999 og 2001 er i nogen grad forskellig mellem de to år. Muligheden for en egentlig sammenligning mellem de to år er imidlertid svær, da de to datasæt repræsenterer så forskelligt et udsnit af de danske virksomheder, at en egentlig sammenligning vil grænse til det irrelevante. For 2001 viser en række af de virksomhedsspecifikke baggrundskaraktistika sig at have en positiv signifikant påvirkning på virksomhedernes meromsætning; herunder om virksomhederne har koncerntilhør, jo ældre de er, og om de er placeret i hovedstadsområdet. Ligeledes har innovative, men ej FoU-udførende virksomheder, FoU-udførende virksomheder og virksomheder med et højere antal forskeruddannede pr. ansat en signifikant højere meromsætning. Omvendt er meromsætningen signifikant lavere for virksomheder, der har egen FoU-afdeling, relativt høje FoU-udgifter i forhold til omsætningen og en større andel FoU-udgifter, som de benytter til almen vidensopbygning. Sektortilhørsforhold har ligeledes en signifikant indflydelse på meromsætningen.

Opdeles den anvendte model for alle virksomhederne i afsnit 4.2 i modeller for tre sektorer, viser der sig en vis forskel i hvilke faktorer, der betyder mest for meromsætningen i de enkelte sektorer. Afhængig af sektor ændres konklusionerne for de bestemmende faktorer for danske virksomheders meromsætning. Kun FoU-udførende virksomheder i fremstillingssektoren påvirker meromsætning positivt, mens det kun er de innovative og ej FoU-udførende virksomheder i handelssektoren, der påvirker meromsætning positivt. Ligeledes er det kun i vidensservicesektoren, at forskeruddannede ansatte øger meromsætningen. Resultaterne er samlet i tabel 6.

I en videre modellering af meromsætning findes det, at specielt procesinnovation øger meromsætningen i virksomhederne. Produktinnovation øger dog også meromsætningen i fremstillingssektoren, men ikke signifikant når også

procesinnovation medtages som forklarende variabel. Tilsvarende viser en modellering af virksomhedernes forskningstype, at grundforskning øger virksomhedernes meromsætning. Som med produkt- og procesinnovationen øger anvendt forskning kun fremstillingssektorens meromsætning, når grundforskning ikke medtages som forklarende variabel. Endelig viser en modellering af virksomhedernes FoU-samarbejdspartnere, at virksomheder, der samarbejder indenfor egen koncern har højere meromsætning. Virksomheder med eksterne samarbejdspartnere fra private virksomheder eller offentlige forskningsinstitutioner har ingen umiddelbar meromsætningseffekt heraf.

Referencer

- Analyseinstitut for Forskning, AFSK. 2001. Erhvervslivets forskning og udviklingsarbejde. Forskningsstatistik 1999. Analyseinstitut for Forsknings Statistikserie.*
- Analyseinstitut for Forskning, AFSK. 2003. Erhvervslivets forskning og udviklingsarbejde. Forskningsstatistik 2001. Analyseinstitut for Forsknings Statistikserie.*
- Analyseinstitut for Forskning, AFSK. 2003b. Innovation i dansk erhvervsliv 2000. Danmarks bidrag til den tredje fælleseuropæiske innovationsundersøgelse. Analyseinstitut for Forsknings Statistikserie.*
- Bayer, M. 2003. Aktiemarkedets prisfastsættelse af FoU-intensive virksomheder, herunder aktivering af FoU-udgifterne. AFSK Rapport 2003/1 Analyseinstitut for Forskning.*
- Bentzen, J. og V. Smith. 2001. The Short-run Impact of Business Sector R&D Activities On Total Factor Productivity. AFSK Working Paper 2001/2. Analyseinstitut for Forskning.*
- Criscuolo, C. og J. Haskel. 2002. Innovations and Productivity Growth in the UK. CeRiBA Discussion Paper.*
- Dilling-Hansen, M., T. Eriksson E. Strøjer Madsen og V. Smith. 1999. The Impact of R&D on Productivity: Evidence from Danish Manufacturing Firms. AFSK Working Paper 1999/1. Analyseinstitut for Forskning.*
- DØRS. 1997. Dansk Økonomi. Forår 1997. Kapitel 5. Det Økonomiske Råd.*
- Graversen E.K. og M. Mark. 2002. Bestemmende faktorer for danske virksomheders valg af forsknings-samarbejdspartnere. AFSK WP 2002/14.*
- Griffith, R. 2000. How Important Is Business R&D For Economic Growth and Should the Government Subsidise It? Briefing Note no. 12, The Institute For Fiscal Studies.*
- Lundvall B-Å. 1999. Det danske innovationssystem – et forskningsbaseret debatoplæg om innovationspolitiske udfordringer og handlemuligheder. DISKO-projektet: Sammenfattende rapport. DISKO-rapport nr. 9. Erhvervsudviklingsrådet, Erhvervsfremmestyrelsen.*

- Medda, G., C.A. Piga og D. Siegl. 2003. On the Relationship Between R&D and Productivity: A Treatment Effect Analysis. *Working Paper 02/2003, Nottingham University Business School.*
- MVTU. 2003. Regeringens videnstrategi – viden i vækst. Baggrundsrapport. *Januar 2003. Ministeriet for Videnskab, Teknologi og udvikling.*
- Parisi, M.L., F. Schiantarelli og A. Sembenelli. 2002. Productivity, Innovation Creation and Absorption, and R&D: Micro Evidence for Italy. *Boston College Working Paper 526.*
- Rouvinen, P. 2002. R&D-Productivity Dynamics: Causality, Lags and “Dry Holes”. *Journal of Applied Economics, Vol. V, no. 1, pp. 123-156.*
- Salter, A. og B. Martin. 1999. The economic benefits of publicly funded basic research: A critical review. *SPRU Electronic Working Paper Series, Nr. 34.*
- Singh, N. og H. Trieu. 1996. The Role of R&D in Explaining Total Factor Productivity Growth in Japan, South Korea and Taiwan. *Working Paper no. 361, Department of Economics University of California, Santa Cruz.*
- Smith, N. 2001. Investering i forskning. *Kap. 6 i Forskningskommissionens betænkning – bind 2.*
- Smith, V., M. Dilling-Hansen, T. Eriksson og E. Strøjer Madsen. 2000. R&D and Productivity in Danish Firms: Some Empirical Evidence. *AFSK Working Papers 2000/4. Analyseinstitut for Forskning*
- Varsakelis, N. 2001. The Impact of Patent Protection, Economy Openness and National Culture on R&D Investment: A Cross-Country Empirical Investigation. *Research Policy 30, pp. 1059-1068.*
- Wakelin, K. 2001. Productivity Growth and R&D Expenditure in UK Manufacturing Firms. *Research Policy 30, pp. 1079-1090.*

Appendiks

A.1 Multipel imputation

Multipel imputation er en relativ ny metode for økonomiske statistikere til at opdatere og reparere data. Matematikere og fysikere har benyttet metoden i årevis. Multiple imputation giver således mulighed for at forbedre og opkvalificere datasæt med tomværdier. SAS giver forskellige muligheder for at udnytte multipel imputation. Afhængig af tomværdimønsteret benyttes Regressionsmetoden, Markov Chain Monte Carlo metoden eller Propensity Score metoden. I denne analyse benyttes Propensity Score Metoden der kort fortalt udtrækker en vektor betinget sandsynlighed givet en vektor af observerede covarianser. I metoden bliver en tætheds score for hver variabel med tomværdier genereret for at indikere sandsynligheden for at den specifikke observation er missing. Observationerne grupperes herefter som følge af disse tætheds-scores og en Bayesian bootstrap approksimeringsimputation påføres hver enkelt gruppe. Hvis vi ser på et datasæt med et monotont mønster af tomværdier benyttes følgende fremgangsmåde ved Propensity Score metoden:

1. Der laves en indikator variabel R_i med værdien 0 hvis observation i vektor Y_i er missing og 1 ellers.
2. Opstil følgende regressions model:

$$\text{logit}(p_i) = \beta_0 + \beta_1 Y_1 + \beta_2 Y_2 + \dots + \beta_{(i-1)} Y_{(i-1)}$$

Hvor $p_i = P(R_i = 0 | Y_1, Y_2, \dots, Y_{(i-1)})$

Og $\text{logit}(p) = \log\left(\frac{p}{(1-p)}\right)$.

3. Udregn en tæthedsscore for hver observation som skal indikere sandsynligheden for tomværdi.
4. Opdel observationerne i et fast antal grupper baseret på disse tæthedsscores.
5. Herefter anvendes approksimerede Bayesian bootstrap imputationer til hver enkelt opdelt gruppe. Hvis der ses på gruppe k , så er vektor Y_{obs} givet ved n_1 observationen uden tomværdier i vektor Y_i og vektor Y_{mis} er n_0 observationer med tomværdier i vektor Y_i . Den approksimerede Bayesian bootstrap imputation udtrækker herefter n_1 observationer tilfældigt fra vektor Y_{obs} og kreerer et nyt datasæt med vektor Y_{oms}^* . Dette er en ikke-parametrisk analog udtrækning af parametre fra den senere prædiktive fordeling af tomværdi datasættet for vektor Y_{mis} . I den afsluttende del af processen udtrækkes n_0 værdier for vektor Y_{mis} , som tilfældigt bliver erstattet med værdier fra Y_{obs}^* .

Propensity score metoden benytter kun den covariate informationer, der er relateret til hvorvidt de imputerede variable indeholder tomværdier eller ej. Der benyttes således ikke korrelationer på tværs af variablene. Metodens proces, som er beskrevet ovenfor, gentages sekventielt for hver enkelt variable med tomværdier.

A.2 Andre regressionsresultater for meromsætning

Table A1. Bestemmende faktorer for vækst i meromsætning for 1999 og 2001

Forklarende variable	Vækst i meromsætning for 1999 og 2001	
	1999	2001
Konstant	-0.06	-0.21
Baggrundskarakteristika		
Del af koncern	0.09	0.05
Virksomhedens alder (log)	-0.00	0.01
Placering ifht. videncenter	0.02	-0.01
Placering i hovedstadsregion	0.04	0.00
Innovationsprofil		
FoU udførende	-0.05	0.15
Anden innovation	-0.07	0.08
Egen FoU-afdeling	0.00	-0.15
Forskeruddannede pr. ansat	0.25	0.30
Har forskeruddannet ansat	-0.13	-0.10
FoU-driftsudgifter pr. FoU-ansat	0.06	0.04
FoU-udgifter/omsætning	-0.23	-0.24
Andel FoU-udgifter til nye processer	0.00	0.00
Andel FoU-udgifter til almen viden	-0.01	-0.00
Mesovariabel		
Markedskoncentrationen	-0.09	-0.34
Minimumsefficiensskala	0.12	0.99
Sektorer		
Fremstilling		
Mellemteknologi	0.00	0.02
Højteknologi	-0.08	0.13
Handel	0.39	0.48
Videnservice	0.00	0.12
Øvrige	-0.02	0.10
Observationer (uvægtet)	3258	2465
R ²	0.03	0.07

Note: Signifikans på 10 procents niveau er markeret med fed skrift.

Tabel A2. Produkt- og procesorienterede FoU-udgifters indflydelse på meromsætning i 2001. Alle virksomheder og fremstillingssektoren alene (')

Forklarende variable	Model							
	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'
Konstant	1.07	1.04	1.07	1.04	1.07	1.04	1.07	1.04
Baggrundskarakteristika								
Del af koncern	0.08	0.02	0.08	0.02	0.08	0.02	0.08	0.02
Virksomhedens alder (log)	0.06	0.00	0.06	0.00	0.06	0.00	0.06	0.00
Placering ifht. videntcenter	-0.01	0.08	-0.01	0.08	-0.01	0.08	-0.01	0.08
Placering i hovedstadsregion	0.10	0.02	0.10	0.02	0.10	0.02	0.10	0.02
Kapitalapparat pr. ansat	-0.00	-0.01	-0.00	-0.01	-0.00	-0.01	-0.00	-0.01
Innovationsprofil								
FoU udførende	0.26	0.19	0.23	0.18	0.16	0.18	0.23	0.19
Anden innovation	0.12	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17
Egen FoU-afdeling	-0.17	-0.20	-0.17	-0.20	-0.17	-0.20	-0.17	-0.20
Forskeruddannede pr. ansat	-0.20	-0.07	-0.20	-0.07	-0.24	-0.07	-0.20	-0.07
Har forskeruddannet ansat	-0.04	0.04	-0.04	0.04	-0.04	0.04	-0.04	0.04
FoU-driftsudgifter pr. FoU-ansat	0.04	0.20	0.04	0.20	0.04	0.20	0.04	0.20
FoU-udgifter/omsætning	-0.10	-0.19	-0.10	-0.19	-0.10	-0.19	-0.10	-0.19
Både produkt- og procesandel af FoU-udgifter	0.04	0.10	-	-	-	-	-	-
Andel FoU-udgifter til nye produkter	-	-	-0.03	0.10	-	-	-0.09	0.10
Andel FoU-udgifter til nye processer	-	-	-	-	0.05	0.10	0.18	0.19
Mesovariabel								
Markedskoncentrationen	-0.39	-0.01	-0.39	-0.01	-0.39	-0.01	-0.39	-0.01
Minimumsefficiensskala	0.87	0.50	0.87	0.50	0.87	0.50	0.87	0.50
Sektorer								
Fremstilling	Mellemteknologi	0.10	0.07	0.10	0.07	0.10	0.07	0.10
	Højteknologi	0.24	0.14	0.24	0.15	0.24	0.14	0.24
Handel		0.48	-	0.48	-	0.48	-	0.48
Vidensservice		0.06	-	0.06	-	0.06	-	0.06
Øvrige		0.13	-	0.13	-	0.13	-	0.13
Observationer (uvægtet)	2328	941	2328	941	2328	941	2328	941
R ²	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03	0.04

Note: Signifikans på 10 procents niveau er markeret med fed skrift. Udeladte variable markeret med (-).

Tabel A3. Grundforskning og anvendt forskning orienterede FoU-udgifters indflydelse på meromsætning i 2001. Alle virksomheder og fremstillingssektoren alene (')

Forklarende variable	Model							
	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'
Konstant	1.03	1.04	1.03	1.04	1.03	1.04	1.04	1.04
Baggrundskarakteristika								
Del af koncern	0.06	0.03	0.06	0.03	0.06	0.03	0.06	0.03
Virksomhedens alder (log)	0.06	-0.00	0.06	-0.00	0.06	-0.00	0.06	-0.00
Placering ifht. videntcenter	-0.00	0.07	-0.00	0.07	-0.00	0.07	-0.00	0.07
Placering i hovedstadsregion	0.10	0.02	0.10	0.02	0.10	0.02	0.10	0.02
Innovationsprofil								
FoU udførende	0.19	0.22	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	0.20
Anden innovation	0.12	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17	0.12	0.17
Egen FoU-afdeling	-0.14	-0.19	-0.14	-0.16	-0.14	-0.19	-0.15	-0.16
Forskeruddannede pr. ansat	-0.26	-0.07	-0.26	-0.07	-0.26	-0.07	-0.26	-0.07
Har forskeruddannet ansat	-0.03	0.00	-0.03	0.00	-0.03	0.00	-0.03	0.00
FoU-driftsudgifter pr. FoU-ansat	-0.03	0.21	-0.03	0.21	-0.03	0.21	-0.03	0.21
FoU-udgifter/omsætning	-0.09	-0.20	-0.09	-0.20	-0.09	-0.20	-0.09	-0.20
Både grundforsknings- og anvendt forskningsorienterede FoU-udgifter	0.12	0.17	-	-	-	-	-	-
Grundforskningsorienterede FoU-udgifter	-	-	0.02	0.10	-	-	0.19	0.17
Anvendt forskningsorienterede FoU-udgifter	-	-	-	-	-0.13	0.04	-0.26	-0.09
Mesovariabel								
Markedskoncentrationen	-0.42	-0.09	-0.43	-0.09	-0.42	-0.09	-0.42	-0.10
Minimumsefficiensskala	0.88	0.54	0.87	0.54	0.88	0.54	0.88	0.54
Sektorer								
Fremstilling	Mellemteknologi	0.10	0.07	0.10	0.07	0.10	0.07	0.10
	Højteknologi	0.24	0.15	0.24	0.15	0.24	0.14	0.24
Handel		0.48	-	0.48	-	0.48	-	0.48
Videnservice		0.06	-	0.06	-	0.06	-	0.06
Øvrige		0.13	-	0.13	-	0.13	-	0.13
Observationer (uvægtet)	2465	941	2465	941	2465	941	2465	941
R ²	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.06	0.03	0.05

Note: Signifikans på 10 procents niveau er markeret med fed skrift. Udeladte variable markeret med (-).

Tabel A4. FoU-samarbejdspartneres indflydelse på meromsætning i 2001. Alle virksomheder og fremstillingssektoren (')

Forklarende variable	Model									
	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'	5	5'
Konstant	1.04	1.03	1.03	1.01	1.04	1.01	1.04	1.02	1.04	1.02
Baggrundskarakteristika										
Del af koncern	0.06	0.01	0.07	0.02	0.07	0.02	0.07	0.02	0.07	0.02
Virksomhedens alder (log)	0.06	0.00	0.06	0.00	0.06	0.00	0.06	0.00	0.06	0.00
Placering ifht. videntcenter	-0.00	0.09	-0.00	0.09	-0.00	0.09	-0.00	0.09	-0.00	0.09
Placering i hovedstadsregion	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11
Innovationsprofil										
Anden innovation	0.12	0.17	0.12	0.17	0.12	0.16	0.12	0.17	0.12	0.17
FoU udførende	0.13	0.17	0.15	0.18	0.14	0.17	0.15	0.18	0.14	0.16
Egen FoU-afdeling	-0.12	-0.29	-0.07	-0.18	-0.08	-0.19	-0.08	-0.21	-0.08	-0.22
Forskeruddannede pr. ansat	-0.27	1.08	-0.25	1.06	-0.23	1.07	-0.25	1.10	-0.23	1.11
Har forskeruddannet ansat	-0.06	-0.12	-0.01	-0.05	0.01	-0.04	-0.01	-0.06	0.01	-0.03
FoU-driftsudgifter pr. FoU-ansat	-0.06	0.24	-0.04	0.30	-0.05	0.32	-0.05	0.26	-0.05	0.27
FoU-udgifter/omsætning	-0.09	-0.24	-0.09	-0.25	-0.09	-0.25	-0.09	-0.24	-0.09	-0.24
Intern samarbejde (Egen koncern)	0.05	0.15	-	-	-	-	0.07	0.22	0.10	0.21
Ekstern samarbejde	-	-	-0.12	-0.18	-	-	-0.13	-0.23	-	-
- Herunder andre virksomheder	-	-	-	-	0.03	-0.15	-	-	-0.02	-0.17
- Herunder offentlige forskningsinstitutioner	-	-	-	-	-0.15	-0.07	-	-	-0.18	-0.12
Mesovariabel										
Markedskoncentrationen	-0.43	-0.09	-0.42	-0.08	-0.42	-0.07	-0.43	-0.09	-0.43	-0.08
Minimumsefficiensskala	0.87	0.46	0.87	0.48	0.88	0.48	0.86	0.45	0.86	0.46
Sektorer										
Fremstilling	0.10	0.07	0.10	0.07	0.10	0.07	0.10	0.07	0.10	0.07
Mellemteknologi	0.24	0.15	0.24	0.15	0.24	0.15	0.24	0.15	0.24	0.15
Højteknologi	0.48	-	0.48	-	0.48	-	0.48	-	0.48	-
Handel	0.06	-	0.06	-	0.06	-	0.06	-	0.06	-
Videnservice	0.13	-	0.13	-	0.13	-	0.13	-	0.13	-
Øvrige										
Observationer (uvægtet)	2465	941	2465	941	2465	941	2465	941	2465	941
R ²	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01

Note: Signifikans på 10 procents niveau er markeret med fed skrift. Udeladte variable markeret med (-).