



Analyseinstitut for Forskning

Danske virksomheders effektivitet og investeringer i forskning og udvikling



Working papers 2001/4
ISSN: 1399-8897

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

Danske virksomheders effektivitet og investeringer i forskning og udvikling

Af

Mogens Dilling-Hansen^{1,2},
Erik Strøjer Madsen^{2,3} og
Valdemar Smith^{2,3}

1: Institut for Økonomi, Aarhus Universitet;
2: Center for Industriøkonomi, Københavns Universitet;
3: Nationaløkonomisk Institut, Handelshøjskolen i Aarhus

Resumé

Et af virksomhedernes motiver til at investere i forskning og udviklinger er at forbedre produktiviteten. Denne velkendte sammenhæng er tidligere undersøgt på danske data, se Smith, Dilling-Hansen m.fl. (2000). Investeringer i forskning og udvikling opbygger en ikke-materiel kapital i virksomheden, og generelt findes der et hovedsagelig positivt afkast heraf. Omvendt er den kortsigtede effekt af de løbende investeringer i forskning og udvikling sværere at påvise, hvilket er overraskende, da en del forskning sigter mod at forbedre produktionsprocessen, samt bedre udnyttelse af det bestående produktionsapparat. Denne problemstilling er udgangspunktet for dette papir, som analyserer teknisk efficiens i et stochastic frontier approach. De fundne resultater fra efficiensanalysen danner dernæst baggrund for en undersøgelse af, hvorvidt investeringer i forskning og udvikling påvirker effektiviteten af virksomhederne. Datagrundlaget for beregningerne er et panel af danske virksomheder, der rummer oplysninger om investeringer i forskning og udvikling samt om virksomhedernes økonomiske forhold.

Papiret er en revideret udgave af en artikel til bogen "*Symposium i Anvendt Statistik 2001*" (ISBN 87-501-1151-5, Københavns Universitet). Deltagerne ved det 23. Symposium i Anvendt Statistik, København, den 22.-24. januar 2001, samt kolleger på Nationaløkonomisk Institut, Handelshøjskolen i Århus og Analyseinstitut for Forskning, Århus takkes for gode og nyttige kommentarer.

1. Indledning

Evnen til at skabe indtjening er den selvfølgelige forudsætning for at virksomheder fortsat kan være på et marked. Een, blandt flere, betingelser for en høj indtjeningsevne er, at virksomhedernes effektivitet er høj, eller sagt anderledes, at virksomhederne er produktive. Derfor er interessen stor for at identificere de forhold, som fremmer virksomheders produktivitet. Det primære sigte med dette papir er at undersøge om ineffektivitet i nogle virksomheder skyldes manglende forskning og udvikling. Virksomheder, der satser på forskning og udvikling som middel i konkurrencen med andre virksomheder, må formodes at være relativt effektive, med mindre der udelukkende er tale om produktrelateret forskning, hvilket sjældent forekommer i praksis

Adskillige studier har vist, at både eksterne forhold (konkurrenceforhold, markedsstruktur mv.) og interne forhold (ledelsesforhold, finansielle forhold, ejerform, innovative aktiviteter mv.) påvirker produktiviteten og disse sammenhænge gælder også for danske virksomheder, se f.eks. Nickell, Nicolitsas m.fl. (1997) og Dilling-Hansen, Eriksson m.fl. (1998). Specielt skal det noteres, at selv om virksomheders investeringer i virksomheders immaterielle aktiver, såsom forskning og udvikling (FoU), på kort sigt har en usikker effekt på overskuddet, så er effekten på længere sigt en forøgelse af produktiviteten, jvf. Smith, Dilling-Hansen m.fl. (2000).

Meget ofte anvendes begreberne produktivitet og effektivitet synonymt, hvilket er en lidt for enkel betragtning. Med udgangspunkt i en klassisk økonomisk definition af effektivitet diskuteres forskellene mellem begreberne. Dernæst fokuseres på det egentlige formål med dette papir, nemlig at analysere om der for danske virksomheder er forskelle i effektiviteten, således som det tidligere er påvist for produktiviteten. Konstaterede effektivitetsforskelle kan være forårsaget af enten virksomheds- eller branchespecifikke forhold, og i analysens anden del ses der på de faktorer, der udgør væsentlige elementer i forklaringen af, hvorfor nogle virksomheder er effektive og andre ikke er.

I afsnit 2 defineres begreberne produktivitet og effektivitet, og det efterfølgende afsnit opstiller teoretiske modeller til beskrivelse af sammenhængen mellem produktivitet/effektivitet og realøkonomiske forhold, herunder specielt virksomheders immaterielle investeringer i forskning og udvikling. Afsnit 4 opstiller en empirisk model efterfulgt af en beskrivelse af de anvendte data i afsnit 5, og i afsnit 6 vises estimationsresultaterne.

2. Om produktivitet og effektivitet

Begreberne produktivitet og effektivitet omhandler grundlæggende en virksomheds evne til at transformere input (eller faktorindsats) til output. Betragtes forholdet mellem den samlede produktion eller output (målt i mængder eller kroner) og faktorindsats (målt i kroner eller mængder) kan et nøgletal for faktorproduktiviteten konstrueres som (se f.eks. Finansministeriet (2000))

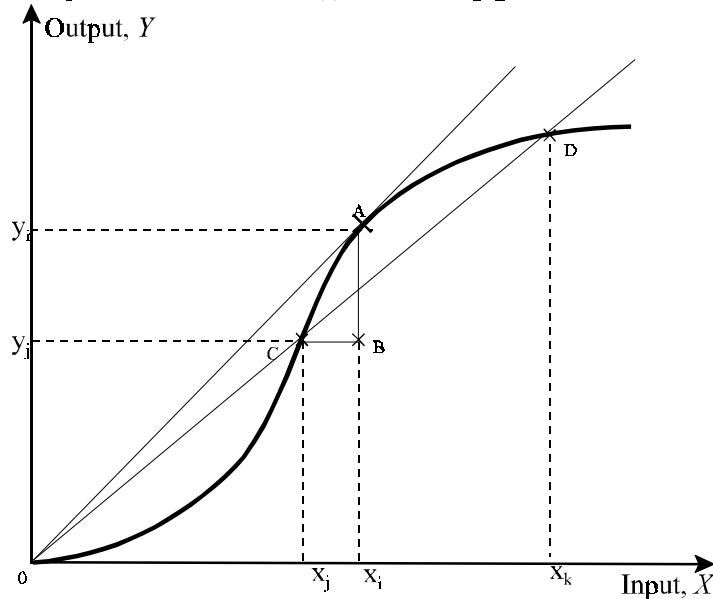
$$(1) \text{ produktivitet} \approx \frac{\text{output}}{\text{input}}$$

(1) beskriver virksomhedens evne til at producere for en given faktorindsats, medens den tilhørende effektivitet omhandler den måde, transformationen sker. En af årsagerne til, at der ofte hersker nogen forvirring/sammenblanding af begreberne produktivitet og effektivitet, skyldes flere forhold. Dels er effektivitetsbegrebet ofte ikke defineret, og dels er der en nær forbindelse mellem produktiviteten og effektiviteten: En meget produktiv virksomhed med tilsvarende lave produktionsomkostninger (bemærk at den reciproke værdi af (1) med passende måleenheder beskriver enhedsomkostningerne) vil ofte klare sig bedre end andre virksomheder i samme branche, og netop den relative position i branchen er grundlaget for fastlæggelse af en virksomheds effektivitet. Effektivitet er dermed en egenskab knyttet til produktivitetens mål.

Farrel (1957) definerede den *totale økonomiske effektivitet*¹ og dekomponerede den i to komponenter, *teknisk* og *allokativ effektivitet*. Sammenhængen mellem disse begreber og produktionsforhold er illustreret i figur 1, hvor ét produkt, y , produceres med kun ét input, x . Enhver kombination af input og output på den fede linie, produktionsfunktionen, viser det maksimale output til et givet input - eller formuleret inputorienteret det mindste forbrug af produktionsfaktorer til et givet output. Alle virksomheder, der bevæger sig på produktionsfunktionen, eller - formuleret anderledes - på produktionsranden/fronten, er *teknisk effektive*: Virksomhederne i punkterne C, A og D, er tekniske efficiente, fordi ingen af dem kan producere mere til inputmængderne x_j , x_i og x_k . Virksomheden, der producerer i punktet B er til gengæld ineffektiv, fordi punktet A kan nås med samme input eller output kan produceres med anvendelse af input x_j . Medens alle punkter på fronten repræsenterer *teknisk effektive* virksomheder, så er kun de virksomheder, der samtidig minimerer omkostningerne, *allokativ effektive*.

¹ Farrels begreb *efficiency* er i denne fremstilling oversat til enten *effektivitet* eller *efficiens* uden sontring i betydningen af de to ord.

Figur 1 Teknisk efficiens og produktivitet



I det simple tilfælde med et output og et input kan sammenhængen mellem produktivitet og *allokativ efficiens* illustreres ved bevægelsen fra punktet C over A til D. Jævnfør (1) kan produktiviteten måles ved hældningen på linien fra origo gennem punktet, og det ses, at selv om virksomhederne producerer effektivt, så stiger produktiviteten frem til punktet A, hvorefter den falder til samme niveau i punkt D. Hvis virksomheden modsat ikke producerer *teknisk efficient*, f.eks. i punktet B under produktionsranden, så er produktiviteten lavere end for virksomheden i punktet C, der producerer samme output, y_j , med et mindre faktorforbrug, x_j

3. Hvilke faktorer påvirker produktiviteten?

Det er ofte vanskeligt at eftervise sammenhængen mellem en virksomheds evne til at tjene penge, f.eks. målt som overskud efter skat i forhold til omsætningen, og realøkonomiske forhold. Derfor ses der i reglen på sammenhængen mellem den samlede produktion og ressourceindsats ved anvendelse af modeller, der udspringer af *total factor productivity models*, se f.eks. Nickell (1996). Disse modeller specificerer en parametrisk sammenhæng mellem output og de anvendte produktionsfaktorer. En Cobb-Douglas formulering² af (1) giver i en logaritmetransformeret version følgende sammenhæng

² I Cobb-Douglas versionen påvirker input det samlede output multiplikativt. Med to faktorer, arbejdskraft og kapital, bliver output bestemt ved $y = A * L^\alpha * K^\beta * E$. Det bemærkes, at koefficienterne til input, α og β , kan tolkes som output-elasticiteter, og at summen af de to koefficienter er konstant og udtrykker skalaafkast.

$$(2) \quad y_i = \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ji} + \varepsilon_i$$

hvor y_i er logaritmen til output og x_{ij} , der udover at bestå af logaritmen til det j 'te input også indeholder *andre relevante faktorer*, der påvirker y . Den parametriske sammenhæng kan estimeres ved anvendelse af simpel OLS, hvis residualerne er pænt fordelt om regressionslinien. Hvis alle virksomhederne ikke er *teknisk efficiente*, dvs. bevæger sig på randen af produktionsfronten figur 1, vil OLS give skæve skøn på koefficienterne. Denne problematik behandles i afsnit 4, hvor den empiriske model opstilles.

X-matricen med forklarende variable inddeles i fem grupper af forklarende forhold og indeholder foruden faktorindsats også variable, der tager højde for ejerforhold, finansielt pres, konkurrenceforhold samt forskning og udvikling i virksomheden.

Sammenhængen mellem de primære produktionsfaktorer, arbejdskraft (L) og kapital (K), og output forventes at være positiv, og summen af koefficienterne angiver størrelsen af skalaafkastet. I figur 1 er vist et typisk forløb for produktionsfunktionen med stigende skalaafkast (summen af koefficienterne er større end een), hvorefter det falder (summen bliver mindre end een). I modsætning til dette typiske forløb tvinger Cobb-Douglas formuleringen i (2) produktionsfunktionen til at have konstant skalaafkast.

Et klassisk tema i debatten om virksomheders produktivitet er om ejerforhold har indflydelse, se f.eks. Short (1994). Denne diskussion tager udgangspunkt i, at en adskillelse af ejerkreds fra den daglige ledelse kan påvirke produktiviteten fordi, den daglige ledelse kan have andre og mere kortsigtede interesser end den egentlige ejerkreds, hvilket vil sige aktionærene. Generelt gælder i disse modeller, at forøget ejerkontrol antages at have en positiv effekt på virksomhedernes produktivitet

Typiske eksempler på beskrivelse af disse effekter har været at anvende oplysninger om ejerform (selskabsform: A/S vs. Aps.) og spredningen i ejerskab. I begge tilfælde er sammenhængen ikke entydig, fordi der på den ene side er en forventning om at få ejere har mere direkte kontrol over virksomheden (og dermed mulighed for at forøge produktiviteten) og på den anden side giver spredt ejerskab adgang for professionelle investorer med den nødvendige ekspertise. I nærværende analyse introduceres derfor et alternativt mål for ejerkontrol, nemlig begrebet 'block-ownership'. Herved forstås, at nogle aktionærer er i besiddelse af en større aktiepost, og derfor må formodes at have indflydelse på og viden om virksomhedens strategi. Tilstedeværel-

sen af 'block owners' (især hvis der er tale om eksterne block owners) forventes derfor at have en disciplinerende indflydelse på virksomhedens daglige ledelse, hvorfor et stigende antal block-owners (op til en vis grad) forventes at påvirke produktiviteten positivt.

Virksomhedens solvensgrad, dvs. egenkapitalen i forhold til balancen, indgår i forklaringen af dens produktivitet i flere studier, se Jensen (1986). Jo mere gældstyngede virksomhederne er, dvs. jo lavere solvensgrad, jo mere fokus må der nødvendigvis være på produktiviteten, fordi ejerkredsens risiko for at tabe den indskudte kapital vokser med gældsbyrden. Tankegangen er med andre ord, at en voksende gældsbyrde virker disciplinerende, således at ikke/svagt-profitable aktiviteter skæres bort: En investering i et projekt, der ikke umiddelbart forøger indtjeningen, skæres således bort, selv om ledelsen af virksomheden ud fra andre motiver måske kunne ønske at gennemføre investeringen (investeringer i projekter, der ikke umiddelbart er rentable, kaldes ofte "pet"-projekter).

Et tilsvarende argument for sammenhængen går alene på finansieringen af eventuelle investeringsprojekter. I reglen er renten på lånekapital højere end den alternativrente virksomhedsledelsen imputerer for egne ledige midler. Projekter, der finansieres alene med interne midler, er derfor ofte ikke være helt så rentable, som projekter der skal lånes til. Eftersom virksomheder med svag solvens er henvist til lånemarkedet, vil denne gruppe af virksomheder derfor gennemføre projekter, der i gennemsnit formodentlig er lidt mere profitable og dermed formentlig også mere produktive end gennemsnittet af projekter, der gennemføres af likvide virksomheder.

Konkurrenceforhold på markedet må også forventes at påvirke virksomheders performance; men igen må gælder, at der er modsatrettede argumenter. Shumpeter (1942) argumenterer for at mindre konkurrence gennem øget monopolgrad giver store virksomheder overskud til at foretage nødvendige innovative tiltag og dermed øge produktiviteten. På den anden side argumenterer en række forfattere for at øget konkurrence på et marked øger virksomhedens produktivitet, f.eks. Nickell (1995), og i samme retning trækker, at monopolvirksomheder kan blive ineffektive i kraft af beskyttelsen, jvf. *X-efficiency* teorien, se Leibenstein (1966). Teorien forudsiger, at hvis virksomheder ikke er udsat for konkurrence, har de en tilbøjelighed til at fokusere mindre på traditionelle økonomiske målsætninger, herunder produktiviteten. I nærværende sammenhæng forventes en positiv sammenhæng mellem konkurrencepresset i konkrete brancher samt virksomhedernes produktivitet. Dvs, produktiviteten forventes at være højest i brancher, hvor der er tegn på konkurrence.³

³ I lighed med andre studier måles begrebet 'konkurrence' ved koncentrationen i de respektive brancher, se nedenfor.

Endelig må virksomheders innovative aktiviteter og mere specifikt investeringer i forskning og udvikling, FoU, forventes at påvirke produktiviteten. En analyse af sammenhængen mellem produktivitet og FoU er bl.a. foretaget på danske data i Smith, Dilling-Hansen m.fl. (2000). Indflydelsen af virksomhedernes investeringer i FoU er i denne analyse baseret på et kapital-approach, hvor de samlede nettoinvesteringer FoU er akkumuleret over tiden og nedskrevet med en given afskrivningssats på linie med praksis for almindelig virksomheds kapital. Baseret på informationer for ca 200 fremstillingsvirksomheder, der alle har investeret i FoU, viser forfatterne, at der er et stabilt, positivt signifikant afkast af FoU-kapital. Målt ved output-elasticiteten af FoU-kapital er effekten i størrelsesordenen 9-12 procent, hvilket svarer nogenlunde til udenlandske erfaringer.

I nærværende analyse er FoU-begrebet lidt anderledes, idet virksomhederne deles op i FoU aktive virksomheder samt i virksomheder, der ikke konkret har investeret i FoU. Ud fra denne opdeling forventes, at de FoU-aktive virksomheder er de mest effektive, dvs. i disse virksomheder skabes alt andet lige mere værditilvækst end i andre virksomheder.⁴

4. Modellen til forklaring af virksomheders effektivitet

I det foregående afsnit er kort redegjort for den teoretiske ramme for forklaring af produktivitetforskelle. Vendes blikket mod virksomhedernes effektivitet er det åbenbart, at en række særlige forhold bestemmer virksomhedernes evne til at udnytte det nyeste og mest produktive produktionsapparat, dvs. bevæge sig på randen af produktionsfunktionen; men udover disse specifikke forhold, må de samme forhold, der påvirker produktiviteten, også forventes at have indflydelse.

Modellen i (2) kan umiddelbart estimeres vha. simpel OLS, og som allerede nævnt gælder der, jvf. Coelli, Rao m.fl. (1998), at estimationsmetoden forudsætter, at alle virksomheder er teknisk efficiente, altså at de befinder sig på produktionsranden i figur 1. Formålet med efficiensanalyser er modsat at få identificeret de teknisk inefficente virksomheder, og derfor opstilles der som alternativ til mindste-kvadraters metode en *stochastisk frontier model*. Modellerne, der stort set parallelt blev formuleret af Aigner, Lovell m.fl. (1977) og Meeusen and van den Broeck (1977), anvender samme funktionelle sammenhæng som i (2), dog med en væsentlig opsplitning af fejleddet, ε_i

⁴ Værditilvæksten kan principielt forøges både pga. af forbedrede produkter og pga. bedre processer i virksomheden. Dette skyldes, at virksomhedens FoU kan være såvel produkt- som process orienteret.

$$(3) \quad \varepsilon_i = v_i - u_i$$

hvor $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$ og u_i er defineret som den absolutte værdi af $U_i \sim N(0, \sigma_u^2)$. Den ikke-negative komponent, u_i , introduceres af Meeusen and van den Broeck (1977) som et in-effektivitetsmål, og selv om de to komponenter i (3) generelt er genstand for stor diskussion, se Aigner, Lovell m.fl. (1977), Førsund, Lovell m.fl. (1980) og Coelli, Rao m.fl. (1998), så er de efterfølgende analyser baseret på den traditionelle "Farrel-fortolkning" af residualledet: De to fejllid i (3) er uafhængige af hinanden, og første komponent tolkes som et normalt fejllid (tilfældigheder/eks-terne forhold i stil med held, vejrlig, særligt udstyrede maskiner etc.), medens andet led er et ikke-negativt udtryk for den *tekniske inefficiens* i virksomheden. Modellerne estimeres typisk vha. ML-baserede metoder, og betegnes summen af de to uafhængige varianskomponenter σ_s^2 fås følgende udtryk for den relative størrelse af ineffektiviteten:

$$(4) \quad \gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_s^2} \quad \text{eller} \quad (4') \quad \lambda = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2}$$

hvor γ hhv. λ estimeres og testes på linie med de øvrige estimerede koefficienter. λ tilhører intervallet $[0; \infty]$. I den estimerede model er et positivt signifikant λ udtryk for, at der er 'støj' i modellen ud over almindelig 'hvid støj', hvilket kan ses som en indikator af, at 'stochastic frontier'-modellen forklarer mere end den simple OLS-baserede produktionsfunktion.

Ud fra den estimerede inefficienskomponent, u_i , beregnes for hver virksomhed den relative tekniske inefficiens, som tilhører intervallet $]0;1]$ (efficiente virksomheder har værdien 1). Til forklaring af denne inefficiens anvendes de forklarende variable, der er introduceret ovenfor, og der opstilles typisk en simpel lineær sammenhæng mellem effektiviteten og de forklarende variable

$$(5) \quad u_{it} = z_{it} \delta + W_{it}$$

Matricen δ er de forklarende variable og W er et standard fejllid. Der er typisk to strategier for estimation af (5). Den første metode anvender et to-trins approach, hvor inefficiensen først estimeres og derefter forklares denne inefficiens i modeller, hvor der tages hensyn til inefficiensens trunkerede form - typisk som en Tobit model, se f.eks. Hay and Liu (1997). Den anden metode, baseret på Coelli, Rao m.fl. (1998), estimerer den stokastiske frontier og modellen til forklaring af inefficiensen simultant. I begge tilfælde bemærkes det, at forklarende variable i produktionsfunktionen (2) samtidigt kan optræde i modellen for inefficiens, (5), grundet de to

uafhængige fejled. I denne fremstilling anvendes den første to-trins metode til forklaring af inefficiensen⁵.

5. Data

Tabel 1 indeholder beskrivende statistik for de variable, der indgår i papirets empiriske analyse. Tallene baserer sig på en samkøring af data fra forskellige kilder, der alle vedrører året 1997. Der er tale om data, der stammer fra Danmarks Statistiks Firmastatistik, Købmandsstandens Oplysningsbureau samt Forskningsstatistikken fra Analyseinstitut for Forskning. Således stammer oplysninger vedrørende virksomhedernes værditilvækst, beskæftigelse, kapital, selskabsform, eksport samt solvensgrad fra et udtræk fra Danmarks Statistiks Firmastatistik 1997. Det samme gælder konstruktionen af markeds koncentrationsmålet, der er et standard 4-firm concentration index, hvilket siger den andel af branchens værditilvækst der produceres af de 4 største virksomheder.⁶ Branchen er afgrænset på 4-ciffer niveau efter NACE, Rev.1 nomenklaturen. Oplysninger om antallet af "block-owners", hvorved, jvf ovenfor, forstås ejere i besiddelse af mindst 5% af aktierne i et givet firma, er tilvejebragt via bearbejdning af virksomhedsstamdata fra Købmandsstandens Oplysningsbureau.⁷ Endelig rummer det anvendte datasæt oplysninger om virksomhedernes forskningsaktivitet, som er hentet fra Analyseinstitut for Forskning 1995 og 1997-FoU statistik for det private erhvervsliv. Tabellen viser, at 21% af de medtagne virksomheder i 1997 var Fou-aktive, hvilket er lidt mindre end i den samlede FoU-statistik (30%). Der er ikke foretaget en egentlig bortfaldsanalyse; men der er øjensynligt en (mindre) skævhed i de tilgængelige oplysninger mellem de tre kilder for data, vurderet ud fra FoU-statistikken.

Det ses, at virksomhederne er relativt store i dansk målestok med den deraf følgende højreskæve fordeling. Den valgte to-trins procedure bestemmer produktionsfronten på grundlag af den fulde stikprøve på de ca. 3500 observationer; men i de efterfølgende effektivitetsanalyser falder det effektive antal observationer til godt 2300, og med anvendelse af oplysninger om ejerforhold er antallet af valide observationer nede på 626.

⁵ Begrundelsen for dette valg er det simple forhold, at de anvendte data i analyserne er fra Danmarks Statistiks Firmastatistik. Disse data kan kun anvendes på udstyr, hvor der ikke pt. kan afvikles de specialprogrammer, der kan estimere modellen opstillet i Coelli, Rao m.fl. (1998).

⁶ Det anvendte koncentrationsindeks er et såkaldt ukorrigeret indeks, dvs der er ikke taget højde for forskelle i import tilbøjeligheden for de enkelte brancher.

⁷ I projektets eksperimentelle fase anvendtes der data for virksomhedernes indtjening samt mål for minimum-efficient-scale, hvorved forstås det produktionsniveau hvor der produceres med mindst mulige gennemsnitsomkostninger. Begge disse variable er beregnet ud fra oplysninger i databasen fra Købmandsstandens Oplysningsbureau.

Sidstnævnte store fald i antallet af valide observationer er en effekt af, at ikke alle virksomheder skal offentliggøre oplysninger om ejerforhold. Det er klart, at der kan være en potentiel systematik i dette frafald i form af virksomheder, der falder bort, som må formodes at være ejet af een ejer (til dels personligt ejede firmaer). Omvendt er det ikke usædvanligt, at der er betragteligt bortfald når oplysninger fra forskellige registre kombineres. Men der er ikke noget, der tyder på, at signifikansen af de øvrige estimerede parametre påvirkes nævneværdigt, ligesom der heller ikke er fortegnsskift, når man sammenligne reestimationer foretaget på basis af de forskellige stikprøvestørrelser, se nedenfor.

Tabel 1 *Deskriptiv statistik på anvendte data*

<i>Variabel</i>	<i>Antal obs.</i>	<i>Gennemsnit</i>	<i>Spredning</i>
<i>Log (y) - værditilvækst</i>	2303	9.20	1.41
<i>Log (L) - antal ansatte</i>	2303	8.61	1.59
<i>Log (K) - anlægsaktiver</i>	2303	3.43	1.73
<i>Effektivitet i procent</i>	2303	80.27	6.74
<i>Markedskoncentration</i>	2303	0.3508	0.2195
<i>Aktieselskaber - dummy</i>	2303	0.6075	
<i>Forskning & udvikling - dummy</i>	2303	0.2089	
<i>Finansiell solvens</i>	2303	0.2996	0.1010
<i>Eksportintensitet</i>	2303	0.2217	0.3185
<i>Antal ejere med mindst 5%</i>	626	2.31	1.49

Note. *Oplysninger er baseret på brutto-stikprøven, dvs. færre antal observationer kan være anvendt i analyser, hvor andre variable er uoplyste.*

6. Resultater

Tabel 2 viser den simple sammenhæng mellem værditilvækst og produktionsfaktorer, jvf. ligning (2). Udover at den estimerede model udviser en generelt meget høj forklaringsgrad, $R^2=0.94$, gælder det, at summen af parametrene til kapital og arbejdskraft peger i retning af, at input-output relationen er tæt på constant-returns-to-scale. En samtidig forøgelse af kapital og arbejdskraft på f.eks 1% medfører en tilsvarende forøgelse i den producerede værditilvækst. Dette resultat er helt overensstemmende med tidligere studier, se f.eks. Smith, Dilling-Hansen m.fl. (2000) med den ændring, at anvendelse af værditilvækst i stedet for omsætning hæver outputelasticiteten for kapital med et tilsvarende fald for arbejdskraften.

Et særligt problem opstår ved estimering af stokastiske frontier modeller når OLS-residualerne

er skæve. Waldman (1982) viser, at i tilfælde, hvor residualerne er højreskæve (skewness>0), så degenererer ML-estimerne til de simple OLS-estimer. Det er også tilfældet med det anvendte datasæt, og selv om et generelt middel er en bedre model (se Greene (1998)), så er der her foretaget, hvad der i Hay and Liu (1997) betegnes som “...a judicious elimination of outliers in the data”. Princippet for denne fravælgelse er, at de observationer, der genererer meget store standardiserede afvigelser, er sorteret fra, og det drejer sig om ca. 1% af bruttostikprøven.

Sammenhængen mellem virksomhedens beregnede effektivitet og dens interne hhv. eksterne forhold er estimeret vha. standard OLS, branchespecifikke fixed-effect modeller samt i en Tobit analyser med effektiviteten bundet til intervallet]0;1]. I tabel 3 er vist resultaterne af udvalgte modeller, og det ses, at der ikke ændres på de fundamentale sammenhænge, dvs. fortegn på koefficienterne, når OLS-modellen sammenlignes med de censurerede modeller.

Tabel 2 *Cobb-Douglas produktionsfunktion hhv. med og uden forudsætning om teknisk efficiens - forklaret variabel er værditilvækst*

<i>Variabel</i>	<i>Standard OLS-model</i>	<i>Stochastic Frontier model</i>
Konstant	2.58*** (0.039)	2.80*** (0.036)
Antal ansatte	0.621*** (0.007)	0.620*** (0.005)
Kapital - anlægsaktiver	0.370*** (0.009)	0.373*** (0.007)
λ	-	0.965*** (0.113)
Antal observationer	3583	3583
R ² - adjusted	0.94	

Anm. Oplysninger i parentes er standard-errors . * angiver signifikans på 10% niveau, ** 5% og *** 1%.

Et gennemgående træk ved analyserne er, at virksomheders investeringer i FoU har en positiv effekt på effektiviteten. Der er anvendt en dummy-variabel for FoU-aktivitet, og det ses, at den generelt er positiv og signifikant. De virksomheder, der investerer i FoU, er imidlertid ikke tilfældigt fordelt over brancher. I visse brancher er sandsynligheden for at en tilfældig virksomhed er FoU-aktiv således væsentlig højere end i andre. I tabel 3's søjle 2 ses dette ved, at FoU's effekt falder og bliver klart insignifikant, når der samtidigt anvendes dummy variable for brancher - her på 3-cifret NACE niveau.⁸

Dernæst viser beregningerne, at markedsconcentrationen er statistisk signifikant og virker

⁸ Dette fænomen genfindes i øvrigt i en lang række studier af virksomhedens FoU-adfærd, se Dilling-Hansen m.fl. (1998) for en oversigt.

negativt på effektiviteten, dvs. i brancher med formodede stordriftsfordele. I projektets eksperimentelle fase blev der anvendt andre mål for stordriftsfordele (f.eks. *minimum efficiens scale (MES)*, som måler den virksomhedsstørrelse i en branche, der anses for at være nødvendig for at producere med de mindst mulige gennemsnitsomkostninger). Jo højere MES, jo mere beskyttet anses virksomhederne for at være mod indtrængning af nye virksomheder, hvilket dog i længden kan føre til mindre effektiviteten. Den indbyrdes korrelation mellem variablene hindrer dog en samtidig anvendelse; men både stigende værdier af *minimum efficiens scale* og koncentrationen i branchen kan tolkes som indikatorer for faldende konkurrence, og det er i disse “beskyttede” brancher at effektiviteten falder, jvf. Leibenstein (1966). En forventet positiv sammenhæng mellem effektivitet og åbenhed over for udlandet, belyst ved eksportintensiteten, kan derimod generelt ikke påvises, hvilket er vist i tabel 3's søjle 4.

På tilsvarende måde ses det, at soliditetsgraden som ventet har en negativ indflydelse på virksomhedens effektivitet. Virksomheder uden bindende finansielle restriktioner er altså i gennemsnit mindre effektive. Denne sammenhæng er igen statistisk signifikant.

Tabel 3 Forklaring af teknisk efficiens

Variabel	Basismodel				
	Basis model (OLS)	med branche-dummies	Tobit analyse	Tobit analyse	Tobit analyse
Konstant	0.8197*** (0.0045)	(ikke vist) ¹	4.432*** (0.0046)	4.432*** (0.0046)	4.462*** (0.0111)
Markedskoncentration	-0.0454*** (0.0066)	-0.0209** (0.0100)	-0.0180*** (0.0069)	-0.0183*** (0.0069)	-0.0060 (0.0137)
Aktieselskaber	0.0255*** (0.0029)	0.0244*** (0.0026)	0.0218*** (0.0028)	0.0217*** (0.0028)	0.0213*** (0.0068)
Forskning & udvikling, FoU	0.0141** (0.0035)	0.0001 (0.0031)	0.0138*** (0.0033)	0.0137*** (0.0033)	0.0109* (0.0061)
Soliditetsgraden	-0.0650*** (0.0143)	-0.0871*** (0.0148)	-0.0757*** (0.0144)	-0.0760*** (0.0144)	-0.1404*** (0.0249)
Eksportintensitet	-	-	-	0.0038 (0.0056)	-
Antal ejere med 5%	-	-	-	-	-0.0081 (0.0060)
(Antal ejere m 5%) ²	-	-	-	-	0.0011 (0.0009)
Antal observationer	2303	2303	2303	2303	626
R ² - adjusted / scale parameter	0.057	0.395	0.064 (0.001)	0.064 (0.001)	0.066 (0.002)

Note. 1) Branchedummies baseret på 3-cifrede NACE-koder (ialt 127 brancher anvendes i estimationerne). Oplysninger i parentes er standard-errors. * angiver signifikans på 10% niveau, ** 5% og *** 1%.

Effekten af virksomhedernes ejerforhold/organisationsform er belyst via en dummy for aktieselskaber og antallet af ejere. Aktieselskaber viser sig generelt at være mere effektive end andre selskaber. Årsagen hertil kan være, at den kommerciel risiko for aktieselskaberne er begrænset til selve selskabskapitalen, hvorfor denne gruppe af selskaber gennemsnitligt har flere high risk/high return projekter. Overlevende A/S er derfor selekterede og formentlige effektive i forhold til andre selskaber. Tabel 3 viser, at den positive effekt er signifikant og ganske stabil.

I den teoretiske gennemgang blev det argumenteret for, at eksistensen af betydende ejere kan have en virksomhedens effektivitet. Virksomheder med en enkelt eller få ejere vil typisk være familieejede firmaer med sammenfald af ejer- og ledelseskreds. Såfremt der alene er een dominerende ejer vil der typisk være tale om virksomhedens stifter, og ejeren og lederen vil derfor have identiske mål. Flere ejere styrker ikke nødvendigvis effektiviteten. Men når antallet af betydende ejere vokser udover et par stykker, så er der typisk tale om eksterne blok-aktionærer, hvorved forstås investorer, der ikke personlige eller familiære relationer til virksomhedens ledelse. Flere ejere er strengt taget udtryk for spredt ejerskab og dermed mindre kontrol med virksomhedens ledelse og måske mindre effektivitet. Men når disse ejere hver har mindst 5% af aktiekapitalen kan der også være tale om det modsatte, idet disse større aktionærer (pensionskasser ol.) kan udøve deres indflydelse gennem besættelse af bestyrelsesposter mv., hvilket typisk vil være en betingelse for at købe aktier især i ikke-børsnoterede selskaber

I søjle 5 inddrages antallet af blok-aktionærer som forklarende variabel. Selv om betydningen for effiensen ikke er helt signifikant, så viser det kvadratiske udtryk, der beskriver en parabel dog, at effektiviteten falder, når ejerkredsen vokser til op mod 4 ejere, hvorefter effektiviteten igen stiger. Resultatet i søjle 5 giver således en svag indikation af, at antallet af betydende ejere har en indflydelse på danske virksomheders effektivitet.⁹

⁹ Estimationerne i søjle 5 er kun udført på basis af observationer for 626 virksomheder, hvilket skyldes, at der manglende oplysninger om aktionær forhold for en række virksomheder i databasen. Den manglende signifikans til ejervariablen i den sidste søjle kan således skyldes det lavere antal observationer i forhold til de øvrige modelformer, der er præsenteret. Estimeres f.eks den 3 søjle på de samme 626 observationer fås imidlertid stort set uændrede parameterskøn for de øvrige variable, dog med lidt lavere signifikans for FoU-variablen. Markedskoncentrationsvariablen forbliver fortsat insignifikant, som tilfældet er i Tobit estimationen i søjle 5. Endelig skal det nævnes, at en simpel (log)lineær af blok-ejervariablen ikke ændrer på signifikansforholdet.

7. Sammenfatning

Formålet med denne artikel har været undersøge, hvorvidt forskning og udviklingsarbejde påvirker danske virksomheders effektivitet. Udgangspunktet for analyserne er opstilling af en stokastisk frontier model, som anvendes til at beregne virksomhedernes relative effektivitet, og i papirets anden del søges denne forklaret ved - udover FoU – også at inddrage andre faktorer, såsom konkurrenceforhold samt markeds-, ejer-, og gældsforhold i virksomheden.

De empiriske resultater viser, at FoU-aktive virksomheder højst sandsynligt er mere effektive end andre virksomheder. Med mindre der inddrages branchespecifikke dummyvariable på et meget disaggregeret niveau opnås der således signifikante og positive effekter på effektiviteten i samtlige modelspecifikationer fra forskning og udvikling. Dette resultat er i overensstemmelse med tidligere studier af danske virksomheders produktivitet, hvori der findes et positivt afkast til FoU.

Analyserne viser desuden, at virksomheder, der er udsat for mere konkurrence og har mindre finansiell soliditet end andre, påvirkes (tvinges) i retning af at være effektive. Endelig viser analyserne, at virksomheder med een, to eller mindst 4 blok-aktionærer er relativt mere effektive end virksomheder med 2 og 3 dominerende ejere. Denne effekt er kun svagt signifikant, hvilket formentlig skyldes, at antallet af observationer falder drastisk, når oplysninger om ejerforhold inddrages i analyserne.

Litteratur

Aigner, D., Lovell, C. A. K. and Schmidt, P. (1977). "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models." Journal of Econometrics **6**: 21-37.

Coelli, T., Rao, D. S. P. and Battese, G. E. (1998). An introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Massachusetts 02061, USA, Kluwer Academic Publishers.

Dilling-Hansen, M., Eriksson T., Madsen, E. S. og Smith, V. (1998). "Konkurrenceforholdenes betydning for danske virksomheders produktivitet." Nationaløkonomisk Tidsskrift **136(1998)**: 138-151.

Farrel, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency." Journal of the Royal Statistical Society **120(Series A)**: 253-290.

Finansministeriet (2000). "Benchmarking i den offentlige sektor - nogle metoder og erfaringer". København, Finansministeriet.

Førsund, F. R., Lovell, C. A. K. and Schmidt, P. (1980). "A Survey of Frontier Production Functions and of their Relationship to Efficiency Measurement." Journal of Econometrics **13**: 5-25.

Greene, W. H. (1998). LIMDEP Version 7.0 User's Manual (Revised Edition). Plainview, NY 11803, Econometric Software, Inc.

Hay, D. and G. S. Liu (1997). "The Efficiency of Firms: What Difference Does Competition Make?" The Economic Journal **107(May)**: 597-617.

Jensen M. (1986), "Agency costs of Free Cash Flow, Corporate Finance and Takeovers", American Economic review (76), 323-329.

Leibenstein, H.(1966), "Allocative Efficiency vs. 'X-Efficiency'". American Economic Review, vol. 56, pp. 392-415.

Meeusen, W. and J. van den Broeck (1977). "Efficiency Estimation From Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error." International Economic Review **18(2)**: 435-444.

Nickell, S. (1995). The Performance of Companies. The Relationship between the External

Environment, Management Strategies and Corporate Performance. Oxford, UK, Basil Blackwell Inc.

Nickell, S., D. Nicolitsas and Dryden, N. (1997). "What makes firms perform well?" European Economic Review **41**: 783-796.

Nickell, S. J. (1996). "Competition and Corporate Performance." Journal of Political Economy **104**(41): 724-746.

Short H. (1994), "Ownership, Control, Financial Structure and the Performance of Firms", Journal of Economic Surveys (8), 203-249.

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

Smith, V., Dilling-Hansen, M., Eriksson, T. og Madsen, E. S. (2000). "R&D and Productivity in Danish Firms: Some Empirical Evidence." Analyseinstitut for Forskning **2000/4** (ISSN 1399-8897): 1-23.

Waldman, D. M. (1982). "A Stationary Point for the Stochastic Frontier Likelihood." Journal of Econometrics **18**: 275-279.