

KAPITEL V

FORSKNING OG ØKONOMISK UDVIKLING

V.1 Indledning

Lavere produktivitetsvækst

På lang sigt er udviklingen i et lands velstand snævert knyttet til produktivitetsstigninger, dvs. til stigende effektivitet i udnyttelsen af arbejdskraft, kapital og materialer. Væksten i produktiviteten er imidlertid blevet svækket siden midten af 1970'erne i såvel Danmark som en række andre OECD-lande. I samme periode er der også kommet øget fokus på, hvordan de vestlige industrilande bedst tilpasser sig den øgede internationalisering, som kan medføre udflytning af arbejdskraft-intensiv produktion til østeuropæiske og sydøstasiatiske vækst-økonomier.

Vidensøkonomien

Det har fra flere sider været fremhævet, at styrkelse af produktivitetsudviklingen og opretholdelse af beskæftigelsen bedst sikres ved at satse på vidensintensiv produktion, idet viden og udvikling af ny viden formodes at være en væsentlig drivkraft bag økonomisk vækst og jobskabelse, jf. f.eks. OECD (1996a). Disse ideer har ført til udstrakt brug af begrebet den videns-baserede økonomi eller vidensøkonomien.

Kapitlet er færdigredigeret den 30. april 1997.

Forskning og udvikling (FoU) skaber viden

Ny viden, der ligger til grund for tekniske fremskridt, skabes bl.a. via forskning og udvikling (FoU) i den offentlige sektor og private virksomheder. Det bliver derfor ofte påpeget, at det er nødvendigt at satse kraftigere på FoU, hvis produktivitetsudviklingen skal bedres. I dette kapitel belyses det, i hvor høj grad FoU har en positiv indflydelse på den økonomiske udvikling, og det diskuteres, hvorvidt omfanget og sammensætningen af den danske FoU-indsats er hensigtsmæssig. Endvidere overvejes det, om der sikres passende incitamenter til at tilvejebringe og udnytte forskningsresultater og dermed fremme innovation, dvs. fornyelse af produkter og produktionsprocesser. I afsnit V.2 diskuteres den teoretiske sammenhæng mellem vækst, viden og FoU.

FoU udgør 1,8 pct. af BNP

I Danmark blev der i 1993 udført FoU for 15,7 mia. kr., svarende til 1,8 pct. af BNP. I 1995 forventes de samlede FoU-udgifter at være steget til godt 18,5 mia. kr. FoU-udgifterne er steget betydeligt gennem en årrække, og det er regeringens målsætning, at der skal ske yderligere stigninger. Mens der findes statistiske oplysninger om de udgifter, der afholdes i forbindelse med FoU, er det straks vanskeligere at opgøre resultaterne af FoU-indsatsen. For at tegne et bredere billede af den teknologiske formåen i Danmark benyttes derfor, ud over FoU-udgifterne, en række supplerende indikatorer. Eksempelvis bliver antallet af patenter ofte benyttet som et mål for, hvad der konkret kommer ud af den forskningsmæssige indsats. I afsnit V.3 sammenholdes forskningsaktiviteten og innovationsevnen i Danmark med en række andre OECD-lande vha. udvalgte teknologi-indikatorer.

Vækstregnskab og produktivitet

FoU formodes at have en gunstig indflydelse på produktiviteten og dermed den økonomiske vækst. I afsnit V.4 opstilles et såkaldt vækstregnskab, som belyser produktivitetsvæksten i de danske erhverv i perioden 1948-95. Vækstregnskabet viser, hvorledes produktiviteten har udviklet sig, men forklarer ikke årsagerne til udviklingen.

Er der sammenhæng mellem FoU og produktivitet?

Betydningen af FoU undersøges mere eksplicit i afsnit V.5. Med udgangspunkt i internationale undersøgelser vurderes det bl.a., om der er en sammenhæng mellem FoU-indsats og produktivitetsvækst. Desuden belyses forholdet mellem virksomhedernes egen FoU-indsats og virksomhedernes køb af viden og teknologi indbygget i maskiner og materialer. Endelig analyseres samspillet mellem offentlig og privat forskning i Danmark, og det beregnes, i hvor høj grad offentlig forskning fører til omkostningsbesparelser i erhvervene.

Teknologiens betydning for ufaglært arbejdskraft

Samtidig med at FoU og tekniske fremskridt giver gevinster i form af højere økonomisk vækst, kan der være samfundsmæssige omkostninger forbundet med teknologibaseret produktion. Det er eksempelvis et udbredt synspunkt, at tekniske fremskridt stiller større krav til arbejdstagernes vidensniveau og dermed begunstiger faglært arbejdskraft på bekostning af ufaglært. Denne tanke forfølges i afsnit V.6, hvor det analyseres, om teknologiudviklingen i Danmark har hæmmet beskæftigelsesmulighederne for den ufaglærte arbejdskraft.

Mulige strategier

I afsnit V.7 gives et overblik over de dele af den danske forsknings-, skatte- og erhvervspolitik, som er indrettet med henblik på at skabe incitamenter til produktion, spredning og anvendelse af FoU-resultater. Kapitlet afsluttes i afsnit V.8 med vurderinger og anbefalinger af initiativer, der kan skabe grundlag for i højere grad at tilvejebringe og udnytte forskningsresultater og dermed fremme innovation og velstandsudvikling.

V.2 Viden og vækst

Teknologi og uddannelse vigtige i vidensøkonomien

Ny teknologi har altid været vigtig for den økonomiske udvikling. Eksempelvis spillede dampmaskinen en central rolle i den industrielle revolution. Det er således ikke nogen ny erkendelse, at tekniske fremskridt og viden er af stor betydning for den økonomiske formåen, jf. boks V.1. Med begrebet vidensøkonomi fokuseres der imidlertid ikke kun på evnen til at udvikle nye teknologier. Spredningen af teknologi samt muligheden for at omsætte tekniske fremskridt til nye og forbedrede varer og tjenesteydelser har ligeledes betydning for den økonomiske udvikling. Endvidere understreges det, at vidensopbygningen påvirkes af samspillet mellem tekniske fremskridt og uddannelse. Denne fokusering på de indbyrdes sammenhænge mellem de forskellige faktorer, der spiller ind på den teknologiske udvikling, er essensen i begrebet vidensøkonomi, jf. OECD (1996a).

Erfaring og FoU skaber viden

Generelt gælder, at ny viden bygger oven på allerede eksisterende viden, men at en løbende vedligeholdelse er nødvendig, da viden forældes. Viden skabes på flere måder. Eksempelvis opbygges der viden i form af de erfaringer, som gøres i forbindelse med løbende justeringer af produktionen. Selve produktionsprocessen er dermed også en læreproces, som skaber grundlag for vidensopbygning. Viden kan desuden opbygges mere direkte ud fra et aktivt ønske om netop at skabe viden. Anskuet på denne måde produceres viden i en selvstændig FoU-produktionsproces, hvor FoU på basis af den eksisterende viden skaber ny viden, som øger vidensbasen. Vidensopbygning kan således finde sted enten som en sidegevinst i forbindelse med den almindelige produktion eller som led i en handling, der direkte sigter mod at producere viden. I dette kapitel fokuseres der på den viden, som opbygges aktivt via FoU.

Den traditionelle teori for økonomisk vækst har især fokuseret på betydningen af kapitalakkumulation via investeringer i realkapital. Vækst i kapitalmængden fungerer som dynamo for den samlede produktion og efterspørgsel i økonomien, jf. Solow (1957). Set i dette perspektiv vil et centralt element i en væksthæmmende politik være at fremme investeringerne i økonomien f.eks. ved at øge opsparingen. Selv med en høj investeringsrate vil kapitalens vækstimpuls dog på et tidspunkt forsvinde, hvorfor stigende opsparing og investeringer kun vil medføre økonomisk vækst i en tilpasningsfase. På helt lang sigt vil produktionen pr. indbygger således være konstant, medmindre der vedvarende sker tekniske fremskridt. Tekniske fremskridt kan øge effektiviteten af produktionsfaktorerne og giver dermed mulighed for en stadig forbedring af levestandarden. I den traditionelle vækstteori søges det dog ikke eksplicit forklaret, hvad der bestemmer de tekniske fremskridt.

I den nyere vækstteori, der også kaldes endogen vækstteori, forsøges det direkte at identificere faktorer, der kan sikre en vedvarende vækst. Der findes flere retninger inden for nyere vækstteori. I en retning af teorien fokuseres der på arbejdskraftens uddannelsesniveau, der opfattes som en beholdning af human kapital på linje med fysisk kapital. Ved at inkludere arbejdskraftens uddannelsesniveau i kapitalopgørelsen bliver kapitalbegrebet bredere, og via akkumulation af human kapital sikres fortsat økonomisk vækst i denne type modeller, jf. bl.a. Romer (1986), Lucas (1988) og Rebelo (1991). En anden retning inden for nyere vækstteori hæfter sig ved, at spredning af viden kan generere positive eksterne effekter, som kan være en drivkraft for vækstprocessen. Disse eksterne effekter opstår, når viden er et kollektivt gode, som den enkelte ikke kan forhindre andre i at bruge. Inden for en gren af disse modeller, de såkaldte learning-by-doing modeller, beskrives det, hvorledes der genereres ny viden og dermed tekniske fremskridt som en sidegevinst ved produktion og investeringer, jf. bl.a. Arrow (1962). Inden for en anden gren af de vækstmodeller, der understreger betydningen af positive eksterne effekter, fokuseres der på, at opbygningen og spredningen af viden aktivt kan påvirkes gennem investeringer i FoU, jf. bl.a. Romer (1987), Romer (1990) og Grossman et al. (1991). I disse modeller er tekniske fremskridt et resultat af en målrettet forskningsindsats, hvor vedvarende vækst opstår i takt med, at der gøres nye opdagelser, som påvirker erhvervenes produktivitet.

Spredning af viden via materialer og maskiner

Den viden, der skabes via FoU, spredes på flere måder. Spredning af FoU-resultater sker for det første via ny teknologi indbygget i maskiner, udstyr og materialer, dvs. indbyggede (embodied) tekniske fremskridt. Det er almindeligt, at der sker en arbejdsdeling inden for erhvervene, således at FoU-intensive virksomheder udvikler og udbyder nye maskiner eller nye produkter, mens andre, ofte mindre teknologisk avancerede, virksomheder anvender den nye teknik i produktionen og derved opnår en større effektivitet. Ad denne kanal spredes viden i takt med, at gammelt kapitaludstyr erstattes og suppleres med nyt.

Direkte spredning af viden

For det andet spredes viden i form af såkaldte ikke-indbyggede (disembodied) tekniske fremskridt, dvs. erhvervet viden der optræder uafhængigt af nye maskiner og produkter. Spredning af ikke-indbyggede tekniske fremskridt kan ske ved, at erhvervene køber sig til viden og teknisk ekspertise, eksempelvis i form af konsulentbistand. Der kan dog også ske vidensspredning via positive eksterne effekter, som opstår, fordi en virksomhed ikke nødvendigvis i fuldt omfang kan forhindre andre adgang til den viden, den har produceret. Andre kan således gratis udnytte den producerede viden, som dermed kommer mange til gavn. Positive eksterne effekter anses for en meget betydelig del af vidensspredningen.

Anvendelse af ny teknologi

For de fleste virksomheder er innovation bl.a. via anvendelse af ny teknologi af afgørende betydning for konkurrenceevnen. Videnskabelig og teknisk kunnen kan være særdeles væsentlig både for selv at kunne forske og udvikle og for at kunne forstå og anvende ny teknologi udviklet i andre virksomheder og lande. Virksomhedernes egne FoU-aktiviteter har derfor også betydning for deres evne til at udnytte andres forskning.

Barrierer i videnssamfundet

Da produktion, spredning og anvendelse af viden alle er væsentlige forudsætninger for en effektiv vidensbaseret udvikling, er det vigtigt at være opmærksom på, hvordan der sikres incitament til og muligheder for både at udvikle, sprede og anvende ny viden. Der kan være flere barrierer for introduktion af ny teknologi i en virksomhed, og kendskab til en given teknologi er derfor ikke altid tilstrækkelig til at kunne anvende den. Mulige hindringer for introduktion af ny teknologi kan være finansieringsmæssige barrierer, især forbundet med mangel på risikovillig kapital, da forskningsaktiviteter altid vil være forbundet

med relativt store risici. Desuden kan der være organisatoriske og institutionelle barrierer, herunder mangel på tilstrækkeligt veluddannet arbejdskraft eller mangel på iværksætterinitiativ.

Vidensøkonomien kræver uddannelse

Arbejdsstyrkens uddannelsesniveau er af stor betydning ikke blot for velstandsniveauet, men også for velstandsudviklingen. Endvidere kan samspillet mellem uddannelse og tekniske fremskridt være afgørende for vidensopbygningen og dermed for den økonomiske vækst. Det skyldes, at såvel udvikling som implementering af viden i form af eksempelvis nye produkter og metoder ofte forudsætter indsats af højtuddannet arbejdskraft. En mulig begrænsning på den private FoU-aktivitet er således mangel på den nødvendige højtuddannede arbejdskraft.

Markedet giver ikke tilstrækkelig FoU

Markedsmekanismen sikrer ikke nødvendigvis, at der fra et samfundsmæssigt synspunkt bruges tilstrækkeligt mange ressourcer til FoU i virksomhederne. Det skyldes, at den enkelte virksomheds forskningsresultater bidrager til at øge det generelle vidensniveau i økonomien og dermed har en positiv virkning i andre virksomheder.¹ Eftersom viden imidlertid ikke fuldt ud kan privatiseres, vil den enkelte virksomhed ikke i tilstrækkeligt omfang have incitament til at forske. Det skyldes, at virksomheden selv bærer alle omkostningerne, mens konkurrenterne får del i afkastet.

- 1) Der kan dog også være negative eksterne effekter forbundet med FoU-indsatsen i den enkelte virksomhed, dvs. at det privatøkonomiske afkast kan være højere end det samfundsøkonomiske for nogle typer FoU-aktivitet. Dette kan bl.a. ske, hvis flere virksomheder ukoordineret forsker inden for samme område, eller hvis nye opdagelser ud fra en samfundsmæssig vurdering for hurtigt "overflødiggør" eksisterende viden. Normalt antages det dog, at de positive eksterne effekter overstiger de negative, hvorfor ureguleret markedsadfærd ud fra en samfundsmæssig synsvinkel ikke vil give tilstrækkeligt høj FoU-aktivitet, jf. Williams et al. (1995) for en grundig diskussion af disse forhold.

Det offentlige kan tilskynde til FoU...

Der er således en forskel mellem det privatøkonomiske og det samfundsøkonomiske udbytte af FoU, hvorfor der kan være behov for at øge virksomhederne tilskyndelse til forskning. En sådan tilskyndelse kan eksempelvis fremmes gennem offentlige tilskud til eller skattemæssig særbehandling af privat FoU i virksomhederne eller via patentlovgivningen, da patenter i en periode sikrer en virksomhed en form for monopol på udnyttelse af den nye viden. Det er dog ikke al viden, der kan patenteres. Tidsbegrænset patentering er et kompromis mellem på den ene side at sikre de enkelte virksomheder en vis ejendomsret over forskningsresultater og dermed fremme incitamenterne til FoU og på den anden side at sikre spredning af resultaterne - omend med en vis forsinkelse, da andre først kan udnytte den nye viden efter patentets udløb.² Et alternativ eller supplement til at fremme forskning i den private sektor er at udføre forskning i offentligt regi. I Danmark afholdes en stor del af de samlede forskningsudgifter allerede i offentligt regi.

...eller selv udføre forskning

V.3 Indikatorer for innovationsevnen i Danmark

Virksomheders innovationsevne beskrives bl.a. ved FoU-udgifter

I det følgende belyses danske virksomheders innovationsevne i international sammenhæng ud fra en række indikatorer. FoU-indsatsen formodes at være et væsentligt element i den industrielle innovation. FoU-udgifterne er dog kun et blandt flere input i innovationsprocessen. I en innovationsundersøgelse for danske industrivirksomheder for perioden 1990-92 fremgår det således, at FoU-udgifter ganske vist er den største post, men at de kun

- 2) Et problem med patenter kan dog være, at de kan give anledning til patentkapløb og dermed indebære, at for mange ressourcer bruges på at komme først med en opfindelse.

udgør godt 40 pct. af de samlede innovationsudgifter, jf. Erhvervsfremmestyrelsen (1994).³ Andre typer af innovationsudgifter optræder i forbindelse med anskaffelse af patenter og licenser, designudvikling, prøveproduktion og markedsanalyser. Ud over FoU-udgifterne kan innovationsevnen bl.a. beskrives ved resultaterne af innovationsprocessen, eksempelvis i form af antal patentansøgninger eller teknologiindholdet i udenrigshandlen.

Knap 16 mia. kr. til FoU i 1993

I 1995 skønnes de samlede FoU-udgifter at løbe op i godt 18,5 mia. kr., hvilket vil svare til godt 1,9 pct. af BNP.⁴ I 1993 blev der anvendt 15,7 mia. kr., eller 1,8 pct. af BNP, til FoU i Danmark. Ti år tidligere udgjorde udgifterne til FoU knap 1,2 pct. af BNP. FoU opgøres i overensstemmelse med OECD's retningslinier, jf. boks V.2.

Danske FoU-udgifter forholdsvis lave, men stigende

I international målestok har de danske FoU-udgifter traditionelt ligget forholdsvis lavt, jf. figur V.1, hvor udviklingen i Danmark sammenholdes med udviklingen i USA, Japan og EU.⁵ Igennem 1980'erne og starten af 1990'erne er FoU-udgifterne dog steget relativt mere i Danmark end i de øvrige lande. I 1993 ligger Danmark således stort set på niveau med EU-gennemsnittet og har samtidig mindsket afstanden til USA og Japan, hvor FoU-niveauet er markant højere end i EU-området.⁶

- 3) Innovation opfattes her bredt som produkter eller processer, der er nye for den enkelte virksomhed, men ikke nødvendigvis for branchen, jf. Erhvervsfremmestyrelsen (1994).
- 4) FoU-udgifterne i erhvervslivet er for 1995 opgjort til 10,6 mia. kr. De offentlige FoU-udgifter er endnu ikke endeligt opgjorte, men Forskningsministeriet skønner, at de mindst vil udgøre 8 mia. kr.
- 5) EU benyttes i dette afsnit i betydningen de nuværende 15 EU-lande.
- 6) Militære FoU-udgifter er med i opgørelsen over de samlede FoU-udgifter. Hvis der kun ses på ikke-militær FoU, ligger Danmark relativt højere i international sammenhæng, da mange andre lande bruger betydeligt flere ressourcer på militær forskning end Danmark.

Forskningsministeriet publicerer statistik over FoU-indsatsen i såvel den offentlige sektor som virksomhederne. Statistikken baseres på spørgeskemaundersøgelser, der udføres hvert andet år. Tallene indberettes til OECD ud fra retningslinierne udstukket i den såkaldte Frascati-manual, jf. OECD (1994a), hvilket i princippet sikrer international sammenlignelighed af FoU-oplysningerne. Forskning og udvikling (FoU) omfatter:

Grundforskning

Originalt eksperimentelt eller teoretisk arbejde med det primære formål at opnå ny viden og forståelse uden nogen bestemt anvendelse i sigte.

Anvendt forskning

Originale undersøgelser med henblik på at opnå ny viden. Er primært rettet mod praktiske formål.

Udvikling

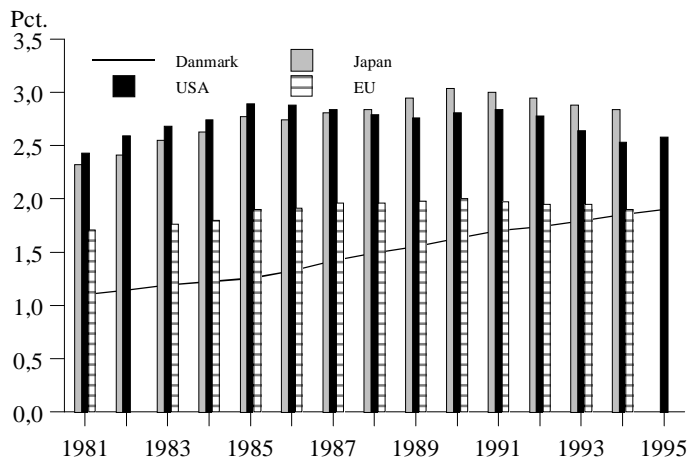
Systematisk arbejde baseret på anvendelse af viden opnået gennem forskning og/eller praktisk erfaring med det formål at frembringe nye eller væsentligt forbedrede materialer, produkter, processer, systemer eller tjenesteydelser.

FoU-indsatsen opgøres typisk ved enten udgifter til FoU eller ved indsatsen af arbejdskraft, oftest opgjort som antal årsværk. FoU-udgifterne omfatter arbejdskraftomkostninger, andre driftsudgifter samt anskaffelsesudgifter til større apparatur, bygninger og lignende. En virksomheds udgifter til FoU opgøres som udgifter til FoU udført i egen virksomhed og inkluderer således FoU udført i virksomheden for andre.

Høj FoU-vækst i de nordiske lande

Fra 1981 til 1993 har der været stor vækst i FoU-udgifterne i de nordiske lande, mens flere andre europæiske lande har været kendetegnet ved stagnerende eller faldende FoU-udgifter, jf. figur V.2. FoU-udgifterne i pct. af BNP ligger dog stadig lavt i Danmark i forhold til sammenlignelige europæiske lande.

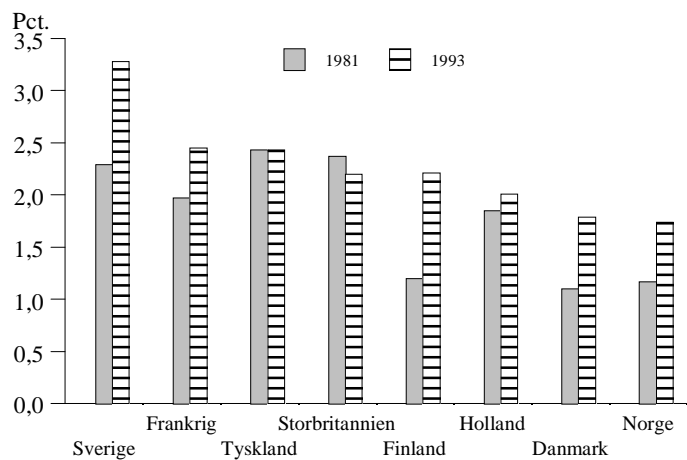
Figur V.1 FoU-udgifter i pct. af BNP



Anm.: For 1982 findes der ikke tal for EU. For 1995 findes ikke tal for EU og Japan. Tallet for Danmark i 1995 er foreløbigt.

Kilde: OECD, 1996, *Main Science and Technology Indicators*.

Figur V.2 FoU-udgifter i pct. af BNP, 1981 og 1993



Kilde: OECD, 1996, *Main Science and Technology Indicators*.

Voksende andel FoU udført i privat regi

Af de samlede FoU-udgifter på 15,7 mia. kr. i 1993 blev ca. 9 mia. kr., svarende til knap 60 pct., afholdt i erhvervslivet, jf. tabel V.1. Samtidig blev der anvendt 6,5 mia. kr. til FoU udført i den offentlige sektor.⁷ Andelen af FoU udført i erhvervslivet er vokset betydeligt fra 1983 til 1993. Samtidig er også FoU-finansieringen i Danmark ændret. Andelen af FoU-udgifterne, der er finansieret af offentlige midler, er således reduceret fra ca. 50 pct. til knap 40 pct. Samtidig er der sket en betydelig stigning i den andel, der finansieres af udlandet, herunder EU, samt fonde m.m. Også erhvervenes andel af finansieringen af FoU-udgifterne er steget.

Finansiering af FoU har ændret sig

I 1993 er andelen af FoU-udgifterne finansieret af erhvervslivet i Danmark på niveau med EU-gennemsnittet, mens niveauet i USA er 10 pct.point højere, nemlig 60 pct. af udgifterne, jf. tabel V.2. I Japan finansierer erhvervslivet hele 75 pct. af de samlede FoU-udgifter. I denne opdeling af finansieringsbyrden er der dog ikke taget hensyn til skatteregler, der indirekte kan virke som offentlig finansiering af FoU-udgifter afholdt i privat regi.

Sammensætningen af FoU-indsatsen i Danmark ligner mere og mere udlandets

Til trods for at en faldende andel af den danske FoU-indsats udføres i den offentlige sektor, er denne andel stadig betydeligt større end i USA og Japan, jf. tabel V.3. Inden for EU er Norge og Holland de lande, hvor den offentlige FoU-indsats udgør den største andel. I Sverige afholdes derimod en langt lavere andel af FoU-udgifterne i den offentlige sektor. Også når der ses på fordelingen på de enkelte delsektorer, er der betydelige forskelle mellem landene. Som hovedregel afholdes den største del af de offentlige FoU-udgifter dog på de højere læreanstalter; dette er specielt udtalt i Sverige. Hvad angår de private ikke-erhvervsdrivende institutioner, skiller Japan, USA og Storbritannien sig markant ud fra de øvrige lande ved et forholdsvis højt niveau. Alt i alt er der betydelige forskelle på, hvordan forskningen er organiseret i de enkelte lande.

7) Ud over de højere læreanstalter omfatter den offentlige sektor i denne forbindelse sektorforskningsinstitutionerne og private ikke-erhvervsdrivende institutioner.

Tabel V.1 FoU-udgifter fordelt på udførende og finansierende sektor, 1993-priser

	1983		1993	
	-- mio. kr. --	-- pct. --	-- mio. kr. --	-- pct. --
Udførende sektor	8.638	100,0	15.695	100,0
Erhvervslivet	4.607	53,3	9.151	58,3
Offentlig	4.031	46,7	6.544	41,7
Finansierende sektor	8.638	100,0	15.695	100,0
Erhvervslivet	3.942	45,6	7.809	49,7
Offentlige midler	4.282	49,6	5.941	37,9
Fonde m.m.	230	2,6	782	5,0
Udlandet	186	2,1	1.162	7,4

Kilde: Forskningsministeriet (1995a).

Tabel V.2 Finansiering af FoU-udgifterne, 1993

	Erhvervsliv	Det offentlige	Fonde m.m.	Udland	I alt
	----- pct. -----				
USA	58,4	37,7	3,9	0,0	100,0
Japan	73,4	19,7	6,8	0,1	100,0
EU	52,8	39,8	1,6	5,8	100,0
Danmark	49,7	37,9	5,0	7,4	100,0
Sverige	62,9	31,4	2,4	2,4	100,0
Norge	44,3	49,1	1,3	5,4	100,0
Finland	56,6	39,8	1,8	1,8	100,0
Holland	44,1	48,5	2,1	5,3	100,0
Tyskland	61,4	36,7	0,3	1,6	100,0
Storbritannien	51,3	32,7	4,3	11,7	100,0
Frankrig	47,0	43,5	1,3	8,1	100,0

Anm.: Tallene summer ikke helt til 100 pct. Det skyldes formodentlig afrundingsunøjagtigheder.

Kilde: OECD, 1996, *Main Science and Technology Indicators*.

Tabel V.3 Udgifter til FoU udført i erhvervene og den offentlige sektor fordelt på delsektorer, 1993

	Fordeling af samlet FoU		Fordeling af offentlig FoU		
	Erhvervenes forskning	Offentlig forskning	Højere læreanstalter	Sektorforskning	Private ikke-erhvervsdrivende ^a
	-- pct. af samlet forskning		----- pct. af offentlig forskning -----		
	--		--		
USA	71,1	28,9	52,6	35,3	12,1
Japan	71,1	28,9	48,4	34,6	17,0
EU	62,3	37,7	52,5	43,8	3,7
Danmark	58,4	41,6	54,8	42,8	2,4
Sverige	70,4	29,6	82,8	14,2	3,0
Norge	53,5	46,5	58,7	41,3	-
Finland	58,3	41,7	49,2	49,2	1,7
Holland	53,0	47,0	53,0	41,3	5,7
Tyskland	66,8	33,2	54,2	45,8	-
Storbritannien	65,6	34,4	48,6	40,4	11,1
Frankrig	61,7	38,3	41,3	55,1	3,7

a) Dækker over private velfærdsinstitutioner med et almennyttigt formål.

Kilde: OECD, 1996, *Main Science and Technology Indicators*.

FoU-udgifter i erhvervslivet

FoU-udgifterne varierer betydeligt mellem erhvervene i Danmark. Således har kemisk industri og jern- og metalindustrien gennem hele perioden været brancher med betydelige FoU-udgifter, mens der i andre erhverv stort set ikke udføres FoU, jf. tabel V.4. I løbet af perioden er den mest bemærkelsesværdige udvikling, at en større og større andel af den samlede FoU-indsats bliver udført i serviceerhvervene, herunder især databehandlingsvirksomhed.⁸ Også FoU-udgifternes andel af erhvervenes egen produktionsværdi varierer meget fra erhverv til erhverv. I Danmark foregår den mest FoU-intensive produktion i den kemiske industri (herunder medicinalindustrien), jern- og metalindustrien og fremstilling af transportmidler. Både den kemiske industri, jern- og metalindustrien samt finansiel og anden service har øget deres FoU-indsats som andel af produktionsværdien betydeligt i perioden 1983-93.

Tabel V.4 FoU-udgifternes fordeling på erhverv i Danmark

	Pct. af samlede FoU-udgifter		Pct. af produktionsværdi i erhvervet	
	1983	1993	1983	1993
Nærings- og nydelsesmiddelindustri	6,8	4,2	0,2	0,3
Leverandører til byggeri	2,1	0,5	0,4	0,2
Jern - og metalindustri	40,9	35,3	2,0	2,9
Transportmiddelindustri	4,8	0,8	1,1	0,4
Kemisk industri	22,8	23,0	2,4	4,1
Anden fremstilling	2,3	0,7	0,1	0,1
Bygge- og anlægssektoren	0,7	0,6	0,0	0,1
Handel	1,5	5,3	0,1	0,3
Transport ekskl. søtransport	2,1	3,6	0,1	0,3
Finansiel og anden service ^a	15,8	25,9	0,5	1,1
I alt	100,0	100,0	0,3	0,6

a) Herunder databehandlingsvirksomhed.

Kilde: Forskningsministeriet (1995b), ADAM's databank og egne beregninger.

8) Disse sammenligninger mellem erhverv skal dog fortolkes med en vis forsigtighed. Gennem perioden er der flere gange sket omlægninger af FoU-opgørelsen, hvorfor der ikke er fuldstændig sammenlignelighed over tid.

Patenter er et mål for resultater

Danske virksomheders innovationsevne kan også belyses ud fra patentstatistikken, der opgør danske virksomheders og forskeres ansøgninger om patentbeskyttelse. Patentaktiviteten giver en indikation af resultatet af virksomhedernes innovationsindsats, men er dog kun et tilnærmet output-mål. Eksempelvis kan der være forhold, som gør, at virksomhederne ikke finder det umagen værd at søge patent på nyopdagelser, og i det hele taget er det ikke alle innovationer, der kan patenteres. Endvidere siger antallet af patentansøgninger ikke noget om værdien af de innovationer, der søges patenteret.

Antallet af patentansøgninger i Danmark konstant

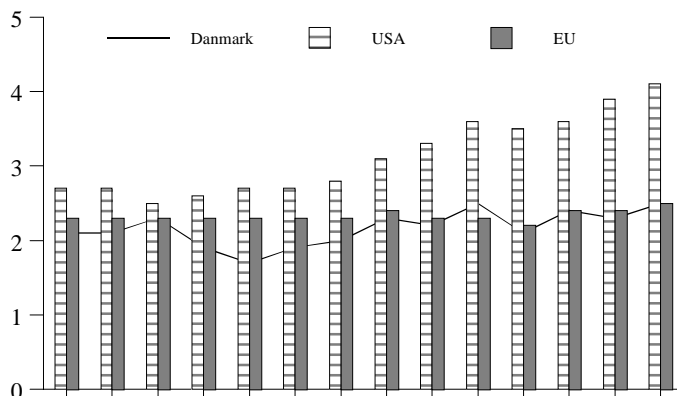
Antallet af nationale patentansøgninger fra indenlandske ansøgere kan, sammenholdt med landets indbyggertal, give et tilnærmet mål for et lands innovationsevne. I USA er antallet af patentansøgninger pr. 1000 indbyggere steget betydeligt siden starten af 1980'erne, og i 1993 er niveauet 70 pct. over niveauet i Danmark og EU, hvor der ikke er sket nogen tydelig udvikling gennem perioden, jf. figur V.3.⁹ I Danmark har antallet af patentansøgninger pr. 1000 indbyggere ligget på omkring to gennem hele perioden. Den stigende danske FoU-aktivitet har således ikke givet sig udslag i flere indenlandske patentansøgninger.

Mange patenter i Finland, Tyskland og Sverige

Ganske vist er antallet af patentansøgninger pr. 1000 indbyggere i Danmark på niveau med EU-gennemsnittet, men sammenlignet med andre nord- og vesteuropæiske lande ligger Danmark på et forholdsvis lavt niveau, jf. figur V.4. Antallet af patentansøgninger er dog endnu lavere i Holland, hvor det endda er reduceret siden 1981. Når der ses bort fra Holland fås, at patenteringstilbøjeligheden generelt er steget for de lande, der lå lavt i 1981, mens den er reduceret lidt for de lande, der lå højt i 1981, nemlig Sverige, Tyskland og Storbritannien.

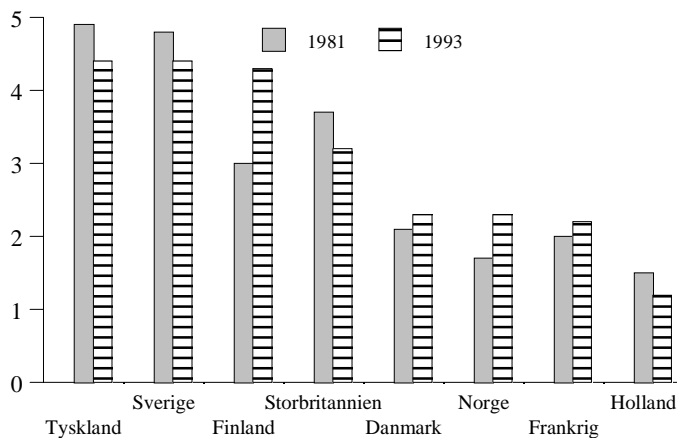
9) I Japan søges der langt flere patenter end i USA, EU og Danmark. Det er dog tvivlsomt, i hvor høj grad Japan på dette område kan sammenlignes med de øvrige lande, da der i Japan er en langt større tradition for at søge patent på hver enkelt delinnovation. Japan er derfor ikke taget med i figur V.3.

Figur V.3 *Indenlandske patentansøgninger pr. 1000 indbyggere*



Kilde: OECD, 1996, *Main Science and Technology Indicators*.

Figur V.4 *Indenlandske patentansøgninger pr. 1000 indbyggere, 1981 og 1993*



Kilde: OECD, 1996, *Main Science and Technology Indicators*.

Danskere søger flere patenter i udlandet

Sammenlignet med andre europæiske lande er der i Danmark stor tilbøjelighed til at søge patentbeskyttelse i udlandet. Endvidere har der, specielt siden 1990, været en markant stigning i antallet af danske patentansøgninger i udlandet. I 1982 blev der således afleveret tre danske patentansøgninger i udlandet for hver gang, der blev afleveret en i Danmark, mens der i 1994 blev afleveret mere end 20 gange så mange danske ansøgninger i udlandet som i Danmark. Dette tyder på en stigende orientering mod udenlandske markeder, men udviklingen afspejler dog også det markante skift, der skete, efter at Danmark i 1990 tilsluttede sig den europæiske patentorganisation EPO.¹⁰ Tilsvarende skete der i 1990 en kraftig stigning i antallet af udenlandske patentansøgninger i Danmark. Generelt er antallet af udenlandske patentansøgninger højt i de mindre lande, der modtager en stor del af den teknologiske viden udefra.

Danmark har lav højteknologisk produktion

Forskningsindsatsen er skævt fordelt på erhverv i Danmark, jf. tabel V.4. Dette billede er kendetegnende for hele OECD-området. Ofte skelnes der mellem forskellige kategorier af erhverv på basis af FoU-intensiteten, dvs. FoU-udgifternes andel af produktionsværdien. OECD opererer med tre sådanne kategorier og skelner mellem høj-, mellem- og lavteknologiske erhverv, jf. OECD (1996b).¹¹ Vurderet ud fra OECD's klassifikation er det generelt fænomen i OECD-området, at de højteknologiske erhvervs andel af den samlede værditilvækst er steget markant, jf. tabel V.5. Andelen er også steget i Danmark, men kun Norge har i 1994 en lavere andel af højteknologisk produktion end Danmark.

Tabel V.5 Høj-, mellem- og lavteknologiske erhvervs andel af værditilvæksten

- 10) Gennem EPO er det muligt at søge om patentbeskyttelse i flere lande på en gang. Pga. databruddet i forbindelse med Danmarks indtræden i EPO må der udvises en vis varsomhed, når patentstatistikken anvendes til sammenligninger over tid.
- 11) Opdelingen i de tre kategorier er sket på baggrund af undersøgelser af teknologiindholdet i sammenlignelige erhverv for OECD-gennemsnittet. OECD's klassifikation tager dermed ikke højde for, at et givet erhverv godt kan være højteknologisk i et land, men lavteknologisk i et andet. Opdeling på høj-, mellem- og lavteknologiske erhverv giver heller ikke noget fuldstændigt billede af teknologiindholdet i de enkelte erhverv, da nogle erhverv ganske vist ikke selv udfører FoU, men til gengæld modtager højteknologiske leverancer fra erhverv med en høj FoU-indsats. Opdelingen på høj-, mellem- og lavteknologiske erhverv giver derfor et forenklet billede af teknologiindholdet i produktionen.

	Højteknologiske		Mellemteknologiske		Lavteknologiske	
	1980	1994 ^a	1980	1994 ^a	1980	1994 ^a
	----- pct. -----					
USA	19,4	24,2	30,6	30,9	50,0	44,8
Japan	17,0	22,2	34,4	34,0	48,7	43,8
Danmark	10,1	13,4	25,9	26,8	64,0	59,9
Sverige	13,5	17,7	30,0	30,5	56,5	51,8
Norge	8,2	9,4	30,2	28,6	61,6	62,0
Finland	7,5	14,3	21,4	22,9	71,1	62,8
Holland	17,8	16,8	24,4	25,5	57,8	57,7
Tyskland	17,3	20,1	32,5	34,7	50,2	45,3
Storbritannien	18,9	22,2	31,6	30,6	49,5	47,2
Frankrig	15,8	18,7	29,7	28,4	54,5	52,9

a) 1994 eller nyeste år med tilgængelige data.

Anm.: Ifølge OECD's teknologiklassifikation er flyindustri, elektronikindustri, kontorudstyr- og edb-industri samt medicinalvareindustrien alle klassificeret som højteknologiske erhverv med en høj FoU-intensitet.

Kilde: OECD (1996a).

Eksport af højteknologiske produkter

Et lands teknologiske styrke i international målestok kan til en vis grad belyses ved eksportens teknologiske sammensætning.¹² En lav nettoeksport af højteknologiske produkter kan således give en indikation af, at et lands produktion ikke er konkurrencedygtig, når det gælder produkter med højt teknologindhold.

- 12) For at kunne beregne eksport/import-forhold har OECD udarbejdet en nøgle mellem produktions- og udenrigshandelsdata, hvor de enkelte varegrupper er blevet henført til en industribranche. Denne nøgle gør det muligt at opgøre import- og eksportdata på brancher og dermed fordele importen og eksporten på høj-, mellem- og lavteknologiske brancher. Inddelingen i disse tre klasser er baseret på FoU-intensiteten i erhvervene, dvs. FoU-udgifterne i pct. af produktionsværdien.

Eksport/import forhold for udvalgte erhverv

For at belyse de enkelte landes konkurrencedygtighed på de højteknologiske markeder sammenholdes forholdet mellem eksport og import for specielt højteknologiske erhverv, jf. tabel V.6. I Danmark gælder det kun for et af de højteknologiske erhverv, nemlig medicinalvareindustrien, at eksporten overstiger importen. Kun Japan, USA og i mindre udstrækning Storbritannien har en gunstigere handelsbalance for de højteknologiske erhverv end for fremstillingserhverv som helhed. Dette er i overensstemmelse med EU's grønbog om innovation, hvor det konstateres, at USA og Japan er mere specialiserede i højteknologisk produktion end EU, jf. EU-kommissionen (1995). I øvrigt er der en form for arbejdsdeling mellem landene mht. højteknologisk produktion, jf. tabel V.6. Således er Japan stærkest specialiseret inden for elektronikindustrien, mens eksport/import-forholdet for USA er højest i flyindustrien og for EU højest i medicinalindustrien.

Tabel V.6 Eksport/import-forhold for udvalgte højteknologiske erhverv, 1993

	Medicinal- industri	Elektronik- industri	Computer- industri m.m.	Flyindustri	Fremstilling i alt
USA	1,34	0,70	0,65	3,22	0,74
Japan	0,40	4,98	4,06	0,21	2,18
EU	1,80	0,92	0,40	1,28	1,15
Danmark	2,25	0,93	0,40	0,88	1,18
Sverige	2,55	1,11	0,38	0,72	1,27
Norge	0,25	0,34	0,26	0,44	0,70
Finland	0,30	1,23	0,81	0,10	1,54
Holland	0,91	1,07	0,85	1,42	1,17
Tyskland	1,69	1,20	0,55	0,84	1,25
Storbritanni- en	1,72	0,83	0,75	1,33	0,83
Frankrig	1,44	1,03	0,64	1,87	1,07

Anm.: Forholdet mellem eksport og import af højteknologiske produkter kan anvendes som indikator for det teknologiske bytteforhold. Hvis bytteforholdet er lavere end 1, er importen større end eksporten af højteknologiske produkter.

Kilde: OECD, 1996, *Main Science and Technology Indicators*.

**Større
forskningsindsats...**

**...men ikke flere
patentansøgninger i
Danmark**

Sammenfattende er FoU-indsatsen i Danmark steget betydeligt siden starten af 1980'erne, og samtidig sker en større del af FoU-indsatsen i den private sektor. Begge dele har tilnærmet Danmark til EU-gennemsnittet. Erhvervenes FoU-aktivitet er i høj grad knyttet til ganske få områder, hvor der satses kraftigt på FoU og højteknologisk produktion. Den øgede FoU-aktivitet har dog endnu ikke haft nogen afsmittende virkning på de indenlandske patentansøgninger, der har ligget nogenlunde konstant gennem perioden. Hvad angår handel med højteknologiske produkter, er Danmark kun for medicinalvareindustrien i en position, hvor der eksporteres mere, end der importeres. Alt i alt er Danmark ikke karakteriseret ved en højteknologisk produktion og eksport sammenholdt med mange andre vestlige industrilande, snarere tværtimod.

V.4 Vækstregnskabet

**Totalfaktor-
produktivitet måler
tekniske fremskridt**

I det følgende analyseres den danske produktivitetsudvikling for perioden 1948-95 i et vækstregnskab. Formålet med analysen er at undersøge sammenhængen mellem produktivitet-udvikling og økonomisk vækst. Til det formål udregnes en såkaldt totalfaktorproduktivitet (TFP). Teorien bag og forudsætningerne for vækstregnskabet og beregningen af TFP er kort beskrevet i boks V.3. Totalfaktorproduktiviteten er et produktivitetsmål, der tager højde for udviklingen i indsatsen af både arbejdskraft, materialer og kapital. TFP adskiller sig fra en sædvanlig arbejdskraftproduktivitet, der alene måler arbejdskraftens bidrag til udviklingen i produktionen. Mens en stigning i arbejdskraftproduktiviteten således kan være udtryk for, at indsatsen af kapital og materialer er øget, måler totalfaktorproduktiviteten den stigning i produktionen, der ikke kan henføres til en øget indsats af hverken kapital, arbejdskraft eller materialer. Ændringer i TFP på lang sigt kan f.eks. skyldes tekniske fremskridt, bedre udnyttelse af teknologien eller organisatoriske omlægninger. De enkelte års effekter kan dog sløres af konjunkturvirkninger.

Der skelnes mellem fremstilling, service og byggeri

I analysen skelnes der mellem fremstillingssektoren, servicesektoren og bygge- og anlægssektoren.¹³ Denne opdeling er begrundet i, at der er en række forskelle mellem produktivitetsudviklingen i disse sektorer. Således er fremstillingssektoren forholdsvis kapitalintensiv, mens servicesektoren og bygge- og anlægssektoren er forholdsvis arbejdskraftintensive. Desuden har der traditionelt været forskel på, hvor følsomme sektorerne er over for international konkurrence. Fremstillingssektoren består af erhverv, der primært leverer internationalt handlede varer, mens servicesektoren fortrinsvis er sammensat af erhverv, der opererer på hjemmemarkedet. Bygge- og anlægssektoren har traditionelt været rettet mod hjemmemarkedet, men udfører i stigende grad opgaver i det nære udland. Analysen er en videreudvikling af det vækstregnskab, der blev opstillet i *Dansk økonomi, maj 1991*, jf. Det økonomiske Råd (1991).

- 13) Sektoropdelingen er baseret på ADAM's erhvervsinddeling. Fremstillingssektoren består af nærings- og nydelsesmiddelindustrien, jern- og metalindustrien, leverandører til byggeri, transportmiddelfremstilling, kemisk industri samt anden fremstilling. Servicesektoren omfatter engros- og detailhandel, finansielle tjenester samt andre tjenesteydende erhverv. Bygge- og anlægssektoren svarer til ADAM-erhvervet med samme navn.

I vækstregnskabet dekomponeres produktionsudviklingen i bidrag fra produktionsfaktorerne. Den del af væksten i produktionen, der ikke skyldes en ændret indsats af produktionsfaktorerne, tilskrives ændringer i totalfaktorproduktiviteten (TFP). TFP udtrykker dermed effektivitetsniveauet for den samlede anvendelse af produktionsfaktorerne. TFP-målet er oprindeligt udviklet af Solow (1957). Udgangspunktet for vækstregnskabet er en produktionsfunktion:

$$Y = A \cdot f(K, L, M), \quad \text{hvor } f \text{ er en Cobb-Douglas-funktion}$$

Y er produktion, K er kapital, L er arbejdskraft og M er materialer. A er et effektivitetsindeks, der måler det tekniske niveau. Opstilling af et vækstregnskab forudsætter, at producenterne profitmaksimerer og er pristagere på alle markeder, at der er konstant skalaafkast, og dermed at aflønningen af produktionsfaktorerne svarer til deres marginalprodukt. Disse antagelser betyder, at aflønningen af produktionsfaktorerne netop udtømmer produktionsværdien. Omskrives til logaritmiske ændringer, fås:

$$a = y - (s_K \cdot k + s_L \cdot l + s_M \cdot m),$$

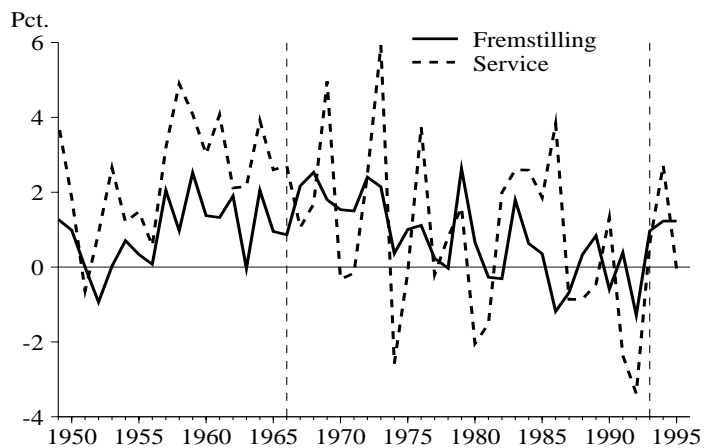
hvor variablerne a, y, k, l og m udtrykker den procentvise vækst i hhv. A, Y, K, L og M, mens s_K , s_L og s_M er aflønningsandele for hhv. K, L og M. Størrelsen a beskriver tekniske fremskridt, der påvirker effektiviteten af kapital, arbejdskraft og materialer lige meget (dvs. Hicks-neutrale tekniske fremskridt). Over tid beregnes væksten i TFP som væksten i produktionsværdien fratrukket væksten i de tre produktionsfaktorer, K, L og M, vægtet med deres respektive aflønningsandele. TFP-væksten, a, udtrykker dermed det bidrag til den økonomiske vækst, der ikke kan henføres til vækst i indsatsen af kapital, arbejdskraft eller materialer. Målefejl vedrørende input og output samt eventuelle afvigelser fra de nævnte antagelser påvirker naturligvis det residualt bestemte TFP-mål, som derfor beregnes under en vis usikkerhed.

Data stammer fra Danmarks Statistik, nationalregnskabet samt ADAM's databank. For perioden 1966-93 er produktionsværdi og materialer opgjort som kædeindeks. Kædeindekserede tal er fastpristal, som har det foregående år som basisår. Data for maskin- og bygningskapital er nationalregnskabets nye kapitaltal i faste 1980-priser. Beskæftigelsen er opgjort i timer for fem arbejdskrafttyper, som sammenvejes ved deres lønninger. For perioden 1948-65 samt 1994-95 er der hovedsagelig tale om tal fra ADAM's databank. Fastprisværdier er her udtrykt i forhold til et fast basisår (1980). For 1994-95 er der tale om foreløbige værdier. Data er så vidt muligt sammenvejet fra disaggregeret niveau til Divisia-kædeindeks for de tre sektorer for hele perioden. For en nærmere beskrivelse af metoden henvises til et internt arbejdsnotat, der kan rekvireres i Det økonomiske Råds sekretariat.

Store udsving i TFP

Udviklingen i totalfaktorproduktiviteten for fremstillings- og servicesektoren har udvist store svingninger igennem den betragtede periode, jf. figur V.5. Produktivitetsudviklingen har især været svag, og i visse år negativ, i forbindelse med lavkonjunkturer; især ses dette billede i 1974 og i 1987-92. Omvendt er der en tendens til en høj TFP-vækst ved indgangen til en ny højkonjunktur, hvor produktionen stiger, uden at det umiddelbart medfører en tilsvarende øget indsats af produktionsfaktorer. Dette kan forklares med, at virksomhederne under en lavkonjunktur ofte vil have ledig kapacitet, som relativt hurtigt kan sættes ind i forbindelse med øget efterspørgsel.

Figur V.5 TFP-vækst i fremstilling og service



Anm.: Der er databrud i 1966 og 1993, jf. boks V.3.

Kilde: Danmarks Statistik og egne beregninger.

Vækst i TFP godt 1 pct. om året

Eftersom analysen primært fokuserer på de langsigtede tendenser i produktivitetens udvikling, er perioden opdelt i delperioder under hensyntagen til konjunkturforløbet. Tidsintervallerne afspejler perioder med nogenlunde ensartet udvikling i BFI.¹⁴ I tabel V.7 vises de gennemsnitlige årlige vækstrater for produktion og TFP samt gennemsnitlige årlige bidrag fra væksten i produktionsfaktorerne. For perioden 1948-95 som helhed har væksten i TFP været knap 1 pct. årligt i fremstillings- og bygge- og anlægssektoren og godt 1½ pct. i servicesektoren. I både fremstillingssektoren og servicesektoren ses de højeste produktivitetstigninger i årene 1958-73.

Afmatning i fremstilling i årene 1982-92

Flere danske studier har hæftet sig ved udviklingen i fremstillingssektoren, som i årene 1982-92 stort set ikke fremviste vækst i TFP, jf. bl.a. Dalgaard (1989), Økonomiministeriet (1990) og Det økonomiske Råd (1991). Især er højkonjunkturårene 1982-86 svage på produktivitetssiden, mens det er mere naturligt, at der ikke har været produktivitetstigninger i løbet af lavkonjunkturerne 1987-92, hvor væksten i produktionen også var meget beskedent. For fremstillingssektoren ses dog, som forventet i en højkonjunktur, en opgang i produktiviteten i årene 1993-95.

Mere fremgang i servicesektoren

Udviklingen i servicesektorens totalfaktorproduktivitet er svingende. I 1960'erne lå væksten i TFP på ca. 3 pct. om året. Denne periode afløstes imidlertid af en periode med en ret svag TFP-udvikling fra 1974-81. I midt-80'erne voksede TFP med 2,4 pct. årligt, mens TFP ligefrem faldt i perioden 1987-92. Siden 1993 er der sket en delvis genopretning af denne udvikling. Også bygge- og anlægssektoren er meget konjunkturafhængig. Således er perioder med høj TFP-vækst i byggeriet sammenfaldende med høj vækst i produktionen i bygge- og anlægssektoren.

14) Resultaterne for perioden 1948-65 samt 1993-95 skal fortolkes med en vis varsomhed, jf. boks V.3.

Tabel V.7 Vækstregnskab for perioden 1948-95

Gennemsnitligt vækstbidrag i perioden, pct.								
	1948-95	1948-57	1958-65	1966-73	1974-81	1982-86	1987-92	1993-95
Fremstilling								
Produktion	3,3	4,6	5,6	3,8	1,5	3,1	0,4	2,9
- Materialer	2,2	3,7	3,1	2,2	1,1	2,1	0,7	1,9
- Arbejdskraft	-0,1	0,3	0,6	-0,6	-0,8	0,8	-0,5	-0,1
- Kapital	0,3	0,2	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,0
= TFP	0,9	0,5	1,4	1,9	1,0	0,2	0,0	1,1
Service								
Produktion	3,3	3,0	6,5	3,6	1,0	6,1	0,3	2,6
- Materialer	1,1	0,7	1,8	1,3	0,4	2,4	0,5	0,8
- Arbejdskraft	0,0	0,4	0,5	-0,7	-0,5	0,9	-0,1	0,3
- Kapital	0,6	0,3	0,9	0,7	0,6	0,4	0,8	0,6
= TFP	1,6	1,7	3,4	2,3	0,5	2,4	-0,8	0,9
Bygge- og anlæg								
Produktion	2,8	4,9	9,2	3,8	-4,3	6,4	-3,4	1,5
- Materialer	1,5	2,4	4,5	2,9	-2,1	3,6	-1,9	0,8
- Arbejdskraft	0,0	0,3	1,3	-0,1	-1,7	1,0	-1,0	0,8
- Kapital	0,4	0,2	0,8	0,8	0,2	0,0	0,1	0,0
= TFP	0,9	2,0	2,6	0,3	-0,6	1,8	-0,5	-0,2

Anm.: Vækstbidragene for materialer, arbejdskraft og kapital fremkommer ved at vægte vækstraterne med deres aflønningsandele. Tallene før 1966 og efter 1993 er behæftet med usikkerhed, jf. boks V.3. Pga. afrunding summer de enkelte bidrag ikke nødvendigvis præcis til sektorens TFP.

Kilde: Nationalregnskabet, ADAM's databank samt egne beregninger.

TFP fanger øget uddannelsesniveau

Den danske befolknings uddannelsesniveau målt ved uddannelsens længde er gennem de seneste 50 år steget med ca. 20 pct., jf. Det økonomiske Råd (1995). Dette har medvirket til at øge arbejdskraftens vækstbidrag. Det øgede uddannelsesniveau kan afspejles i både arbejdskraftindekset og TFP i det her præsenterede vækstregnskab. Arbejdskraftindekset er beregnet ved at sammenveje arbejdstimetallet med gennemsnitslønninger for de fem arbejdskrafttyper, ufaglærte arbejdere, faglærte arbejdere, funktionærer, selvstændige og medhjælpende ægtefæller. I det

omfang de relative lønninger afspejler forskelle i arbejdskraftens produktivitet, tager arbejdskraftindekset således højde for arbejdsstyrkens uddannelsesmæssige sammensætning. En generel stigning i kvalifikationsniveauet for alle arbejdskrafttyper vil derimod ikke indgå i arbejdskraftindekset, men vil i stedet opfanges i den residualt beregnede TFP. På tilsvarende vis opfanger TFP generelle kvalitetsstigninger i de øvrige produktionsfaktorer.

De højtuddannede ansættes i den offentlige sektor

Siden 1960'erne er antallet af personer med en mellemlang eller lang videregående uddannelse omtrent tredoblet. Hovedparten af de højtuddannede er søgt over i den offentlige sektor, som i 1995 beskæftigede knap 60 pct. af de højtuddannede, jf. tabel V.8. Derimod beskæftiger fremstillingserhvervene, som er ansvarlige for hovedparten af de private FoU-udgifter, kun 9 pct. af de højtuddannede i Danmark, mens knap 30 pct. af de højtuddannede er ansat i serviceerhvervene. Tilsvarende udgør de højtuddannede kun en mindre andel af den samlede beskæftigelse i de private erhverv. Således udgjorde de højtuddannede hhv. 7 og 10 pct. af den samlede beskæftigelse i fremstillings- og servicesektoren. Denne andel er dog steget i begge sektorer siden 1980.

Tabel V.8 De højtuddannedes fordeling på sektorer

	Fordeling på sektorer			Andel af sektorens beskæftigelse		
	1970 ^a	1980	1995	1970 ^a	1980	1995
	-----			pct.	-----	
Fremstilling	17	9	9	2	4	7
Service	30	21	29	3	5	10
Byggeri	-	2	2	-	2	4
Offentlig sektor	49	66	59	9	19	27
Øvrige	4	2	2	-	2	5
Alle sektorer	100	100	100	-	8	14

a) Tallene for 1970 er usikre. Byggeriet er i 1970 inkluderet i servicesektoren.

Anm.: Højtuddannede består af personer med en mellemlang eller lang videregående uddannelse.

Kilde: Danmarks Statistik, *Statistiske Efterretninger, Arbejdsmarked*.

Afmatning i TFP-vækst i hele OECD

For de private byerhverv i Danmark er det karakteristisk, at produktivitetsudviklingen var meget gunstig i 1960'erne og frem til og med det første olieprishok i 1973. Dette er tilsyneladende et fællestræk for hele OECD-området, jf. tabel V.9.¹⁵ Således oplevede OECD som helhed et fald i TFP-væksten fra 2,7 pct. i perioden frem til 1973 til under 1 pct. i gennemsnit for perioden fra 1974 til midten af 1980'erne. For OECD som helhed steg TFP-væksten til i gennemsnit ca. 1 pct. i slutningen af 1980'erne. Sammenholdt med resten af OECD er den danske udvikling lidt forskudt, idet Danmark allerede oplevede fremgang i produktiviteten i begyndelsen af 1980'erne, men til gengæld en lidt tidligere opbremsning i forbindelse med lavkonjunkturen fra 1987-92.

- 15) I tabel V.9 præsenteres såkaldte BFI-totalfaktorproduktiviteter, mens der i nærværende analyse er beregnet produktionsværdi-baserede TFP-tal. BFI-produktiviteter beregnes ved at trække en vægtet sum af væksten i indsatsen af kapital og arbejdskraft fra BFI-væksten. BFI-produktiviteter er derfor som regel lidt højere end produktionsværdi-baserede TFP'er, idet produktivitetstilvækst hidrørende fra indsatsen af materialer bliver tilskrevet TFP. I produktionsværdi-TFP'er kan anvendelsen af materialer derimod være forbundet med tekniske fremskridt. Bruttonæringsmetoden foretrækkes generelt, hvis formålet er at kvantificere raten af tekniske fremskridt. BFI-metoden kan derimod belyse, hvor meget realindkomsten til de primære faktorer, kapital og arbejdskraft, kan stige som følge af tekniske fremskridt.

Tabel V.9 Vækst i BNP og TFP i OECD-lande

	BNP-vækst		TFP-vækst			
	1974-93	Før 1973 ^a	1974-79	1980-85	1986-90	1986-93
	----- gennemsnitlig årlig vækst i pct. -----					
Irland (IRL)	3,8	2,9	1,6	2,0	3,6	3,3
Japan (JPN)	3,4	4,6	0,9	1,4	1,8	0,8
Norge (NOR)	3,3	2,4	-0,8	1,5	-0,8	0,0
Island (ISL)	3,2	-	4,7	1,3 ^b	1,3 ^b	-
Australien (AUS)	2,9	1,7	0,9	0,9	0,0	0,4
Canada (CAN)	2,8	2,0	0,8	0,3	-0,1	-0,2
Portugal (PRT)	2,7	3,9	-0,8	0,6 ^b	0,6 ^b	-
Tyskland (DEU)	2,6	2,5	1,7	0,4	1,6	1,0
USA (USA)	2,5	1,5	-0,4	0,1	0,3	0,6
Østrig (AUT)	2,4	3,0	1,0	0,3	1,3	0,5
Italien (ITA)	2,4	4,1	1,9	0,6	2,0	1,3
Spanien (ESP)	2,3	2,5	0,3	1,8	1,1	1,0
Holland (NLD)	2,2	3,5	1,6	1,0	1,1	1,1
Grækenland (GRC)	2,1	1,9	0,5	-1,3	0,4	0,8
Frankrig (FRA)	2,1	3,8	1,6	1,0	2,0	1,4
Belgien (BEL)	2,0	3,7	1,3	1,3	1,4	0,9
Finland (FIN)	1,9	2,7	1,2	1,8	2,5	1,5
Danmark (DNK)	1,7	2,3	0,8	1,2	0,5	0,7
Storbritannien (UK)	1,6	2,5	0,5	1,5	1,6	1,5
New Zealand (NZL)	1,5	0,8	-2,0	0,8 ^b	0,8 ^b	-
Sverige (SVE)	1,4	2,5	0,3	0,8	0,6	0,8
Schweiz (CHE)	1,1	1,8	-0,5	0,2	0,8	0,5
Vægtet gennemsnit	2,5	2,7	0,5	0,7	1,1	0,8

a) Perioden før 1973 omfatter omtrentlig 1960-73. Startåret for perioden varierer lidt fra land til land.

b) TFP beregnet for perioden 1980-90.

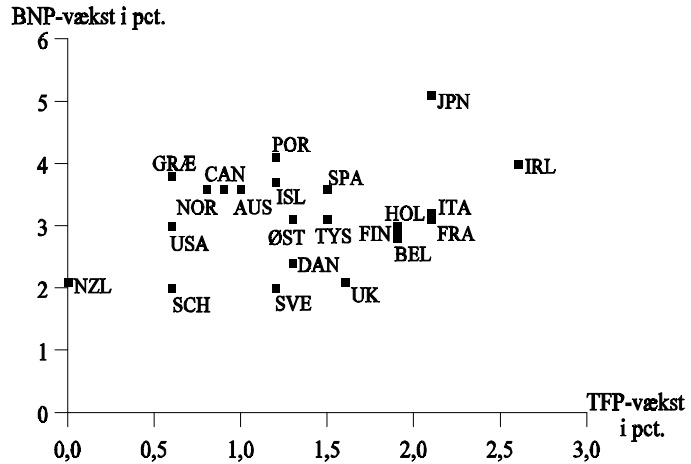
Anm.: TFP er her beregnet som BFI-baseret TFP, jf. fodnote 15.

Kilde: OECD (1996a).

Svag sammenhæng mellem BNP og TFP

Ses på den samlede periode 1965-93, er der en svag indikation af, at lande med høj vækst i totalfaktorproduktiviteten også har haft en høj vækst i BNP, jf. figur V.6.¹⁶

Figur V.6 Vækst i TFP og vækst i BNP, gns. 1980-93



Anm.: Forkortelser for lande som i tabel V.9.

Kilde: OECD (1996a), diverse OECD-databaser samt egne beregninger.

16) Der kan estimeres en svagt positiv sammenhæng mellem den private sektors TFP og landenes samlede BNP. Sammenhængen er dog ikke signifikant på et 5 pct. signifikansniveau. Den fundne sammenhæng er afhængig af observationer for landene Irland, Japan og New Zealand. Fjernes disse lande fra estimationen, reduceres forklaringsgraden væsentligt. Under alle omstændigheder er TFP dog den største vækstkomponent, jf. OECD (1996a).

Talrige forsøg på at forklare udvikling i produktiviteten

Er det måske 1960'erne der er usædvanlige?

Opbremsningen i TFP-væksten siden begyndelsen af 1970'erne har givet anledning til talrige overvejelser og forklaringsforsøg. Olieprishoppet i 1973 markerer et vendepunkt i produktivitetsudviklingen, men kan ikke i sig selv forklare den vedvarende lavere produktivitetsvækst helt frem til 1990'erne. I denne forbindelse kan det måske være relevant at sætte spørgsmålstegn ved, om produktivitetsudviklingen i de seneste 20 år virkelig er lav set i et længere tidsperspektiv. Udviklingen i den vestlige verden fra slutningen af 1950'erne til begyndelsen af 1970'erne er ud fra flere betragtninger en enestående periode, som er karakteriseret ved genopbygningen efter 2. verdenskrig, overgangen fra landbrugs- til industrisamfund og en kraftig vækst i den internationale handel, jf. bl.a. kapitel IV. De høje TFP-vækstrater i 1960'erne kan således i en del lande ses som udtryk for sådanne historisk specifikke forhold.

Undervurderer nationalregnskabet væksten?

Det har været fremført, at opbremsningen i produktiviteten måske ikke er reel, men skyldes måleproblemer i nationalregnskabsopgørelserne. Eksempelvis er måling af produktionen i en række ekspanderende serviceerhverv som computertjenester og den finansielle sektor vanskelig.¹⁷ Desuden argumenteres der for, at kvalitetsforbedringer af varer og tjenester ikke i tilstrækkelig grad giver sig udslag i målt vækst, jf. bl.a. Dalgaard (1989). Et specielt problem er den øgede kvalitet af computere, som tenderer til at undervurdere produktionen i computerindustrien. Til gengæld undervurderes kapitalinput i de erhverv, som anvender computere, hvilket tilsiger en overvurdering af disse erhvervs værditilvækst. Eftersom serviceerhvervene anvender de computere, som industrien fremstiller, kan der være argumenter for, at væksten i fremstillingssektorerne undervurderes, mens væksten i serviceerhvervene, alt andet lige, overvurderes.

17) I USA er dette emne blevet grundigt undersøgt af den såkaldte Boskin-kommission, jf. bl.a. Ehrlich (1997).

Manglende investeringer i infrastruktur...

...eller skærpede miljøkrav?

Måleproblemer kan givetvis ikke forklare hele nedgangen i produktivitetsvæksten, jf. Soete (1991). En anden fortolkning er, at der siden begyndelsen af 1970'erne har været et mindsket udbud af offentlig infrastruktur. Nogle studier finder således, at infrastruktur er en meget vigtig forudsætning for vækst, men de fleste andre studier finder imidlertid kun et moderat vækstbidrag fra infrastruktur, jf. bl.a. Katz et al. (1995) og Det økonomiske Råd (1995). Endvidere har skærpede miljøkrav været nævnt som en faktor, der øger virksomhedernes omkostninger uden samtidig at afspejles i produktionsvæksten. Beregninger anslår, at den amerikanske vækst årligt er blevet reduceret med ca. 0,2 pct.point i perioden 1973-85 som konsekvens af miljøregulering, jf. Jorgenson et al. (1990). Disse undersøgelser tager imidlertid ikke højde for, at den øgede forurening kan reducere produktionen i andre erhverv, hvilket vil bidrage til at reducere produktionen på aggregere niveau, jf. Repetto et al. (1997).¹⁸

Omsættes teknologi i innovationer?

Kombinationen af langsommere TFP-udvikling og samtidig teknologisk vækst (inden for især computerteknologi) er blevet kaldt Solow-paradokset eller produktivetsparadokset. Paradokset består i, at der i de fleste vestlige lande har været en betydelig vækst i teknologien i den periode, hvor TFP-væksten har været relativt svag, jf. afsnit V.3. Da der i perioden siden 1973 har været en teknologisk udvikling, der næppe står tilbage for den teknologiske udvikling i de foregående årtier, er det en nærliggende tanke, at de vestlige økonomier ikke har været tilstrækkeligt dygtige til at omsætte teknologien i innovationer. Dette kan måske skyldes tidsforsinkelser, jf. bl.a. OECD (1996a). Det hævdes i den forbindelse, at de potentielle effektivitetsgevinster forbundet med den nye informationsteknologi og brugen af computere endnu langt fra er udtømte.

18) I forbindelse med frembringelsen af den produktion, der måles i de traditionelle nationalregskabsstatistikker, påføres samfundet miljøomkostninger. Litteraturen om miljøregnskaber foreslår et alternativt vækstmål, der er nedjusteret svarende til sådanne eksterne omkostninger, jf. bl.a. United Nations (1993).

Innovationer inden for produkter frem for processer

Endelig er der blevet argumenteret for, at innovationer i stigende grad retter sig mod produktdifferentiation, kvalitetsstigninger og distribution snarere end mod mere effektive produktionsprocesser, jf. OECD (1996a). Sådanne innovationer er begrundet i ændringer i efterspørgslen, men afspejles ikke i produktivitetmålet af to grunde. For det første indgår kvalitetsforbedringer ikke i tilstrækkelig grad i nationalregnskabstallene, jf. ovenfor. For det andet er sådanne innovationer ofte meget virksomhedsspecifikke, hvorfor der ikke i samme grad som tidligere er positive eksterne effekter forbundet med FoU.

V.5 Forskning og produktivitet

Afkast af privat og offentlig FoU

I dette afsnit belyses en række sammenhænge mellem FoU og produktivitetudvikling i dansk og internationalt perspektiv. Internationale undersøgelser påpeger, at spredningseffekterne kan være betydelige i forbindelse med FoU. I afsnittet forsøges det at kvantificere denne spredningseffekt. Endvidere analyseres fremstillingserhvervenes efterspørgsel efter egen FoU med henblik på at undersøge, hvorledes det offentlige kan påvirke erhvervenes FoU-aktivitet. I denne sammenhæng belyses, hvorvidt offentlig forskning fortrænger eller beforder omfanget af privat FoU. Endelig præsenteres beregninger af de private byerhvervs udbytte af forskning afholdt i offentligt regi i Danmark.

Andres viden kan bruges

Det er ikke kun virksomhedernes egne FoU-aktiviteter, der har betydning for udvikling af nye produkter og processer i erhvervene. Anvendelse og udnyttelse af allerede udviklet viden i omverdenen er af stor vigtighed for virksomhederne. Ud over selv at forske og udvikle indhenter erhvervene dels viden i form af ikke-indbyggede tekniske fremskridt, dels i form af tekniske fremskridt indbygget i materialer eller kapitaludstyr, jf. afsnit V.2. Mens der findes statistik for erhvervenes egen FoU-indsats, er det straks vanskeligere at kvantificere størrelsen af teknologispredningen, hvoraf en del sker i form af eksterne effekter.

Viden indbygget i kapital og maskiner kan kvantificeres

For den del af vidensindhentningen, der foregår ved køb af teknisk ekspertise eller FoU indbygget i materialer og maskiner, kan det lade sig gøre at måle teknologispredningen. En operationel og forholdsvis enkel metode er at anvende oplysninger i nationalregnskabets input-output-tabeller, som viser erhvervenes køb af varer og tjenester fra andre erhverv og fra import. Vha. undersøgelser af teknologiindholdet i de omsatte varer og tjenester er det muligt at følge spredningen af ny teknologi fra FoU-producerende erhverv til de øvrige erhverv. For de private byerhverv kan der beregnes et direkte og indirekte FoU-indhold i erhvervenes produktion, jf. tabel V.10.¹⁹

Højt indirekte teknologiindhold i erhverv med lille direkte FoU-indsats

Det indirekte teknologiindhold i indkøbte varer, tjenester og kapitaludstyr udgør en forholdsvis stor andel af det samlede teknologiindhold for især anden fremstilling samt bygge- og anlægssektoren. Det er samtidig erhverv, hvor FoU-udgifterne i forhold til produktionsværdien er forholdsvis lave, jf. tabel V.4. Omvendt er der en tendens til, at erhverv, der har en høj egenforskning, som f.eks. kemisk industri samt jern- og metalindustrien, ikke er så afhængige af køb af produkter med et højt teknologiindhold. Denne observation er på linje med internationale undersøgelser, der viser, at indkøbt teknologi fortrænger direkte FoU i virksomheder med en lille egen FoU-indsats, mens det omvendt gør sig gældende, at indirekte teknologi beforder egen FoU i virksomheder med en høj FoU-aktivitet, jf. Papaconstantinou et al. (1996).

- 19) Undersøgelsen er baseret på en antagelse om, at FoU-udgifter i erhvervene kan anvendes som indikator for teknologiindholdet i de pågældende erhvervs produktion, og at teknologien spredes fuldt ud via leverancer fra de FoU-producerende erhverv. Undersøgelsen tager ikke højde for, at en del af erhvervenes FoU-indsats kan være foretaget for at forbedre produktionsprocesser internt i virksomheden, og ikke blot virksomhedens produkter.

Tabel V.10

Erhvervenes samlede teknologi-intensitet samt fordeling på direkte og indirekte teknologi-indhold, 1991

	Samlet teknologi- intensitet	Samlet teknologi- intensitet	Direkte FoU- indhold	Indirekte teknologi, indland	Indirekte teknologi, import
			pct.		
Kemisk industri	4,8	100	81	3	16
Jern- og metalindustri	3,6	100	80	7	13
Transportmiddelindustri	2,0	100	50	11	39
Nærings- og nydelsesmidler	0,7	100	52	34	14
Leverandører til byggeri	0,8	100	49	23	28
Anden fremstilling	0,6	100	29	28	43
Bygge- og anlægssektor	0,7	100	12	65	23
Handel	0,5	100	68	19	13
Finansiell og anden service	0,9	100	97	1	2
Transport	0,5	100	47	27	27

Anm.: Teknologiintensiteten er her defineret som summen af direkte FoU-udgifter og indirekte teknologi i forhold til landets produktion. Det indirekte teknologiindhold i erhvervenes produktion er beregnet vha. oplysninger om erhvervenes input fra nationalregnskabets input-output-tabeller.

Kilde: OECD, ANBERD-databasen, Danmarks Statistik, *Input-output tabeller* og egne beregninger.

Indirekte teknologi mellem 40 og 60 pct. i de fleste lande

Spredningen af FoU-resultater beregnet ved det direkte og det indirekte FoU-indhold i produktionen er belyst for ti OECD-lande, jf. Papaconstatinou et al. (1996). Teknologi indbygget i indkøbte varer og maskiner udgjorde en forholdsvis stor andel af teknologiintensiteten i de undersøgte lande, eftersom det indirekte teknologiindhold i et lands produktion i de fleste lande andrager mellem 40 og 60 pct. af det samlede teknologiindhold i produktionen, jf. tabel V.11.

Tabel V.11

Samlet teknologiintensitet samt fordeling på direkte FoU og indirekte teknologiindhold i erhvervenes produktion.

	Samlet teknologi- intensitet	Samlet teknologi- intensitet	Direkte FoU- indhold	Indirekte teknologi- indhold
			pct.	
USA (1990)	1,7	100	60	40
Japan (1990)	2,0	100	52	48
Tyskland (1986)	1,6	100	56	44
Frankrig (1985)	1,2	100	60	40
Storbritannien (1984)	1,3	100	54	46
Italien (1985)	0,7	100	46	54
Canada (1990)	0,8	100	40	60
Australien (1986)	0,7	100	34	66
Holland (1986)	1,2	100	54	46
Danmark (1990)	1,1	100	51	49

Anm.: Samme som tabel V.10.

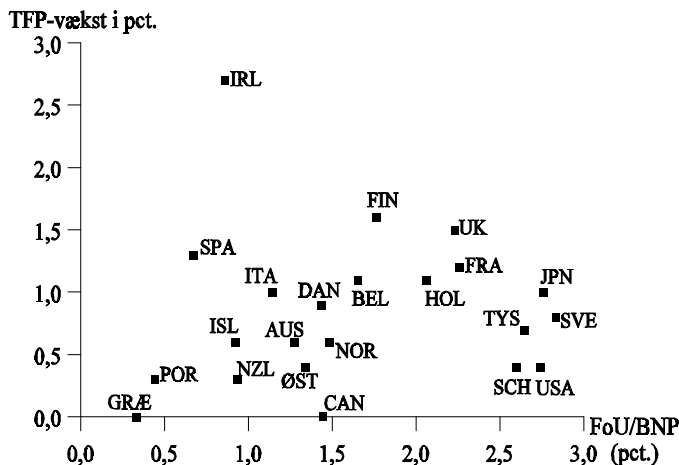
Kilde: Papaconstantinou et al. (1996).

Effekt fra FoU til TFP?

En høj direkte FoU-intensitet er ikke nødvendigvis ensbetydende med høje produktivitetstigninger og høj vækst. Ses der på sammenhængen mellem FoU-intensitet og vækst i TFP for en række OECD-lande, antydes dog en svagt positiv sammenhæng, jf. figur V.7.²⁰

20) Der kan estimeres en svagt positiv sammenhæng mellem landenes TFP og FoU-intensitet. Denne sammenhæng er dog ikke statistisk signifikant på et 10 pct. niveau. Fjernes "outlieren" Irland, forbedres såvel signifikansen af FoU-intensiteten som relationens samlede forklaringsgrad markant.

Figur V.7 Samlet direkte FoU-andel af BNP og vækst i private erhvervs TFP, gns. 1981-93



Anm.: Forkortelser som tabel V.9.

Kilde: OECD, 1996, *Main Science and Technology Indicators*, OECD (1996a) og egne beregninger.

FoU-intensitet og produktivitet

I et andet studie er der udført analyser på tværs af ti OECD-lande på aggregeret erhvervsniveau og på detaljeret erhvervsniveau, jf. Sakurai et al. (1996). Disse analyser bekræfter, at lande med høj FoU-intensitet også har forholdsvis høj TFP-vækst. For fremstillingssektoren har primært den direkte FoU-intensitet betydning for TFP-væksten. Til gengæld har udefra erhvervet teknologi tilsyneladende stor betydning i servicesektoren. For gennemsnittet af lande er der fundet et betydeligt højere afkast af investeringer i indirekte FoU indbygget i materialer eller maskiner foretaget i servicesektoren end tilsvarende investeringer i fremstillingssektoren. Afkastet af både direkte og indirekte FoU-investeringer varierer imidlertid betydeligt mellem de ti lande i undersøgelsen. De meget høje afkast i servicesektoren kunne indikere, at der er væsentlige positive eksterne effekter forbundet med FoU indbygget i materialer og kapital leveret fra fremstillings- til servicesektoren.

Samfundsøkonomisk afkast af FoU højere end privat afkast

Flere andre internationale studier har påvist en sammenhæng mellem FoU og produktivitetsvækst, jf. f.eks. Griliches (1979) og Nadiri (1993). Disse studier finder for det første et højt privatøkonomisk afkast af FoU-investeringer. For det andet påpeger flere af undersøgelserne, at det samfundsøkonomiske afkast af FoU-investeringer er endnu højere som følge af de positive eksterne effekter forbundet med FoU. Et studie af Mohnen (1994) finder estimater for det samfundsøkonomiske afkast, der er 2-2½ gange større end det privatøkonomiske afkast. Analyser fra 1970'erne fandt lignende resultater for USA, hvor det privatøkonomiske afkast af investeringer i FoU blev beregnet til 25 pct., mens det samfundsøkonomiske afkast var mere end 50 pct., jf. Mansfield (1996).

Hvor prisfølsomme er erhvervenes FoU-aktivitet?

Omfanget af erhvervenes egen FoU-aktivitet er bl.a. bestemt af omkostningerne ved FoU-aktiviteten. Omkostningerne ved FoU-aktivitet i en given periode bestemmes bl.a. af prisen på FoU-investeringer, omfanget af forældelse af (afskrivninger på) FoU-kapitalen, rentesatsen samt den skattemæssige behandling af afskrivninger og renteudgifter.²¹

Pris på FoU-ydelser fordoblet siden 1970

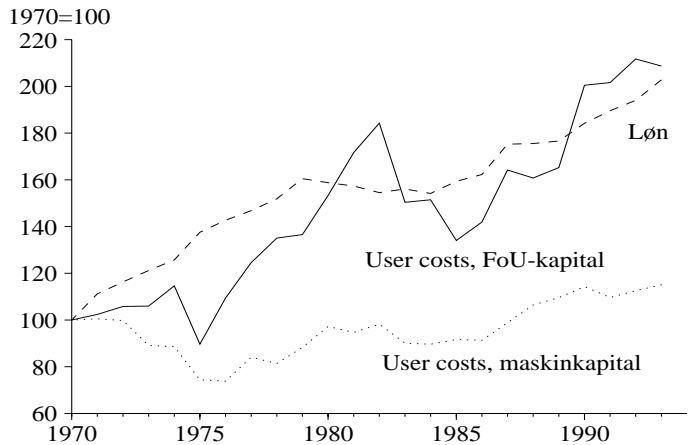
Med udgangspunkt i en række antagelser om og vurderinger af ovennævnte forhold er der for de danske fremstillingserhverv beregnet omkostningerne (user costs) ved at producere egne FoU-ydelser. Prisudviklingen for FoU-ydelser har stort set fulgt lønudviklingen svarende til en fordobling af den reale pris siden 1970, mens den reale pris på ydelser fra maskinkapital har været uændret gennem perioden, jf. figur V.8. Dette skyldes især, at erhvervenes udgifter til FoU-investeringer for ca. 60 pct. vedkommende består af udgifter til arbejdskraft. De resterende udgifter er fordelt mellem materialer, bygninger og apparatur. Prisen på arbejdskraft er vokset kraftigere i perioden end prisen på de øvrige inputs.

21) FoU-aktiviteter kan betragtes som en form for opbygning af et kapitalapparat af viden og know-how, der kan udnyttes i en årrække. FoU-udgifter opfattes dermed som investeringer i et FoU-kapitalapparat, der naturligvis forældes i takt med, at den akkumulerede viden ikke længere er tidssvarende.

User costs påvirket af ændringer i rente og skattesats

Den kraftige stigning i prisen på FoU-ydelser fra midten af 1970'erne og frem til begyndelsen af 1980'erne skyldtes en kraftig stigning i renteniveauet. Tilsvarende er rentefaldet i første halvdel af 1980'erne årsag til nedgangen i user costs. Stigningen i user costs i sidste halvdel af 1980'erne skyldes bl.a. nedsættelsen af selskabsskattesatsen, som reducerer den skattemæssige værdi af afskrivningerne.

Figur V.8 Real prisudvikling for FoU-kapital, maskinkapital og arbejdskraft



Anm.: Inputpriserne er deflateret med fremstillingssektorens færdigvarepris.

Kilde: ADAM's databank og egne beregninger.

Reduceres user costs med 10 pct., stiger FoU-kapital med 7 pct.

Med udgangspunkt i en statistisk analyse baseret på perioden 1957-93 er det beregnet, hvor prisfølsom fremstillingserhvervenes efterspørgsel efter egne FoU-ydelser er. En sådan beregning er behæftet med betydelig usikkerhed, da den bl.a. er baseret på en række forudsætninger om erhvervenes driftsøkonomiske dispositioner, herunder barrierer for produktion, implementering og udnyttelse af viden. Analysen viser, at en reduktion i prisen

på FoU-ydelser medfører en stigning i beholdningen af FoU-kapital på 7 pct.²² Dette betyder eksempelvis, at FoU-kapitalen kan stige med op til 12 pct., hvis den skattemæssige afskrivningsrate af FoU-udgifter øges fra de nuværende 100 pct. til 125 pct.²³

Offentlig FoU fortrænger ikke privat FoU

Analysen viser endvidere, at der historisk ikke kan påvises nogen sammenhæng mellem omfanget af offentlig og privat FoU. Det betyder, at offentlig FoU-aktivitet samlet set hverken fortrænger eller øger privat FoU.

Eksterne effekter fra offentlig forskning

De positive eksterne effekter af offentlig forskning på de private byerhvervs produktion i Danmark er analyseret for perioden 1957-92. I analysen beregnes virkningerne af offentlig FoU på erhvervenes omkostninger samt erhvervenes anvendelse af produktionsfaktorerne kapital, arbejdskraft, energi og materialer. Beregningerne er baseret på et faktorefterspørgselssystem, der opfanger effekten på efterspørgslen efter arbejdskraft, kapital samt råvarer, når det offentlige bruger penge på FoU, jf. Thomsen (1995). Tanken er, at FoU gør de øvrige produktionsfaktorer mere effektive og dermed skaber basis for produktivitetstigninger og sparede omkostninger, jf. boks V.4. I analysen er det beregnet, hvorledes en stigning i den offentlige FoU-beholdning på 1 pct. påvirker sammensætningen af produktionsfaktorer i de private byerhverv, når niveauet for produktionen i de private byerhverv holdes uændret.²⁴

- 22) Dette svarer til, at elasticiteten mellem erhvervenes beholdning af FoU-kapital og user costs er -0,7. Der er ikke foretaget andre sammenlignelige danske studier af FoU-kapitalens prislelsomhed. Nyere amerikanske analyser af FoU-kapitalens egenpriselasticitet giver resultater i intervallet -1 til -0,4, jf. Guinet et al. (1996).
- 23) Den faktiske stigning i FoU-kapitalen afhænger af, i hvor høj grad virksomhederne har et overskud og derfor er i stand til at udnytte afskrivningsreglerne. Et alternativ til ændrede afskrivningsregler er et direkte tilskud til FoU.
- 24) De private byerhverv omfatter her såvel fremstillings- som servicesektoren, dvs. kemisk industri, jern- og metalindustri, leverandører til byggeri, nærings- og nydelsesmiddelindustri, transportmiddelindustri, anden fremstilling, handel, finansiel og anden service, transport samt bygge- og anlægssektoren.

En virksomhed anvender produktionsfaktorerne kapital, K, arbejdskraft, L, energi, E, og materialer, M, under hensyntagen til produktionsfaktorernes priser, dvs. user costs, løn samt energi- og materialepriser og produktionens omfang. Produktionsfaktorernes effektivitet i et erhverv påvirkes imidlertid af en række forhold, bl.a. eksterne effekter i forbindelse med FoU foretaget i de øvrige erhverv eller i den offentlige sektor. Virksomhedens produktion, Y, kan formuleres som en funktion af faktorerne K, L, E og M udtrykt i effektive enheder, hvor e_K , e_L , e_E og e_M symboliserer effektiviteten af de respektive produktionsfaktorer:

$$Y = f(e_K K, e_L L, e_E E, e_M M)$$

I denne analyse undersøges det, om produktionsfaktorernes effektivitet påvirkes af FoU-indsatsen i den offentlige sektor. I den udstrækning dette er tilfældet, vil virksomhedernes omkostninger, C, påvirkes af faktorpriserne, p_K , p_L , p_E og p_M samt FoU-indsatsen i den offentlige sektor, FoU:

$$C = C(Y, p_K, p_L, p_E, p_M, FoU)$$

Omkostningsbesparelsen samt virkningerne på anvendelsen af de enkelte produktionsfaktorer som mulig følge af øget offentlig FoU-indsats, estimeres i analysen for de private byerhverv i Danmark. Analysen er inspireret af Thomsen (1995). Beregningerne er gennemført på Forskningsministeriets tal for den offentlige sektors FoU-udgifter samt data fra ADAM's databank for perioden 1957-93. Ud fra en betragtning om, at FoU-udgifter har karakter af investeringer snarere end driftsudgifter, er der beregnet en offentlig FoU-beholdning, som indgår i estimationen. For en nærmere beskrivelse af metode og beregninger henvises til et internt arbejdsrapport, som kan rekvireres i Det Økonomiske Råds sekretariat.

Erhvervene sparer omkostninger ved øget offentlig FoU

Beregningerne viser, at indsatsen af kapital øges, mens forbruget af arbejdskraft, energi og materialer falder, når den offentlige FoU-aktivitet stiger, og det samtidig antages, at den samlede produktion er uændret, jf. tabel V.12. Offentlig FoU beforder således anvendelsen af fysisk kapital (de er komplementær), mens offentlig FoU fortrænger de øvrige produktionsfaktorer (de er substitutter). En stigning i den offentlige FoU-kapital på 1 pct. svarede i 1992 til at øge de årlige offentlige FoU-udgifter med knap 60 mio. kr. Dette ville iflg. beregningerne føre til en stigning i erhvervenes anvendelse af maskinkapital på 0,45 pct. svarende til en stigning i kapitalomkostningerne på knap 320 mio. kr. for fastholdt produktion. Til gengæld ville erhvervene kunne producere den samme mængde med 0,04 pct. mindre arbejdskraft svarende til en besparelse af størrelsesordenen 120 mio. kr. på lønomkostningerne. Tilsvarende ville forbruget af energi kunne reduceres med 0,19 pct. eller godt 20 mio. kr., mens materialeforbruget ville kunne reduceres med 0,12 pct. svarende til knap 450 mio. kr. Den samlede omkostningsbesparelse i erhvervene er beregnet til knap 280 mio. kr.²⁵ Selvom der er stor usikkerhed forbundet med beregningerne, viser analysen, at erhvervene sandsynligvis vil opleve en omkostningsbesparelse, som overstiger de øgede offentlige udgifter til FoU. Derved vil der være et samfundsøkonomisk overskud forbundet med at øge den offentlige FoU-indsats.

Tabel V.12 Ændring i produktionsfaktorer ved en 1 pct. stigning i offentlig FoU-kapital

	Ændring (pct.)
Efterspørgsel efter kapital	0,45*
Efterspørgsel efter arbejdskraft	-0,04*
Efterspørgsel efter energi	-0,19*
Efterspørgsel efter materialer	-0,12*
Samlede omkostninger	- 0,03

Anm.: * betyder, at effekten er statistisk signifikant på 5 pct.-niveau.

Kilde: Egne beregninger.

25) Spredningen på dette estimat er dog betydelig, næsten 200 mio. kr.

V.6 Teknologi og ufaglært arbejdskraft

Tekniske fremskridt påvirker behovet for arbejdskraft

Den teknologiske udvikling har betydning for, hvilke kvalifikationer der efterspørges på arbejdsmarkedet, men sammenhængen er ikke entydig. På den ene side kan funktioner, der tidligere blev udført manuelt, nu varetages af maskiner eller robotter. Denne udvikling kan være kombineret med en øget efterspørgsel efter uddannet arbejdskraft til at udvikle og implementere ny teknologi. På den anden side kan indførelsen af ny teknologi medføre, at personer efter en kort oplæring kan udføre funktioner, der tidligere blev varetaget af fagligt uddannet arbejdskraft. Den teknologiske udviklings samlede effekt på efterspørgslen efter kvalifikationer på arbejdsmarkedet kan derfor ikke uden videre afgøres.

Faldende beskæftigelse for ufaglærte

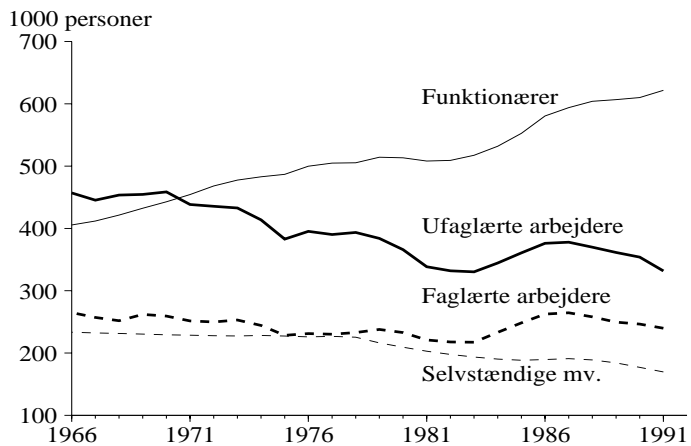
Imidlertid har der i flere vestlige industrilande været en tendens til faldende beskæftigelse for ufaglært arbejdskraft. Dette er også tilfældet i Danmark, hvor beskæftigelsen for den ufaglærte arbejdskraft i de seneste 25 år har været vigende, mens der har været en mere stabil beskæftigelse for faglærte, jf. figur V.9.²⁶

Er tekniske fremskridt "skill-biased"?

Denne beskæftigelsesudvikling har ført til hypotesen om, at nettoeffekten af tekniske fremskridt er "skill-biased", dvs. at nye maskiner og produktionsprocesser kræver øget indsats af uddannet arbejdskraft på bekostning af beskæftigelsen for de ufaglærte. En anden forklaring på den negative beskæftigelsesudvikling for ufaglærte kan være ændringer i de relative lønninger. I flere lande, herunder også Danmark, er lønnen således steget relativt mest for ufaglært arbejdskraft, hvorved andre arbejdskraftkategorier er blevet mere konkurrencedygtige. Endelig tilskrives globaliseringen og den deraf følgende internationale arbejdsdeling ofte en del af forklaringen på tab af ufaglærte arbejdspladser i de vestlige industrilande.

26) Billedet sløres dog af, at flere ufaglærte er overgået til funktionærstatus, uden at deres kvalifikationsniveau er ændret. Kendskabet til den uddannelsesmæssige baggrund for den stærkt voksende gruppe af funktionærer er mangelfuldt.

Figur V.9 Beskæftigelsen i private byerhverv



Kilde: Danmarks Statistik, *Nationalregnskabet*.

Tidligere undersøgelser giver blandet billede

En omfattende litteratur finder, at tekniske fremskridt forklarer en betydelig del af bl.a. den amerikanske udvikling i beskæftigelses- og lønstrukturen, hvor faldende beskæftigelse for ufaglærte har været sammenfaldende med større lønspredning, jf. f.eks. Bound et al. (1992) samt Berman et al. (1993). På danske data er der gennemført to empiriske analyser af sammenhængen mellem niveauet for kapital, der kan fortolkes som en indikator for mængden af indbyggede tekniske fremskridt, og forholdet mellem uddannet og ufaglært arbejdskraft, jf. Risager (1992) og Machin et al. (1996). Ingen af disse analyser kan påvise, at kapital og ufaglært arbejdskraft erstatter hinanden, hvilket ellers ville være et tegn på skill-bias, jf. nedenfor.²⁷ Machin et al. påviser dog, at erhvervenes udgifter til FoU, som er en indikator for den teknologiske udvikling, varierer positivt med andelen af faglærte i forhold til ufaglærte. Også Erhvervsministeriet (1995) finder en sammenhæng mellem FoU-aktivitet og beskæftigelse, idet brancher med en høj direkte og indirekte FoU-aktivitet har

27) I Machin et al. (1996) fås dog resultater, der er forenelige med skill-bias-hypotesen, men sammenhængen er ikke statistisk signifikant på 5 pct.-niveau.

haft en højere beskæftigelsesvækst i 1980'erne end brancher med en lav FoU-aktivitet. Den skæve beskæftigelsesvirkning følger af, at de FoU-intensive virksomheder i højere grad end de FoU-ekstensive virksomheder beskæftiger faglært og højtuddannet arbejdskraft.

Skill-bias på virksomhedsniveau genfindes ikke nødvendigvis på makroniveau

Argumentationen for skill-bias hypotesen tager sit udspring i en forestilling om, hvorledes indførelse af ny teknologi påvirker efterspørgslen efter specifikke kvalifikationer i den enkelte virksomhed. Der er dog flere afledte effekter af indførelse af ny teknologi, som gør, at virkningerne på virksomheds- eller brancheniveau ikke nødvendigvis kan overføres til makroniveau, jf. OECD (1996a). Eksempelvis er det afgørende, om varer produceret i forskellige sektorer erstatter eller supplerer hinanden. Hvis varer produceret i erhverv med en høj grad af uddannet arbejdskraft fortrænger efterspørgslen efter varer med et lavt teknologiindhold, fører det isoleret set til en stigning i efterspørgslen efter uddannet arbejdskraft på bekostning af ufaglærte. Omvendt kan en stigning i efterspørgslen efter højteknologiske varer også øge efterspørgslen efter varer med et lavt teknologiindhold.

Skill-bias i Danmark?

I det følgende undersøges det, om de tekniske fremskridt har udvist skill-bias i Danmark i perioden 1957-92.²⁸ I lighed med analysen i afsnit V.5 er der taget udgangspunkt i en beregning af faktorefterspørgslen i private byerhverv, jf. Thomsen (1995). Ved denne tilgang lægges der vægt på betydningen af relative priser på alle produktionsfaktorer ved forklaringen af efterspørgslen efter arbejdskraft. Det er ikke muligt at foretage en præcis opdeling af arbejdskraften efter kvalifikationsniveau. I denne analyse er derfor valgt kun at opdele de beskæftigede i to grupper; ufaglærte og øvrige beskæftigede.²⁹

28) For mere information om analysen henvises til internt arbejdsnotat, der kan rekvireres i Det økonomiske Råds sekretariat.

29) Arbejdskraftopgørelsen baseres på nationalregnskabets beskæftigelsesmatricer samt beskæftigelsestal fra Dansk Arbejdsgiverforening, jf. Risager (1992). Gruppen af "øvrige" består i analysen af faglærte arbejdere, funktionærer, selvstændige og medhjælpende ægtefæller, og omfatter således også en del personer uden uddannelse. Den valgte klassifikation af arbejdskraften afspejler derfor ikke fuldt ud arbejdskraftens uddannelsesmæssige baggrund.

Kapital og ufaglært arbejdskraft er substitutter

Analysen peger på, at der er skill-bias forbundet med indbyggede tekniske fremskridt, idet efterspørgslen efter ufaglært arbejdskraft falder, mens efterspørgslen efter øvrig arbejdskraft og kapital stiger, hvis prisen på kapital (user costs) reduceres.³⁰ Det betyder, at kapital og ufaglært arbejdskraft erstatter hinanden (dvs. er substitutter), mens kapital og øvrig arbejdskraft supplerer hinanden (dvs. er komplementær). For fastholdt produktionsomfang vil kapitalakkumulation derfor lede til faldende efterspørgsel efter ufaglært arbejdskraft og stigende efterspørgsel efter øvrig arbejdskraft. Kapitalakkumulation vil typisk indebære en vis grad af teknisk opgradering, så substitutionen mellem kapital og ufaglært arbejdskraft er tegn på, at indbyggede tekniske fremskridt er skill-biased.

Ikke alle tekniske fremskridt er knyttet til køb af kapital

I beregningerne opereres der med trendmæssige vækstrater for produktionsfaktorenes effektivitet. Disse vil bl.a. fange de tekniske fremskridt, som ikke er indbygget i kapitalinvesteringer.³¹ Vurderet ud fra de trendmæssige vækstrater viser analysen, at produktionen i gennemsnit over perioden har kunnet holdes uændret med knap 6 pct. mindre input af ufaglært arbejdskraft og knap 3 pct. mindre input af øvrig arbejdskraft om året. Den ufaglærte arbejdskraft har således været betydeligt mere udsat for ikke-indbyggede tekniske fremskridt end den øvrige arbejdskraft i perioden 1957-92. Også dette er et tegn på, at skill-bias hypotesen kan være med til at forklare udviklingen i Danmark.

30) Modellen kan også benyttes til at beregne substitutionsvirkninger mellem de forskellige typer arbejdskraft, men dette har ikke været formålet med analysen.

31) Denne fortolkning af trendudviklingen er i overensstemmelse med et hollandsk studie af skill-bias problemstillingen, jf. Draper et al. (1996).

Forklaring på den historiske udvikling

For at belyse, hvad der historisk har påvirket udviklingen i beskæftigelsen efter de to typer arbejdskraft, dekomponeres beskæftigelsesudviklingen i bidrag fra økonomisk vækst, ikke-indbyggede tekniske fremskridt og substitutionsvirkninger som følge af prisændringer, jf. tabel V.13.³² For begge typer arbejdskraft er den negative beskæftigelsesudvikling domineret af den trendmæssige udvikling, der reducerer efterspørgslen efter ufaglært hhv. øvrig arbejdskraft med knap 6 pct. hhv. knap 3 pct. årligt i gennemsnit over perioden. For de ufaglærte indebærer det, at produktionen skal stige med knap 6 pct. årligt, hvis beskæftigelsen skal holdes uændret for fastholdte relative forhold mellem lønninger, user costs og materialepriser. Den gennemsnitlige produktionsstigning på 2,6 pct. over perioden har følgelig ikke været tilstrækkelig til at opretholde beskæftigelsen. For begge typer arbejdskraft er den samlede effekt af ændringer i de relative priser beskeden over perioden 1957-92. Ændringerne i relative priser har øget efterspørgslen efter den ufaglærte arbejdskraft med gennemsnitligt 1 pct. om året og har reduceret efterspørgslen efter den heterogene gruppe af øvrig arbejdskraft med 0,2 pct. om året.³³

- 32) Substitutionseffekten omfatter bl.a. substitutionen mellem ufaglært arbejdskraft og kapital, der, som omtalt, kan fortolkes som et udtryk for indbyggede tekniske fremskridt.
- 33) Ved beregning af substitutionseffekten opereres der med effektivitetskorrigerede priser, dvs. priser korrigeret for de enkelte produktionsfaktors produktivetsfremgang. De effektivitetskorrigerede lønninger har udviklet sig langsommere for den ufaglærte arbejdskraft end for den øvrige arbejdskraft, hvorfor substitutionseffekten trækker i retning af øget efterspørgsel efter den ufaglærte arbejdskraft.

	Beskæftigelse	Dekomponering af beskæftigelsen		
		Produktion	Trend	Substitution
		----- gennemsnitlige årlige vækstrater for 1960-92 -----		
Ufaglært arbejdskraft	-2,2	2,6	-5,8	1,0
Øvrig arbejdskraft	-0,2	2,6	-2,6	-0,2

Anm.: Bidraget fra trend og substitution er for fastholdt produktionsomfang. Trendudviklingen kan fortolkes som effekterne af bl.a. den tekniske udvikling, der ikke er indbygget i kapital. Substitutionseffekten omfatter alle de partielle substitutionseffekter, og svarer således til den samlede effekt af ændringer i forholdene mellem lønninger, user costs for kapital og materialepriser.

Kilde: Egne beregninger.

Skill-bias hypotesen kan ikke afvises

Alt i alt kan beskæftigelsesudviklingen for ufaglært hhv. øvrig arbejdskraft således hovedsagelig tilskrives forskellig trendmæssig udvikling i produktiviteten. I det omfang de trendmæssige vækstrater for produktionsfaktorernes effektivitet afspejler tekniske fremskridt, som ikke er indbygget i kapitalinvesteringer, bekræfter analysen derfor skill-bias hypotesen.³⁴ Også det forhold, at kapital og ufaglært arbejdskraft er substitutter, giver støtte til skill-bias hypotesen. Med de præmisser, der er lagt til grund for analysen, bekræftes det således, at de tekniske fremskridt begunstiger øvrig arbejdskraft på bekostning af ufaglært arbejdskraft i Danmark. Disse resultater er behæftet med betydelig usikkerhed, men støttes af tilsvarende udenlandske undersøgelser, jf. bl.a. OECD (1996a).

34) Teoretisk ville det dog være mere tilfredsstillende, hvis en mindre del af udviklingen henføres til tidstrende.

V.7 Forskningens rammer og incitament

Forskningsministeriet oprettes 1993 efter OECD-evaluering i 1987

Den danske forskningspolitik har to gange været underkastet en OECD-evaluering. I 1987-evalueringen pointerede OECD først og fremmest behovet for en styrkelse af den overordnede koordinering og forskningspolitiske rådgivning. Denne strategi har OECD i det hele taget gjort sig til fortalere for ved i en række lande at anbefale en mere aktiv statslig styring af forskningspolitikken. Oprettelsen i 1993 af et selvstændigt forskningsministerium, hvis primære opgave er at koordinere dansk forskning, faldt i tråd med OECD's anbefaling. Behovet for en tværgående koordination af og rådgivning om forskningssystemet er dog også tidligere blevet fremhævet i den danske debat.

OECD anbefaler styring og prioritering i 1994

Den overordnede vurdering fra OECD's ekspertpanel i 1994 var, at der fortsat er behov for en strammere og mere konsekvent styring af forskningen samt et mere strategisk perspektiv i den danske forskningspolitik, hvilket bl.a. indebærer en anbefaling af at udpege højt prioriterede forskningsområder. OECD opfordrede endvidere Forskningsministeriet til at tage initiativ til at udarbejde en national strategi for forskning og udvikling, jf. OECD (1994b).

Hvidbogen "Forskning i perspektiv"

Det første skridt mod en national forskningsstrategi blev taget i august 1995 med udgivelsen af Forskningsministeriets hvidbog "Forskning i perspektiv", der var tænkt som oplæg til debatten om den nationale forskningsstrategi. Hovedbudskabet i hvidbogen er, at den nationale forskningsstrategi skal øge styringen af forskningssystemet og bevidst målrette ressourcerne mod udvalgte, højt prioriterede forskningsområder, jf. Forskningsministeriet (1995c). Der blev efterfølgende nedsat en række arbejdsgrupper, hvis arbejde skulle skabe grundlag for at vurdere, i hvor høj grad der er overensstemmelse mellem de forskningsresultater, samfundet efterspørger, og den forskning, der leveres fra forskningsverdenen.

Danmarks Forskningsråd oprettet i 1996

I marts 1996 oprettedes ved lov organet Danmarks Forskningsråd, hvis mål er at fremme og koordinere dansk forskning. Forskningsrådet skal yde rådgivning om dansk og international forskning og skal årligt fremlægge en rapport, der indeholder rådets vurdering af dansk forsknings generelle udvikling, kvalitet og samfundsmæssige relevans. Rådet er sammensat af otte medlemmer udpeget af Forskningsministeren.

Forskningens sektorforsknings- institution

Efter oprettelsen af Danmarks Forskningsråd er der endvidere blevet oprettet en sektorforskningsinstitution, der har til opgave at forske i forskningen og har ansvar for forskningsstatistik. Arbejdet i dette uafhængige udrednings- og analyseinstitut skal skabe grundlag for beslutninger og prioriteringer i forskningspolitikken.

Den danske forskningsstrategi

På baggrund af hvidbogen blev et udkast til den nationale forskningsstrategi udformet i Forskningsministeriets regi og derefter behandlet af Danmarks Forskningsråd. Den nationale forskningsstrategi blev derpå offentliggjort i starten af 1997. I forhold til oplægget i hvidbogen er forskningsstrategien mindre fokuseret på en enmæssig styring af forskningen og er hovedsageligt et katalog over virkemidler i forskningspolitikken. Det er dog sandsynligt, at Forskningsministeriet ved samarbejde og indgåelse af alliancer med sektorministerier vil forsøge at tilskynde til forskning i bestemte områder ved udformning af eksempelvis forskningsprogrammer af tematisk art, jf. Hansen (1996).

Universitets- forskning i internationalt perspektiv

Styring: pro et contra

Den danske udvikling i retning af større emnemæssig styring af universitetsforskningen afspejler en international tendens. I bl.a. Canada, Storbritannien, Norge, Sverige og USA er de offentlige tilskud til forskningsaktiviteter på universiteter og andre højere læreanstalter i højere grad blevet øremærket til bestemte områder og programmer, jf. Skoie (1996). Det er omdiskuteret, hvorvidt det er muligt at få øgede samfundsmæssige gevinster af forskningen ved at styre den mod udvalgte områder. Succesen af en sådan styring afhænger af, om det er muligt at forudsige fremtidens behov og muligheder. Der er flere eksempler på, at direkte offentlig engagement i udviklingen af specifikke teknologier er slået fejl, jf. de japanske erfaringer med udvikling af høj-definition TV (HDTV) og computer-teknologier. Som forsvar for den forskningsmæssige frihed fremhæves ofte uforudsigeligheden i frembringelsen af ny erkendelse og nye opdagelser, jf. Skoie (1996) og Nelson et al. (1996).

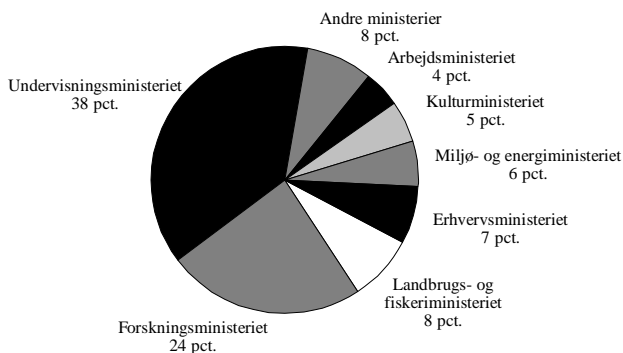
Basis- og programmidler på finansloven

De offentlige bevillinger til FoU i Danmark kan deles op i basismidler og programmidler. Basismidlerne er knyttet til de grundlæggende forskningsaktiviteter på universiteterne og sektorforskningsinstitutionerne og har som formål at sikre kontinuiteten i dansk forskning. Programmidlerne bruges derimod målrettet til at løse specifikke forskningsopgaver og er enten tidsbegrænsede eller knyttet til bestemte forskningsprogrammer. I 1996 er 59 pct. af finanslovens bevillinger givet som basismidler, mens 41 pct. gives som programmidler, jf. Forskningsministeriet (1996a). I perioden 1992-96 har der været en stabil vækst i basismidlerne, mens der har været store svingninger i programmidlerne. Basismidlernes anvendelse kan dog i høj grad styres af programmidlerne, hvis der for opnåelse af programmidler kræves medfinansiering.

Undervisnings- ministeriet står for knap 40 pct. af FoU

14 ministerier gav tilskud til forskning i 1996. Undervisningsministeriet er her den største aktør og stod i 1996 for 38 pct. af ministeriernes FoU-bevillinger, jf. figur V.10. Herefter følger Forskningsministeriet med 24 pct. af FoU-bevillingerne. FoU-bevillingerne udgjorde i 1996 ca. 95 pct. af Forskningsministeriets budget, jf. Forskningsministeriet (1996a). Ud af Forskningsministeriets FoU-bevillinger uddeles ca. 3/4 som programmidler. I modsætning hertil uddeler Undervisningsministeriet primært basismidler.

Figur V.10 Offentlig finansieret FoU fordelt på ministerier, 1996



Kilde: Forskningsministeriet (1996a).

Intern og ekstern finansiering

Offentlig forskning finansieres enten via interne eller eksterne midler. Den interne finansiering består af basisbevillinger på finansloven, grundbevillinger fra amt eller kommune og for selvstændige institutioners vedkommende af egne midler. Den eksterne finansiering består af alle andre midler, f.eks. statslige programmidler, midler fra erhvervslivet, organisationer og fonde samt udlandet. I perioden 1983-93 er den offentlige forsknings interne finansiering reduceret markant fra 83 pct. til 65 pct. af den samlede finansiering, jf. Forskningsministeriet (1996a). Denne udvikling gør sig gældende både for de højere læreanstalter og sektorforskningsinstitutionerne. Den stigende betydning af programmidler skyldes bl.a. forsknings- og sektorministeriernes ønske om at styre forskningen, jf. diskussionen ovenfor.

Grundforskningsandelen er steget siden 1983

Den voksende eksterne finansiering af den offentlige forskning har ikke, som det måske kunne forventes, ført til en nedgang i grundforskningen. Tværtimod er grundforskningsandelen af den samlede offentligt finansierede FoU steget fra 41 pct. i 1983 til 45 pct. i 1993, jf. tabel V.14. Sondringen mellem grundforskning og anvendt forskning kan dog være problematisk.

Tabel V.14

FoU-driftsudgifter fordelt på sektor og forskningsart

	1983	1993
	----- pct. -----	
Højere læreantaler	100	100
Grundforskning	60	61
Anvendt forskning	30	30
Udviklingsarbejde	10	9
Øvrig off. forskning	100	100
Grundforskning	18	24
Anvendt forskning	57	57
Udviklingsarbejde	25	20
Private ikke-erhvervsdrivende	100	100
Grundforskning	46	59
Anvendt forskning	48	31
Udviklingsarbejde	6	10
Total	100	100
Grundforskning	41	45
Anvendt forskning	42	42
Udviklingsarbejde	17	14

Anm.: Kategorierne "grundforskning", "anvendt forskning" og "udviklingsarbejde" er defineret i boks V.2.

Kilde: Forskningsministeriet (1995a).

FoU-udgifterne fordelt på forskningsfelter

Hovedparten af FoU-udgifterne i den offentlige sektor anvendes inden for de sundheds- og naturvidenskabelige områder, jf. tabel V.15. I 1993 blev over halvdelen af FoU-udgifterne afholdt inden for disse to forskningsfelter. I perioden 1983-93 har de offentlige FoU-udgifters fordeling på forskningsfelter været forholdsvis stabil. Det sundhedsvidenskabelige område har øget sin andel, mens det samfundsvidenskabelige områdes andel er faldet.

Tabel V.15 FoU-udgifter fordelt på forskningsfelter, pct.

	1983	1993
Naturvidenskab	27	27
Teknisk videnskab	16	16
Sundhedsvidenskab	23	27
Jordbrugs- og veterinærvidenskab	12	11
Samfundsvidenskab	11	9
Humaniora	11	11
Total	100	100

Kilde: Forskningsministeriet (1995a).

Skattemæssige incitamenter til privat FoU

En række skatteordninger, især lempelige afskrivningsregler, har til formål at øge erhvervslivets FoU-indsats. Det drejer sig dels om en skattelempelse for udenlandske forskere mv., der ansættes i Danmark, dels en regel om straksafskrivning af højteknologisk udstyr som forsknings- og laboratorieudstyr. Derudover har der i visse år i perioden 1988-95 været mulighed for 125 pct. fradrag for danske virksomheders udgifter til internationale forskningsprogrammer og for virksomheders udgifter til grundforskning og anvendt forskning. Internationale forskningsprojekter godkendt af Erhvervsfremmestyrelsen gav adgang til 125 pct. straksafskrivninger i årene 1988-89 og 1991-95 med et loft over det årlige niveau. Danske forskningsprojekter godkendt af forskningsrådene gav adgang til 125 pct. straksafskrivninger i 1995. Provenutabet ved skattesubsidieordningerne i forhold til de normale skatte- og fradragsregler anslås i 1996 til 75 mio. kr., hvilket er en nedgang i forhold til perioden 1992-95, jf. tabel V.16. Provenukonsekvenserne af skattelempelsen for udenlandske forskere er særdeles usikre og er derfor ikke kvantificeret.

Tabel V.16

Provenutab ved skattesubsidier 1992-96, mio. 1996-kr.

	1992	1993	1994	1995	1996
Straksafskrivning	53	104	78	76	75
125 pct. afskr., international FoU	-	-	-	31	-
125 pct. afskr., dansk FoU	37	37	31	31	-
I alt	90	141	109	138	75

Anm.: Provenutabet ved de forskellige støtteordninger er beregnet som det offentlige mertab sammenlignet med en hypotetisk situation, hvor komponenterne i private FoU-investeringer (arbejdskraft, kapital, udstyr og materialer) afskrives med udgangspunkt i regelsættet for anden arbejdskraft, kapital og materialer.

Kilde: Forskningsministeriet (1996a).

Det teknologiske servicesystem og formidling af viden

Givet den danske erhvervsstruktur med mange små og mellemstore virksomheder, der ikke selv foretager FoU i større omfang, er det vigtigt, at virksomhederne er i stand til at indhente og anvende den nyeste viden fra omverdenen. Det teknologiske servicesystem er indrettet med henblik på at understøtte virksomhederne i disse aktiviteter. Det teknologiske servicesystem omfatter GTS-institutterne (de Godkendte Teknologiske Serviceinstitutter), Patentdirektoratet og sektorforskningsinstitutioner under bl.a. Erhvervs- og Fødevarerministeriet. Endvidere sker der formidling af viden med erhvervsmæssig relevans fra sektorforskningsinstitutioner uden for erhvervsministerierne, fra rådgivende ingeniørfirmaer og fra universiteter og andre højere læreanstalter via især kontraktforskning og forskerparker.

Godkendte teknologiske serviceinstitutter

GTS-institutterne har til formål at levere teknologisk service til private erhvervsvirksomheder samt offentlige virksomheder og myndigheder.³⁵ Deres rolle er at indsamle, bearbejde, udvikle og formidle især teknologisk viden. Der er i alt 14 GTS-institutter

35) Afsnittet bygger bl.a. på Erhvervsministeriet (1994) og (1996) samt Erhvervsfremmestyrelsen og Institutrådet (1996).

i Danmark.³⁶ GTS-institutterne er selvejende og almennyttige institutioner, der er godkendte af Erhvervsministeriet og modtager et statsligt basistilskud. Begrundelsen for at yde statslig støtte til GTS-institutterne er, at de udfører en funktion, der ellers ikke ville blive udført i samme målestok. I 1995 havde GTS-institutterne knap 3000 ansatte og en omsætning på godt 1,7 mia. kr. I 1995 udgjorde det statslige bidrag omkring 15 pct. af omsætningen svarende til ca. 1/4 mia. kr.

Forskerparker

I Danmark er der i løbet af perioden 1986-92 oprettet fem forskerparker i tilknytning til universiteterne i København, Århus, Ålborg, Odense og Roskilde. Forskerparkerne er private virksomheder og/eller erhvervsdrivende fonde, som drives på kommerciel basis. Forskerparkernes opgave er at skabe kontakt mellem de højere læreanstalter og erhvervslivet, formidle viden om teknologi og organisation mv. samt støtte og fremme dannelse og udvikling af vidensbaserede virksomheder, jf. Morgen (1996). Forskerparkerne udfører ikke selv FoU, men tilbyder de fysiske rammer for iværksætteres og virksomheders FoU-aktivitet. Forskningsministeriet støtter årligt hver af de fem danske forskerparker med 1 mio. kr.

V.8 Vurderinger og anbefalinger

Skrøbeligt vidensgrundlag for FoU-politik

Omfanget og kvaliteten af FoU er betydningsfuld for innovationsevnen, der er en væsentlig drivkraft i den økonomiske udvikling. Forståelsen af innovationsprocessen er mangelfuld og det er vanskeligt at identificere alle de faktorer, der bestemmer evnen til at innovere. Det nuværende vidensgrundlag for at foretage prioriteringer i forskningspolitikken er derfor yderst skrøbeligt.

36) GTS-institutterne omfatter Dansk Teknologisk Institut, Bioteknologisk Institut, Dansk Hydraulisk Institut, Dansk Toksikologi Center, DIFTA (fiskeriteknologi), DELTA Lys & Akustik, FORCE Institutterne, Skibsteknisk Laboratorium, Vandkvalitetsinstituttet, BPS-centret (byggeplanlægning), Dansk Brandteknisk Institut, Dansk Design Center, Dansk Standard, DFM (fundamental metrologi), dk-Teknik (fyringsanlæg mv.).

Ingen vækst i produktivitet i fremstilling 1982-92

Målt ved udgifterne til FoU er den danske forskningsaktivitet lav i international sammenhæng, men indsatsen er vokset i de senere år. Det har imidlertid ikke været muligt at konstatere, at den øgede satsning på forskning har haft nogen umiddelbar målbar konsekvens for produktivitetsudviklingen i fremstillings erhvervene. Således har fremstillings erhvervene stort set ikke haft vækst i totalfaktorproduktiviteten i perioden 1982-92, jf. afsnit V.3.

Indikatorer for innovation viser stilstand

Den øgede satsning på FoU har heller ikke vist sig i indikatorerne for danske erhvervs innovationsevne. Antallet af patenter i forhold til indbyggertallet er ikke steget i de sidste 15 år. Sammenlignet med andre OECD-lande er Danmark ikke karakteriseret ved en højteknologisk produktion og eksport - snarere tværtimod. Af de højteknologiske erhverv er det kun inden for medicinalområdet, at der eksporteres mere, end der importeres.

De ufaglærte rammes af den teknologiske udvikling

Den teknologiske udvikling kan medføre betydelige velstandsgevinster, men stiller samtidig krav til bl.a. uddannelsesniveau og arbejdsmarkedets fleksibilitet. Beregninger i afsnit V.6 viser, at de tekniske fremskridt i Danmark historisk har forringet de ufaglærtes beskæftigelsesmuligheder. Dette mønster vil sandsynligvis fortsætte i fremtiden og derved sætte arbejdsmarkedspolitikken under pres i takt med, at forskningsresultater omsættes i anvendelse af ny teknologi.

Den internationale dimension

Mange virksomheders konkurrenceevne er afhængig af et højt teknologisk niveau, herunder om de er i stand til at indhente og udnytte viden produceret i andre virksomheder eller erhverv. Den danske innovationsevne er i høj grad afhængig af udlandet, da der sker en stor udveksling af viden og forskningsresultater via bl.a. personlige kontakter og import af kapitaludstyr og materialer. Mulighederne for at foretage innovationer i Danmark kan derfor ikke ses isoleret fra udviklingen i resten af den industrialiserede verden. Imidlertid kan erhvervenes innovationsevne påvirkes af de rammebetingelser, som skabes af den danske forsknings-, uddannelses-, skatte- og erhvervspolitik.

Balancen mellem privat og offentlig forskning

I de senere år er fordelingen mellem offentlig og privat forskning i Danmark kommet mere på linje med fordelingen i andre vestlige industrilande, svarende til at en stigende andel af forskningen foregår i privat regi. Den danske erhvervsstruktur med mange små og mellemstore virksomheder indebærer imidlertid, at kun få virksomheder har tilstrækkelige ressourcer til selv at udføre forskning på højt niveau. Erhvervsstrukturen tilsiger derfor, at en væsentlig del af den generelle basisviden, som erhvervene efterspørger, produceres i offentligt regi på universiteter og andre højere læreanstalter og stilles til rådighed for virksomhederne.

Emnemæssig styring af grundforskning problematisk

Grundforskningen på de højere læreanstalter er i de senere år i højere grad blevet målrettet mod bestemte områder og emner. Denne udvikling må forventes at fortsætte i fremtiden. En sådan emnemæssig styring af universitetsforskningen kan imidlertid være problematisk. Det er vanskeligt at forestille sig, at det er muligt at forudsige, hvilke områder der om 10-20 år vil være af særlig stor samfundsmæssig værdi. Erfaringerne fra lande, hvor det er forsøgt at udpege sådanne områder, er ikke positive, jf. afsnit V.7. Hvis aktiviteterne på universiteter og andre højere læreanstalter i højere grad bliver tilpasset eksempelvis erhvervslivets aktuelle behov, kan der være en fare for, at grundforskningen bliver styret af brancher og virksomheder, der ikke nødvendigvis tegner samfundsudviklingen flere årtier ud i fremtiden.

Fortsat evaluering og prioritering af forskning

En sikring af forskningsverdenens autonomi og en decentral beslutningsproces, "den forskningsmæssige frihed", er derfor vigtigt, men bør følges op af fortsatte kvalitetskrav til grundforskningen. Især er det væsentligt, at den hjemlige forskning har udenlandske kontakflader. Forskningsministeriet bør fortsætte den faglige evaluering af forskningen og sikre, at der prioriteres mellem institutioner og områder med udgangspunkt i sådanne vurderinger af kvalitet.

Offentlige forskningsresultater bør ikke patenteres

For at sikre at de forskningsresultater, der bliver tilvejebragt af den offentlige grundforskning, får det størst mulige samfundsmæssige afkast, bør disse aktivt formidles til det danske erhvervsliv og være offentligt tilgængelige. Endvidere bør forskere ved universiteter og andre højere læreanstalter som hovedregel ikke patentere deres forskningsresultater. Kun risikoen for, at udenlandske virksomheder anvender forskningsresultaterne før danske virksomheder, taler for, at universiteter og andre højere læreanstalter patenterer forskningsresultater.

Sektorforskning og GTS-institutter formidler viden til erhvervslivet

Det er hensigtsmæssigt, at anvendelsesorienteret forskning, udredningsarbejde og teknologisk service i langt højere grad end grundforskning bliver styret af brugernes behov. Brugerne kan i den forbindelse være erhvervsliv, stat, amter og kommuner samt interessegrupper. Erhvervslivets vidensindhentning i bred forstand, herunder implementering af ny teknologi, kan støttes via de Godkendte Teknologiske Serviceinstitutter og sektorforskningsinstitutionerne, jf. afsnit V.7. Sektorforskningsinstitutionerne kan spille en vigtig rolle ved at bygge bro mellem erhvervslivet og de højere læreanstalter. Bl.a. kan sektorforskningsinstitutionerne bearbejde resultater fra grundforskningen til en mere anvendelsesorienteret form. Både sektorforskningsinstitutionerne og GTS-institutterne kan formidle viden fra universiteter og andre højere læreanstalter til erhvervslivet og sikre, at erhvervslivets behov for FoU bliver synliggjort.

Støtte til privat FoU via tilskud eller øgede afskrivninger

De positive eksterne effekter ved private FoU-investeringer kan være betydelige, jf. afsnit V.5., hvilket taler for offentlig støtte i form af eksempelvis tilskud til eller øgede skattemæssige fradrag for private FoU-udgifter. Offentlig støtte til FoU kan evt. finansieres ved at gøre afskrivningsreglerne for investeringer i kapitalgoder med lang levetid, især investeringer i bygninger, mindre favorable. Herved rettes op på en skævhed i de eksisterende afskrivningsregler, som tilgodeser kapitalgoder med lang levetid. Beregninger i afsnit V.5 viser, at forsknings- og udviklingskapitalen kan øges med op til 12 pct., hvis det skattemæssige fradrag hæves fra de nuværende 100 pct. til 125 pct. For virksomheder med en lav overskudsgrad er effekten af tilskud større end effekten af øgede skattemæssige afskrivninger. For at fremme etablering af højteknologiske virksomheder kan et tilskudssystem derfor være at foretrække.

Samfundsmæssig gevinst ved øget offentlig forskning

Den offentlige sektors FoU-indsats har en række afledte positive effekter, som erhvervene normalt ikke betaler direkte for. Beregninger præsenteret i afsnit V.5 sandsynliggør, at den offentligt afholdte FoU har gavnet erhvervene, idet deres produktion er blevet mere effektiv. Endvidere viser beregningerne, at erhvervenes fordele ved offentlig indsats af FoU sandsynligvis overgår de samfundsmæssige omkostninger ved at stille den til rådighed.

Højtuddannet arbejdskraft vigtig for innovationsevne

Erhvervenes evne til at indhente viden og omsætte den til innovationer er afhængig af, at de beskæftiger højtuddannet arbejdskraft. En vigtig del af formidlingen af generel viden og nye forskningsresultater fra de højere læreanstalter til erhvervene sker således i kraft af, at nyuddannede kandidater ansættes i erhvervene. Det offentlige uddannelsessystems hovedopgave er at sikre en høj kvalitet af uddannelserne, herunder også forskeruddannelserne, inden for en bred gruppe af fagområder. Dette er særdeles vigtigt i Danmark, hvor en stor del af den generelle viden bliver og fortsat vil blive produceret i offentligt regi. Selvom den danske fremstillingssektor ikke er udpræget FoU-intensiv og den offentlige sektor har ansat højtuddannet arbejdskraft i undervisnings- og sundhedssektoren, er det alligevel tankevækkende, at fremstillingssektoren beskæftiger under 10 pct. af de højtuddannede, mens den offentlige sektor har ansat ca. 60 pct. af de højtuddannede.

Under 10 pct. af de højtuddannede er ansat i fremstillingssektoren

Litteraturliste

Arrow, K. J. (1962): The Economic Implications of Learning by doing, *Review of Economic Studies* 29, 155-173.

Berman, E. , J. Bound and Z. Griliches (1993): Changes in the Demand for Skilled Labor within U.S. Manufacturing Industries. Evidence from the Annual Survey of Manufacturing, *NBER Working Paper No. 4255*.

Bound, J. and G. Johnson (1992): Changes in the Structure of Wages in the 1980's: An Evaluation of Alternative Explanations. *American Economic Review* 82, 371-392.

Dalgaard, E. (1989): Produktivitetsudviklingen i Danmark, *Nationalregnskabsnotat, Arbejdsnotat nr. 25*. Danmarks Statistik, København.

Det økonomiske Råd (1991): *Dansk økonomi, maj 1991*, København.

Det økonomiske Råd (1995): *Dansk økonomi, forår 1995*, København.

Draper, N. and T. Manders (1996): Structural Changes in the Demand for Labor, *Research Memorandum No. 128*. Centraal Planbureau, Den Haag.

Ehrlich, E. (1997): The Downside of Bad Data. *Challenge* 40 No. 2, 13-37.

Erhvervsfremmestyrelsen (1994): Innovation i danske industrivirksomheder, *Notat nr. 11*. København.

Erhvervsfremmestyrelsen og Institutrådet (1996): *Teknologisk service: Tendenser og udfordringer*. København.

Erhvervsministeriet (1994): *Erhvervsredegørelsen*. København.

Erhvervsministeriet (1995): *Erhvervsredegørelsen*. København.

- Erhvervsministeriet (1996): *Erhvervsredegørelsen*. København
- EU-Kommissionen (1995): *Grønbog om innovation*. Luxembourg.
- Forskningsministeriet (1995a): *Forskning og udviklingsarbejde i den offentlige sektor 1993*. København.
- Forskningsministeriet (1995b): *Erhvervslivets forskning og udviklingsarbejde 1993*. København.
- Forskningsministeriet (1995c): *Forskning i perspektiv. Hvidbog om en national forskningsstrategi*. København.
- Forskningsministeriet (1996a): *Offentligt forskningsbudget 1996*. København.
- Forskningsministeriet (1996b): *Den nationale forskningsstrategi. Overordnede mål og virkemidler*. København.
- Griliches, Z. (1979): Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth, *Bell Journal of Economics* 10, 92-116.
- Grossmann, G. M. and E. Helpman (1991): *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge MA, MIT Press.
- Guinet, J. and H. Kamata (1996): Do Tax-Incentives Promote Innovation? *The OECD Observer No. 202*, 22-25.
- Hansen, H. F. (1996): Forskningsforvaltning og forskningspolitik: En diskussion af udviklingstendenser relateret til struktur, proces og indhold. *Økonomi og politik* 4, 18-29.
- Jorgenson, D.W. and P.J. Wilcoxon (1990): Environmental Regulation and U.S. Economic Growth, *Rand Journal of Economics* 21, 314-340.
- Katz, A. and T. Bye (1995): Returns to Publicly Owned Transport Infrastructure Investment, A Cost Function/Cost Share Approach for Norway, 1971-1991. *Discussion Papers 145*, Statistisk Sentralbyrå, Norge.

Lucas, R. E., Jr. (1988): On the Mechanics of Development Planning, *Journal of Monetary Economics* 22, 3-42.

Machin, S. , A. Ryan and J. Van Reenen (1996): Technology and Changes in Skill Structure: Evidence from an International Panel of Industries, *CEPR Discussion Paper No. 1434*.

Morgen, H. (1996): Forskerparker i Danmark, *Samfundsøkonomen nr. 6*, 27-34.

Mohnen, P. (1994): The Econometric Approach to R&D Externalities, *Cahiers de recherche du département des sciences économiques de l' UQAM*, Cahiers No. 9408, Université de Quebec á Montreal.

Mansfield, E. (1996): Contributions of New Technology to the Economy. In Smith, B.L. and C.E. Barfield (eds.): *Technology, R&D and the Economy*, The Brookings Institution, Washington.

Nadiri, M. I. (1993): Innovations and Technological Spillovers, *NBER Working Paper No. 4423*.

Nelson, R. and P. M. Romer, (1996): Science, Economic Growth, and Public Policy, *Challenge* 39 No. 2, 9-21.

OECD (1994a): *Frascati Manual 1993, The Measurement of Scientific and Technological Activities*. Paris.

OECD (1994b): *Review of Denmarks Science, Technology and Innovation Policies. Examiners' Report*. Paris.

OECD (1996a): *Technology, Productivity and Job Creation. Vol. 2 Analytical Report*. Paris.

OECD (1996b): *Science, Technology and Industry Outlook 1996*. Paris.

Papaconstatinou, G. (1997): Technology and Industrial Performance, *The OECD Observer No. 204*, 6-10.

Rebelo, S. (1991): Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy* 99, 500-521.

- Repetto, R., D. Rothman, P. Faeth and D. Austin (1997): Has Environmental Protection Really Reduced Productivity Growth? *Challenge* 40 No. 1, 46-57.
- Risager, O (1992): Substitutionselasticiteten mellem faglærte og ufaglærte mænd i Danmark: Resultater og implikationer. *Bilag til Finansredegørelsen 1992*, Finansministeriet. København.
- Romer, P. M. (1986): Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy* 94, 1002-1037.
- Romer, P. M. (1987): Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization, *American Economic Review* 77, 56-62.
- Romer, P. M. (1990): Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy* 98, S71-S101.
- Sakurai N., E. Ionnidis & G. Papaconstantinou (1996): The Impact of R&D and Technological Diffusion on Productivity Growth: Evidence for 10 OECD Countries in the 1970s and 1980s, *OECD Working Paper*.
- Skoie, H. (1996): Basic Research - a New Funding Climate? *Science and Public Policy* 23, 66-75.
- Soete, L. (1991): Er Solows paradoks virkelig et paradoks? *Samfundsøkonomen* 1991:5, 5-11.
- Solow, R. M. (1957): Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics* 39, 312-320.
- Thomsen, T. (1995): Faktorefterspørgsel på kort og langt sigt, *Nationaløkonomisk Tidsskrift* 133, 52-65.
- United Nations (1993): Integrated Environmental and Economic Accounting. *Studies in Methods, Series F, No. 61*. Handbook of National Accounting. United Nations, New York.
- Williams J.C. and C. I Jones (1995): Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D. *Finance and Economics Discussion Series*. Federal Reserve Board, Washington D.C.

Økonomiministeriet (1990): *Økonomisk Oversigt, maj 1990*.
København.