

# **IKT, vækst og produktivitet: Et litteraturstudie**

AF:

SVEND E. HOUGAARD JENSEN, *Centre for Economic and Business Research (CEBR)*

ANDERS SØRENSEN, *Centre for Economic and Business Research (CEBR)*

Denne version: 20. oktober, 2005

## Indholdsfortegnelse

1	Introduktion.....	3
2	Udbredelse af IKT.....	4
2.1	Kapacitets- og prisudvikling .....	4
2.2	Investeringer i IKT .....	5
3	Sammenhængen mellem IKT og produktivitet: et overblik.....	7
4	Empiriske undersøgelser: amerikansk økonomi .....	10
4.1	Aggregerede studier.....	10
4.2	Studier på sektorniveau .....	14
5	Andre empiriske studier .....	15
5.1	Aggregerede studier for andre OECD-lande .....	15
5.2	Studier på virksomhedsniveau .....	19
6	Afrunding .....	23
7	Referencer:.....	26

## Resumé

Denne artikel giver en kort gennemgang af den centrale litteratur om, hvordan informations- og kommunikationsteknologi (IKT) påvirker økonomisk vækst og produktivitet på makro-, sektor- og virksomhedsniveau. Først redegøres for omfanget af og mulige årsager til den stigende udbredelse af IKT. Dernæst følger en gennemgang af den empiriske litteratur om sammenhængen mellem IKT og produktivitet, hvor der præsenteres resultater for såvel USA som for resten af OECD, herunder Danmark. Artiklen afrundes med nogle overordnede konklusioner og bud på politikimplikationer.

# 1 Introduktion

Der har længe hersket den opfattelse, at stigende udbredelse af informations- og kommunikationsteknologi (IKT) fører til højere produktivitetsvækst. Imidlertid var det i lang tid svært at spore noget egentligt empirisk belæg for, at en sådan sammenhæng skulle eksistere. Dette kom fx til udtryk i form af det såkaldte 'Solow paradoks', som refererer til det berømte spørgsmål stillet af Robert Solow: "how come we see the computer revolution everywhere but in the [aggregate] productivity statistics?" (Solow, 1987).

Foranlediget af især den ekstraordinært høje økonomiske vækst i amerikansk økonomi i anden halvdel af 1990erne har tanken om en positiv sammenhæng mellem IKT og produktivitet imidlertid fået ny næring, ofte under betegnelsen "ny økonomi". Således var den gennemsnitlige vækst i den private sektor (excl. primære erhverv) i USA på knap 5 procent i perioden 1996-2000 mod en gennemsnitlig vækst på omkring 3 procent i perioden 1972-95. En sådan udvikling ville normalt føre til knaphed på arbejdskraft og efterfølgende løn- og prisinflation, men der var i perioden ikke noget afgørende inflationspres. Også dansk økonomi har i samme periode oplevet en lignende udvikling.

I denne artikel forsøger vi at besvare spørgsmålet, om den ekspansive økonomiske udvikling i anden halvdel af 1990erne har noget at gøre med stigende udbredelse af IKT. Det er en kendsgerning, at der i denne periode er sket en stigning i investeringerne i IKT-kapital i forhold til fx 1980erne. I USA udgør således IKT-kapital nu ca. en tredjedel af de samlede investeringer i fysisk kapital, mens Europa ligger noget under dette niveau med ca. en femtedel. Også i Danmark har der været en vækst i IKT-investeringerne, således at disse nu udgør ca. 18 procent af de samlede kapitalinvesteringer.

Denne økonomiske udvikling har igangsat et omfattende analysearbejde med det formål at få kortlagt bidraget fra IKT-investeringer til den økonomiske vækst, se fx Oliner og Sichel (2000, 2002), Jorgenson (2001) og Jorgenson et al. (2004). Bidragene har især været knyttet til udviklingen i amerikansk økonomi i perioden 1995-2000, men spørgsmålet om en mulig sammenhæng mellem IKT og produktivitet er i stigende grad også blevet studeret for andre OECD-lande.

I det følgende diskuteres først omfanget af og mulige årsager til den stigende udbredelse af IKT. Dernæst følger en gennemgang af den empiriske litteratur om sammenhængen mellem IKT og produktivitet. Fremstillingen er opdelt efter studier, der vedrører USA, og efter studier der vedrører resten af OECD. Der vil også blive sondret mellem studier foretaget på aggregeret niveau og studier foretaget på hhv. sektor- og virksomhedsniveau. Endelig præsenteres i sidste afsnit en konklusion på artiklen.

## **2 Udbredelse af IKT**

### **2.1 Kapacitets- og prisudvikling**

IKT-kapital udgøres af computere, kommunikationsudstyr, software og serviceydelser (fx konsulenttjenester) inden for disse områder. Den teknologiske udvikling inden for især halvledere (semiconductors), som er en væsentlig bestanddel af IKT-goder, har udviklet sig eksplosivt over de seneste 3–4 årtier. Allerede i 1965 fremsatte Gordon Moore (medstifter af *Intel*) den såkaldte Moore's lov, som siger, at "tætheden af transistorer på mikrochips fordobles hver 18.-24. måned", se Jorgenson (2001). Dette har vist sig at holde stik. Dog er kapacitetsudviklingen øget fra 1995, således at fordoblingen er sket hver 12. måned (Gordon, 2000). Der er ikke tegn på, at kapacitetsudviklingen aftager inden for det næste årti. Den første processor (Intel processor 4004) fra

1971 havde 2300 transistorer, mens Pentium 4 fra november 2000 havde 42 millioner transistorer. Denne udvikling svarer til en årlig vækstrate i kapacitet på omkring 35 procent (Jorgenson, 2001).

Den enorme kapacitetsudvikling inden for IKT afspejles i prisudviklingen på IT- og IT-relaterede goder. Priserne er ganske enkelt styrtdykket.<sup>1</sup> Det har givet sig udslag i et enormt prisfald på både PCere og processorer (med en faktor 10.000!) inden for en generation. Mens prisen på hardware faldt med 15 procent om året i perioden 1972-95, har det årlige prisfald været så stort som 31 procent siden 1995.

## **2.2 Investeringer i IKT**

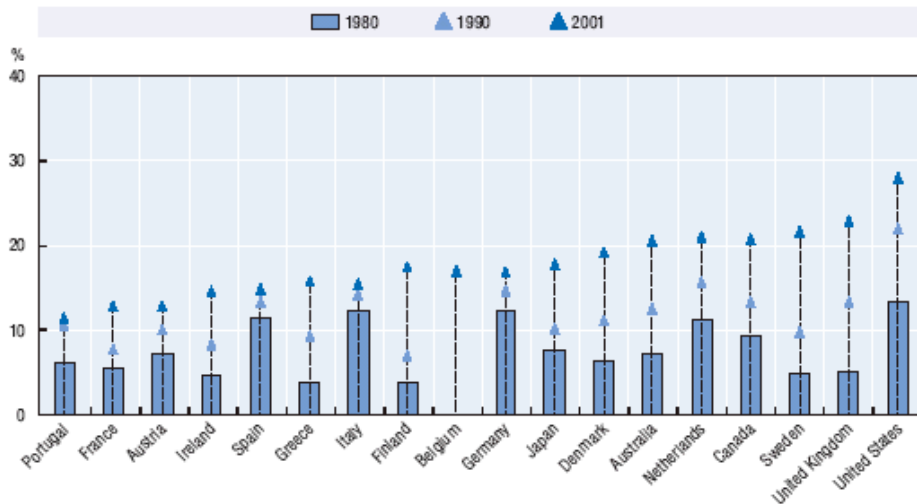
Det voldsomme fald i priser på ikke blot computere, men også på andre IKT-goder (Jorgenson, 2001), har ført til, at IKT-investeringerne i OECD-landene er steget betragteligt. Amerikansk økonomi har den største udbredelse af IKT. Således udgjorde IKT-investeringer i forhold til BNP over 4 procent i 2001, og andelen er vokset igennem både 1980erne og 1990erne. Endvidere udgjorde IKT-investeringer i 2001 næsten 30 procent af de samlede kapitalinvesteringer excl. boliginvesteringer, se OECD (2003).

IKT-investeringerne er også vokset i de øvrige OECD-lande, se figur 1. Således udgjorde investeringerne i IKT i 2001 en andel af BNP på mellem 2 procent og 2,5 procent i lande som Frankrig, Portugal, Italien og Tyskland. I de nordiske lande samt Holland, Japan og Australien var andelen dog relativt høj i størrelsesordenen mellem 3 og 3,7 procent (Danmark, 3,3 procent). I den sidstnævnte landegruppe udgør IKT-investeringer mellem 15 procent og 22 procent af de samlede kapitalinvesteringer excl. boliginvesteringer (Danmark, 18 procent).

---

<sup>1</sup> Ved priser forstås i denne sammenhæng et kvalitetsjusteret såkaldt hedonisk prisindeks (Triplett, 1989).

Figur 1. IKT-investeringernes andel af de samlede faste investeringer, 1980-2001



Kilde: OECD (2003)

Således forekommer det, at *trenden* for IKT-investeringer har været relativt ens mellem amerikansk økonomi og de øvrige OECD-lande, men *niveauet* for IKT-investeringer er fortsat noget højere i USA.<sup>2</sup>

Man kan spørge, hvorfor der er disse forskelle mellem USA og Europa – og mellem de europæiske lande indbyrdes. I studier foretaget af OECD fremhæves ofte faktorer relateret til konkurrence, herunder omkostningerne forbundet med IKT-investeringer. I perioden 1993-1996 var priserne på IKT-investeringer således klart lavest i USA - gennemsnitligt mellem 30 procent og 75 procent lavere end i de øvrige OECD-lande på nær Canada (OECD, 2001). Men der er givetvis også andre årsager, og disse vil blive taget op i den resterende del af artiklen.

<sup>2</sup> At udbredelsen af IKT er væsentlig større i amerikansk økonomi end i de øvrige OECD-lande understøttes af yderligere indikatorer i studier udført af van Ark et al. (2002) og McGuckin og van Ark (2005).

### 3 Sammenhængen mellem IKT og produktivitet: et overblik

Efter denne redegørelse for udviklingen i omfanget af og priserne på IKT, melder spørgsmålet sig nu, hvordan IKT kan tænkes at påvirke produktiviteten. I første omgang er der behov for at præcisere, hvad der forstås ved produktivitet. Det produktivetsmål, der i det følgende tages udgangspunkt i, er *arbejdsproduktiviteten*. Denne størrelse defineres som output i forhold til det antal arbejdstimer, der er medgået til at producere dette output.<sup>3</sup> En stigning i arbejdsproduktiviteten betyder således, at økonomien enten kan producere et uændret output med en mindre arbejdsindsats eller et større output med en uændret arbejdsindsats.

Under henvisning til figur 2 diskuteres herefter nogle kanaler, gennem hvilke IKT indvirker på arbejdsproduktiviteten. I øvrigt tjener figur 2 som en nyttig referenceramme for en stor del af den efterfølgende diskussion af sammenhængen mellem IKT og produktivitet.

Ændringer i arbejdsproduktiviteten kan skyldes, at forholdet mellem kapital og arbejdskraft (K/L) har ændret sig, at multifaktorproduktiviteten (MFP) har ændret sig, eller en kombination af begge. Denne dekomponering af ændringer i arbejdsproduktiviteten er vist længst til venstre i figur 2. Investeringer i IKT fører til en stigning i K/L og dermed en øget arbejdsproduktivitet.<sup>4</sup> MFP måler output i forhold til et indeks af både arbejdstimer og kapitalapparat. MFP angiver den ændring i arbejdsproduktiviteten, der *ikke* kan henføres til faktorakkumulation. Dette mål fortolkes ofte som det teknologiske niveau i et land, men dækker også over andre forhold, herunder udnyttelsesgraden af

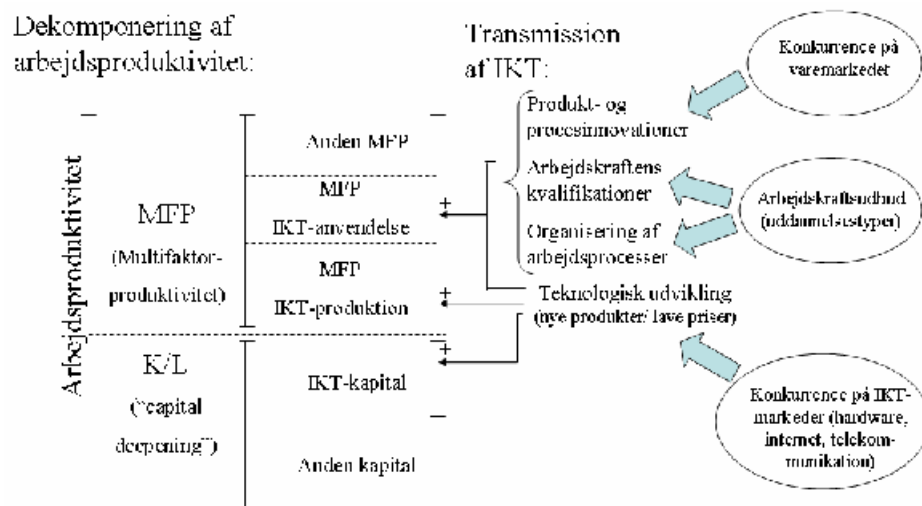
---

<sup>3</sup> Undertiden defineres arbejdsproduktivitet også som output i forhold til antal beskæftigede.

<sup>4</sup> En sådan ændring, hvor der er mere kapital til rådighed, benævnes på engelsk for "capital deepening".

specialisering og stordriftsfordele, effektivitet mht. organisering af arbejdsprocesser etc.<sup>5</sup>

Figur 2. Sammenhæng mellem IKT og produktivitet: en principskitse



Som nævnt er priserne på IKT-goder faldet dramatisk i de seneste tre årtier. Disse prisfald er udtryk for, at især MFP i IKT-producerende erhverv ligeledes er steget enormt. Man kan måske nemmest indse dette ved at antage det omvendte, nemlig at der ikke har været nogen stigning i MFP. Hvis faktorpriserne i de IKT-producerende erhverv i øvrigt har fulgt trit med udviklingen i den private sektor, ville IKT-producerende virksomheder ikke kunne overleve. Men da disse netop har overlevet, må MFP i erhvervet være steget. For bedst muligt at udnytte den information, der er indeholdt i de meget store prisfald, er det hensigtsmæssigt at opdele den private sektor (excl. primære erhverv) i erhverv, der *producerer* IKT samt i erhverv, der *anvender* IKT. De store prisfald inden for IKT, som er skabt gennem teknologiske fremskridt (jfr. afsnit 2.1), vil slå igennem i form af stigende

<sup>5</sup> En stigning i MFP er således udtryk for, at der i økonomien kan produceres enten et uændret output med en mindre indsats af primære produktionsfaktorer eller et større output med en uændret indsats.

MFP inden for de IKT-producerende erhverv, hvilket trækker i retning af at øge MFP i den private sektor. Derudover vil teknologiske fremskridt, som reducerer omkostningerne forbundet med at foretage investeringer i IKT, føre til mere IKT-kapital og dermed en højere arbejdsproduktivitet via et højere K/L forhold.

IKT kan derudover påvirke MFP inden for de erhverv, som er intensive i anvendelsen af IKT. De afgørende determinanter er her omfanget og kvaliteten af produkt- og procesinnovationer, arbejdskraftens kvalifikationer samt det organisatoriske niveau. Disse forhold har naturligvis også stor betydning for økonomiens øvrige sektorer, men en del tyder på, at de har særlig stor betydning inden for de IKT-anvendende sektorer. Betydningen af disse kanaler er vist i den midterste del af figur 2.

Set fra et mere overordnet samfundsøkonomisk synspunkt er det også interessant, i hvilket omfang udbredelsen af IKT kan påvirkes ad politisk vej. Her kan flere politikområder vise sig at være af potentiel stor betydning, se figur 2 yderst til højre. For det *første* er det vigtigt at sikre den rette uddannelsesmæssige sammensætning af arbejdskraften. I den forbindelse spiller uddannelses- og forskningspolitikken selv sagt en stor rolle. Empiriske studier fra fx OECD understøtter, at omkostninger forbundet med tilgængelighed af know-how eller arbejdskraft med relevante kvalifikationer for implementering af IKT-udstyr indirekte påvirker udbredelsen af IKT. For det *andet* er det vigtigt at sikre en stærk konkurrence på varemarkederne, så der løbende sker produkt- og procesinnovation. I den forbindelse er konkurrencepolitikken af stor betydning, men også erhvervspolitikken mere generelt kan medvirke til at skabe stærke innovationsmiljøer. For det *tredje* er det vigtigt med konkurrence på specifikke IT-markeder som fx hardware, internet, telekommunikation m.v., så omkostningerne forbundet med at foretage investeringer i IKT ikke bliver for store. Her kommer IT-politikken ind med en central rolle.

## 4 Empiriske undersøgelser: amerikansk økonomi

På grund af problemer med tilgængelighed og kvalitet af data, er det ingen nem opgave at lave empiriske analyser af sammenhængen mellem IKT og produktivitet. Problemerne knytter sig til måling af investeringer i IKT-kapital og prisudviklingen for IKT. Dette problem er i særdeleshed relevant for OECD-lande uden for USA. Derfor fokuserer de fleste studier på amerikansk økonomi. I det følgende præsenteres resultater først fra aggregerede studier og dernæst studier på sektorniveau.

### 4.1 Aggregerede studier

Væksten i arbejdsproduktiviteten i den private sektor i den amerikanske økonomi blev øget ganske betragteligt i anden halvdel af 1990'erne sammenlignet med første halvdel af 1990'erne. Mere præcist har Jorgenson et al. (2002) beregnet et gennemsnitligt vækstoverskud på 1.0 procentpoint, nemlig forskellen mellem en gennemsnitlig årlig vækst i arbejdsproduktiviteten på 2.4 procent i perioden 1995-2000 og en gennemsnitlig vækst på 1.4 procent i perioden 1990-95. Dette vækstoverskud har i de seneste år udvist en voksende tendens, idet den gennemsnitlige arbejdsproduktivitet ifølge Jorgenson et al. (2004) nåede helt op på 3.06 i perioden 1995-2003 og dermed et vækstoverskud på 1.66 procentpoint i denne periode i forhold til gennemsnittet for første halvdel af 1990'erne.

Tabel 1 viser resultater fra Oliner og Sichel (2002), Gordon (2002), US Council of Economic Advisors (2001) og Jorgenson, Ho og Stiroh (2004). I søjlen yderst til højre er endvidere vist nogle gennemsnitsberegninger baseret på resultaterne i de fire individuelle studier. Tabellen er opbygget således, at IKTs bidrag til forklaring af den rapporterede vækst i arbejdsproduktiviteten bliver fremhævet. For det *før-*

ste ses det, at en stigning i IKT-kapital er vigtig for vækststigningen i arbejdsproduktiviteten. Således bidrager stigende IKT-kapital tilgængelig pr. arbejdstime med omkring halvdelen af vækstforøgelsen. Disse stigninger forekommer både i IKT-producerende erhverv og i erhverv, der anvender IKT. For det *andet* fremgår det, at MFP-stigninger i de IKT-producerende erhverv har stor betydning for denne stigning. Bidraget herfra er på omkring en tredjedel. Samlet bidrager IKT altså med omkring 80 procent af vækststigningen gennem disse to kanaler.

*Tabel 1. Stigning i arbejdsproduktivitetsvækst i USA, private sektor, excl. primære erhverv*

	Oliner og Sichel (2002), 1974-1990 vs. 1996-2001	Gordon (2002), 1972-95 vs. 1995-2000	Council of Econ. Advisors (2001), 1973-95 vs. 1995-2000	Jorgenson, Ho og Stiroh (2004), 1973-95 vs. 1995-2003	Andele af bidrag for den samlede vækst, gennemsnit af de fire studier
Arbejdsproduktivitetsvækst	0.89	1.44	1.39	1.57	
Konjunkturcykel m.v.	n.a.	0.50	n.a.	n.a.	
Trend	0.89	0.90	1.39	1.57	1.00
Bidrag fra:					
Kapitalservice	0.40	0.37	0.44	0.86	0.43
- IKT kapital	0.56	0.60	0.59	0.52	0.51
- anden kapital	-0.17	-0.23	-0.15	0.34	-0.08
Kvalitet af arbejdskraft	0.03	0.01	0.04	-0.09	0.00
MFP vækst	0.46	0.52	0.91	0.80	0.56
- MFP i IKT-produktion	0.47	0.30	0.18	0.28	0.29
- Anden MFP	-0.01	0.22	0.72	0.51	0.27

Førstnævnte mekanisme – stigning i IKT-kapital - fanger effekten af kapitalakkumulation. Dette er ikke en ny effekt, men derimod en gammel kending i vækstlitteraturen (Solow, 1956). Den anden

mekanisme – stigning i MFP inden for IKT-producerende erhverv - er også velkendt, idet en kraftig sektorspecifik produktivetsudvikling typisk opstår, når nye sektorer dukker frem (bilindustri, kemisk industri m.v.).

Er konklusionen så, at der ikke er noget 'ny økonomi' i de 80 procent af vækststigningen i amerikansk arbejdsproduktivitet? Nej, for det "nye" er den kraft, hvormed prisfaldene på IKT-goder foregår. Som nævnt ovenfor var den årlige vækstrate i kapaciteten på omkring 35 procent, hvilket netop har givet sig udslag i de meget store prisfald. Det er dette, der afspejles i den høje produktivetsvækst i IKT-producerende erhverv i amerikansk økonomi, og som bl.a. har givet anledning til de meget store investeringsstigninger.

Endelig fremgår det af tabellen, at "anden MFP" også yder et anseligt bidrag til stigningen i arbejdsproduktiviteten, nemlig ca. en fjerdedel. Et vigtigt spørgsmål er, om dette skyldes stigende anvendelse af IKT? Hvis stigningen skyldes IKT, så betyder det, at sektorer, der anvender IKT, bliver mere produktive ud over det forhold, at K/L alt andet lige stiger, når IKT anvendes. Spørgsmålet kan desværre ikke besvares entydigt. Grunden er, at "anden MFP" er beregnet residualt. Det vil sige, at målet er givet ved den del af den økonomiske vækst, der ikke kan forklares på basis af de informationer, der er indeholdt i data. Med andre ord er det uklart, hvad målet dækker over. Det kan godt være IKT, men kan også skyldes cykliske faktorer, organisatoriske forhold etc. Vi kan kun konkludere, at vækststigningen, der tillægges "anden MFP", *måske* skyldes produktivetsstigninger i sektorer, der anvender IKT.

Det skal også bemærkes, at der er en betydelig variation i opdelingen af MFP-vækst på IKT-produktion og IKT-anvendelse i de fire studier. Således varierer bidraget fra "anden MFP" fra en andel på omkring 0 til så meget som ca. 0,5. Årsagen til den store variation ligger i forskelle i de benyttede data, i den anvendte metode, og i perio-

devalget. En væsentlig forklaring på den store variation i resultatet for "anden MFP" er, at alle ikke-IKT producerende erhverv er grupperet i en stor gruppe, for hvilken produktivitetsvæksten er residualt beregnet. Dette er problematisk, idet nogle ikke-IKT-producerende sektorer meget vel kan udvise store MFP vækstrater, mens andre kan have negative bidrag. Med andre ord kan modgående sektorspecifikke effekter på andet MFP meget vel opveje hinanden.

I relation til de i tabel 1 præsenterede studier er der det problem, at IKT-producerende erhverv ikke alene måles ved produktion af IKT, hvilket er forårsaget af den erhvervsinddeling, som de amerikanske statistiske kontorer benytter.<sup>6</sup> Som konsekvens heraf indgår også produktion af nogle ikke-IKT goder i data. Dette er dog ikke tilfældet for Jorgenson, Ho og Stiroh (2004), som har været i stand til at opdele det benyttede datamateriale for IKT-producerende sektorer, så "IKT-producerende" erhverv kun dækker over produktion af IKT-goder. Bl.a. af denne grund sættes der mest lid til resultaterne fra denne undersøgelse.<sup>7</sup>

Analyserne i tabel 1 kan ydermere kritiseres, fordi de er baseret på en metode (vækstregnskabet), der altid medfører, at IKT-investeringer har indflydelse på den økonomiske vækst. For at imøde-

---

<sup>6</sup> Bosworth og Triplett (2002), p.4: "What the authors term the "IT-producing" industries are actually the 2-digit machinery producing industries in the old U.S. SIC system. Semiconductors are located in the SIC electrical machinery industry, but so are Christmas tree lights. Computers in this old classification system are grouped with drill bits. It is probably true that the electronics portions of the machinery industries account for a major portion of their MFP growth, but the available data do not actually permit us to say that."

<sup>7</sup> Det fremgår af Jorgenson, Ho og Stiroh (2005), p.2, at "The key IT-producing industries are computers, communications equipment, semiconductors, and software. These are below the usual 2-digit classification level used in other studies and we have created detailed data for them in order to characterize IT-production as precisely as possible. Industrial Machinery and Equipment (SIC 35), for example, includes Computers and Office Equipment (SIC 357), while Electronic and Electrical Equipment (SIC 36) contains Communications Equipment (SIC 366) and Electronic Components (SIC 367), mainly semiconductors. Business Services (SIC 73) includes Computer Services (SIC 737), primarily software. This breakdown enables us to quantify the impact of IT production on the U.S. economy more accurately and represents a substantial advantage over earlier studies using the broader industry aggregates."

komme denne kritik diskuteres forskellige analyser baseret på andre metoder og data nedenfor. Først vendes blikket mod sammenhængen mellem IKT og produktivitet på sektorniveau i den amerikanske økonomi.

## 4.2 Studier på sektorniveau

Det diskuteres undertiden, om en nyopfundet teknologi er anvendelig i få eller i mange af økonomiens sektorer. Hvis en opfindelse er anvendelig i mange sektorer, således at den fører til vækststigninger i størstedelen af økonomien, kaldes opfindelsen en såkaldt 'General Purpose Technology' (David and Wright, 1999).<sup>8</sup>

Hvad gælder for IKT i amerikansk økonomi i anden halvdel af 1990'erne? Er den højere produktivitetsvækst vidt udbredt over økonomiens sektorer, eller er den trukket af nogle enkelte sektorer? Dette spørgsmål er belyst af Stiroh (2002), som finder, at vækststigningen efter 1995 er jævnt fordelt over sektorer. Faktisk steg væksten i arbejdsproduktiviteten på sektorniveau fra perioden 1987-95 til 1995-2000 i 2/3 af sektorerne i den amerikanske økonomi. Den gennemsnitlige vækststigning i arbejdsproduktiviteten for 61 sektorer er på 0,87 procentpoint. Med andre ord er vækststigningen et generelt udbredt fænomen og ikke blot drevet af nogle få sektorer.

Det næste spørgsmål er, om vækststigningen har noget med IKT at gøre. Dette kan belyses ved at se på, om sektorer, der anvender IKT intensivt, har større vækststigning end sektorer, der ikke anvender IKT intensivt.<sup>9</sup> Stiroh (2002) finder, at vækststigningen efter 1995 er størst i de sektorer, der er intensive i deres benyttelse af IKT. Det vil altså sige, at desto mere IKT-intensiv en sektor er, desto større er vækststigningen.

---

<sup>8</sup> For en bredere diskussion af 'General Purpose Technology', se Helpman (1998).

<sup>9</sup> IKT-intensitet kan fx måles som sektorens IKT-kapital i forhold til aktivitetsniveauet i sektoren.

I Stiroh (2002) måles vækststigningen vel at mærke som vækst i arbejdsproduktivitet. Det vil sige, at resultatet siger, at sektorer med høj IKT-intensitet har høj vækst i arbejdsproduktiviteten. Derimod siger det ikke noget om, hvorvidt den sektorspecifikke MFP-vækst er højere i IKT-intensive sektorer.

I en nyere analyse af Bosworth og Triplett (2005) stilles der skarpt på MFP-væksten i amerikanske servicesektorer, hvilket er af stor interesse, idet de fleste IKT-intensive sektorer er servicesektorer. Det findes, at hovedbidraget til vækststigningen i servicesektorens arbejdsproduktivitet stammer fra stigende MFP-vækst. Før 1995 var servicesektorens MFP-vækst tæt på 0, hvorimod den i gennemsnit var højere end 1 procent om året i perioden efter 1995. Nogle af de hurtigst voksende servicesektorer er engros- og detailhandel samt finansielle services.

## **5 Andre empiriske studier**

Der findes som nævnt desværre ikke studier af tilsvarende høj kvalitet for øvrige OECD-lande, hvilket især skyldes mangel på data for IKT-investeringer, IKT-priser og dermed IKT-kapital. I de senere år er der dog fremkommet en række studier, der i nogen grad afdækker betydningen af IKT for produktivitetsudviklingen i øvrige OECD-lande. I det følgende redegøres der for den viden, der trods alt findes for lande uden for USA med fokus på EU-lande.<sup>10</sup>

### **5.1 Aggregerede studier for andre OECD-lande**

Som beskrevet ovenfor har faldende IKT-priser også ført til accelererende IKT-investeringer i de øvrige OECD-lande. Disse stigninger varierer relativt meget over landene, og intet andet land har in-

---

<sup>10</sup> Med deltagelse af 14 konsortiemedlemmer – heraf CEBR fra Danmark – er et omfattende EU projekt – EU KLEMS – iværksat bl.a. med henblik på at øge kvaliteten af IKT-studier for EU-lande, se projektets hjemmeside ([www.EUKLEMS.com](http://www.EUKLEMS.com)).

vesteret så intensivt som USA. For de lande, hvor data kan tilvejebringes, har OECD (2003) udarbejdet analyser i stil med de i tabel 1 præsenterede resultater med henblik på at vurdere vækstbidraget fra IKT. Det skal bemærkes, at mens resultaterne i tabel 1 er præsenteret i form af ændringer i arbejdsproduktiviteten, så gælder resultaterne i OECD-studiet IKTs bidrag til ændringer i de samlede økonomiske vækst. I USA bidrog IKT-investeringer med knap et procentpoint til den økonomiske vækst gennem ændringer i K/L i perioden 1995-2001, dvs. "capital deepening", hvilket var stigning på omkring 0,5 procentpoint i forhold til den foregående periode 1990-1995. I andre OECD-lande var vækstbidraget fra IKT på mellem 0,3 procentpoint og 0,7 procentpoint for perioden 1995-2001. Dette markerer en stigning fra betydeligt lavere niveau for perioden 1990-95, som i gennemsnit svarer til en fordobling i bidraget. Af øvrige OECD-lande er Australien, Holland og Canada de lande, der har oplevet de største vækstbidrag fra IKT. Disse er i størrelsesordenen mellem 0,5 procentpoint og 0,6 procentpoint for perioden 1995-2001. Frankrig, Tyskland og Italien har oplevet de laveste bidrag mellem 0,3 procentpoint og 0,4 procentpoint. I Danmark var bidraget fra 'capital deepening' omkring 0,55 procentpoint for perioden 1995-2001.

Pilat, Lee og Van Ark (2002) belyser betydningen af IKT-produktion og IKT-anvendelse for udvalgte OECD-lande.<sup>11</sup> Først vurderes størrelsen af landenes IKT-sektorer ved at måle sektorens andel af det samlede output i de private erhverv excl. primære erhverv. Irland og Finland har begge relativt store IKT-sektorer, som i 2000 overstiger 15 procent af det samlede output, mens USA havde en størrelse på omkring 12 procent. Hovedparten af de resterende lande havde andele

---

<sup>11</sup> Studiet er ikke så helstøbt som studierne præsenteret i tabel 1. I tabel 1 dekomponeres væksten i arbejdsproduktiviteten i bidrag fra kapitalinvesteringer, ændret beskæftigelse, produktivitetsudvikling i IKT producerende erhverv osv. I Pilat, Lee og Van Ark (2002) dekomponeres den samlede vækst i arbejdsproduktiviteten i bidrag fra enkeltsektors vækst i arbejdsproduktiviteten. Derfor er det ikke muligt at vurdere hvad der er forårsaget af ændret K/L og hvad der er forårsaget af ændret MFP.

mellem 8 procent og 12 procent (i Danmark udgjorde andelen omkring 8 procent, se nedenfor).

Det skal understreges, at IKT-sektoren som defineret af OECD udgøres af et stort antal undersektorer, såsom produktion af computere, produktion af kabler, telekommunikation, samt hardware og software konsulentytelser og udbud.<sup>12</sup> I det produktivitetsudviklingen, som giver sig udslag i prisudviklingen, har været enorm indenfor halvledere (semiconductors) og dermed computer produktion, må det forventes, at denne sektor bidrager betydeligt til produktivitetsudviklingen. Omvendt har produktivitetsudviklingen udtrykt ved prisudviklingen inden for kommunikationsudstyr, software og serviceydelser ikke tilnærmelsesvis udvist samme udvikling (se Jorgenson, 2001). Derfor er det forventeligt, at lande med omfattende computerproduktion og andre produkter der i stort omfang anvender halvledere – fx USA – vil opleve store vækstbidrag fra IKT-produktion. Omvendt vil lande, der har omfattende IKT-produktion udenfor disse områder, opleve beskedne vækstbidrag fra IKT.

Ovennævnte hypotese bekræftes i Pilat, Lee og Van Ark (2002). Her vises, at IKT-fremstilling havde størst vækstbidrag i lande, som er specialiseret i de dele af IKT-sektoren, der har oplevet den voldsomme teknologiske udvikling. Gruppen af lande udgøres af Finland, Irland, Korea, Sverige og USA. For de tre førstnævnte lande var vækstbidraget knap et procentpoint om året over perioden 1996-2001. Vækstbidraget er ydermere steget fra 1990-1995 for denne gruppe af lande. Overordnet set finder O'Mahony og Van Ark (2003) endvidere, at USA havde større effekt af IKT-producerende erhverv end EU. Vækstbidraget fra IKT-service er forholdsvist beskedent. Dog er dette bidrag steget mellem de to omtalte delperioder, og denne stigning tilskrives især liberalisering af markederne for telekommunikation.

---

<sup>12</sup> Definitionen fremgår af Pilat, Lee og Van Ark (2002), Box1.

Vækstbidraget fra IKT-anvendelse tager udgangspunkt i sektorer, der anvender IKT intensivt. Pilat, Lee og Van Ark (2002) belyser de væsentligste servicesektorer med høj IKT-intensitet, som er engros- og detailhandel, finansielle services, forsikring og forretningservice. Der er ikke nogen klar tendens for de belyste lande. Således har nogle lande – især USA og Australien og i nogen grad England og Irland – oplevet en voldsom stigning i vækstbidraget fra IKT-anvendelse fra 1990-95 til 1996-2001 til bidrag på mellem 0,75 procentpoint og 1,3 procentpoint. Andre lande har derimod oplevet faldende bidrag – i særdeleshed Japan og Italien. I Danmark er vækstbidraget fra IKT-anvendelse omkring 0,4 procentpoint og er stort set uændret mellem de to delperioder.

Van Ark, Inklaar og McGuckin (2003) stiller skarpt på forskellen i produktivitetseffekten fra IKT mellem USA og EU<sup>13</sup> ved at undersøge, hvor forskellene opstår. Vækstraten i arbejdsproduktiviteten var større i EU med 1,9 procent sammenlignet med 1,1 procent i USA i perioden 1990-1995. Omvendt forholdt det sig for perioden 1995-2000, hvor vækstraten var 2.5 procent i USA mod 1.4 procent i EU.

Den store forskel i vækstudvikling mellem de to regioner opstod som konsekvens af to effekter. For det første har en større IKT-producerende sektor i USA – med høj grad af specialisering i IKT-goder som har gennemlevet store produktivetsstigninger – bidraget relativt meget til vækstudviklingen. Således er bidraget fra IKT-producerende erhverv størst i USA – dels fordi sektoren her er vokset og dels fordi produktivetsvæksten er steget. For det andet har den del af service-sektoren, der anvender IKT intensivt, oplevet markante stigninger i produktivetsvæksten.

Ved at stille skarpt på undersektorer af den samlede servicesektor etableres det resultat, at forskellen i udviklingen mellem de

---

<sup>13</sup> EU er i denne sammenhæng udgjort af Østrig, Danmark, Finland, Tyskland, Irland, Italien, Holland, Spanien, Sverige og England, som samlet udgør over 90 procent af BNP i EU.

to regioner stammer fra produktivitetsvækst inden for servicesektorer – og ikke fra skift i sektorsammensætning mellem høj- og lavproduktive servicesektorer. Det er især produktivitetsstigninger indenfor engros- og detailhandel samt finansielle services, der trækker udviklingen i USA.

Det er væsentligt at påpege at Van Ark, Inklaar og McGuckin (2003) benytter sig af en finere sektoropdeling end i resultaterne, der er præsenteret i tabel 1 ovenfor. For det første skelnes der mellem fremstillingssektorer og servicesektorer. For det andet skelnes der mellem sektorer med IKT-produktion, IKT-anvendelse og ikke-IKT-anvendelse. Med sektorer med IKT-anvendelse menes sektorer, som anvender IKT intensivt, mens sektorer med ikke-IKT-anvendelse er sektorer, der ikke anvender IKT intensivt.

For Danmark specifikt er der endnu ikke så mange detaljerede studier. Nogle resultater er præsenteret i rapporten "Informationssamfundet Danmark, IT-status 2004", som er udarbejdet af Danmarks Statistik og Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling. Denne rapport finder, at vækstbidraget fra stigning i IKT-kapital pr. arbejdstime ("capital-deepening" som følge af IKT) kan opgøres til 22 procent over perioden 1988-2000. For perioden 2000-2003 er vækstbidraget steget til 32 procent. Derudover findes det, at andelen af ændringen i den samlede værditilvækst fra IKT-producerende erhverv (fremstilling og service) er på 0,49 procentpoint for perioden 1988-2000. Hovedparten heraf skyldes IKT-service inden for post og telekommunikation samt databehandling. Andelen af ændringen i den samlede værditilvækst fra IKT-anvendelse er på 0,42 procentpoint, hvoraf hovedparten skyldes detailhandel, finansielle services og rådgivningsvirksomhed.

## **5.2 Studier på virksomhedsniveau**

IKT påvirker som omtalt ovenfor potentielt produktivitetsudviklingen gennem tre kanaler. For det første fører mere IKT-kapital

per arbejdstime til større produktivitet; for det andet bidrager IKT-produktion til produktivetsudviklingen givet, at en økonomi er specialiseret i de rette IKT-goder; og for det tredje bidrager IKT-anvendelse i servicesektorer med høj IKT-intensitet til produktivetsudviklingen i enkelte lande – især USA og Australien. Et væsentligt spørgsmål er, hvorfor det kun er enkelte lande, der oplever vækstbidrag af betydning fra IKT-anvendelse. For nærmere at belyse, om der findes tegn på en sammenhæng mellem MFP og IKT-intensitet, vendes blikket mod virksomhedsdata.

Studier baseret på virksomhedsdata tyder på, at IKT-investeringer fører til stigninger i MFP, men IKT alene skaber ikke stigningen (Bresnahan, Brynjolfsson og Hitt, 2002). MFP på virksomhedsniveau øges, hvis en vifte af innovationer gennemføres i tilknytning til IKT-investeringerne. Dette er især organisatoriske forandringer<sup>14</sup> rettet mod mere decentrale organisationsformer samt produkt- og procesinnovationer, der har betydning. Desuden tyder det på, at implementeringen af IKT i produktionsprocessen kun fører til effektivitetsstigninger, såfremt den gennemføres af højt kvalificeret arbejdskraft. Teknologiske forandringer fra IKT er altså 'skill-biased', dvs. rettet mod højt kvalificeret arbejdskraft.

En succesfuld anvendelse af IKT afhænger af virksomheders evne til at tilpasse sig ændret efterspørgsel og til at innovere, se OECD (2003). Heraf fremgår det: "The best example of this link is found in work on Germany.. [It is found] that information technology has important impacts on the qualitative aspects of service innovation... [Moreover,] it is found that firms that had introduced process innovations in the past were particularly successful in using ICT about four times that of other firms. This suggests that the productive use of

---

<sup>14</sup> Se også Caroli and Van Reenen (2001) for studier baseret på franske og engelske data.

ICT is closely linked to innovation in general, and to the re-engineering of processes in particular.”<sup>15</sup>

Som nævnt ovenfor argumenteres der ofte for, at IKT og højt kvalificeret arbejdskraft er såkaldte komplementære produktionsfaktorer, dvs. at implementering af IKT i produktionsprocessen fører til effektivitetsgevinster, når højt kvalificeret arbejdskraft varetager opgaven. Dette resultat etableres fx for amerikansk økonomi af Krusell et al. (2000). Skaksen og Sørensen (2005) etablerer resultater, der er konsistente med denne hypotese for dansk økonomi.

For dansk økonomi er det fundet i rapporten "Informationssamfundet Danmark, IT-status 2004", at værditilvæksten pr. medarbejder i små virksomheder med integreret IKT-anvendelse er 16 procent højere end blandt små virksomheder med simpel IKT-anvendelse. Virksomheder har integreret IKT-anvendelse, hvis forskellige kriterier for IKT-anvendelse er opfyldt, eksempelvis integreret IT-anvendelse i form af ekstranet og/eller EDI (Electronic Data Interchange), integration mellem e-handel og bagvedliggende IT-systemer eller integration mellem indkøbs- og ordresystemer med mindst tre andre IT-systemer. Således synes IKT-anvendelse at føre til højere vækst i virksomheder, der anvender IKT.<sup>16</sup>

Det er vigtigt at understrege, at for de lande, hvor der er gennemført studier baseret på virksomhedsdata, peger alle undersøgelserne på effektivitetsgevinster fra IKT-anvendelse givet, at ovennævnte ekstra investeringer gennemføres, se Pilat (2004). Dette synes

---

<sup>15</sup> Eksempelvis finder et studie for England, at e-handel øger MFP på virksomhedsniveau. Desuden findes netværk – eksempelvis internettet – at øge produktiviteten i virksomheder, se Pilat (2004).

<sup>16</sup> Desuden spørges virksomheder i spørgeskemaundersøgelsen "Virksomhedernes brug af IT 2004" om, hvorvidt de seneste 2 års IKT-investeringer har ført til omlægning og forenkling af arbejdsgange, frigørelse af ressourcer, udvikling af nye produkter og ydelser, samt større indtjening. En stor andel af virksomheder anser, at det første (ca. 50 procent) og andet forhold (ca. 40 procent) er opfyldt i nogen grad, mens omkring en fjerdedel anser, at de to sidstnævnte forhold er opfyldt i nogen grad.

paradoksalt set i lyset af de refererede studier baseret på sektor- og aggregerede data. Hvorfor har enkelte OECD lande – især USA og Australien – oplevet høj produktivitetsvækst fra IKT-anvendelse, mens hovedparten af andre lande, herunder lande i EU, ikke har, når studier baseret på virksomhedsdata peger på sådanne produktivitetstigninger?

Ifølge Pilat (2004) er der flere potentielle forklaringer på dette forhold: For det *første* kan det være, at produktivitetseffekten fra virksomhedsniveauet ikke er omfattende nok til at slå ud i aggregerede mål. Da virksomheder er meget heterogene (Dunne, Foster, Haltiwanger og Troske, 2000) vil der være en overordnet effekt på MFP relateret til IKT-anvendelse, hvis mange virksomheder gør 'det rigtige' og øger produktiviteten som følge af IKT-investeringer. Derimod er der ingen eller kun ganske beskedne overordnede effekter, hvis relativt få virksomheder har succes med at implementere IKT med effektivitetsgevinster til følge. En grund kan være forskelle i enten erhvervs sammensætning eller virksomhedssammensætning mellem OECD-lande. Fx peger forskellige studier på, at virksomhedsstørrelse har positiv indflydelse på produktivetsbidraget fra IKT.

For det *andet* kan forholdene for implementering af effektiv IKT-anvendelse være utilstrækkelige. Som tidligere nævnt underbygger forskellige indikatorer, at høj produktmarkedskonkurrence skaber incitamenter til at investere i IKT for at styrke ydeevnen og muligheden for overlevelse.

For det *tredje* kan der være forskel på det private og det sociale afkast af IKT-investeringer. Det kan fx tænkes, at IKT-anvendelse i virksomheder har stor værdi for andre virksomheder og forbrugere eksempelvis gennem bedre match med de rette producenter gennem internet og e-handel. Desuden kan IKT skabe nye muligheder i skabelsen af ny viden i innovationsprocessen. Eksempelvis kunne kort-

lægningen af gener ikke udføres uden IKT, og i det hele taget er regnekraft fra computer et væsentligt input.

Endelig for det *fjerde* kan data- og måleproblemer være den bagvedliggende årsag til paradokset. Datakvaliteten er nemlig ikke så høj for mange OECD-lande som for USA. Dette gælder især IKT-relaterede data, men også output mål for IKT intensive servicesektorer. Output i servicesektorer er notorisk svært at måle. I amerikanske data anvender man nye og anderledes metoder i nogle sektorer sammenlignet med andre lande.<sup>17</sup>

## 6 Afrunding

Dette litteraturstudie har søgt at belyse omfanget af de vækst- og produktivitetsvirkninger, som udgår fra informations- og kommunikationsteknologi (IKT). I grove træk kan følgende konklusioner drages:

IKT-investeringer bidrog med knap et procentpoint til den økonomiske vækst i USA gennem ændringer i K/L i perioden 1995-2000. Vækstbidraget fra IKT i andre OECD-lande var mellem 0,3 procentpoint og 0,7 procentpoint for 1995-2001, ligeledes stigende fra betydeligt lavere niveau for perioden 1990-95. Dette svarer i gennemsnit til en fordobling i vækstbidraget fra IKT.

IKT-fremstilling havde størst vækstbidrag i lande, som er specialiseret i de dele af IKT-sektoren, der har oplevet den voldsomme teknologiske udvikling. Denne gruppe af lande udgøres af Finland, Irland, Korea, Sverige og USA. For de tre førstnævnte lande var vækstbidraget knap et procentpoint om året over perioden 1996-2001. Vækstbidraget er ydermere steget fra 1990-1995 for denne gruppe af lande. Vækstbidra-

---

<sup>17</sup> Eksempelvis benyttes et mål for output i pengeinstitutsektoren, der reflekterer bekvemmeligheden af pengeautomater.

get fra IKT-service er forholdsvis beskeden. Dog er dette bidrag steget mellem de to omtalte delperioder, og denne stigning tilskrives især liberalisering af markederne for telekommunikation.

IKT-anvendelse tager udgangspunkt i sektorer, der anvender IKT intensivt, hvilket især er lokaliseret i servicesektorer som engros- og detailhandel, finansielle services, forsikring og forretningservice. Vækstbidraget fra IKT-anvendelse varierer betragteligt over lande. Således har nogle lande – især USA og Australien og i nogen grad England og Irland – oplevet en voldsom stigning i vækstbidraget fra IKT-anvendelse fra 1990-95 til 1996-2001. Andre lande har derimod oplevet faldende bidrag. Forskellen i produktivitetseffekten fra IKT-anvendelse mellem USA og EU opstod som konsekvens af den del af servicesektoren, der anvender IKT intensivt, oplevet markante stigninger i produktivitetsvæksten inden for servicesektorer i USA, men ikke i EU. Det er især produktivitetstigninger indenfor engros- og detailhandel samt finansielle services, der trækker udviklingen i USA.

I studier baseret på virksomhedsdata spores tegn på, at virksomheder, der implementerer IKT på en hensigtsmæssig måde, har høj MFP. Dette ser ud til at kræve organisatoriske forandringer hen imod en decentral struktur, anvendelse af højtuddannet arbejdskraft samt produkt- og procesinnovationer.

Endelig peger oversigten på en række implikationer for, hvordan et land kan forbedre sin økonomiske vækst og velstand via IKT-investeringer. Det drejer sig især om at sikre lave priser på IKT-kapital via en effektiv konkurrence, bl.a. indenfor telekommunikation; at sikre en effektiv konkurrence på varemarkedet; at udvikle stærke innovationsmiljøer og ikke mindst en højtuddannet arbejdsstyrke.



## 7 Referencer:

1. Ark, B. Van, J. Melka, N. Mulder, M. Timmer og G. Ypma (2002) 'ICT Investments and Growth Accounts for the European Union 1980-2000', GGDC Research Memorandum
2. Ark, B. Van, R. Inklaar og R.H. McGuckin (2003), 'ICT and Productivity in Europe and the United States: Where do the Difference come from?', CESifo Economic Studies, Vol 49, 3/2003, 295-318
3. Autor, D.H., L.F. Katz og A.B. Krueger (1998), 'Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market?', *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1169-1214
4. Bosworth, B., and J. Triplett (2005), "'Baumol's Disease' Has Been Cured: IT and Multifactor Productivity in US Services Industries", in *The New Economy. How New? How Resilient?* Dennis W. Jansen, ed. (University of Chicago Press, forthcoming)
5. Bresnahan, T.F., E. Brynjolfsson og L.M. Hitt (2002), 'Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence', *Quarterly Journal of Economics*, 117(1), 339-376
6. Caroli, E., og J. Van Reenen (2001), 'Skill Biased Organizational Change? Evidence from British and French Establishments', *Quarterly Journal of Economics*, 116(4), 1449-1492
7. David, P.A., og G. Wright (1999), 'General Purpose Technologies and Surges in Productivity: Historical Reflections on the Future of

ICT Revolution', Paper Presented at the International Symposium on Economic Challenges of the 21st Century in Historical Perspective

8. Danmarks Statistik (2005), "Produktivitetsudviklingen i Danmark – 1966-2003", København
9. Daveri, F. (2000), 'Is Growth in Europe an ICT-Story Too?', EPRU Working Paper No. 2000-12
10. Dunne, T., L. Foster, J. Haltiwanger, og K. Troske (2000), 'Wage and Productivity Dispersion in the US Manufacturing: The Role of Computer Investment' NBER WP 7465
11. Gordon, R.J. (2000), 'Does the 'New Economy' Measure up to the Great Inventions of the Past?', *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 49-74
12. Gordon, R.J. (2002), 'Technology and Economic Performance in the American Economy", *NBER Working Papers*, No. 8771, National Bureau of Economic Research
13. Greenwood, J. (1999), 'The Third Industrial Revolution: Technology, Productivity, and the Income Inequality', *AEI Studies on Understanding Inequality*, Washington DC, The AEI Press
14. Helpman, E. (1998), 'General Purpose Technologies and Economic Growth', MIT Press
15. Jorgenson, D.W. (2001), 'Information Technology and the U.S. Economy', *American Economic Review*, 91(1), 1-32

16. Jorgenson, D.W. og K. Stiroh (2000), 'Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age', *Brooking Papers on Economic Activities*, No. 1, 125-211
17. Jorgenson, D.W., M.S. Ho, og K.J. Stiroh (2005): "Will the U.S. Productivity Resurgence Continue?", *Current Issues in Economics and Finance*, 10 (13), 1-7.
18. Jorgenson, D.W., M.S. Ho, og K.J. Stiroh (2005): "Growth of U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education," in C. Corrado, J. Haltiwanger, og D. Sichel (eds.): "Measuring Capital in a New Economy," University of Chicago Press, Chicago (forthcoming)
19. Krusell, P., L.E. Ohanian, J.-V. Ríos-Rull, og G.L. Violante (2000): "Capital-Skill Complementarity and Inequality: A Macroeconomic Analysis," *Econometrica*, 86(5), 1029-1054
20. Machin, S. og J. Van Reenen (1998), 'Technology and Changes in Skill Structure: Evidence from Seven OECD Countries', *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1215-1244
21. OECD (2000), 'A New Economy? – The Role of Innovation and Information Technology in Recent OECD Economic Growth', OECD: Paris
22. OECD (2001a), *The New Economy Beyond the Hype - The OECD Growth Project*, Paris

23. OECD (2001), Science, Technology and Industry Outlook – Drivers of Growth: Information Technology, Innovation and Entrepreneurship, Paris
24. OECD (2003), ICT and Economic Growth – Evidence from OECD Countries, Industries and Firms, Paris
25. OECD (2004), The Economic Impact of ICT – Measurement, Evidence and Implications
26. Oliner, S.D. og D.E. Sichel (1994), 'Computers and Output Growth Revisited: How Big is the Puzzle?', *Brooking Papers on Economic Activities*, No. 2, 273-317
27. Oliner, S.D. og D.E. Sichel (2000), 'The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?', *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 3-22
28. Oliner, S.D. og D.E. Sichel (2002), 'Information Technology and Productivity: Where Are We Now and Where Are We Going?', *Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review*, third quarter, 15-44
29. O'Mahony, M., og B. Van Ark (2003) (eds), *EU Productivity and Competitiveness: An Industry Perspective – Can Europe Resume the Catching Up Process?*, European Community, Luxembourg
30. Pilat, D. (2004), 'The ICT Productivity Paradox: Insights from Micro Data', OECD Economic Studies No. 38, 2004/1

31. Pilat, D., F. Lee, og B. Van Ark (2002), 'Production and Use of ICT: A Sectoral Perspective on Productivity Growth in the OECD Area', OECD Economic Studies No. 35, 2002/2
32. Schreyer, P. (2000), 'The contribution of information and communication technology to output growth: a study of the G7 countries', OECD, Directorate for Science, Technology and Industry, STI Working Paper 2000/2
33. Skaksen, J.R., og A. Sørensen (2005) "Capital-Skill Complementarity and Rigid Relative Wages: Inference from the Business Cycle", *Contributions to Macroeconomics*: Vol. 5: No. 1, Article 7. <http://www.bepress.com/bejm/contributions/vol5/iss1/art7>
34. Solow, R. (1956), 'A Contribution to the Theory of Economic Growth', *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94
35. Solow, R. (1987), 'We'd Better Watch Out,' New York Review of Books, July 12
36. Stiroh, K. (1999), 'Is There a New Economy?', *Challenge*, 42(4), 82-101
37. Stiroh, K. (2002), 'Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?', *American Economic Review*, 92(5), 1559-1576
38. Triplett, J.E. (1989), 'Price and Technological Change in a Capital Good: A Survey of Research on Computers', i D. W. Jorgenson og K. Landau (eds.) 'Technology and Capital Formation', Cambridge, MA: The MIT Press

39. United States Council of Economic Advisors (2001), *Economic Report of the President*, United States Government Printing Office, Washington, DC,
40. Whelan, K. (2000), 'Computers, Obsolescence, and Productivity', Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve System, Discussion Paper 2000-6