

d. 16.11.2005

SG

## **Konkurrencens betydning for vækst**

Baggrundsnotat vedr. Dansk Økonomi, efterår 2005, kapitel II

**Konkurrencepresset har ikke kun betydning for priserne og den statiske allokering af ressourcer i økonomien. Graden af konkurrence kan også have betydning for forskning- og udviklingsindsatsen i den private sektor og dermed den overordnede produktivitetsudvikling. Et nyere empirisk resultat er, at der kan være en ikke-lineær, omvendt U-formet, sammenhæng mellem konkurrence og innovation og vækst. Stærkere konkurrence medfører således ikke nødvendigvis højere vækst, da hård konkurrence kan mindske incitamenterne til innovation. Det sidste er et velkendt resultat i dele af vækstlitteraturen og IO litteraturen. Dette notat beskriver analysen i Aghion mfl. (2005) og relateret litteratur.**

### **1. Indledning**

Lav konkurrence indebærer som udgangspunkt en ineffektiv allokering af ressourcer i økonomien. På den anden side kan virksomheders innovation være drevet af muligheden for at udnytte fremtidige markedsfordele, når et nyt produkt udvikles. Et meget højt konkurrencepres vil i den situation kunne hæmme innovationen og dermed den gennemsnitlige vækstrate i økonomien, fordi de fremtidige profitmuligheder er mindre. På denne måde kan der være et trade-off mellem kortsigtet, statisk efficiens og dynamisk efficiens.

I dette notat beskrives noget af den nyere forskning inden for dette område, herunder empiriske resultater. Det er ikke muligt at give en samlet konklusion, bl.a. fordi der ikke er lavet studier af de aggregerede effekter af teoriernes og de empiriske resultaters konklusioner. Resultaterne i Aghion mfl. (2005) er interessante, men det er et resultat vedr. de innovative sektorer i industrien, og som sådan kan det derfor ikke overføres på hele økonomien. Den følgende beskrivelse er på ingen måde udtømmende for litteraturen på området.

## 2. Sammenhængen mellem konkurrence og innovation – teori

Der findes forskellige teorier, der giver forskellige forudsigelser om sammenhængen mellem konkurrence og innovation.

### *Teorier der forudsiger mere innovation af øget konkurrence*

Der er flere årsager til, at innovationsaktiviteten kan stige med øget konkurrence.<sup>1</sup> For det første kan øget konkurrence have en disciplinerende effekt for virksomhedslederne og lønmodtagerne, fordi risikoen for konkurs er større, når konkurrencen er stor, jf. Nickell (1996). Konkurrence kan opfattes som en incitamentsmekanisme i en model, hvor manageren af virksomheden ikke profit-maksimerer, men blot ønsker at "overleve". Øget konkurrence øger truslen for lukning, som kan modgås ved at øge FoU indsatsen (den "darwinistiske-effekt", jf. Aghion mfl.(1999)).

For det andet kan afkastet af omkostningsreducerende innovation være større i mere konkurrenceudsatte markeder, hvor priselasticiteten er større, og hvor virksomheden derfor kan opnå en større markedsmæssig fordel ved at skabe et nyt produkt.

For det tredje kan stærk konkurrence være et incitament til at innovere, fordi innovationen giver anledning til større profit, og den innoverende virksomhed dermed undslipper konkurrencen ("escape-competition effekten"), jf. Aghion mfl. (1997).

For det fjerde kan øget konkurrence mellem virksomheder, der er henholdsvis langt fremme og mere tilbagestående teknologisk set, øge antallet af højtuddannede, der skifter fra teknologisk tilbagestående eller ineffektive virksomheder til teknologiske frontvirksomheder og mere effektive virksomheder og/eller sektorer.<sup>2</sup>

For det femte kan tilgang af nye effektive virksomheder udkonkurrere mindre effektive virksomheder ("kreativ destruktion").

Endelig kan nævnes den såkaldte "Arrow" eller "replacement"-effekt, der går ud på, at et monopol er *mindre* tilbøjeligt til at iværksætte FoU end en virksomhed under fuldkommen konkurrence, fordi monopolisten "erstatte sig selv", og monopolisten derfor så at sige "hviler på laurbærbladene", Tirole (1988, p. 392).

---

<sup>1</sup> Følgende er nærmere beskrevet i bl.a. Aghion og Howit (1998) og Ahn (2002).

<sup>2</sup> Aghion og Howit (1998) kalder dette mobilitetseffekten, som kan opstå i Lucas' (1988) endogene vækstmodel med learning-by-doing.

### *Teorier der forudsiger mindre innovation af øget konkurrence*

I mange teoretiske modeller for virksomheders forskning og udvikling i den såkaldte industrial organization (IO) litteratur findes en negativ sammenhæng mellem øget konkurrence og innovation. Den negative sammenhæng opstår i disse modeller, fordi virksomhedernes incitament til innovation består i fremtidige profitmuligheder i form af hel eller delvis monopol skabt af innovation. Når en virksomhed skaber et nyt produkt, er den således ene forhandler af dette og kan derigennem udøve en vis markedsmagt i en kortere eller længere periode. Det kan også være tilfældet, selvom der ikke er patentbeskyttelse og vil da afhænge af, hvor lang tid der går, inden produktet kopieres af andre virksomheder ("information lags"). I den endogene vækstlitteratur er det også et ofte set resultat, at øget konkurrence mindsker FoU og dermed væksten, jf. f.eks. Aghion og Howitt (1992, 1996).

Endvidere kan monopolister på et marked have større incitamenter til at innovere end potentielle nye agenter på markedet, fordi den samlede profit på markedet falder, når flere virksomheder kommer ind, jf. Gilbert og Newbery (1982). Det er en eksternalitet (kaldet "efficiency effect"), som monopolisten internaliserer, men som virksomheden, der kommer ind på markedet, ikke internaliserer, jf. Tirole (1988, p.393).

Desuden kan en virksomhed med høj markedsandel have bedre mulighed for intern finansiering af investeringsprojekter. Det kan have særlig betydning for FoU-projekter frem for andre investeringsprojekter, da der kan være asymmetrisk information i FoU, og da viden om projekterne kan tilfalde andre virksomheder, hvis der søges ekstern finansiering. På den anden side kan markedsværdien af virksomheden stige mere for små virksomheder ved innovation, jf. Blundell mfl. (1999) og henvisningerne deri.

Endelig kan den negative sammenhæng mellem innovation og konkurrence opstå ved, at monopolister vil have incitament til ikke at innovere for hurtigt, fordi virksomhederne derved ville afbryde strømmen af monopolrente af sin tidligere innovation (i "patent race"-modeller).

I denne del af litteraturen er der derfor et trade-off mellem statisk eller kortsigtet efficiens og dynamisk efficiens. Dette er en formulering af Schumpeters teori. I f.eks. Schumpeter (1942) må man acceptere monopoler som et nødvendigt onde, hvis man vil tilskynde virksomheder til at innovere, jf. Tirole (1988, p. 390). Der er således et trade-off mellem nuværende monopolforvridninger og fremtidig innovation og vækst, og det

er profitmuligheder, der er drivkraften bag innovation. Denne mekanisme er også indbygget i førnævnte endogene vækstmodeller.<sup>3</sup>

Forskning og udvikling kan også betragtes som et offentligt gode. I den sammenhæng kan der være underinvestering i FoU både under fuldkommen konkurrence og under fuldt monopol. Det skyldes dels, at det private afkast er mindre end det samfundsmæssige ("appropriability" effekten), dels at afkastet af FoU for den enkelte virksomhed er mindre under fuldkommen konkurrence end under oligopol. På den anden side tager en virksomhed ikke hensyn til, at en innovation har en negativ eksternalitet på andre virksomheder, fordi innovationen mindsker de øvrige virksomheders monopolrenter (såkaldt "business-stealing" effekten, der er indbygget i f.eks. Aghion og Howitt's (1992) endogene vækstmodel). Der kan derfor også være for meget innovation under laissez-faire.

Samle set giver litteraturen ikke en entydig forudsigelse af sammenhængen mellem konkurrence og innovation. I det følgende beskrives nyere empiriske resultater for sammenhængen.

### **3. Empiriske resultater**

Nyere undersøgelser på Britiske data har fundet, at der er en positiv sammenhæng mellem større konkurrence og enten produktivitetsvæksten eller innovationsaktiviteten målt ved antallet af patenter i den enkelte virksomhed, jf. Nickell (1995) og Blundell mfl. (1999). I undersøgelserne tages der typisk højde for graden af import i industrierne, niveauforskelle i industriernes produktivitet eller innovationsaktivitet og koncentrationen af virksomheder i den enkelte sektor.<sup>4</sup>

Et nyere empirisk resultat viser imidlertid, at for stærk konkurrence muligvis kan hæmme innovationsaktiviteten, jf. Aghion mfl. (2005). Analysen finder således en omvendt U-formet sammenhæng mellem øget konkurrence og innovation. Hvis konkurrenceniveauet er lavt i udgangspunktet, vil stærkere konkurrence således øge innovationsaktiviteten målt ved antallet af (citat-vægtede) patenter, mens innovationsaktiviteten falder,

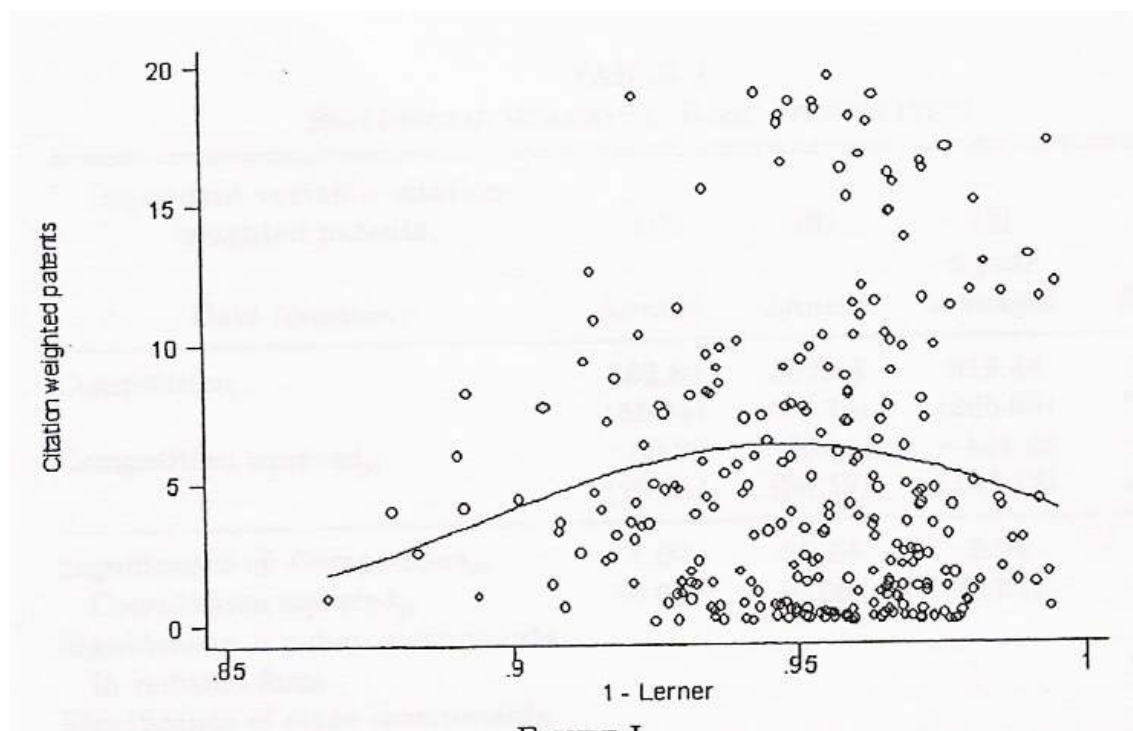
---

<sup>3</sup> Schumpeter beskriver vækstprocessen som "kreativ destruktion", der består i, at produktionsteknikker (eller produkter) overflødiggøres ved ny innovation og derfor destrueres: "The fundamental impulse that sets and keeps the capitalist engine in motion comes from the new consumer's goods, the new methods of production or transportation, the new markets, ... [This process] incessantly revolutionizes the economic structure *from within*, incessantly destroying the old one, incessantly creating a new one. This process of Creative Destruction is the essential fact about capitalism," Schumpeter (1942, p. 83).

<sup>4</sup> I studierne inkluderes således ofte dummyer for to- eller tretals industrier, ligesom andre baggrundsvARIABLE måles på dette detaljeringsniveau.

hvis der er meget stærk konkurrence, jf. figur 1, der viser et scatterplot af sammenhængen mellem konkurrence (målt ved 1 minus Lerner indekset<sup>5</sup>) og antallet af citationsvægtede patenter. Bemærk, at hvis man påtvang en lineær sammenhæng på data i figur 1, ville det iflg. forfatterne give en positiv sammenhæng som i Blundell mfl. (1999), der anvender det samme datasæt og som nævnt netop finder en positiv lineær sammenhæng.

Figur 1. Empirisk sammenhæng mellem konkurrence og innovation



Anm.: På x-aksen vises graden af konkurrence målt ved 1 minus Lerner-indekset. Innovation er målt ved citationsvægtede patenter, dvs. antallet af patenter, den enkelte virksomhed har, vægtet med antallet af gange patenterne er citeret i andre patenter. Dette er et mål for værdien af patenterne. Hver cirkel viser en industri i et år (studiet bygger på virksomhedsoplysninger aggregeret til two-digit industriniveau, 354 observationer i alt). Viser data mellem den 1. og 9. decil i fordelingen af citationsvægtede patenter.

Kilde: Aghion mfl. (2005, fig. 1 p. 706).

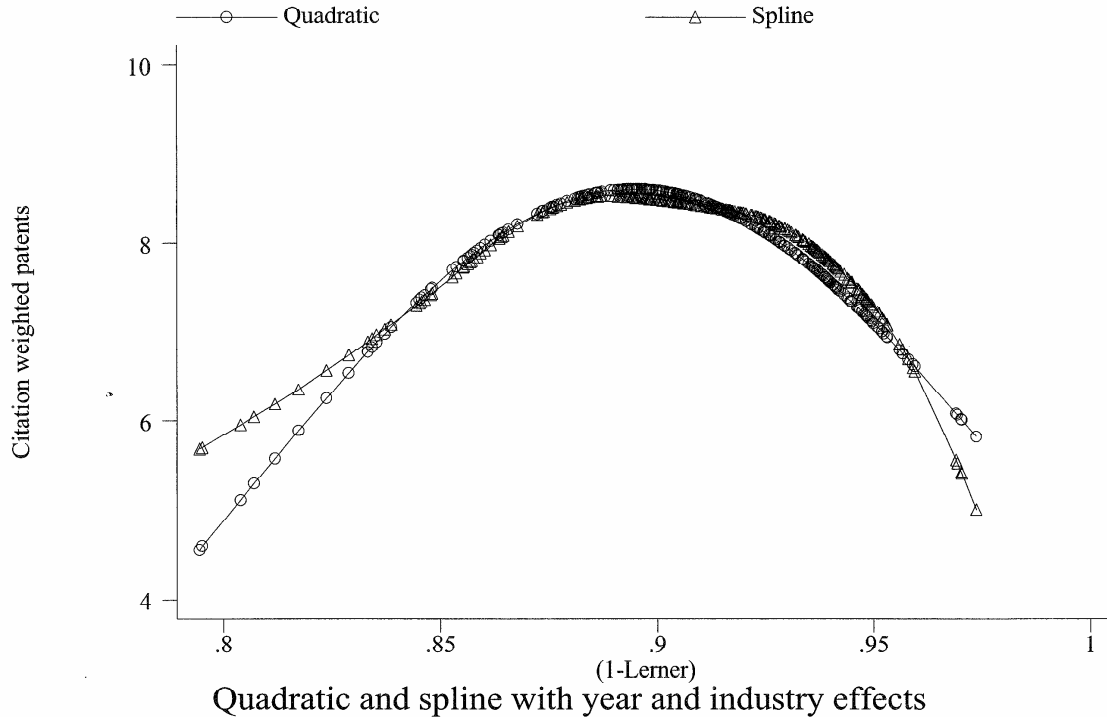
I figur 1 er der ikke taget højde for, at nogle sektorer har permanent højere forskningsintensitet end andre. Gøres det fås sammenhængene som vist i figur 2.<sup>6</sup> Resultatet er robust på tværs af en række specifikationer, jf. Aghion mfl. (2005).

<sup>5</sup> Lerner-indekset er defineret som profitmargin i forhold til prisen, hvor profitmarginen måles i forhold til de gennemsnitlige omkostninger, AC, frem for marginalomkostningerne som følge af manglende oplysninger om disse, dvs.  $L=(P-AC)/P$ .

<sup>6</sup> Figuren fremkommer ved at estimere  $E[p_{jt} | c_{jt}] = e^{\{g(c_{jt})+x'_{jt}\beta\}}$ , hvor  $g(\cdot)$  repræsenteres ved en eksponentiel kvadratisk funktion eller som alternativ ikke-parametriske splines, og  $x'_{jt}\beta$  de inkluderede dummyer, jf. figur 2.

Figur 2. *Estimeret sammenhæng mellem konkurrence og innovation*

Figure 6.1b: Quadratic and spline with year and industry effects



Anm.: Trekkanterne og cirklene viser tætheden af virksomhederne fordelt på konkurrenceniveau. På x-aksen vises graden af konkurrence målt ved 1 minus Lerner-indekset. Innovation er målt ved citationsvægtede patenter, dvs. antallet af patenter, den enkelte virksomhed har, vægtet med antallet af gange patenterne er citeret i andre patenter. Dette er et mål for værdien af patenterne.

Kilde: Aghion mfl. (2005, WP version).

I det følgende beskrives en konkret model, som kan give anledning til den omvendte U-form og dermed kombinere nogle af de teorier, der beskriver henholdsvis en positiv og en negativ sammenhæng mellem konkurrence og innovation.

#### 4. En konkret teoretisk model for omvendt U-formet sammenhæng

Aghion mfl. (2005) opstiller en model, der kan frembringe sammenhængen mellem konkurrence og innovation som angivet i figur 1, jf. appendiks A for en mere detaljeret beskrivelse af modellen.

I modellen indgår der mange virksomheder i mange forskellige brancher. De enkelte virksomheder kan beskrives ved deres teknologiniveau, og de enkelte brancher beskrives ved forskellen mellem virksomhedernes teknologiniveau inden for branchen.

Resultatet for den samlede økonomi af at øge konkurrencen er en konsekvens af to modsatte effekter i forskellige sektorer, hvor nettoeffekten af de to modsatte effekter afhænger af, om konkurrencen er høj eller lav i udgangspunktet.

Den ene effekt kaldes ”*undslippe konkurrence-effekten*” (”escape competition”-effekten), mens den anden kaldes ”Schumpeter-effekten”.

*Undslippe konkurrence-effekten* opstår i brancher, hvor virksomhederne har nogenlunde samme teknologiniveau (såkaldte ”neck-and-neck”-industrier). Her er konkurrencen høj, fordi der er høj substitution mellem varerne. Profitten er følgelig lav, og virksomhederne kan derfor opnå en relativ stor gevinst i form af øget profit ved at udvikle et produkt, der adskiller sig fra konkurrenternes. Når konkurrencen øges i disse sektorer, vil innovationsaktiviteten stige i sektorerne, fordi gevinsterne ved innovation øges.

*Schumpeter-effekten* opstår i brancher, hvor der er spredning i teknologiniveauet. I disse sektorer er det de tilbagestående virksomheder (”laggards”), der innoverer for at nå op på førervirksomhederne teknologiniveau, mens de førende virksomheder ikke har incitament til at innovere. Øget konkurrence i disse sektorer vil mindske innovationsaktiviteten, fordi øget konkurrence mindsker gevinsterne ved at innovere for de tilbagestående virksomheder, fordi forskellen i profitten før og efter innovationen mindskes.<sup>7</sup>

Den omvendte U-formede sammenhæng mellem konkurrence og innovation opstår som et ligevægtsfænomen i modellen, hvor andelen af sektorer, hvor undslippe konkurrence-effekten er virksom, og andelen af sektorer, hvor Schumpeter-effekten er virksom, bestemmes som et resultat af konkurrenceniveauet. Det er vigtigt at bemærke, at der i ligevægt findes begge typer af sektorer, blot i varierende andel, og at sektorerne hele tiden ændrer sig fra at være neck-and-neck til ikke at være det og omvendt, som følge af den løbende innovationsaktivitet i neck-and-neck virksomheder og i laggards.

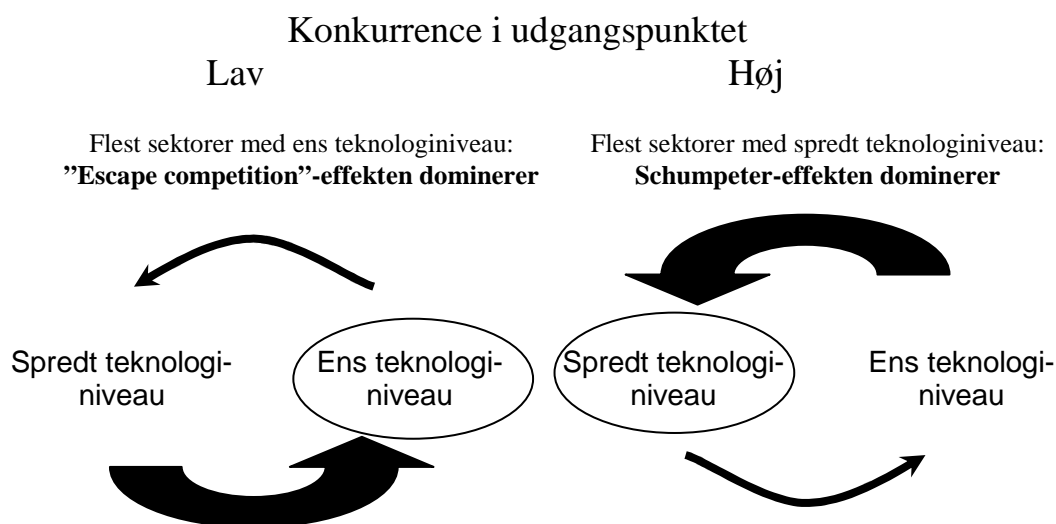
Den omvendte U-formede sammenhæng opstår som følger: Hvis **konkurrencen er lav** i udgangspunktet, vil økonomien være domineret af sektorer med nogenlunde samme teknologiniveau. Det skyldes, at når konkurrencen er lav, er der større innovationsaktivitet i sektorer med stor teknologispredning end i neck-and-neck sektorerne, fordi tilbagestående virksomheder har større incitamenter til at innovere end neck-and-neck virksomheder. Da relativt mange tilbagestående virksomheder i brancherne med stor tekno-

---

<sup>7</sup> I modellen er det således forskellen i profit i perioderne før og efter innovation (”pre-” og ”post-innovation rents”), der er bestemmende for virksomhedernes incitamenter til at innovere, og ikke den absolutte profit i perioden efter innovationen.

logispredning løbende innoverer, vil teknologispredningen i disse brancher mindskes relativt hurtigt og blive til neck-and-neck sektorer. På samme måde vil sektorer med ens teknologi på et tidspunkt skifte til at være sektorer med spredt teknologi, når neck-and-neck virksomheder innoverer, fordi teknologispredning gradvist øges i disse sektorer. Når konkurrencen er lav i udgangspunktet, vil sektorer, der har høj teknologispredning, skifte hurtigere til at blive neck-and-neck brancher end omvendt. Følgelig domineres økonomien af neck-and-neck sektorer, og derfor vil undslippe konkurrence-effekten dominere Schumpeter-effekten. **Øges konkurrencen, vil innovationsaktiviteten derfor stige**, jf. figur 3 venstre halvdel.

Figur 3. Illustration af ligevægtsmekanismen i modellen



Anm.: Pilene i figuren angiver, at sektorerne løbende skifter status i ligevægt. Tykkelsen af pilene illustrerer størrelsesordenen af, hvor mange sektorer, der skifter. Med lav konkurrence i udgangspunktet er der således flere, der skifter fra at have spredt teknologiniveau til at have ens teknologiniveau end omvendt. Cirklerne angiver, hvilken type sektorer der er dominerende i ligevægt, og dermed hvilken effekt der dominerer.

Hvis omvendt **konkurrencen er høj** i udgangspunktet, gælder de omvendte argumenter, og økonomien bliver domineret af sektorer med stor teknologispredning. I det tilfælde dominerer Schumpeter-effekten. **Øges konkurrencen i en situation med høj konkurrence, vil innovationsaktiviteten falde som følge af Schumpeter-effekten**. Dermed fremkommer den omvendt U-formede sammenhæng.<sup>8</sup>

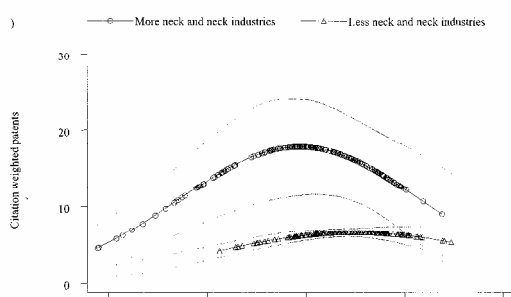
<sup>8</sup> Det bemærkes, at nogle af resultaterne tildels er en konsekvens af de gjorte antagelser. Blandt andet er det antaget, at virksomhederne kun innoverer gradvist ("step-by-step"), og at det således ikke er muligt for de tilbagestående virksomheder at springe langt op i teknologisk niveau og eventuelt overhale de i dag førende virksomheder ("leapfrogging"). De tilbagestående virksomheder må først nå op på de førende virksomheders niveau. Forfatterne forsvare antagelsen med, at FoU indsatsen i nogle virksomheder synes



Aghion mfl. (2005) viser også, at innovationsaktiviteten i modellen stiger kraftigere (fra et lavt udgangspunkt) med øget konkurrence i sektorer, hvor teknologispredningen er lille (undslippe konkurrence-effekten er kraftigere), mens innovationsintensiteten stiger langsommere, hvis teknologigabet er stort. Dette bekræftes af den empiriske analyse, jf. figur 4.a, hvor teknologigabet er målt som forskellen i totalfaktorproduktivitet mellem virksomhederne, jf. appendiks A.

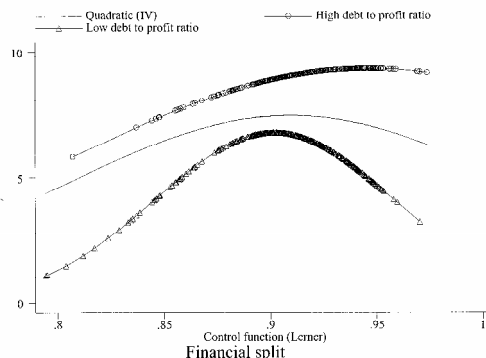
Figur 4.a Opdelt på industrier

Figure A6.5b: Neck and neck split, controlling for endogeneity of Lerner and split using control function



Figur 4.b Opdelt på gældstygnde

Figure 6.6b: Financial pressure split, controlling for endogeneity of Lerner using control function



Anm.: Figur 4.a: Den øverste kurve viser det empiriske resultat i sektorer med lav teknologispredning, mens den nederste kurve viser sektorer med høj teknologispredning. Figur 4.b: Den øverste kurve viser det empiriske resultat i sektorer med høj gældsbyrde, mens den nederste kurve viser sektorer med lav gældsbyrde. De stiplede linjer afgrænser konfidensintervallet.

Kilde: Aghion mfl. (2004).

I papiret vises også, at den positive effekt af højere konkurrence på innovationsaktiviteten i neck-and-neck industrier er større i industrier, hvor virksomhederne har større udestående gæld. Det skyldes, at mere gældstyngede virksomheder har større sandsynlighed for konkurs, og at de derfor har større incitament til at undgå konkurrence ved at innovere. ”Escape-competition”-effekten er således større i mere gældstyngede virksomheder, jf. figur 4.b.<sup>9</sup>

Det skal bemærkes, at det kun er modellens forudsigelser, der bekræftes af den empiriske analyse, ikke nødvendigvis den præcise formulering af den teoretiske model. Mo-

---

at være tættere på step-by-step innovation end leapfrogging, og at der er større samspil mellem incitamentene til innovation og udviklingen i markedsstrukturen i step-og-step modellen end i leapfrogging modeller, hvor der kun er rent monopolmarkeder, fordi virksomhederne hele tiden overgår førervirksomhedens teknologiniveau.

<sup>9</sup> Det kan dog være mere risikabelt for virksomheder tæt på konkurs at igangsætte usikre FoU-projekter.

dellen beskriver ikke, hvordan øget konkurrence skabes eller tilpasningen fra en ligevægt til en anden.

Det skal endvidere bemærkes, at modellerne er simple. Virksomhedernes beslutninger om FoU er derimod komplekse. Virksomhederne skal tage stilling til størrelsen af FoU indsatsen, hvilke FoU strategier de ønsker at følge, hvilket vidensniveau de opnår, hvis innovationen ikke lykkes, og i hvilken grad andre firmaer følger disse strategier, Dasgupta og Stiglitz (1980). Hvordan konkurrencesituationen påvirker disse overvejelser indgår ikke i modellen.

Hvilke policykonklusioner, der kan drages af modellen, og hvilke forbehold der skal tages i den sammenhæng, er diskuteret i efterårsrapportens afsnit II.4 og i epilogen til Aghion og Griffith (2005).

## Appendix A. Omvendt U-formet sammenhæng mellem konkurrence og innovation

I det følgende beskrives modellen i Aghion mfl. (2004, 2005) i lidt større detaljer. Modellen er simpel, men understøttes af den empiriske analyse. Modellen er taget fra IFS WP versionen af analysen, og nogle af modellens antagelser afviger lidt fra QJE versionen.

Der er et kontinuum af sektorer indekseret på enhedsskalanen,  $i \in (0,1)$ , der producerer et aggregeret gode  $x_i$ . Alle sektorerne er duopolske og består af to virksomheder, der producerer varerne  $x_{Ai}$  og  $x_{Bi}$ . Graden af substitution mellem virksomhederne i hver sektor er beskrevet ved:

$$(1) \quad x_i = (x_{A_i}^{\alpha_i} + x_{B_i}^{\alpha_i})^{\frac{1}{\alpha_i}}, \quad \alpha_i \in (0,1].$$

En større værdi af  $\alpha_i$  indebærer større substitution mellem produkterne og dermed større konkurrence.<sup>10</sup> Forbrugerne maksimerer nytten defineret over det samlede udbud af varer:  $u = \int_0^1 \ln x_i di$ . Denne specifikation indebærer, at der i ligevægt forbruges den samme mængde af alle sektorenes produkter.

Hver virksomhed anvender en enhed arbejdskraft i produktionen (konstant skalaafkast) og kan ikke påvirke lønnen. Omkostningerne ved produktionen er dermed konstante og uafhængige af produktionens størrelse, der alene afhænger af virksomhedens teknologiniveau,  $k$ ,  $k=1,2,\dots$ . En enhed arbejdskraft kan producere et output flow på

$$(2) \quad A_j = \gamma^{k_j}, \quad j = A, B,$$

hvor  $\gamma > 1$  måler størrelsen af den førende innovation. Det koster med andre ord  $\gamma^{-k}$  enhed arbejdskraft at producere en enhed output. Profitten i den enkelte industri afhænger kun af forskellen mellem den ledende teknologi og den bagerste teknologi og ikke af teknologiniveauet i sig selv. I det følgende angiver  $\pi_m$  (og  $\pi_{-m}$ ) profitten for en virksomhed  $m$  skridt foran (bagved) den anden virksomhed i duopol-industrien.

Virksomhedernes omkostninger til FoU er givet ved (i termer af arbejdskraft)  $\psi(n) = \frac{1}{2}\beta n^2$ , hvor  $n$  angiver Poisson-sandsynligheden for at gøre en innovation. Lad  $n_m$  angive forskningsintensiteten i den førende virksomhed i en industri med et teknologigab på  $m$ , og  $n_{-m}$  follower'ens forskningsintensitet i denne industri.

---

<sup>10</sup>  $\alpha$  er lig 1 i QJE-papiret, og øget konkurrencepres parameteriseres på en lidt anden måde i QJE end nedenfor.

Lad  $V_m$ ,  $V_{-m}$ ,  $V_0$  angive steady state værdien af at være en leader, follower, og virksomheder i "leveled" (neck-and-neck) industrier. Bellman-ligningen for en leader er givet som:

$$(3a) \quad rV_m = \pi_m + n_m(V_{m+1} - V_m) + n_{-m}(V_m - V_{m-1}) - w\beta(n_m)^2 / 2$$

Værdien af at være leader er lig den nuværende profit i en  $m$ -industri minus FoU omkostningerne (sidste led) plus den forventede, tilbagediskonterede kapitalgevinst ved egen, fremtidig innovation + plus den forventede, tilbagediskonterede kapitaltab ved, at den konkurrerende virksomhed innoverer og dermed opnår samme teknologiniveau som leaderen.

Bellman-ligningen for en follower og for virksomheder i neck-and-neck sektorer er givet ved:

$$(3b) \quad \begin{aligned} rV_{-m} &= \pi_{-m} + n_m(V_{-m-1} - V_{-m}) + n_{-m}(V_{-m+1} - V_{-m}) - w\beta(n_{-m})^2 / 2 \\ rV_0 &= \pi_0 + n_0(V_1 - V_0) + n_0(V_{-1} - V_0) - w\beta(n_0)^2 / 2 \end{aligned}$$

Bellman-ligningen i neck-and-neck industrierne er udledt under antagelse af, at hver virksomhed vælger sin egen FoU intensitet uden at tage hensyn til den anden virksomheds FoU intensitet. Første-ordensbetingelserne for en symmetrisk Nash-ligevægt findes ved at maksimerer de tre Bellman ligninger mht.  $n_m$ ,  $n_{-m}$ , og  $n_0$ .

Modellen er vanskelig at løse i det generelle tilfælde, men lader sig løse ved at antage, at  $m \leq 1$ , dvs. virksomhederne kan kun være maksimalt 1 "skridt" foran hinanden. Hvis en virksomhed skaber en innovation, kopierer den anden virksomhed derfor straks den innoverende virksomheds gamle teknologi. Da profitten kun afhænger af forskellen i teknologiniveauet, og at dette ikke kan øges til mere end 1, vil den førende virksomhed ikke innovere. Der vil der kun eksistere to typer sektorer: Niveau-sektorer ("leveled"), hvor virksomhederne har samme teknologi (virksomhederne er "neck and neck"), dvs.  $m=0$ , og sektorer, hvor en virksomhed fører med et teknologiniveau ("un-leveled"),  $m=1$ .

I det tilfælde reduceres Bellman-ligningerne til:<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Den sidste ligning er af gode grunde uændret, mens FoU omkostningen udgår af den første, da leaderen ikke innoverer, jf. bemærkningen ovenfor.

$$\begin{aligned}
rV_1 &= \pi_1 + n_{-1}(V_1 - V_0) \\
(4) \quad rV_{-1} &= \pi_{-1} + n_{-1}(V_0 - V_{-1}) - w\beta(n_{-1})^2 / 2 \\
rV_0 &= \pi_0 + n_0(V_1 - V_0) + n_0(V_{-1} - V_0) - w\beta(n_0)^2 / 2
\end{aligned}$$

med tilhørende førsteordensbetingelser ( $V_1$  afhænger ikke af  $n_1$ , da leaderen ikke innoverer, jf. ovenfor):

$$\begin{aligned}
(5) \quad n_{-1} &= V_0 - V_{-1} \\
n_0 &= V_1 - V_0
\end{aligned}$$

(4) og (5) kan løses mht.  $n_0$  og  $n_{-1}$ , hvilket giver to andengradsligninger, der igen kan løses. Det giver:

$$\begin{aligned}
(6) \quad n_0 &= -r + \sqrt{r^2 + 2(\pi_1 - \pi_0)} \\
n_{-1} &= -(r + n_0) + \sqrt{r^2 + n_0^2 + 2(\pi_1 - \pi_{-1})}
\end{aligned}$$

### Effekter af øget PMK

Aghion mfl. (2004) viser betydningen af en stigning i PMK ved en reduktion i  $\pi_0$ , mens  $\pi_{-1}$  og  $\pi_1$  holdes konstante.<sup>12</sup> Da virksomhedens incitament til at innovere er en funktion af forskellen i de eksisterende profitmuligheder og de fremtidige muligheder (ikke de absolutte niveauer)<sup>13</sup>, indebærer det, at incitamentet til at innovere øges for neck-and-neck virksomheder ( $m=0$ ) og reduceres for tilbagestående virksomheder ( $m=-1$ ).

Der er to effekter af øget konkurrence: **Øges PMK** ved et fald i  $\pi_0$ , **øges  $n_0$** , jf. (6). Denne effekt kaldes ”**undslippe konkurrence**”-effekten, fordi innovationsintensiteten blandt neck-and-neck virksomheder øges for at undslippe den øgede konkurrence. Effekten opstår, fordi værdien af at være i front øges ( $(\pi_1 - \pi_0)$  vokser). Dette illustrerer også, at betydningen af øget konkurrence for innovationen kan være større i sektorer, hvor spredningen i teknologiniveauet er mindre (hvor der er en større andel af neck-and-neck virksomheder).

Det kan endvidere vises, at  **$n_{-1}$  falder**, når PMK stiger. Dette kaldes **Schumpeter-effekten**, der skyldes, at afkastet af FoU,  $\pi_0$ , falder for en follower-virksomhed. Hvis der tillades større gab end 1,  $m > 1$ , så kan denne effekt domineres af en ”fremadskuede” undslippe konkurrence-effekt, nemlig hvor laggards, der kun har et lille gab til leaderen (lille  $m$ ), har incitament til at catche-up til leaderen for på et senere tidspunkt at kunne få øget profit ved at overhale.

<sup>12</sup> Det er en simpel måde at parameterisere øget konkurrence på. Alternativ kan  $\alpha$ -parameteren øges, dvs. substitutionen mellem produkt A og B øges.

<sup>13</sup> Bemærk, at resultaterne derfor er uafhængige af, om det er profitten før eller efter innovation, der ændrer sig.

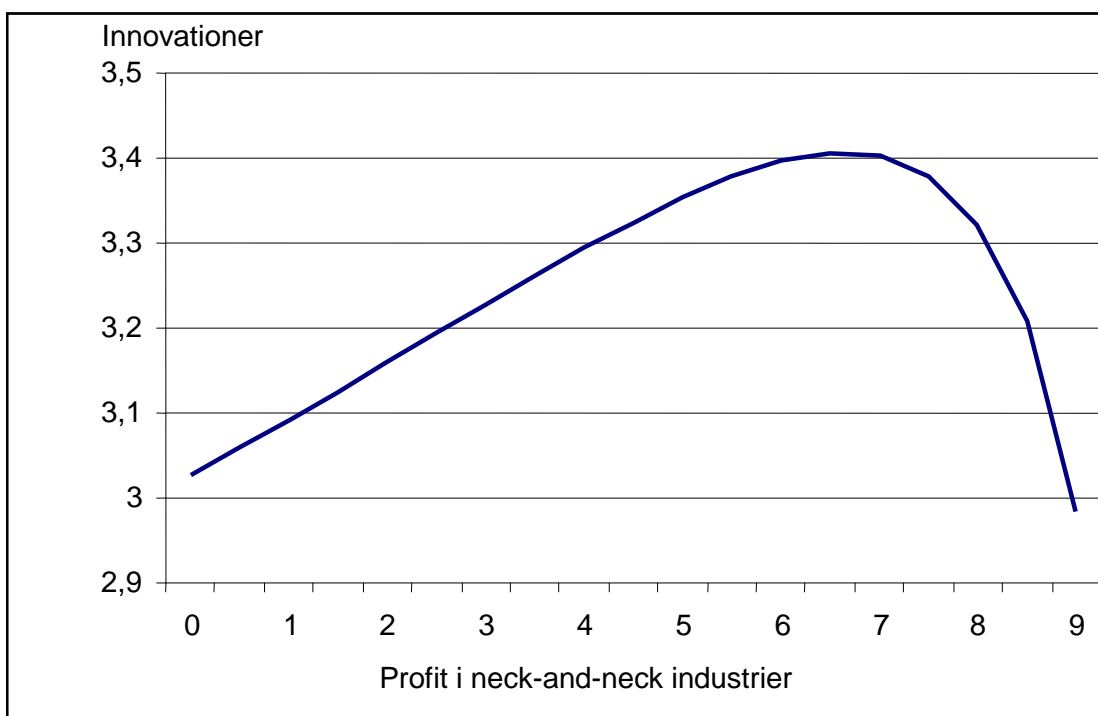
Resultatet er således, at den aggregerede effekt afhænger af, hvor lang tid industrierne er henholdsvis neck-and-neck sektorer og unlevelled sektorer. Denne er igen en funktion af konkurrenceniveauet.

For at finde den samlede effekt på innovationsaktiviteten udledes den gennemsnitlige strøm af innovationer som:<sup>14</sup>

$$(7) \quad I = \mu_0 2n_0 + \mu_1 n_{-1} = 2\mu_1 n_{-1} = \frac{4n_0 n_{-1}}{2n_0 + n_{-1}}$$

Sammenhængen mellem strømmen af innovationer og profit er vist i figur A1 under bestemte antagelser ( $r = 0,04$ ,  $\pi_1 = 0$ ,  $\pi_1 = 10$ ).

Figur A1. Sammenhængen mellem innovation og profit i  $m=0$  industrier



Anm.: Beregnet ud fra (7). Det antages, at  $r=0,04$ ,  $\pi_1=0$ ,  $\pi_1=10$ . x-aksen viser profitten i neck-and-neck industrier, da det er denne, der ændres, når konkurrenceniveauet ændres, jf. beskrivelsen i teksten.

Kilde: Aghion mfl. (2004).

<sup>14</sup> Steady-state sandsynligheden for, at en sektor ændres fra at være unlevelled til at være neck-and-neck er  $\mu_1 n_{-1}$ , hvor  $\mu_1$  og  $\mu_0$  er sandsynligheden for at være unlevelled hhv. neck-and-neck, mens sandsynligheden for den modsatte ændring er  $\mu_0 n_0$ . I steady state må de to være ens, og da  $\mu_1 + \mu_0 = 1$ , følger resultatet direkte.

Intuitionen bag figuren er som følger. Effekten af øget konkurrence er forskellig i sektorer, hvor virksomhederne er neck-and-neck, og sektorer, hvor virksomhederne har forskelligt teknologiniveau. Som beskrevet ovenfor, øges innovationen i neck-and-neck industrier,  $n_0$ , når konkurrencen skærpes ("escape competition"-effekten), mens innovationen mindskes i unlevelled sektorer,  $n_{-1}$ , (Schumpeter-effekt). Den aggregerede effekt på innovationsaktiviteten afhænger således af, om økonomien er domineret af leveled eller unlevelled sektorer.

Hvis *konkurrencen er svag i udgangspunktet*, dvs. når profitten i neck-and-neck industrien  $\pi_0$  er høj og tæt på profitten for en leader,  $\pi_1=10$ , er incitamentet til innovation beskedent i neck-and-neck sektorerne, mens incitamentet er højt for followeren i unlevelled sektorer. Followere vil derfor innovere hurtigt, mens neck-and-neck virksomheder innoverer langsommere. Sektorerne vil derfor tilbringe mest tid som neck-and-neck industrier, og effekten af øget konkurrence vil være domineret af "undslippe konkurrence"-effekten, så *innovationsraten stiger med øget konkurrence*.

Hvis *konkurrencen er forholdsvis høj i udgangspunktet*, dvs.  $\pi_1$  er væsentlig større end  $\pi_0$ , vil neck-and-neck virksomhederne have et større incitament til innovation og followere et mindre incitament. Sektorerne vil derfor tilbringe mest tid som "unlevelled", og yderligere stærk konkurrence vil mindske innovationstakten, fordi den Schumpeterske effekt nu dominerer i den aggregerede økonomi (højere konkurrence i neck-and-neck industrier indebærer lavere incitament for followeren til at innovere).

Den omvendt U-formede sammenhæng mellem innovation og konkurrence opstår således som en kompositionseffekt på steady state fordelingen af teknologigab (fordelingen af leveled og unlevelled sektorer).

I den generelle model, hvor  $m$  kan være større end 1, ses, at den omvendt U-formede sammenhæng afhænger af størrelsen af teknologigabet. Hvis gabet er lille, øges innovationen kraftigere med øget konkurrence fra et lavt udgangspunkt ("undslippe konkurrence"-effekten er kraftigere), mens innovationsintensiteten stiger langsommere, hvis gabet er stort.

I papiret vises også, at den positive effekt af højere konkurrence på innovationsaktiviteten i neck-and-neck industrier er større i industrier, hvor virksomhederne har større udestående gæld. Det skyldes, at mere gældstyngede virksomheder har større sandsynlighed for konkurs, og at de derfor har større incitament til at undgå konkurrence ved at innovere. Escape competition-effekten er således større i mere gældstyngede virksomheder.

## Appendiks B. Den empiriske analyse

Aghion mfl. (2005) estimerer sammenhængen mellem konkurrence og innovation ved anvendelse af et paneldatasæt, der indeholder oplysninger om engelske virksomheder over en meget lang periode fra 1968-97. Fordelen ved at anvende en meget lang tidsperiode er, at der i denne periode er sket markante eksogene ændringer i konkurrencen på produktmarkederne, herunder indførelsen af det indre marked. Disse ændringer kan anvendes som instrumenter for målet for produktmarkeds konkurrencen, der anvendes i studiet.

Aghion mfl. estimerer sammenhængen mellem konkurrence og innovationshazarden i en såkaldt count-data model, dvs. de estimerer antallet af udtagne patenter som funktion af konkurrenceniveauet,  $c$ , dvs:  $n = e^{g(c)}$ , hvor  $n$  er antallet af patenter. Hvis processen for  $n$  følger en Poisson-fordeling, har optællingen af patenter,  $k$ , fordelingen  $\Pr(p = k | c) = e^{g(c)k} e^{-e^{g(c)}} / k!$ , og det forventede antal patenter er lig  $E[p | c] = e^{g(c)}$ .<sup>15</sup> Der inkluderes samtidig tidsdummyer for at kontrollere for aggregerede stød og industridummyer for at kontrollere for permanente forskelle i innovationsaktiviteten mellem brancher:  $E[p_{jt} | c_{jt}] = e^{\{g(c_{jt}) + x'_{jt}\beta\}}$ , hvor  $g(\cdot)$  repræsenteres ved en eksponentiel kvadratisk funktion eller som alternativ ikke-parametriske splines<sup>16</sup> og  $x'_{jt}\beta$  ved de inkluderede dummyer.

Et særligt empirisk problem er, at markedsstrukturen og innovationsaktiviteten er gensidigt endogene, da innovationsaktiviteten i sig selv kan påvirke markedsstrukturen. Dette tages der højde for ved en form for instrument-variable approach. Som instrumenter anvendes ændringer i konkurrencelovgivningen og tidspunktet for større privatiseringsbølger. Som følge heraf identificeres konkurrenceeffekten ved, at der er forskel på, hvornår policyændringerne implementeres i forskellige industrier. Endvidere tages højde for, at spredningen i innovationsaktiviteten er særlig høj, når det gælder patenter, hvilket der også tages højde for med den økonometriske metode. I øvrigt er det samme data, som der anvendes i Blundell mfl. (1999), som fandt en lineær positiv sammenhæng mellem konkurrence og patenter.

---

<sup>15</sup> Poisson-antagelsen er typisk i "patent-race"-modeller og anvendes som beskrevet også i den teoretiske model.

<sup>16</sup> Jf. f.eks. Judd (1998, kap. 6) for en beskrivelse af forskellige typer af splines.



### *Data*

Data er regnskabsoplysninger fra virksomhederne og administrative patentoplysninger fra US Patents Office. Virksomhederne tæller alle virksomheder, der er opført på London Stock Exchange i perioden. Der findes kun oplysninger vedr. patenter for årene 1983-85 og ikke for alle virksomheder. Virksomhederne er blevet matchet med deres datterselskaber i 1985. Samlet dækker datasættet 354 observationer bestående af et ubalanceret panel med oplysninger for 1973-94 for 17 SIC-koder (data er industrigennemsnit af virksomhedsoplysningerne).

Et økonometrisk problem er, at Learner-indekset kan være endogent i forhold til patentbeslutningerne. Derfor inkluderes indikatorer for eksogene ændringer i konkurrencevilkårene som f.eks. indførelsen af det indre marked, privatiseringer i UK mv.

### *Innovationsoutput:*

Som mål for innovation anvendes antallet af patenter, der tages hjem et givent år. Endvidere anvendes oplysninger om antal gange, patenterne er citeret af andre patenter som mål for værdien af patentet (alle patenter har ikke samme markedsværdi). I den empiriske analyse er inkluderet virksomhedsspecifikke fixed effects for at tage højde for, at visse virksomheder og visse industrier kan have større innovationsaktivitet end andre af årsager, der ikke forklares af konkurrencepres.

### *Produktmarkedskonkurrence:*

Lerner-indeks beregnes på industri-niveau og på baggrund af virksomhedsdataene. Forfatterne angiver følgende fordele ved Lerner-indekset frem for markedsandele eller Herfindahl koncentrationsindeks: For at beregne disse alternative indeks skal man have en definition af både den geografiske grænse på markedet, virksomhederne opererer på, samt produktets afgrænsning. Da mange innovationsvirksomheder agerer på de internationale markeder, er dette særlig relevant.

Lerner-indekset antages at være konstant inden for industrien (i overensstemmelse med det teoretiske mål). Virksomhedernes industritilhørsforhold defineres ud fra dets salg i 1995. Learner-indekset er defineret som pris minus *marginalomkostninger* over prisen. Af datamæssige årsager anvendes imidlertid i tælleren operating profits minus afskrivninger og provisions, som kan betragtes som pris minus *gennemsnitsomkostningerne*. Først beregnes Learner-indekset for hver virksomhed og herefter tages et simpelt gennemsnit inden for hver sektor.

### *Teknologisk gab*

Måles som den proportionale afstand en virksomhed er fra den teknologiske grænse målt vha. total faktorproduktivitet, TFP:  $m_i = (TFP_F + TFP_i)/TFP_F$ . Der anvendes et simpelt gennemsnit inden for industrien. TFP måles ved anvendelse af en første ordens approksimation. Den udenlandske TFP grænse måles for USA, Japan og Tyskland på industriniveau.

## **Litteratur**

Aghion, P. and R. Griffith (2005): *Competition and Growth*. The MIT Press, London.

Aghion, P. and P. Howitt (1992): A Model of Growth through Creative Destruction, *Econometrica* 60 (2), pp. 323-351.

Aghion, P. and P. Howitt (1996): Research and Development in the Growth Process. *Journal of Economic Growth*, 1, pp. 49-73.

Aghion, P. and P. Howitt (1998): *Endogenous Growth Theory*. The MIT Press, London.

Aghion, P., M. Dewatripont and P. Rey (1999): Competition, Financial Discipline, and Growth. *The Review of Economic Studies*, 64 (4), pp. 825-52.

Aghion, P., C. Harris and J. Vickers (1997): Competition and Growth with Step-by-Step Innovation: An example. *European Economic Review*, 41 (3-5), pp. 771-782.

Aghion, P., N. Bloom, R. Blundell, R. Griffith and P. Howit (2004): Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship. IFS Working Paper No. 02/2004.

Aghion, P., N. Bloom, R. Blundell, R. Grifith, and P. Howitt (2005): Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship. *The Quarterly Journal of Economics*, 120 (2), pp. 701-728.

Ahn, S. (2002): Competition, Innovation and Productivity Growth: A Review of Theory and Evidence. Economics Department Working Paper no. 317. OECD, Paris.

Blundell, R., R. Griffith, J. van Reenen (1999): Market Share, Market Value and Innovation in a Panel of British Manufacturing Firms. *Review of Economic Studies*, 66, pp. 529-554.

Dasgupta, P. and J. Stiglitz (1980): Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity. *The Economic Journal*, 90, pp. 266-239.

Gilbert, R. J., and D.M. Newberry (1982): Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly. *American Economic Review*, 72, pp. 514-526.

Judd, K. L. (1998): *Numerical Methods in Economics*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Lucas, R.E. 1988. On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics* 22(1): 3-42.

Nickell, S.J. (1996): Competition and Corporate Performance. *Journal of Political Economy*, 104 (4), pp. 724-746.

Schumpeter, J.A. (1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper and Brothers, New York.

Tirole, J. (1988): *The Theory of Industrial Organization*. The MIT Press, London.