

# Artiklar

## Den tekniska utvecklingens innehåll och betydelse för den ekonomiska tillväxten

av *Bo Carlsson*

Hur stor roll har den tekniska utvecklingen spelat för den ekonomiska utvecklingen i Sverige? Varav består egentligen den tekniska utvecklingen? I vilken utsträckning kan den kris som svensk industri har genomgått under 1970-talets andra hälft och som fortfarande inte är helt överstånden hänföras till en försvagad teknisk ställning?

Detta är några av de huvudfrågor som motiverade den studie om orsakerna till 1970-talets ekonomiska kris som IUI har genomfört tillsammans med Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) med finansiering från IVA och Styrelsen för teknisk utveckling (STU)<sup>1</sup>. Här skall ett försök göras att sammanfatta resultaten i denna studie med avseende på den tekniska utvecklingens betydelse och sammansättning.

### **Den tekniska utvecklingens betydelse för tillväxten**

Om man studerar en serie över produktionsvolymen i det svenska näringslivet under de senaste 100 åren, finner man att ökade insatser av arbetskraft (räknat i timmar) och kapital (i form av byggnader och maskiner) svarat för endast 57 % av produktionsökningen under perioden 1870 – 1964. Här avses dock endast bidraget av kvantitativa förändringar av kapitalinsatsen och arbetskraftsinsatsen. Produktionsresursernas kvalitativa förändringar fångas upp av vad som ofta benämns totalproduktivitetsförändring eller synonymt teknikfaktorn. Denna svarar definitionsmässigt för den del av produktionsökningen som inte kan tillskrivas ökade insatser av arbetskraft och kapital. För perioden 1870 – 1964 svarade således teknikfaktorn för 43 % av produktionsökningen i näringslivet.

Beräkningar visar vidare att teknikfaktorns bidrag till den ekonomiska tillväxten i näringslivet har ökat över tiden, från 42 % 1870 – 1913 till 59 % 1946 – 1964. I tabell 1 visas motsvarande utveckling för enbart industrin under efterkrigstiden. Totalproduktivitetsförändringens absoluta ökningstakt nådde en historisk höjdpunkt under perioden 1960 – 65. Samma gällde även produktionsvolymens ökningstakt. Sedan dess har såväl produktionsvolymens som totalproduktivitetsförändringens ökningstakt minskat, men teknikfaktorns (relativa) bidrag

<sup>1</sup> B. Carlsson, E. Dahmén, A. Grufman, M. Josefsson, J. Örtengren, *Teknik och industristruktur – 70-talets ekonomiska kris i historisk belysning*. IUI, IVA. Stockholm 1979.

till tillväxten har ökat. Under det senaste årtiondet är nästan hela produktionsvolymökningen hänförlig till ökad totalproduktivitet. Ökningen av kapitalstocken har bara varit så stor att den kunnat kompensera minskningen i insatserna av arbetskraft. Sett över hela perioden 1950 – 76 har teknikfaktorn svarat för 3/4 av hela produktionsvolymökningen.

Tabell 1. *Produktion, faktorinsats och teknikfaktor 1950 – 1976 i hela industrin*

Period	Procentuell förändring per år av				Teknikfaktorns bidrag till produktionsökningen, %
	produktion	antal arbetstimmar	kapitalstock	totalproduktivitet	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1950 – 1955	2,5	0	5,5	0,9	36
1955 – 1960	4,8	-0,2	4,6	3,6	75
1960 – 1965	6,9	0	5,4	5,3	77
1965 – 1970	5,1	-1,8	4,8	4,9	96
1970 – 1975	2,4	-1,8	4,6	2,2	92
1950 – 1976	4,2	-0,8	5,0	3,2	76

### Den tekniska utvecklingens innehåll

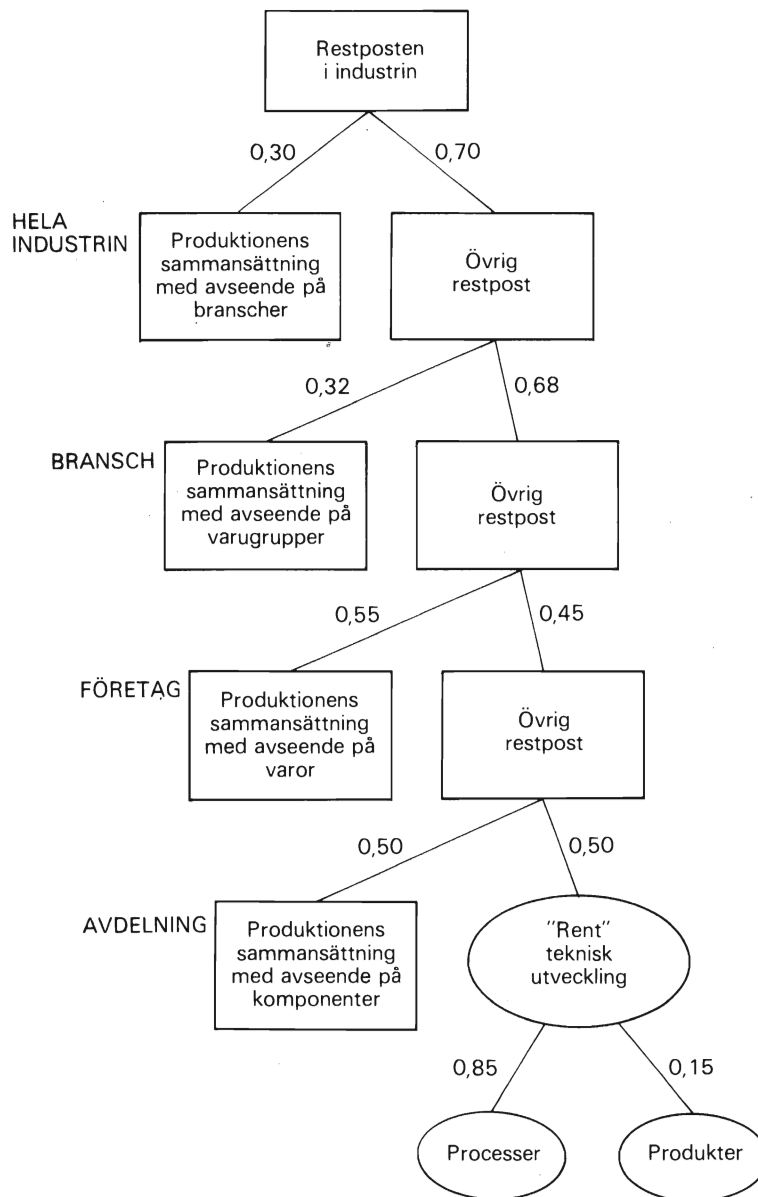
Varav består då egentligen teknikfaktorn? Om man tänker sig en fullständigt statisk värld, dvs en värld utan teknisk förändring, skulle en produktionsvolymökning förklaras av ökade insatser av arbetskraft och kapital, förutsatt att inga mätfel föreligger. I detta fall skulle alltså teknikfaktorn vara noll. Men så fort någon förändring inträffar, t ex i form av en ny produkt eller en ny tillverkningsprocess, påverkas den produktionsvolym som kan åstadkommas med en viss uppsättning resurser, dvs produktiviteten stiger. Samma sak kan uppnås t ex genom att någon finner ett bättre sätt att organisera produktionen, varvid produktionen stiger till följd av ett bättre utnyttjande av de tillgängliga resurserna.

I teknikfaktorn ingår således bl a nya och förbättrade produkter, rationaliseringar i existerande produktionsanläggningar, innefattande även organisatoriska förändringar i produktionen, materialhanteringen m m, nedläggning av gamla anläggningar (eller utrustningar) vilkas produktivitet är lägre än genomsnittet och tillförande av nya anläggningar med högre produktivitet än genomsnittet. Förändringar i produktmix, förbättrad marknadsföring och liknande utgör också viktiga komponenter.

I botten på teknikfaktorn ligger alltså någon form av teknisk förändring. Men som framgår av ovanstående har begreppet teknikfaktor ett mycket mera vidsträckt innehåll än vad man i vanligt språkbruk inlägger i begreppet "teknik". I verkligheten är det fråga om ett stort spektrum av mångskiftande aktiviteter av en art som kan samlas under beteckningen "företagarverksamhet".

Det traditionella tillvägångssättet för att empiriskt komma åt teknikfaktorns innehåll är att studera vilken betydelse förbättrad utbildning av arbetskraften, ökat utnyttjande av skalfördelar etc haft för den samlade produktionsutvecklingen. IUI har i stället valt att bryta ned teknikfaktorn i dess komponenter genom att disaggregera så långt det är möjligt. Härvid har använts det tankeschema som visas i figur 5.

Figur 5. Restpostens (teknikfaktorns) sammansättning på olika aggregeringsnivåer



En del av teknikfaktorn i hela industrin beror på att produktionens sammansättning med avseende på branscher har förändrats under mätperioden. Om t ex branscher med hög produktivitet växer fortare än andra branscher, ökar totalproduktiviteten i hela industrin. Motsvarande gäller branschernas sammansättning med avseende på varugrupper, företagens med avseende på varor etc. Genom att rensa bort sådana strukturella faktorer genom disaggregering kan man i princip komma åt den "rent" tekniska utvecklingen. Denna kan i sin tur indelas i nya eller förbättrade produkter å ena sidan och nya eller förbättrade processer å den andra.

Ett försök att kvantifiera sambanden visas också i figur 5. Enligt denna är ca 30 % av teknikfaktorn i hela industrin hänförlig till strukturella förskjutningar mellan branscher. På branschnivå och lägre aggregeringsnivåer representerar de i tabellen angivna siffrorna endast enstaka exempel. Det är omöjligt att ha någon uppfattning om huruvida dessa exempel är representativa eller ej, men det finns ingen anledning att misstänka att de skulle vara snedfördelade i någon mening. I den bransch som studerats, nämligen stadsgastillverkning, visade sig strukturella förändringar svara för ungefär samma andel, 1/3, av teknikfaktorn som i hela industrin.<sup>1</sup> I ett svenskt multinationellt företag visade sig något mer än hälften av produktivetsförbättringen vara hänförlig till en större omorganisation och resten till andra faktorer.

Vid produktivetsmätningar skall i princip såväl kvalitativa förbättringar i produkter som minskad resursåtgång fångas upp, även om detta ofta inte sker, på grund av praktiska svårigheter. I ett försök till sådan mätning som IUI gjort visade det sig att ca 15 % av produktivetsförbättringen i en viss typ av maskintillverkning var hänförlig till förbättrade produktens egenskaper och resten, ca 85 %, till förändringar i produktionsprocessen.

För att studera hur produktivetsökningar på lägsta mikronivå fördelar sig på organisatoriska och andra åtgärder har IUI vänt sig till ett svenskt företag och där fått tillgång till uppgifter om alla de åtgärder som vidtogs 1977 inom fem produktionsavdelningar samt om deras inverkan på arbetsproduktiviteten. Ett exempel från en av dessa avdelningar visas i tabell 2. Införandet av ny maskinutrustning svarade för ungefär hälften av arbetskraftsbesparingen. Den andra hälften uppkom via förändringar i organisationen, både sådana som var direkt föranledda av de nya maskinerna och andra.

Svårigheterna att klassificera och mäta resultaten av olika typer av åtgärder samt den osäkerhet om mätresultatens representativitet som sammanhänger med det hittills ringa antalet mätningar gör att det är en angelägen uppgift för IUI att genom fortsatt forskning på detta område öka insikterna om den tekniska utvecklingens karaktär. De hittills erhållna resultaten får ännu betrak-

<sup>1</sup> Se Grufman, A, *Teknisk utveckling och produktivitet i energiomvandlingssektorn*. IUI, Stockholm 1978.

tas som preliminära. Bl a behöver frågan om "vardagsrationaliseringarnas" beroende av de stora innovationerna ytterligare belysas.

Ett exempel på vardagsrationaliseringens betydelse är den s k Horndalseffekten. I en studie av Erik Lundberg visade sig arbetsproduktiviteten i stålverket i Horndal ha ökat med ca 3 % per år under en lång följd av år, trots att inga förändringar i maskinparken utom ersättning av utslitna maskiner gjorts. IUI har studerat ett liknande fall, nämligen ett varmbandverk som installerades 1952 och som därefter tekniskt sett har förändrats endast obetydligt, dvs endast ersättningsinvesteringar har gjorts. Trots detta har arbetsproduktiviteten ökat med i genomsnitt 3,7 % per år, dvs produktionen per arbetad timme har mer än fördubblats. Vid närmare studium visade sig detta bero huvudsakligen på följande faktorer. Genom ökad efterfrågan på företagets produkter har man bättre kunnat utnyttja den installerade kapaciteten utan att öka arbetsstyrkan. Den ökade produktionen har också medfört att man kunnat öka serielängden på varje produkt, vilket också sparat arbetskraft. En ytterligare besparing har skett genom en viss standardisering av produkterna. Gåtan bakom "Horndalseffekten" löses alltså i detta fall upp i en kombination av ökad skalavkastning, bättre organisation och "learning by doing".

Tabell 2. Produktivitetsökningen 1977 inom en avdelning i ett multinationellt företag

Nr Åtgärd	Besparade manår på årsbasis	Produktivitetsökning, %
<i>Automatsvarvning</i>		
1 Införande av nya svarvautomater	8,4	4,6
2 Integrering av tidigare separat svarvoperation i automatsvarvning	2,1	1,1
3 Bortfall av kontrollfunktion	1,0	0,9
4 Integrering av tidigare separat stämplingsoperation i automatsvarv	1,4	0,9
5 Överföring av kontrollfunktion till operatör	0,8	0,5
6 Ökat antal maskiner för servicepersonalen	0,9	0,5
7 Förenklade maskinomställningsrutiner	1,0	0,5
Totalt	15,6	9,0

### Den tekniska utvecklingens hastighet

En annan fråga som tagits upp i IUI:s utredning är hur takten i den tekniska utvecklingen har varierat över tiden. Även i detta avseende är resultaten fragmentariska men synes ändå ha ett visst intresse. Genom en enkät undersöktes frågan om arbetskraftsåtgången per producerad enhet i en nybyggd anläggning vid full drift (efter inkörning) på olika områden vid olika tidpunkter (mitten av 1950-, 60- och 70-talen). Svaren avser i princip best-practice-anläggningar, dvs bästa tillämpade teknik vid varje tidpunkt.

En sammanställning av resultaten har gjorts i tabell 3. Enligt denna var pro-

duktivitetens ökning i bästa teknik mycket snabb på de flesta områden mellan 1955 och 1965 för att sedan utvecklas betydligt långsammare mellan 1965 och 1975. Innebörden av detta är att den teknik som byggdes in i nya anläggningar gjorde större framsteg under den tidigare än under den senare tioårsperioden.

Det underliggande materialet är emellertid för tunt för att man skall kunna dra några långtgående slutsatser. Dels mäts endast *en* aspekt på produktivitet, nämligen arbetsproduktiviteten, dels är det alltför få områden som täcks av studien. Det synes rimligt att den tekniska utvecklingen på varje etablerat teknikområde så småningom mattas av och att det i stället är den tekniska utvecklingen på *nya* områden som bibehåller eller ökar takten i den teknologiska frontens förskjutning totalt sett. De i tabellen representerade teknikområdena kan i huvudsak sägas utgöra relativt "gamla" teknikområden med "mogna" teknologier. Det är därför inte osannolikt att en mer dynamisk utveckling sker på andra områden. Den ökade satsningen på forskning och utveckling i många länder, både privat och statligt finansierad, arbetskraftens förbättrade utbildning, den ökade professionaliseringen av företagsledarsamheten, de förbättrade kommunikationerna, den ökade internationella standardiseringen av produkter och komponenter etc är exempel på faktorer som gynnar en fortsatt snabb, kanske t o m ökad takt i den tekniska utvecklingen.

Tabell 3. *Exempel på produktivitetsförändring i nybyggda anläggningar (best practice) 1955 – 1975 på olika teknikområden*

Teknikområde	Procentuell förändring mellan		
	1955 och 1965	1965 och 1975	Sort
<i>Järnmalmindustri</i>	114	40	Ton berg/mantimme
<i>Stålindustri</i>			
Handelsstål	80	60	Ton göt/mantimme
Handelsstålrör	43	75	Ton/mantimme
Stålsmide	87	28	Ton/mantimme
<i>Massa och pappersindustri</i>	200	0 – 40	Ton/mantimme
<i>Kemisk industri</i>			
Petrokemisk industri	289	80	Ton producerad eten/mantimme
Läkemedelsindustri	15	28	Ton/mantimme
<i>Livsmedelsindustri</i>			
Konserv- och djupfrysindustri	85	53	Ton färdigvara/mantimme
Sockerindustri	30	50	Ton avverkade betor/mantimme
<i>Varv</i>	100	11	Ton stål/mantimme
<i>Elektroindustri</i>			
Vattenkraftgeneratorer	10	42	MVA/man
Transformatorer	35	23	kVa/kg
<i>Övrig verkstadsindustri</i>			
Tillverkning av värmväxlare	100	100	m <sup>2</sup> värmeyta/mantimme

De erhållna resultaten ger sålunda upphov till fler frågor än de besvarar. Indikerar de att de väsentliga skalfördelarna på olika områden nu är uttömda och/eller att möjligheterna att utnyttja nu kända material också har tillgodogjorts? Närmar vi oss en asymptot som bara kan genombrytas av radikalt ny teknologi? I vilken grad påverkas de erhållna resultaten av att produktionsutvecklingen på senare år varit betydligt långsammare än tidigare och därför inte medgivit lika stora steg mellan generationerna av anläggningar som tidigare? Här finns ett antal frågor för fortsatt forskning.

### **Har Sverige halkat efter tekniskt?**

En annan fråga som tagits upp i samma enkät som den ovan nämnda är hur ledande svenska företag på olika teknikområden ligger till i dag i tekniskt avseende i jämförelse med de främsta utländska konkurrenterna samt hur motsvarande relation sett ut under 1940-, 50- och 60-talen. Jämförelsen hänför sig endast till *de främsta* svenska och *de främsta* utländska företagen (dvs s k best practice-teknik) på varje teknikområde. Den genomsnittliga tekniken på varje område jämförs alltså inte. Resultaten är ganska entydiga: De tillfrågade personerna anser att den svenska industrins tekniska position i den mening som här angivits har bibehållits eller förstärkts under hela efterkrigstiden på de allra flesta områden som undersökningen täckt. Detta kan tolkas så att Sverige på många områden under efterkrigstiden nått den teknologiska fronten. Det är endast på ett fåtal områden som Sverige hela tiden har legat efter eller har förlorat ett tekniskt försprång. Dessa är i första hand stålindustri och varv. Eftersom tekniken i dessa fall är i hög grad skalberoende har de omdömen som givits tolkats såsom reflekterande avsaknaden av nybyggda, storskaliga anläggningar i Sverige på senare år. De som besvarat enkäten förefaller eniga om att svenska tekniker och svenskt tekniskt kunnande fortfarande befinner sig i främsta ledet.

Även om undersökningen inte är heltäckande, antyder resultaten att den svenska industrins internationella konkurrensproblem är hänförliga till andra faktorer än ett förlorat tekniskt försprång med avseende på bästa teknik.

Denna slutsats ger emellertid inte hela sanningen, eftersom den hänför sig enbart till de främsta företrädarna för varje teknikområde och inte till genomsnittet. Resultaten av de intervjuer på 12 svenska storföretag som genomförts inom ramen för projektet visar lika entydigt på att den internationella konkurrensen hårdnat på praktiskt taget varje område och att den tätposition i tekniskt avseende som Sverige hade under den tidigare delen av efterkrigstiden nu delas med flera andra länder. Den ökade ekonomiska integrationen bland västvärldens industriländer och de nya industriländernas ökade roll i det internationella handelsutbytet har medfört en utjämning av skillnaderna

med avseende på bästa tillämpade teknik på de flesta teknikområden. De länder som tidigare låg långt bakom den teknologiska fronten har närmat sig denna och har därmed förbättrat inte bara sin bästa utan även sin genomsnittliga teknik. Det är i första hand den senare faktorn som spelar roll för konkurrenskraften.

Även i de fall där Sverige har lyckats hävda sin ställning väl beträffande bästa teknik gentemot de ledande konkurrenterna under efterkrigstiden har antalet ”andra rangens” konkurrenter ökat. Genom att dessa har fått tillgång till och kunnat absorbera och kommersiellt framgångsrikt utnyttja ny västerländsk teknik, har de internationella skillnaderna avseende både bästa och genomsnittlig teknik utjämnats. Därmed har pris- och kostnadsskillnaderna trätt i förgrunden på ett helt annat sätt än tidigare och givit de nya industrialiserade länderna väsentligt ökad konkurrenskraft på de gamla industriländernas bekostnad. Detta betyder alltså att vår tekniska ställning vad avser genomsnittlig teknik inte är lika stark som tidigare. Detta har visat sig inte minst på områden som handelsstål, specialstål, metallmanufaktur och varv.

Innebörden av detta är att det tekniska kunnandet finns – åtminstone på de områden där svensk industri i dag finns representerad. I den mån vi halkat efter tekniskt, måste detta bero på andra omständigheter som främst har att göra med den takt med vilken vår produktionsapparat förnyas, dvs utslagning av gammalt och tillskapande av nytt kapital genom nya investeringar – och de incitament i form av lönsamhetsförutsättningar och individuell ersättning som dessa i sin tur kräver.

### **De svenska bidragen till den tekniska utvecklingen**

En annan fråga som belyses i enkäten är i vilken mån den svenska industrins tekniska kompetens i dag är resultatet av mera betydande egna bidrag och till vilken del den är beroende av teknologi förvärvad utifrån. Svaren visar att Sveriges framskjutna position i tekniskt avseende har uppnåtts utan mera betydande genuint svenska bidrag till den teknologiska utvecklingen under efterkrigstiden. Undantag från denna regel finns, bl a elteknik, läkemedel, järnmalmsindustri, specialståltillverkning och skeppsbyggeri, där väsentliga svenska bidrag lämnats under efterkrigstiden. I övrigt har svensk industri nått sin tekniskt framskjutna ställning huvudsakligen genom att ligga väl framme med tillämpning, vidareutveckling och kommersiellt utnyttjande av nya teknologier och ny teknik som förvärvats från andra. Ett exempel på detta är tekniken för förpackning av flytande livsmedel, där tre teknologier haft avgörande betydelse för utvecklingen: a) tillkomsten av polyetylen i kommersiella kvantiteter, b) utvecklingen av tekniken att lägga plast på papper samt c) utvecklingen av sk aseptisk packning. Alla dessa tre teknologier är utländska:



plasten är engelsk, beläggningstekniken amerikansk och aseptikteknologin schweizisk. Själva förpackningsteknologin och förpackningsmaskinerna har i huvudsak utvecklats i Sverige. Liknande exempel finns på många områden.

Det är knappast ägnat att förvåna att ett land som svarar för mellan 1 och 2 % av världens samlade utgifter för industriell forskning och utveckling (FoU) måste leva till helt övervägande del på importerad teknik. Detta återspeglas också i företagens FoU-politik. I flera av de intervjuade företagen är FoU-verksamheten inriktad i första hand på att fånga upp utländsk teknologi. Men för att sedan kunna tillämpa och vidareutveckla denna, krävs en betydande teknisk kompetens. Bland de intervjuade företagen anser både de som valt denna strategi och de som har en sådan position att de själva måste utveckla sin teknologi att deras FoU-verksamhet är av minst samma relativa omfattning som hos de utländska huvudkonkurrenterna. Även internationella jämförelser baserade på OECD-statistik visar att Sverige i de flesta branscher har större FoU-utgifter i förhållande till omsättningen än genomsnittet för OECD-länderna.<sup>1</sup> Genom den hittills starka dominansen i den svenska industriproduktionen av produkter som kännetecknas av låg forskningsintensitet är dock genomsnittet för hela den svenska industrin relativt lågt. Bl a till följd av de strukturella förändringarna under senare år, innebärande främst minskad andel råvarunära produktion, har dock de svenska FoU-utgifterna i förhållande till industriproduktionen ökat kraftigt såväl absolut som relativt. Sverige förefaller således vara det industriland som under 1970-talet mest ökat sin FoU-andel. De av industrin själv finansierade FoU-utgifterna 1975 var större i relation till industriproduktionen i Sverige än i något annat land.

### **Vad har vi lärt oss om teknisk utveckling? Några slutsatser**

Ett viktigt resultat som framkommit ur IUI:s studier av den tekniska utvecklingen är att mer eller mindre vardagsmässiga rationaliseringar samt metoder och system för dessa har varit av stor betydelse för svensk industri. Detta stöds av företagsintervjuer, produktivitetsanalyser på mikronivå och enkätresultat. Det är inte i första hand stora, spektakulära projekt som ger avkastning, utan målmedvetet ingenjörsarbete i förening med hela det spektrum av aktiviteter som täcks av begreppet företagarverksamhet. Detta gäller i hög grad FoU-verksamheten i företagen. En hittills otillräckligt utredd fråga är dock vilka samband som finns mellan denna typ av "småstegsförbättringar" och stora innovationer i form av teknologiska genombrott.

Det finns en kraftig ömsesidig påverkan mellan strukturomvandling och

<sup>1</sup> Se Du Rietz, A, *Industriforskningens utveckling och avkastning*, IUI, Stockholm 1975, s 33.

teknisk förändring. Att underlätta strukturomvandling är således ett viktigt sätt att höja den tekniska kompetensen. Detta hänger också samman med att den tekniska utvecklingen går olika fort på olika områden. Det gäller att se till att man inte är alltför ensidigt inriktad på stagnerande områden.

Sveriges industriella utveckling har i stor utsträckning byggt på att svenska företag snabbt har fångat upp, anpassat, tillämpat, förbättrat och kommersiellt utnyttjat ny teknik som oftast erhållits från utlandet. Genom att framgångsrikt tillämpa denna strategi har Sverige under efterkrigstiden nått den teknologiska fronten före andra europeiska länder på ett stort antal områden. Att Sverige hämtade in framför allt USA:s teknologiska försprång var en viktig bidragande faktor till den snabba svenska tillväxten under den tidigare delen av efterkrigstiden. Då detta teknologiska försprång numera i stor utsträckning har hämtats in, har en för Sveriges del tidigare positiv tillväxtfaktor eliminerats. Innebörden för framtiden är dels något långsammare tillväxt än hittills, dels hårdare internationell konkurrens. Den takt i vilken den teknologiska fronten förskjuts, genom både våra egna och andra länders ansträngningar, blir på ett helt annat sätt än tidigare avgörande för den ekonomiska tillväxten. Att Sverige nu har nått den teknologiska fronten innebär dock inte nödvändigtvis att vi måste ändra strategi för teknisk utveckling i riktning mot att själva söka förflytta den teknologiska fronten i betydligt större omfattning än tidigare. Detta skulle i så fall bli oerhört resurskrävande. Tvärtom finns det mycket som tyder på att den hittills tillämpade strategin bör kunna vara framgångsrik även i framtiden.