

relies on the margin of price-undercutting. This refers to the difference in price between a foreign product on the European market and a similar European product. R. Boltuck and a few other members of the International Trade Commission in the US use a totally different approach of injury determination. In their CADIC model injury is measured as the reduction in the price of the similar domestic product resulting from dumping. Crucial in this approach is the fact that dumping changes the condition of the industry that produces the similar product.

We applied the above described anti-dumping policy to a number of real anti-dumping cases. Our purpose was to simulate the injury to the European industry caused by dumping. Then we compared the results obtained by the CADIC model with the EU injury margin. This comparison revealed that the Commission systematically overestimates the injury that dumping causes to the European industry. We can conclude that the level of price-undercutting used by the Commission is the main reason for this. Finally, we give some suggestions for a more objective antidumping policy.



Coffee Service

Office Coffee Service,
een dienstverlening waar wij thuis in zijn!
Meer dan 9.000 klanten zijn daar
het bewijs van!

Onze succesformule:

Dit toestel volledig kosteloos bij U,
inclusief alle nazicht en onderhoud.
U betaalt, enkel de koffie en de
bijproducten!

Toestel ook beschikbaar in **thermos-versie**.
Wenst U meer inlichtingen of
een apparaat op proef, aarzel dan niet
ons **vrijblijvend** te contacteren:

M.C.S. N.V. Haachtsesteenweg 101
B-1820 Melsbroek

Tel. (02) 751.81.54
Fax (02) 751.79.43



Dirk Frantzen *

Onderzoek en ontwikkeling, buitenlandse technologische diffusie en productiviteitsgroei: een internationale cross-sectieanalyse

Trefwoorden: onderzoek en ontwikkeling (O&O); technologische diffusie;
productiviteitsgroei

Dit artikel gaat uit van recente bijdragen tot de theorie van de innovatiegedreven groei, die het belang van eigen O&O-inspanningen en van buitenlandse technologische diffusie beklemtoont om de productiviteitsgroei van landen te verklaren. Een cross-sectieanalyse wordt ondernomen voor 21 OESO-landen gedurende de periode 1961-1991. De resultaten tonen aan dat de maatschappelijke opbrengsttoet op binnenlands O&O aanzienlijk is, maar dat de productiviteitsimpact van de buitenlandse technologische diffusie nog duidelijk sterker is. Er zijn ook aanwijzingen voor een daling in de geschatte invloed van O&O op de productiviteitsgroei in het midden van de jaren zeventig, zonder noemenswaardig herstel naderhand. Zowel statistische meetproblemen als een reeks gedragsredenen blijken daarvoor verantwoordelijk.

* Vrije Universiteit Brussel, Centrum voor Financiële Economie. Deze studie werd gefinancierd met de hulp van de Onderzoeksraad van de VUB. De auteur wenst twee anonieme referees te danken voor hun waardevolle opmerkingen bij een vroegere versie van dit artikel.

Inleiding

Recente bijdragen tot de theorie van de economische groei hebben het belang beklemtoond van commercieel gemotiveerde innovatie-inspanningen en van internationale technologische diffusie om de productiviteitsgroei van landen te verklaren. Zij wezen op het bestaan van technologische leider-volgerrelaties. En zij beklemtoonden het feit dat het beheersen van ingevoerde technologieën en de aanpassing ervan aan plaatselijke omstandigheden veelal bijkomende inspanningen vereisen vanwege de imitators (zie bijv. Rivera-Batiz en Romer, 1991; Grossman en Helpman, 1991; Segerstorm, 1991; Barro en Sala-i-Martin, 1995). In een wereld die wordt gekenmerkt door een toenemende maar nog altijd onvolledige economische integratie, kan men in deze optiek verwachten dat de productiviteit van individuele landen afhangt van zowel hun eigen als buitenlandse inspanningen op het vlak van onderzoek en ontwikkeling (O&O).

In dit artikel bestuderen we de mate waarin de groei van de arbeidsproductiviteit en van de totale factorproductiviteit (TFP) van de bedrijfssector van geïndustrialiseerde markteconomieën in de naoorlogse periode beïnvloed wordt door binnenlandse en door buitenlandse O&O-inspanningen. Voor ieder land in het onderzoeksstaal wordt een maat van binnenlandse O&O-intensiteit bekomen door de reële O&O-uitgaven uit te drukken in verhouding tot de reële toegevoegde waarde van de bedrijfssector. Hieruit worden telkens overeenstemmende buitenlandse O&O-intensiteiten afgeleid als door bilaterale invoeraandelen gewogen gemiddelden van de O&O-intensiteiten van de handelspartners. Vervolgens worden vergelijkingen geschat die de productiviteitsgroei relateren aan deze binnenlandse en buitenlandse O&O-intensiteiten. De vergelijkingen bevatten telkens een inhaalvariabele om een convergentie-effect te vatten. De schatting vindt eerst plaats op een cross-sectie van gemiddelde waarden over de volledige onderzoeksperiode, 1961-1991, voor 21 OESO-landen. Zij wordt vervolgens herhaald op een overeenstemmende cross-sectie van gemiddelde waarden voor zes opeenvolgende middellange deelperioden. Dit laatste onderzoeksstaal stelt ons ook in staat na te gaan of er significante veranderingen in parameterwaarden hebben plaatsgevonden tijdens de periode. Dat gebeurt door in de vergelijkingen verschuivingstermen in te voeren, en door herschatting over opeenvolgende deelperioden op zichzelf.

De resultaten wijzen erop dat zowel de binnen- als de buitenlandse O&O-intensiteit een significante invloed uitoefent op de groei van de productiviteit. De geschatte maatschappelijke opbrengstvoeten op de binnenlandse O&O-uitgaven zijn aanzienlijk en de invloed van de buitenlandse technologische diffusie wordt nog duidelijk sterker bevonden. De invoering van verschuivingstermen en de herschatting over opeenvolgende deelperioden wijzen ten slotte op een daling van de geschatte coëfficiënten van de O&O-variabelen tijdens het latere deel van de onderzoeksperiode. Wij argumenteren dat zowel statistische meetproblemen als gedragsredenen daarvoor verantwoordelijk zijn.

Het artikel is als volgt opgebouwd. Paragraaf 1 bevat een theoretische verantwoording van de te schatten vergelijkingen. Paragraaf 2 zet de schattingsmethode uiteen. De parameterschattingen worden voorgesteld en geïnterpreteerd in paragraaf 3, en paragraaf 4 trekt de conclusies. De bronnen en de dataconstructie worden omschreven in de appendix.

1. Onderzoek en ontwikkeling, buitenlandse technologische diffusie en productiviteitsgroei: theorie

De recente theoretische literatuur over de innovatie-gedreven economische groei gaat uit van vier vaststellingen.

1. De meeste innovaties die relevant zijn voor de productiviteitsgroei zijn het resultaat van bewuste commercieel gerichte O&O-inspanningen.
2. De innovators worden gedreven door winstmotieven en zijn onderhevig aan concurrentie.
3. Zij beschikken niettemin over voldoende marktkracht om monopoliewinsten mogelijk te maken die hun innovatie-inspanningen zinvol maken.
4. De door de innovaties gegenereerde kennis zal uiteindelijk beschikbaar worden op maatschappelijk vlak en bijdragen tot het verder wetenschappelijk onderzoek.

Op basis van deze feiten werden modellen geconstrueerd waarin innovaties bestaan uit de creatie van totaal nieuwe goederen of uit de kwalitatieve verbetering van bestaande goederen. In hun eenvoudigste vorm veronderstellen deze modellen dat er geen duurzaam fysisch kapitaal bestaat. Zij voorspellen dat de arbeidsproductiviteit positief verbonden

is met de binnenlandse O&O-kapitaalvoorraad, als gemeten door de gecumuleerde netto O&O-uitgaven doorheen de tijd (Romer, 1990; Grossman en Helpman, 1991, hfdst. 3 en 4; Aghion en Howitt, 1992; Barro en Sala-i-Martin, 1995, hfdst. 6 en 7). Deze modellen kunnen gemakkelijk uitgebreid worden om de aanwezigheid van duurzaam fysisch kapitaal in te bouwen. In dit geval kan het niveau van de arbeidsproductiviteit uitgedrukt worden als een positieve functie van zowel de kapitaalintensiteit (de hoeveelheid fysisch kapitaal per tewerkgestelde) als het O&O-kapitaal. En om dezelfde reden kan men de log van de TFP (gedefinieerd als het verschil tussen de log van de productie en het door de inkomensaandelen gewogen gemiddelde van de logs van de hoeveelheden arbeid en kapitaal) dan uitdrukken als een functie van de log van het binnenlands O&O-kapitaal (Grossman en Helpman, 1991, hfdst. 5).

Een karakteristieke eigenschap van deze innovatiegedreven groeimodelen is dat de productiefunctie voor nieuwe ontwerpen, of de kennisfunctie, gekenmerkt wordt door toenemende schaalopbrengsten wegens het bestaan van kennisoversijpelingseffecten. Deze toenemende schaalopbrengsten worden geacht de opwaartse invloed van loonstijgingen op de relatieve kosten van de O&O-inspanningen te compenseren. Daardoor kunnen de in goederen uitgedrukte kosten van O&O constant blijven. Een gegeven peil van O&O-inspanningen volstaat in dit geval om een houdbare groei van de productiviteit mogelijk te maken. Een waarachtig endogeen groeiproces wordt daardoor mogelijk, waarbij de gestage groeivoet afhangt van de variabelen die het peil van de O&O-inspanningen bepalen.

Een logisch gevolg van deze modellen is dat, bij een gegeven niveau van O&O-inspanningen, een proces van opening en integratie van voormalig gesloten economieën hun groeivoet helpt verhogen. De ideeënstromen krijgen nu immers een internationaal karakter en de onderlinge handel geeft aansporingen om onnodige overlappende O&O-inspanningen te vermijden (Rivera-Batiz en Romer, 1991). Perfecte integratie zou betekenen dat de relevante maat voor O&O-inspanningen niet langer het O&O-kapitaal van de individuele landen betreft, maar veeleer het O&O-kapitaal van het geïntegreerde geheel. Rekening houdend met de limieten op de integratie, hebben nieuwe groeitheoretici versies van hun modellen voor open economieën geconstrueerd, die het bestaan van technologische leider-volgerrelaties veronderstellen (zie inzonderheid

Grossman en Helpman, 1991, hfdst. 11 en 12; Segerstorm, 1991; Barro en Sala-i-Martin, 1995, hfdst. 8). Zij gaan ervan uit dat kapitaalgoederen, in tegenstelling tot consumptiegoederen, slechts ten dele internationaal verhandelbaar zijn. Kapitaalgoederen vereisen beheersings- en aanpassingsinspanningen vanwege de invoerders. In de mate dat imitatie gemakkelijker is dan innovatie, zullen de imitatiekosten lager zijn dan de innovatiekosten. De mogelijkheden tot imitatie zullen echter verminderen naarmate, in geval van succesvolle imitatie, het aantal producten dat gekopieerd kan worden, vermindert. Deze modellen impliceren dus transitioire dynamische aanpassingsprocessen, gekenmerkt door voorwaardelijke convergentie door middel van technologische diffusie. In de evenwichtstoestand van gestage groei wordt de groeivoet van de volger(s) gelijk aan die van de leider(s). Deze laatste wordt endogeen bepaald, net als voor een gesloten economie.

Deze modellen kunnen bekritiseerd worden wegens hun veronderstelling van een specifieke graad van toenemende schaalopbrengsten in de kennisfunctie, vereist om constante O&O-kosten in goederentermen mogelijk te maken. Deze veronderstelling is vrij kunstmatig en onrealistisch. Jones (1995a, b) heeft echter aangetoond dat het mogelijk is meer realistische "semi-endogene" groeimodellen te construeren door slechts kennisschaalvoordelen toe te laten die hoogstens ietwat minder belangrijk zijn. Dergelijke modellen kunnen worden opgevat als uitgebreide versies van het gebruikelijke neoklassieke model van Solow, die endogene technische vooruitgang toelaten. Hun gestage groeivoet zal, net als in het model van Solow, opnieuw uitsluitend bepaald worden door exogene factoren, zoals de groeivoet van de exogene technische vooruitgang, die van de beroepsbevolking, en in dit geval eveneens door de parameters die bepalend zijn voor de graad van schaalopbrengsten in O&O. Maar hun praktische implicaties zullen zeer verschillend zijn al naar gelang van de hoogte van die schaalopbrengsten. Zijn die voldoende belangrijk, dan zullen de transitioire dynamische effecten van een toename in het peil van O&O-inspanningen, hoewel niet eeuwig, toch langdurig van aard zijn. De implicaties zullen in dit geval niet zo verschillend zijn van die van een zuiver endogeen groeimodel. Zijn de schaalopbrengsten daarentegen veeleer gering, dan zullen de transitioire dynamische effecten van een dergelijke toename veel kortstondiger van aard zijn en dus meer overeenkomsten vertonen met die van het zuivere model van Solow.

Vergelijkingen die bedoeld zijn om de langetermijnvloed van de O&O-inspanningen op de productiviteitsgroei van landen te meten, worden dus het best opgezet binnen een dergelijk, realistischer referentiekader. In de context van een open economie dienen zij daarbij rekening te houden met het bestaan van zowel internationaal verhandelbare als niet-verhandelbare goederen. Zij moeten ook rekening houden met het feit dat bepaalde landen technologische leiders zijn in de meeste industrieën, of volgers, of leiders in sommige en volgers in andere. Om die redenen bekijken we eerst een stel vergelijkingen die de groei van de arbeids- en van de totale factorproductiviteit relateren aan de groei van zowel het binnenlands als het buitenlandse O&O-kapitaal.

Een belangrijk voordeel van dergelijke vergelijkingen in groeitermen is echter dat zij het mogelijk maken, met een eenvoudige herformulering, de groei van de productiviteit uit te drukken als een functie van de O&O-intensiteit (gedefinieerd als de verhouding van de O&O-uitgaven tot de toegevoegde waarde). De coëfficiënt van de O&O-intensiteit geeft een maat van de maatschappelijke opbrengstvoet op de O&O-uitgaven.¹ Dit maakt het mogelijk gebruik te maken van de beschikbare gegevens over de bruto O&O-uitgaven, in de veronderstelling dat er geen ontwaarding van het maatschappelijk O&O-kapitaal plaatsvindt, en daarbij het delicate probleem van de schatting van de O&O-kapitaalvoorraad te ontwijken. In het geval waar de groei van de productiviteit beïnvloed wordt door de groei van zowel het binnenlands als het buitenlandse O&O-kapitaal, kan men om dezelfde reden de groei van de productiviteit

1 De schatting van de maatschappelijke opbrengstvoet op O&O-uitgaven door middel van vergelijkingen die de groei van de productiviteit relateren aan de O&O-intensiteit kan als volgt verantwoord worden. Veronderstel een productiefunctie zoals:
 $Y = K^a L^{1-b} KRD^b$ waar Y staat voor totale productie of inkomen, K voor duurzaam fysisch kapitaal, L voor arbeid, KRd voor O&O-kapitaal, b en 1-b voor de inkomensandelen van kapitaal en arbeid, en a voor de elasticiteit van de productie met betrekking tot het O&O-kapitaal. Druk dit uit in logaritmen en herschik, zodat
 $LTFP = LY - bLK - (1-b)LL = aLKRD$. De groeivoet van de TFP wordt dan bekomen door af te leiden naar de tijd, zodat $DLTFP = aDLKRD$. Aangezien de reële (netto) uitgave aan O&O, RD, per definitie gelijk is aan de reële (netto) investering in O&O-kapitaal, is $DLKRD = (1/KRD)(dKRD/dt) = (1/KRD)RD$. De groeivoet van de TFP kan dus herschreven worden als $DLTFP = a(Y/KRD)(RD/Y) = a(Y/KRD)RDI$, waar RDI staat voor O&O-intensiteit. Door de productiefunctie af te leiden naar KRd, bekomt men het maatschappelijk marginaal product van O&O-kapitaal, $r = dY/dKRD = aY/KRD$. De groeivoet van de TFP kan dus voorgesteld worden als $DLTFP = rRDI$, waar r een maat geeft van de maatschappelijke opbrengstvoet op de O&O-uitgaven. En om dezelfde reden kan men die van de arbeidsproductiviteit uitdrukken als $DLFP = bDLKI + rRDI$, waar DLKI staat voor de groeivoet van de kapitaalintensiteit.

uitdrukken als een functie van de respectieve binnenlandse en buitenlandse O&O-intensiteit. De coëfficiënten geven in dat geval een maat van de overeenstemmende maatschappelijke opbrengstvoeten in termen van het inkomen van de bestudeerde landen.

Verder kunnen, zoals gebruikelijk in de empirische literatuur, de groei-vergelijkingen uitgebreid worden met een constante term om de mogelijke exogene trendmatige invloeden op de productiviteit te vatten. Deze kunnen verklaard worden door het bestaan van minstens enige niet-belichaamde exogene technologische vooruitgang (bijv. teweeggebracht door O&O buiten de bedrijfs wereld). Aangezien de economieën tijdens de onderzoeksperiode waarschijnlijk buiten hun evenwichtstoestand van gestage groei vertoefden, is het ook nuttig om hun initieel productiviteitsniveau in te lassen als een bijkomende variabele. Die variabele kan helpen om een convergentie-effect te vatten, verwekt door technologische diffusie, dat de productiviteitsimpact van de O&O-variabelen helpt versterken. Zij kan, binnen het hier gehanteerde uitgebreide neoklassieke referentiekader, echter ook een convergentie-effect helpen vatten, verwekt door kapitaalaccumulatie onder condities van afnemende opbrengsten naar kapitaal. Onze basisvergelijkingen kunnen dus uitgedrukt worden als:

$$DLLP = r_0 + r_c LLP60 + r_k DLKI + r_d RDID + r_f RDIF \quad (1a)$$

en

$$DLTFP = r_0 + r_c LLP60 + r_d RDID + r_f RDIF \quad (1b)$$

waar DLLP staat voor de eerste differentie van de log, of de groeivoet, van de arbeidsproductiviteit, DLTFP voor die van de totale factorproductiviteit, LLP60 voor de log van de arbeidsproductiviteit in 1960 (uitgedrukt in gemeenschappelijke munt), DLKI voor de groeivoet van de kapitaalintensiteit, en RDID en RDIF voor de respectieve binnenlandse en buitenlandse O&O-intensiteiten. De buitenlandse O&O-intensiteit wordt gedefinieerd als het door bilaterale invoeraandelen gewogen gemiddelde van de O&O-intensiteiten van de handelspartners. Deze door invoeraandeel bepaalde wegingscoëfficiënten weerspiegelen de graad van technologische nabijheid van de handelspartners.

Aangezien grotere economieën met gemiddeld grotere ondernemingen, vergeleken met de kleinere, in principe duidelijke schaalvoordelen kunnen genieten bij het ondernemen van hun O&O, mag men verwachten

dat zij de meeste technologische leidersposities zullen opeisen, zelfs al kunnen ze ook volgers zijn van elkaar. Belangrijker binnenlandse schaal-effecten, wegens ruimere oversijpelingeffecten tussen ondernemingen en tussen industrieën, kunnen er eveneens toe bijdragen dat hun binnenlandse O&O-inspanningen sterkere nationale productiviteitseffecten hebben dan in het geval van de kleinere landen. Dit zal zich uiten in een hogere elasticiteit van de productiviteit met betrekking tot het binnenlands O&O-kapitaal. Het kan zich mogelijk ook weerspiegelen in een hogere maatschappelijke opbrengstvoet op binnenlandse O&O-uitgaven.² Om dit na te gaan is het nuttig de vergelijkingen (1a) en (1b) uit te breiden en te herschatten met een bijkomende verklarende variabele, G7LKRDD. Deze geeft de interactie weer tussen de invloed van de binnenlandse O&O-intensiteit en een dummy-variabele, G7, met waarde 1 voor de zeven grootste economieën en 0 voor de overige:

$$DLLP = r_0 + r_c LLP60 + r_k DLKI + r_d RDID + r_{g7} G7RDID + r_f RDIF \quad (2a)$$

$$DLTFP = r_0 + r_c LLP60 + r_d RDID + r_{g7} G7RDID + r_f RDIF \quad (2b)$$

Onze bedoeling is deze vergelijkingen te schatten voor een onderzoeksstaal van 21 OESO-landen over een periode die loopt van het begin van de jaren zestig tot begin jaren negentig. De volgende paragrafen stellen respectievelijk de schattingsmethoden en de resultaten voor. De bronnen en de dataconstructie worden beschreven in de appendix.

2. Schattingsmethode

Eerst schatten we de langetermijnrelaties tussen de groei van de arbeids- en van de totale factorproductiviteit en de binnen- en buitenlandse O&O-intensiteiten. Een eerste manier om dat te doen is onze vergelijkingen als zodanig te schatten op een cross-sectie van gemiddelde waarden over hele beschouwde periode. Ons onderzoeksstaal bestaat in dit geval uit unieke gemiddelde waarnemingen met betrekking tot de bedrijfssector van de 21 beschouwde OESO-landen over de periode 1961-1991. Een praktisch voordeel van een schatting op een staal van gemid-

2 Zoals blijkt uit voetnoot 1 zal het afhangen van de ratio inkomens/binnenlands O&O-kapitaal of dat inderdaad het geval is.

delde waarden over een langdurige periode is dat dit de meeste ruis in de jaargegevens wegens meetfouten op de korte termijn en wegens het cyclische verloop van de data elimineert. Onze periode is daarenboven voldoende lang om de volledige uitwerking van de productiviteitseffecten van veranderingen in de O&O-intensiteit mogelijk te maken. Een nadeel van deze methode is echter dat het beschouwen van gemiddelde waarden een informatieverlies tot gevolg heeft, omdat het de tijdsdimensie uitschakelt en slechts cross-sectievariëaties tussen landen bekijkt.

Het onderzoek wordt dan voortgezet door de onderzoeksperiode in te delen in een reeks middellange deelperioden, voldoende lang om de kortetermijnruis in de data te elimineren. De vergelijkingen worden vervolgens herschat op een cross-sectie van de samenbeschouwde gemiddelde waarden over deze deelperioden. Deze methode, voorgesteld door Engländer en Gurney (1994a), maakt het in principe mogelijk zowel variaties tussen landen als middellange variaties doorheen de tijd te vatten. De deelperioden werden gekozen als 1961-64, 1965-69, 1970-73, 1974-79, 1980-85 en 1986-91. Deze stemmen ongeveer overeen met de gemiddelde conjunctuurcycli voor de OESO in haar geheel.³ Een nadere beschouwing van de data wijst echter op een plotse productiviteitsgroei-vertraging in de periode 1974-79, met nauwelijks enig herstel naderhand. Deze vertraging kan moeilijk verklaard worden door de variaties doorheen de tijd van de O&O-variabelen als zodanig.⁴ Om daarmee rekening te houden is het nuttig in dit geval een dummy-variabele, D7491, in te lassen in de regressies, met waarde 1 voor de periode van 1974 tot 1991 en 0 vóór 1974. Hoewel minder belangrijk dan in het vorige geval, impliceert deze schatting over een staal van opeenvolgende middellange deelperioden echter nog steeds een informatieverlies, omdat gemiddelde waarden over meerdere jaren worden beschouwd. Een groter nadeel van deze methode kan echter zijn dat de beschouwde middellange deelperioden te kort zijn om de volledige uitwerking van de producti-

3 Daar er geen exacte synchronisatie bestaat tussen landen, zou een alternatieve werkwijze geweest zijn de cycli land per land te identificeren en de gegevens voor de overeenstemmende perioden van mogelijk verschillende lengte voor elk land samen te beschouwen. Dit zou echter nauwelijks iets veranderen aan de regressieresultaten, en het zou de hiernavolgende structurele stabiliteitsanalyse onnodig bemoeilijken.

4 De gemiddelde groeivoet van het O&O-kapitaal over de beschouwde landen vertoont een veel geringere daling in het midden van de jaren zeventig, vooraleer hij zich vrijwel volledig herstelt tijdens de jaren tachtig. De gemiddelde O&O-intensiteit blijft tamelijk constant tot de late jaren zeventig, en neemt daarna ietwat toe.

viteitseffecten van variaties in O&O-inspanningen toe te laten. Dit kan leiden tot een neerwaartse afwijking in de geschatte coëfficiënten.

Hoewel het gebruik van brutovariabelen van O&O-intensiteit in plaats van nettogroei termen van O&O-kapitaal het praktische voordeel biedt dat de schatting van de O&O-kapitaalvoorraad kan worden vermeden, is het strikt gesproken slechts verantwoord in de veronderstelling dat het maatschappelijk O&O-kapitaal niet onderhevig is aan depreciatie. Als dat wel het geval is, moet men er rekening mee houden dat de geschatte coëfficiënten van de variabelen van O&O-intensiteit meer dan waarschijnlijk zullen leiden tot een onderschatting van de maatschappelijke opbrengstvoeten op de O&O-uitgaven (zie hierover Scherer, 1982). Deze onderschatting is echter in normale omstandigheden gering, gezien de gemiddeld trage depreciatie van het maatschappelijk O&O-kapitaal. Zij kan echter belangrijker zijn bij veranderingen in de depreciatiegraad tijdens de bestudeerde periode.

Men moet er zich verder ook van bewust zijn dat, hoewel verantwoord vanuit een theoretische optiek, de inlassing van een constante term in groeivergelijkingen mogelijk niet zonder problemen is. In de mate dat de O&O-kapitaalvariabelen een trendmatige invloed uitoefenen op de productiviteit, zullen de onderliggende data in niveautermen over het O&O-kapitaal een trend delen met die over de productiviteit. De constante term in de groeivergelijking zal in dit geval dit gemeenschappelijke trendbestanddeel vatten. De coëfficiënten van de O&O-variabelen zullen hierbij de neiging hebben om de totale invloed van O&O op de productiviteit te onderschatten, terwijl de coëfficiënt van de constante term om dezelfde reden de waarachtig exogene trendmatige invloed op de productiviteit zal overschatten. Dit probleem is gelukkig veel minder belangrijk in de praktijk, wanneer, zoals in dit artikel, gebruik wordt gemaakt van O&O-intensiteitsvariabelen in de groeivergelijkingen in plaats van de groei van het O&O-kapitaal als zodanig.⁵

De respectieve vergelijkingen worden geschat met de methode van de gewone kleinste kwadraten. De resultaten worden voorgesteld in tabel 1 en 2 in paragraaf 3. De regressies doorstonden telkens (niet-gerappor-

5 Dat is zo omdat O&O-kapitaalkreeksen een sterk trendmatig verloop vertonen, wegens de manier waarop zij gebruikelijk geconstrueerd worden (die een vaste depreciatiegraad veronderstelt). Hun groeivoet is daarom meer collineair met de constante term in een groeivergelijking dan het geval is voor de O&O-intensiteitsvariabelen.

teerde) diagnosetesten voor heteroskedasticiteit, functionele vorm en normaliteit. In het geval van schatting over een cross-sectie van opeenvolgende middellange deelperioden, doorstonden zij eveneens testen voor seriële correlatie tussen deze deelperioden.

Het onderzoeksstaal dat bestaat uit gegevens over opeenvolgende deelperioden stelt ons ten slotte in staat na te gaan of er significante veranderingen in de coëfficiënten van de O&O-variabelen hebben plaatsgevonden tijdens de bestudeerde periode. We doen dat door verschuivingstermen in de vergelijkingen in te voeren, alsmede door herschatting over opeenvolgende deelperioden op zichzelf. De resultaten van deze stabiliteitsanalyse worden voorgesteld in tabel 3.

3. Parameterschattingen

Tabel 1 bevat de resultaten van de schattingen op een cross-sectie van gemiddelde waarden over de onderzoeksperiode in haar geheel.

Bij het bekijken van deze resultaten is het nuttig eerst een blik te werpen op de groei van de kapitaalintensiteit, DLKI, die voorkomt in de vergelijkingen (1a) en (2a) over de groei van de arbeidsproductiviteit, maar niet in (1b) en (2b) over die van de totale factorproductiviteit. Haar coëfficiënt wordt telkens statistisch significant bevonden en van een verwachte grootteorde, aangezien het gemiddelde inkomensaandeel van het kapitaal over de betrokken landen tijdens de onderzochte periode ongeveer 0,3 bedroeg. Een voorafgaande schatting van soortgelijke vergelijkingen met de groei van het fysisch kapitaal en van de tewerkstelling als zodanig, i.p.v. de groei van de kapitaalintensiteit, bevestigde dat hun coëfficiënten ongeveer overeenstemmen met de respectieve gemiddelde inkomensandelen van kapitaal en arbeid. Dit wijst op het bestaan van constante schaalopbrengsten naar de traditionele productiefactoren, en het rechtvaardigt ook de vorm van onze TFP-groeivergelijkingen (1b) en (2b) zonder bijkomende kapitaal- en arbeidsgroei termen onder de verklarende variabelen.

Tabel 1. De langetermijinvloed van de O&O-intensiteit op de groei van de arbeids- en totale factorproductiviteit in de bedrijfssector: cross-sectie van gemiddelden over de periode 1961-1991 (21 OESO-landen).

Afhankelijke variabele	Verklarende variabelen						Regressie-statistieken	
	C	LLP60	DLKI	RDID	G7RDID	RDIF	Adj R ²	SER
DLLP								
(1a)	0,057	-0,010	0,231	0,609		1,881	0,711	0,006
	(2,824)*	(3,837)*	(2,806)*	(2,431)*		(2,354)*		
(2a)	0,054	-0,010	0,229	0,488	0,171	2,017	0,706	0,006
	(2,640)*	(3,757)*	(2,767)*	(2,184)*	(0,853)	(2,456)*		
DLTFP								
(1b)	0,033	-0,008		0,723		2,079	0,343	0,006
	(2,01)**	(3,461)*		(2,787)*		(2,516)*		
(2b)	0,031	-0,008		0,629	0,133	2,184	0,319	0,006
	(1,81)**	(3,349)*		(2,276)*	(0,631)	(2,547)*		

Noot

De vergelijkingen werden geschat met de methode van de gewone kleinste kwadraten. De absolute hoogte van de t-waarden is tussen haakjes voorgesteld onder de parameterwaarden.

Zie de tekst voor de definitie van de variabelen en de appendix voor de databronnen en -constructie.

* en **: respectievelijk de statistische significantie op het 5%- en op het 10%-niveau.

Een nadere beschouwing van vergelijking (1a) wijst erop dat de coëfficiënten van de binnenlandse en van de buitenlandse O&O-intensiteiten positief en statistisch significant worden bevonden. De coëfficiënt van de binnenlandse O&O-intensiteit impliceert een belangrijke maatschappelijke opbrengstvoet op de binnenlandse O&O-uitgaven. De coëfficiënt van de buitenlandse O&O-intensiteit is echter nog aanzienlijk hoger. Dit geeft een eerste aanwijzing van het belang van de internationale technologische diffusie voor de productiviteitsgroei in de OESO-landen. Verder wordt de coëfficiënt van het initiële productiviteitsniveau, LLP60, zoals verwacht, negatief en statistisch significant bevonden. Dit kan wijzen op het bestaan van een voorwaardelijk convergentie-effect door technologische diffusie, wat een verdere aanwijzing zou zijn voor het belang van internationale technologische oversijpelingseffecten. Het kan echter ook, ten dele, een convergentie-effect door kapitaalaccumu-

latie onder condities van afnemende opbrengsten naar kapitaal weer spiegelen. Ten slotte is ook de constante term in de regressie positief en statistisch significant, wat wijst op het bestaan van een exogene trendmatige invloed op de productiviteit.

In vergelijking (2a) wordt een variabele, G7RDID, ingevoerd, die een interactie weergeeft tussen een G7-dummy en de binnenlandse O&O-intensiteit. Haar coëfficiënt wordt wel positief maar niet statistisch significant bevonden. Dit zou suggereren dat er tussen grote en kleine economieën geen significant verschil bestaat in gemiddelde maatschappelijke opbrengstvoeten op de binnenlandse O&O-uitgaven. Dit betekent echter nog niet dat er geen verschil zou bestaan in de elasticiteiten van de productiviteit met betrekking tot het binnenlands O&O-kapitaal. Schattingen van de binnenlandse O&O-kapitaalvoorraad op basis van onze O&O-gegevens door middel van de permanente-inventarismethode zouden bijv. een gemiddeld aanzienlijk hogere verhouding inkomens/binnenlands O&O-kapitaal impliceren voor de G7- vergeleken met de niet-G7-economieën tijdens de bestudeerde periode. Zoals blijkt uit voetnoot 1, zou dit bij eenzelfde maatschappelijke opbrengstvoet op binnenlandse O&O-uitgaven een aanzienlijk hogere elasticiteit impliceren voor de G7-landen in vergelijking met de niet-G7-landen.⁶

Regressies (1b) en (2b) met betrekking tot de groei van de TFP presteren duidelijk zwakker in termen van de R² dan de overeenstemmende regressies (1a) en (2a) met betrekking tot de groei van de arbeidsproductiviteit. Dat is niet verwonderlijk, aangezien men zich hier concentreert op het residuele gedeelte van de groei van de arbeidsproductiviteit na controle voor de theoretisch veronderstelde impact erop van de groei van de kapitaalintensiteit. Ondanks deze zwakkere statistische prestatie, zijn hun geschatte coëfficiënten volledig consistent met die van de vergelijkingen van de arbeidsproductiviteitsgroei.

⁶ Indien men een depreciatiegraad van 5% veronderstelt bij de schatting van het binnenlands O&O-kapitaal, dan zou de ratio inkomens/binnenlands O&O-kapitaal gemiddeld van de orde van 4 zijn voor de G7-landen en van 8 voor de niet-G7-landen. Een geschatte maatschappelijke opbrengstvoet op de binnenlandse O&O-uitgaven van omstreeks 0,6, zoals geïmpliceerd door de coëfficiënt van RDID in vergelijking 1 van tabel 1, zou aldus een elasticiteit van de productiviteit m.b.t. het binnenlands O&O-kapitaal van omstreeks 0,150 $(=(1/4) \times 0,6)$ impliceren voor de G7-landen en van 0,075 $(=(1/8) \times 0,6)$ voor de niet-G7-landen.

Tabel 2 presenteert de resultaten van de vergelijkingen die geschat zijn op een cross-sectie van gemiddelde waarden over opeenvolgende middellange deelperioden van de onderzoeksperiode.

Tabel 2. De langetermijninvloed van de O&O-intensiteit op de groei van de arbeids- en totale factorproductiviteit in de bedrijfssector: cross-sectie van gemiddelden over deelperioden 1961-1991 (21 OESO-landen, 6 deelperioden, 126 = 21 x 6 waarnemingen).

Afhankelijke variabele	Verklarende variabelen							Regressie-statistieken	
	C	D7491	LLP60	DLKI	RDID	G7RDID	RDIF	Adj R ²	SER
DLLP									
(1a)	0,068	-0,022	-0,007	0,291	0,317		0,847	0,765	0,010
	(5,588)*	(11,417)*	(4,871)*	(8,802)*	(2,273)*		(2,472)*		
(2a)	0,066	-0,022	-0,007	0,291	0,219	0,139	0,922	0,765	0,010
	(5,369)*	(11,366)*	(4,774)*	(8,816)*	(2,035)*	(1,101)	(2,527)*		
DLTFP									
(1b)	0,052	-0,022	-0,006		0,398		0,973	0,523	0,010
	(4,873)*	(11,494)*	(4,117)*		(2,685)*		(2,578)*		
(2b)	0,051	-0,022	-0,006		0,321	0,110	1,032	0,522	0,010
	(4,662)*	(11,435)*	(4,033)*		(2,105)*	(0,788)	(2,679)*		

Noot

De vergelijkingen werden geschat met de methode van de gewone kleinste kwadraten. De absolute hoogte van de t-waarden is tussen haakjes voorgesteld onder de parameterwaarden.

Zie de tekst voor de definitie van de variabelen en de appendix voor de databronnen en -constructie.

*: statistische significantie op het 5%-niveau.

Zoals verwacht, is de coëfficiënt van de dummy-variabele, D7491, telkens negatief en hoogst significant in beide vergelijkingen. Dit weerspiegelt de discontinue vertraging van de productiviteitsgroei in het midden van de jaren zeventig, die niet kan worden verklaard door de bestudeerde variabelen als zodanig. De coëfficiënten van de O&O-intensiteitvariabelen worden eens te meer positief en statistisch significant bevonden. Zij zijn echter duidelijk lager dan wanneer ze worden geschat

op een staal van gemiddelde waarden over de hele periode, zoals in tabel 1. Zoals eerder vermeld, bestaat er een sterk vermoeden dat zij lijden onder een ernstige onderschattingfout, omdat de middellange deelperioden te kort zijn om de volledige uitwerking van de productiviteitseffecten van veranderingen in O&O-uitgaven toe te laten. Voor het overige zijn de resultaten in tabel 2 echter volledig gelijklopend met die uit tabel 1. Zij bevestigen de bevinding van een significant convergentie-effect, een substantieel hogere coëfficiënt van de buitenlandse O&O-intensiteit vergeleken met die van de binnenlandse O&O-intensiteit, en het ontbreken van een significant verschil in geschatte opbrengstvoeten tussen G7- en niet-G7-landen.

De tot dusver beschouwde resultaten hebben betrekking op de langetermijnrelaties tussen de groei van de productiviteit en de O&O-intensiteit gedurende de onderzoeksperiode in haar geheel. Zoals reeds vermeld, verbergen die resultaten echter meer dan waarschijnlijk meer tijdelijke relaties. De data vertonen een significante productiviteitsgroei-vertraging in het midden van de jaren zeventig, die niet kan worden toegeschreven aan de O&O-variabelen als zodanig. We kunnen geredelijk aannemen dat dit zich niet alleen zal weerspiegelen in een verandering in de coëfficiënt van de constante term, maar ook in een verandering in de coëfficiënten van de O&O-variabelen zelf. Om dat na te gaan hebben we verschuivingstermen toegevoegd aan de bestpresterende vergelijking.

Tabel 3 stelt de resultaten voor. De vergelijkingen (3a) en (3b) voegen aan de vergelijkingen (1a) en (1b) verschuivingstermen toe, die een interactie weergeven tussen zowel de constante term als de verklarende variabelen enerzijds en de D7491-dummy anderzijds, met waarde 1 voor de periode 1974-91 en waarde 0 voor de jaren daarvoor. Dit stelt ons in staat hypothesetoetsen uit te voeren op de significantie van de respectieve verschuivingstermen. De resultaten worden vervolledigd met schattingen van de vergelijkingen (4a) en (4b), die de vergelijkingen (1a) en (1b) voorstellen, herschat over de periode 1974-91. Zo kunnen we significantietoetsen bekomen op de variabelen tijdens die periode. De vergelijkingen (5a) en (5b) stellen ten slotte opnieuw dezelfde vergelijking voor, dit keer herschat over de periode 1980-91. Op grond daarvan kunnen we bevestigen dat er geen nieuwe gedragsverandering plaatsvond tijdens de recentere jaren.

Tabel 3. Veranderingen in de invloed van de O&O-intensiteit op de groei van de arbeids- en totale factorproductiviteit in de bedrijfssector gedurende de periode 1961-1991: cross-sectie van gemiddelden over deelperioden (21 OESO-landen).

Afhankelijke variabele	Verklarende variabelen										Regressie-statistieken	
	C	D7491. C	LLP60	D7491. LLP60	DLKI	D7491. LLP60	RDID	D7491. RDID	RDIF	D7491. RDIF	Adj R ²	SER
1961-91 (6 deelperioden, 126 = 21 x 6 waarnemingen)												
DLLP (3a)	0,096 (5,295)*	-0,066 (2,698)*	-0,011 (4,968)*	0,007 (2,341)*	0,261 (6,782)*	-0,014 (0,159)	0,454 (2,271)*	-0,224 (0,760)	1,110 (2,239)*	-0,489 (0,652)	0,771	0,010
DLTFP (3b)	0,061 (4,116)*	-0,039 (1,836)**	-0,008 (3,895)*	0,004 (1,436)			0,522 (2,430)*	-0,188 (0,622)	1,380 (2,409)*	-0,697 (0,905)	0,522	0,010
1974-91 (3 deelperioden, 63 = 21 x 3 waarnemingen)												
DLLP (4a)	0,030 (1,931)**		-0,005 (2,333)*		0,246 (3,013)*		0,229 (1,109)		0,621 (1,241)		0,193	0,010
DLTFP (4b)	0,022 (1,463)		-0,004 (2,073)*				0,334 (1,604)		0,682 (1,352)		0,043	0,010
1980-91 (2 deelperioden, 42 = 21 x 2 waarnemingen)												
DLLP (5a)	0,044 (2,753)*		-0,005 (2,401)*		0,109 (1,109)		0,157 (0,744)		0,320 (0,462)		0,127	0,008
DLTFP (5b)	0,036 (2,112)*		-0,004 (1,900)**				0,261 (1,140)		0,002 (0,003)		0,022	0,009

Noot

De vergelijkingen werden geschat met de methode van de gewone kleinste kwadraten. De absolute hoogte van de t-waarden is tussen haakjes voorgesteld onder de parameterwaarden. De testwaarden voor de aannemelijkheidsratiotest (likelihood ratio test) voor de nulhypothese dat alle D7491- termen in vergelijkingen (3a) en (3b) gelijk zijn aan nul, zijn respectievelijk $\chi^2_5 = 100,314^*$ en $\chi^2_4 = 95,822^*$. De testwaarden voor de hypothese dat de D7491- termen voor de LLP60-, RDID- en RDIF-variabelen gelijk zijn aan nul, zijn respectievelijk $\chi^2_3 = 6,670^{**}$ en $\chi^2_5 = 2,826$. En voor de hypothese dat deze termen voor RDID en RDIF gelijk zijn aan nul, zijn ze $\chi^2_2 = 0,900$ en $\chi^2_2 = 1,080$.

Zie de tekst voor de definitie van de variabelen en de appendix voor de databronnen en -constructie.

* en **: respectievelijk de statistische significantie op het 5%- en op het 10%-niveau.

De geschatte coëfficiënten van de verschuivingstermen in vergelijking (3a) zijn van het verwachte teken en zij impliceren telkens een reductie van de invloed van de variabelen na 1973. Hun omvang is veelal aanzienlijk, vergeleken met de geschatte coëfficiënten van de overeenstemmende variabelen. Deze laatste hebben in dit geval betrekking op de pre-verschuivingsperiode, 1961-73. Zoals aangegeven in de toelichting onder tabel 3, bevestigt een aannemelijkheidsratiotest (likelihood ratio test) dat de respectieve verschuivingstermen samen hoogst significant zijn. Een nadere beschouwing van hun individuele t-waarden suggereert echter dat dit uitsluitend te wijten is aan de verschuivingstermen van de constante en van de convergentievariabele. Een verdere aannemelijkheidsratiotest wijst erop dat de verschuivingsterm van deze convergentievariabele samen met die van de O&O-variabelen nog maar nipt significant bevonden wordt op het 10%-niveau, terwijl een dergelijke test op de verschuivingstermen van de beide O&O-variabelen samen hun individuele niet-significantie bevestigt. In het geval van de overeenstemmende vergelijking over de TFP-groei (3b) wijzen soortgelijke tests opnieuw op een sterke gezamenlijke significantie van alle verschuivingsstermen, hoewel in dit geval hoogstens die van de constante nipt individueel significant bevonden wordt op het 10%-niveau. Deze ietwat contradictorische bevindingen kunnen verklaard worden door het bestaan van sterke multicollineariteit tussen de respectieve verschuivingsstermen van de constante en van de verklarende variabelen. Het weglaten van de verschuivingstermen van de verklarende variabelen verhoogt aanzienlijk de significantie van die van de constante, en vice versa. De resultaten zijn dus niet afdoende op dit vlak. De veiligste interpretatie lijkt te zijn dat er een significante reductie plaatsvond in de absolute hoogte van de coëfficiënten van zowel de constante als vrijwel alle verklarende variabelen, waaronder die met betrekking tot O&O.

Dit is precies wat blijkt uit een vergelijking van de coëfficiënten in de vergelijkingen (4a) en (4b), geschat over de periode 1974-91, met de coëfficiënten van de overeenstemmende variabelen in de vergelijkingen (3a) en (3b), die betrekking hebben op de periode 1961-73. Men moet vanzelfsprekend oppassen met de interpretatie van de schattingen over de kortere perioden, aangezien hun tijdsdimensie hoogst beperkt is en ze daarom meer dan waarschijnlijk lijden onder ernstige schattingsfouten. Dat lijkt des te meer het geval voor de schattingen over de recentste periode, 1980-91, zoals voorgesteld in de vergelijkingen (5a) en (5b). Als men daarmee rekening houdt is het niettemin interessant vast te stellen dat, terwijl er een licht herstel plaatsvindt in de coëfficiënt van de constante, de absolute waarde van die van de andere variabelen verder blijft dalen. Er zijn dus geen aanwijzingen voor een herstel van de invloed van de O&O-inspanningen op de groei van de productiviteit.

Hoe vallen deze respectieve resultaten te vergelijken met de bevindingen in de empirische literatuur? Hoewel er een ruime literatuur bestaat over de invloed van O&O op de productiviteit in de Verenigde Staten, hebben slechts een beperkt aantal studies gepoogd deze problematiek te analyseren in een internationale context. De meerderheid onder hen schatten groeivergelijkingen en concentreren zich op binnenlands O&O. Zij proberen ten hoogste de invloed van internationale technologische diffusie impliciet te vatten, door middel van een inhaalvariabele. Dat geldt bijv. voor Gittleman en Wolff (1995), die een soortgelijke vergelijking schatten als (1a) in tabel 1, maar dan zonder de buitenlandse O&O-intensiteit. Ze schatten die op een reeks landen-cross-secties van gemiddelde waarden over de periode 1960-1988. Hun schatting op een staal van 19 OESO-landen wijst op een significante invloed van de O&O-intensiteit, en ook op een sterk inhaaleffect, dat impliciet zou kunnen wijzen op het bestaan van sterke internationale technologische diffusie. Hun geschatte maatschappelijke opbrengstvoet op binnenlandse O&O-uitgaven is van de orde van 0,6. Dit stemt overeen met onze schatting die we voorstelden in tabel 1. Englander en Gurney (1994a) schatten groeivergelijkingen op een cross-sectie van gemiddelde waarden over vier opeenvolgende middellange perioden tussen midden jaren zestig en 1990 voor 19 OESO-landen. Hoewel hun schattingsmethode, zoals gesteld, overeenstemt met de methode die gebruikt is in tabel 2, vinden zij slechts een significante invloed van binnenlands O&O in het geval van de G7-landen. Hun resultaten lijden echter onder een nog aanzienlijk sterkere onderschattingsfout dan de onze, omdat zij in hun vergelijkingen gebruikmaken van de groei van het O&O-kapitaal als zodanig in plaats

van de O&O-intensiteit in ons onderzoek. Deze O&O-kapitaalgroei-variabele is, zoals eerder vermeld, aanzienlijk meer collineair met de constante term in de groeivergelijking. Deze onderschattingsfout wordt nog verergerd door het feit dat Englander en Gurney de hele periode tot 1973 in één deelperiode onderbrengen. Ze verkrijgen daardoor een volledig onevenwichtig onderzoeksstaal: drie vierde van hun waarnemingen heeft betrekking op de periode na 1973, waarin, zoals blijkt uit tabel 3, de invloed van O&O op de productiviteitsgroei aanzienlijk geringer is.

Een belangrijke tekortkoming van de vermelde studies is dat zij slechts *impliciet* rekening proberen te houden met de internationale technologische diffusie, door middel van een inhaalvariabele. Een dergelijke variabele kan echter ten hoogste helpen om een voorwaardelijk convergentie-effect tussen landen te vatten. Haar coëfficiënt is slecht geschikt om de eigenlijke invloed van de buitenlandse O&O-inspanningen op de groei van de productiviteit te belichten. Zoals blijkt uit onze resultaten, wordt de inhaalvariabele significant bevonden, zelfs wanneer ze gecombineerd is met een buitenlandse O&O-variabele. Dit wijst waarschijnlijk ten dele op een versterking van de productiviteitsimpact van buitenlandse technologische diffusie naarmate landen, wegens hun oorspronkelijke technologische achterstand, kunnen profiteren van een groter inhaalpotentieel. Maar het kan ook minstens voor een deel wijzen op het bestaan van een afzonderlijk voorwaardelijk convergentie-effect, los van het effect dat wordt veroorzaakt door technologische diffusie en verklaard door kapitaalaccumulatie onder condities van afnemende opbrengsten naar kapitaal.

Naar ons weten heeft slechts één gepubliceerde studie, door Coe en Helpman (1995), geprobeerd de productiviteitseffecten van internationale technologische diffusie *expliciet* te schatten. In hun onderzoek beschouwen Coe en Helpman vergelijkingen in niveautermen die de log van de TFP relateren aan de logs van het binnen- en van het buitenlands O&O-kapitaal. Ze schatten die vergelijkingen op een jaarlijkse tijdreeksen-cross-sectie voor 21 OESO-landen plus Israël over de periode van 1971 tot 1990, en maken gebruik van een cointegratietechniek. Met die techniek kan men echter geen significantietoetsen uitvoeren op de parameters. De hoogte van de door Coe en Helpman geschatte coëfficiënten suggereert nochtans het bestaan van een aanzienlijke invloed van zowel het binnenlands als het buitenlands O&O-kapitaal. De relatieve invloed

van de buitenlandse O&O-inspanningen is echter geringer dan die welke onze resultaten suggereren. Dat is niet verwonderlijk, omdat, zoals blijkt uit tabel 3, de productiviteitseffecten van internationale technologische diffusie op hun sterkst waren tijdens de periode van de "gouden jaren" (tot 1973), die veel beter vertegenwoordigd is in ons onderzoeksstaal.

Het meeste onderzoek naar de mogelijke veranderingen in de coëfficiënten van O&O heeft opnieuw betrekking op de Verenigde Staten. Uit het literatuuroverzicht van Nadiri (1993) blijkt dat de invloed van O&O op de productiviteit in de VS weliswaar verminderde gedurende de jaren zeventig, maar dat er tevens duidelijke aanwijzingen zijn van een sterk herstel tijdens de jaren tachtig. In vergelijking met deze bevindingen suggereren onze resultaten dat de daling van de productiviteitseffecten van O&O tijdens de jaren zeventig duidelijk sterker was in de OESO als geheel dan in de Verenigde Staten. In de OESO als geheel zijn er ook geen tekenen van significant herstel tijdens de jaren tachtig. Onze bevindingen in dit verband worden in grote lijnen bevestigd door het beperkte aantal andere studies die dit vraagstuk hebben onderzocht in een internationale context. Dat is het geval voor Gittleman en Wolff (1995), die hun groeivergelijkingen herschatten over opeenvolgende deelperioden. Hun besluit is dat de coëfficiënt van binnenlandse O&O-intensiteit niet-significant wordt in de jaren zeventig en dat ook blijft in de jaren tachtig. Schattingen over dergelijke korte perioden zijn echter, zoals gesteld, weinig precies. Coe en Helpman (1995) voeren in hun vergelijkingen in niveautermen verschuivingstermen in. Die wijzen op een daling van de coëfficiënten van het binnenlands O&O-kapitaal voor de G7-landen en van het buitenlands O&O-kapitaal in de jaren tachtig vergeleken met de jaren zeventig. Englander, Evenson en Hanazaki (1988) ondernemen gelijksoortige schattingen van vergelijkingen die de TFP relateren aan het binnenlands O&O-kapitaal. Zij doen dat op een panel van jaarlijkse tijdreeksen, met betrekking tot een reeks industrieën in zes OESO-landen. Hun vergelijkingen leiden tot industriespecifieke coëfficiënten voor de O&O-variabele. De schattingen wijzen erop dat deze coëfficiënten midden jaren zeventig veelal dalen, zonder zich nadien te herstellen. Deze laatste studies lijden echter onder het feit dat de onderzoeksperiode slechts begint in 1970 of 1971.

Maar hoe valt deze reductie in de geschatte invloed van O&O op de productiviteit te verklaren? Bij nadere beschouwing zijn er meerdere verklaringen mogelijk. Een eerste is voornamelijk statistisch van aard,

in de mate dat zij verband houdt met problemen van gegevensmeting. Zoals bekend, werden de jongste twee decennia gekenmerkt door een geleidelijk toenemende invoering van computers en andere informatieverwerkingsapparatuur. Die hebben echter voornamelijk effecten gehad op sectoren zoals financiële diensten en communicatie, waar de output en productiviteit moeilijk te meten vallen binnen het bestaande raam van de nationale boekhoudingen. Zoals beklemtoond door Baily en Gordon (1988), Griliches (1988, 1994) en anderen, zijn de productiviteitswinsten die voortvloeiden uit de invoering en verbetering van computers daarom ten dele aan onze statistische perceptie ontsnapt, en dat werd erger naarmate het economische gewicht van deze sectoren toenam. Het mogelijke resultaat van een verminderde O&O-invloed op de productiviteitsgroei op het niveau van de bedrijfssector in zijn geheel zou dus in deze optiek voornamelijk toenemende meetproblemen kunnen weerspiegelen.

Meerdere redenen suggereren echter dat deze meetproblemen, hoewel ze reëel zijn, op zichzelf niet kunnen volstaan als verklaring. Ten eerste wijst de meer gedesaggregeerde analyse van Englander, Evenson en Hanazaki (1988) erop dat de coëfficiënten van het O&O-kapitaal eveneens dalen in het geval van de meeste verwerkende nijverheden, waar de productiviteit nochtans gemakkelijker te meten valt. Ten tweede zijn de dataverzamelingcapaciteiten van internationale instellingen zoals de OESO aanzienlijk verbeterd tijdens de jongste decennia. De kwaliteit van de O&O-gegevens is dus verbeterd tijdens de onderzoeksperiode. Dit zal allicht op zichzelf een positieve invloed uitgeoefend hebben op de coëfficiënten in de loop van de periode, en minstens ten dele de negatieve invloed van een verslechterende meting van de geaggregeerde productiviteit helpen compenseren. Ten derde valt het discontinue karakter van de daling van de O&O-coëfficiënten moeilijk te verklaren door de bovengenoemde meetproblemen. En ten vierde is de geringere en meer tijdelijke daling van de O&O-coëfficiënten in de VS, in vergelijking met de OESO als geheel, al evenmin te verklaren op deze wijze.

De oorzaken van de daling van de O&O-coëfficiënten dienen dus minstens voor een deel gezocht te worden bij gedragsredenen. Een eerste gedragsverklaring kan zijn dat de daling voornamelijk het proces van afnemende opbrengsten van imitatie weerspiegelt, zoals de genoemde leider-volgermodellen vooropstellen. Succesvolle O&O-inspanningen bij het kopiëren van Amerikaanse technologieën maakten allereerst aan-

zienlijke technologietransferten en een spectaculaire productiviteitsgroei mogelijk tijdens het eerste deel van de onderzoeksperiode. De eruit voortvloeiende inhaalbeweging van de VS door de andere OESO-landen reduceerde echter de mogelijkheden tot verdere imitatie, zodat de efficiëntie van O&O uiteindelijk verminderde en de groei van de productiviteit vertraagde gedurende de jaren zeventig.

Een tweede, ten dele complementaire gedragsverklaring kan zijn dat er, daarenboven, een vermindering van de efficiëntie van O&O heeft plaatsgevonden in de technologische leiderslanden zelf, te beginnen met de VS. Dit werd overtuigend verdedigd door evolutionistische economen in de neo-Schumpeteriaanse traditie, zoals Freeman (1982), Freeman et al. (1982), Kleinknecht (1987), Mensch et al. (1991) en anderen, die een innovatiegeleide langegolfhypothese verdedigen. Die hypothese werd eveneens verdedigd door andere auteurs zoals Baily en Chakrabarti (1988) en Englander, Evenson en Hanazaki (1988), die Schumpeters opvattingen over het veranderlijke karakter van de innovatieopportunities delen. Basisinnovaties leiden in deze optiek tot belangrijke intersectorale technologische overspoeffecten. Deze kunnen worden opgevat als een proces van totstandbrenging van een nieuw technologisch systeem, in de zin van een geïntegreerd systeem van op elkaar ingestelde complementaire productieprocessen. Naarmate zulk een systeem ingesteld raakt vindt een toenemende verstrakking van de productiestructuren plaats, wat negatief inwerkt op de mogelijkheid om verder belangrijke innovaties in te voeren. Er treedt een "leegvis-effect" op, dat sterker wordt dan de cumulatieve kennisoverspoeffecten. De technische vooruitgang heeft de neiging minder efficiënt te worden. Dit blijft duren tot een ander stel basisinnovaties plaatsvinden en het bestaande technologisch paradigma grondig wijzigen. De bevinding dat de coëfficiënten van O&O-variabelen in productiviteitsvergelijkingen dalen, kan in deze optiek verklaard worden als een weerspiegeling van de neergang van het Fordistisch technologisch systeem dat totstandkwam en zich ontplooidde tijdens de voorgaande decennia. Het uitblijven van een herstel van deze O&O-coëfficiënten in de jaren tachtig zou dan weer kunnen wijzen op het bestaan van moeilijkheden bij de doorbraak van nieuwe basisinnovaties en bij de noodzakelijke overeenstemmende institutionele herstructurering. Deze auteurs zoeken echter voornamelijk empirische steun voor hun inzichten door zich te concentreren op de evolutie van de verhouding tussen patentaanvragen en O&O-uitgaven. Zij brengen cijfers naar voren die wijzen op een sterke daling van deze

verhouding in de jaren zeventig in de meeste landen, zowel voor de binnenlandse als voor de buitenlandse patentaanvragen.

Beide gedeeltelijk complementaire gedragsverklaringen lijken erg plausibel, maar zij kunnen al evenmin volstaan. Zoals vermeld, vond midden jaren zeventig een plotse vertraging van de groei van de productiviteit plaats, vooraleer de groei zich stabiliseerde op een lager niveau in de jaren tachtig. Hoewel zij zich verder mogelijk nog ietwat doorzet, valt de daling van de geschatte O&O-coëfficiënten in hoge mate samen met deze productiviteitsvertraging. Haar discontinue karakter valt moeilijk te verklaren in termen van een proces van geleidelijke uitputting van de imitatie- of innovatiemogelijkheden binnen het heersend technologisch paradigma. Het houdt veeleer verband met de internationale monetaire wanorde en met de toename van de inflatie, die plots versterkt werden door de eerste olieprijschok eind 1973 en tot aanzienlijke macro-economische stoornissen leidden. Dit vereiste een overschakeling naar een restrictiever economisch overheidsbeleid. De vraag- en winstverwachtingen werden daardoor negatief beïnvloed, wat op zijn beurt de economische activiteit deed vertragen. Dit weerspiegelt zich in een daling van de geschatte coëfficiënten van de O&O-variabelen in productiviteitsgroei-vergelijkingen, in de mate dat de productiviteitseffecten van de O&O-inspanningen hierdoor plots verminderden.

Maar wat dan met de interpretatie van de aanwijzingen voor een daling in de patentaanvragen ten opzichte van de O&O-uitgaven in de jaren zeventig, die naar voren worden gebracht door Englander, Evenson en Hanazaki (1988) en door anderen? Het is interessant in dit verband op te merken dat Griliches (1990, 1994) in zijn weldoordachte analyse van het onderwerp waarschuwt voor de gevaren dat men de ratio's aantal patenten/uitgaven O&O zou opvatten als een maat van veranderlijke efficiëntie van O&O. Deze ratio's vertonen sinds het begin van de eeuw een neerwaartse tendens op lange termijn. Die tendens weerspiegelt veranderingen in het ondernemingsgedrag in verband met de formele O&O-activiteit en met de geneigdheid om patenten aan te vragen. Verder kunnen, zoals Schmookler (1966) opmerkt, occasionele, veeleer plotse vertragingen en heroplevingen in het aantal patentaanvragen minstens ten dele verklaard worden door veranderende vraagcondities op de goederenmarkten. De patentaanvragen zijn veel gevoeliger voor vraag-schommelingen dan de O&O-inspanningen zelf. Zo'n plotse verslechtering in de vraagvoorwaarden vond plaats midden jaren zeventig. De

aanbodzijde-effecten op lange termijn, die een negatieve invloed begonnen uit te oefenen op de efficiëntie van O&O binnen het bestaande technologisch paradigma, werden m.a.w. plots versterkt door een abrupte verslechtering in de macro-economische toestand. De daling van de gemeten invloed van O&O op de productiviteit was dus discontinu van aard.

Conclusies

De hier gepresenteerde resultaten geven sterke aanwijzingen voor het belang van O&O-inspanningen en van internationale technologische diffusie om de productiviteitsgroei van geïndustrialiseerde landen te verklaren. Schattingen van groeivergelijkingen op een cross-sectie van OESO-landen over de periode 1961-1991 tonen aan dat niet alleen de binnenlandse maar ook de buitenlandse O&O-intensiteit een significante invloed uitoefent op de groei van de productiviteit. Hoewel er aanwijzingen zijn voor een hogere elasticiteit van de productiviteit met betrekking tot het binnenlands O&O-kapitaal in de G7-landen vergeleken met de niet-G7-landen, wordt de maatschappelijke opbrengstvoet op de binnenlandse O&O-uitgaven voor beide groepen landen telkens aanzienlijk bevonden. De productiviteitsimpact van de buitenlandse O&O-inspanningen lijkt echter nog duidelijk sterker te zijn.

Deze resultaten kunnen verklaard worden in het licht van recente bijdragen tot de theorie van de innovatiegedreven groei in de context van een open economie. Zij weerspiegelen het belang van commercieel gemotiveerde O&O-inspanningen, zowel in het innovatie- als in het imitatieproces. Zij wijzen ook impliciet op het bestaan van technologische leider-volgerrelaties, waarbij voornamelijk grote economieën, dankzij hun schaalvoordelen, de meeste technologische leidersposities kunnen bemachtigen. De meerderheid van economieën in het onderzoeksstaal is echter klein en open; het zijn voornamelijk technologische volgers. De relatieve productiviteitsimpact van de buitenlandse technologische diffusie is dan ook sterker dan die van de binnenlandse O&O-inspanningen.

Een analyse van de evolutie in de coëfficiënten wijst ten slotte op een vermindering van de productiviteitseffecten van de binnen- en buitenlandse O&O-intensiteit in het latere gedeelte van de bestudeerde periode.

Hoewel dit voor een stuk meetproblemen weerspiegelt, is het aannemelijk dat de oorzaken ook minstens voor een deel toe te schrijven zijn aan gedragsredenen: zowel afnemende opbrengsten in het innovatieproces, wegens uitputting van de mogelijkheden van het heersend technologisch paradigma, als afnemende opbrengsten in het imitatieproces, wegens de inhaalbeweging. Het discontinue karakter van de reductie in het midden van de jaren zeventig suggereert echter dat deze effecten versterkt werden door macro-economische storingen aan de vraagzijde.

Appendix

De in deze studie onderzochte landen zijn Australië, Oostenrijk, België, Canada, Denemarken, Finland, Frankrijk, West-Duitsland, Griekenland, Ierland, Italië, Japan, Nederland, Nieuw-Zeeland, Noorwegen, Portugal, Spanje, Zweden, Zwitserland, Groot-Brittannië en de Verenigde Staten.

Definities van de gebruikte variabelen en gegevensbronnen

De totale factorproductiviteit wordt gedefinieerd als $TFP=Y/(K^bL^{1-b})$, waar Y staat voor de toegevoegde waarde tegen factorkosten in constante prijzen van de bedrijfssector, K voor de kapitaalvoorraad in constante prijzen van de bedrijfssector, en L voor de tewerkstelling in de bedrijfssector. Alle gegevens worden uitgedrukt in indexcijfervorm met 1985=1. De exponenten, b en 1-b, staan respectievelijk voor de gemiddelde kapitaal- en arbeidsinkomensaandelen over de periode 1961-1990, als berekend door Englander en Gurney (1994b). Het arbeidsinkomensaandeel werd verbeterd voor de invloed van zelfstandigen en het kapitaal-aandeel werd op residuele wijze bepaald. De data voor Y, K en L komen uit de *Business Sector Database* van de OESO.

Om over voldoende waarnemingen te beschikken over de hogegroei-periode tot 1973, hebben we 1960 als begindatum gekozen voor de cijferreeksen en 1961-1991 als onderzoeksperiode. Aangezien de cijferreeksen voor Y en L met betrekking tot de bedrijfssector in het geval van bepaalde landen slechts één of enkele jaren na 1960 aanvangen, moesten we de ontbrekende gegevens voorspellen. Dat gebeurde op basis van de overeenstemmende gegevens voor de economie als geheel, in de veronderstelling dat er een vaste verhouding is tussen de cijfers voor de be-

drijfssector en voor de economie als geheel (de vroegst beschikbare verhouding).

Het initiële niveau van de arbeidsproductiviteit werd gehanteerd als inhaalvariabele. Hierbij is gebruikgemaakt van LLP60, de log van de toegevoegde waarde per arbeider in de bedrijfssector in 1960, uitgedrukt in USD en omgezet door middel van koopkrachtpariteitswisselkoersen van 1985. De koopkrachtpariteitswisselkoersen zijn berekend door Gulde en Schulze-Ghattas (1992).

De binnenlandse O&O-intensiteit, RDID, wordt gedefinieerd als de verhouding van de reële binnenlandse O&O-uitgaven in de bedrijfssector tot de reële toegevoegde waarde van de bedrijfssector. De nominale gegevens over de O&O-uitgaven betreffen de totale bruto-uitgaven aan O&O door de bedrijfssector, uit de OESO-databank *Science and Technology Statistics*. De reële O&O-uitgaven worden berekend door de nominale uitgaven te defleren door middel van een O&O-prijsindex, prd, gedefinieerd als:

$$\text{prd} = 0,5 p + 0,5 w$$

waar p de implicite deflator van de toegevoegde waarde van de bedrijfssector is, en w een index van de gemiddelde lonen in de bedrijfssector (beide uit de *Business Sector Database* van de OESO). De definitie van prd houdt in dat zowat de helft van de uitgaven aan O&O arbeidskosten betreffen, wat ruwweg overeenstemt met de beschikbare gegevens over de samenstelling van de O&O-uitgaven. Omdat de O&O-uitgaven meestal slechts beschikbaar zijn vanaf 1963, en voor sommige kleine economieën zelfs ietwat later, moesten we de ontbrekende vroege gegevens voorspellen. Dat gebeurde op basis van een regressie tussen de reële O&O-uitgaven en de reële output en investeringen (alle in logaritmen) en een tijdtrend.

De buitenlandse O&O-intensiteit, RDIF, wordt voor elk van de 21 landen gedefinieerd als het door de bilaterale invoeraandelen gewogen gemiddelde van de binnenlandse O&O-intensiteiten van zijn 20 handelspartners. De invoeraandelen zijn gebaseerd op een bilaterale invoermatrix van 1990, berekend op basis van de gegevens uit *Direction of Trade* van het IMF.

De in voetnoot (6) vermelde schattingen van de binnenlandse O&O-kapitaalvoorraden, KRDD, betreffen de jaarbeginvoorraden. Zij werden berekend op basis van de permanente inventarismethode als:

$$\text{KRDD}_t = (1-d) \text{KRDD}_{t-1} + \text{RDD}_{t-1}$$

waar d staat voor de depreciatiegraad op O&O-kapitaal, die 5% verondersteld werd. De aanvangswaarde voor KRDD werd berekend als:

$$\text{KRDD}_0 = \text{RDD}_0 / (g+d)$$

waar g de gemiddelde exponentiële groeivoet van de reële O&O-uitgaven betreft over de periode 1960-1992, RDD₀ de reële binnenlandse O&O-uitgaven in 1960, en KRDD₀ de aanvangswaarde van KRDD in het begin van dat jaar.

Bibliografie

- AGHION, P. en P. HOWITT (1992), "A Model of Growth Through Creative Destruction", *Econometrica*, 60, blz. 323-351.
- BAILY, M.N. en A.K. CHAKRABARTI (1988), *Innovation and the Productivity Crisis*, Washington, D.C., The Brookings Institution.
- BAILY, M.N. en R.J. GORDON (1988), "The Productivity Slowdown, Measurement Issues and the Explosion of Computer Power", *Brookings Papers on Economic Activity*, 32, blz. 347-431.
- BARRO, R.J. en X. SALA-I-MARTIN (1995), *Economic Growth*, New York, McGraw-Hill.
- COE, D.T. en E. HELPMAN (1995), "International R&D Spillovers", *European Economic Review*, 39, blz. 859-887.
- ENGLANDER, A.S., R. EVENSON en M. HANAZAKI (1988), "R&D, Innovation and the Total Factor Productivity Slowdown", *OECD Economic Studies*, 11, blz. 7-42.
- ENGLANDER, A.S. en A. GURNEY, (1994a), "Medium-Term Determinants of OECD Productivity", *OECD Economic Studies*, 22, blz. 49-109.
- ENGLANDER, A.S. en A. GURNEY (1994b), "OECD Productivity Growth: Medium-Term Trends", *OECD Economic Studies*, 22, blz. 111-129.
- FREEMAN, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, 3rd ed., Londen, Pinter.
- FREEMAN, C., J. CLARK en L. SOETE (1982), *Unemployment and Technical Innovation: a Study of Long Waves and Economic Development*, Londen, Pinter.
- GITTELMAN, M. en E.N. WOLFF (1995), "R&D Activity and Cross-Country Growth Comparisons", *Cambridge Journal of Economics*, 19, blz. 189-207.
- GRILICHES, Z. (1988), "Productivity Puzzles and R&D: Another Nonexplanation", *Journal of Economic Perspectives*, 2, blz. 9-21.

- GRILICHES, Z. (1990), "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey", *Journal of Economic Literature*, 38, blz. 1661-1707.
- GRILICHES, Z. (1994), "Productivity, R&D, and the Data Constraint", *American Economic Review*, 84, blz. 1-23.
- GROSSMAN, G.M. en E. HELPMAN (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, MA, The MIT Press.
- GULDE, A.M. en M. SCHULZE-GHATTAS (1992), *Aggregation of Economic Indicators Across Countries: Exchange Rate versus PPP-Based GDP Weights*, Working Paper nr. 92/36, Washington, D.C., IMF.
- JONES, C.I. (1995a), "R&D-Based Models of Economic Growth", *Journal of Political Economy*, 103, blz. 759-784.
- JONES, C.I. (1995b), "Time Series Tests of Endogenous Growth Models", *Quarterly Journal of Economics*, 110, blz. 495-525.
- KLEINKNECHT, A. (1987), *Innovation Patterns in Crisis and Prosperity: Schumpeter's Long Cycle Reconsidered*, Londen, Macmillan.
- MENSCH, G., G. HAAG en W. WEIDLICH (1991), "The Schumpeter Clock", in: *Technology and Productivity*, Parijs, OESO.
- NADIRI, M.I. (1993), *Innovation and Technological Spillovers*, NBER Working Paper nr. 4423, Cambridge, MA.
- RIVERA-BATIZ, L.A. en P.M. ROMER (1991), "Economic Integration and Endogenous Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 106, blz. 531-555.
- ROMER, P.M. (1990), "Endogenous Technical Change", *Journal of Political Economy*, 98, blz. S71-S102.
- SCHERER, F.M. (1982) "Interindustry Technology Flows and Productivity Growth", *Review of Economics and Statistics*, 64, blz. 627-634.
- SCHMOOKLER, J. (1966), *Innovation and Economic Growth*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- SEGERSTORM, P.S. (1991), "Innovation, Imitation and Economic Growth", *Journal of Political Economy*, 99, blz. 807-827.

Abstract

R&D Intensity, Foreign Technological Diffusion and Productivity Growth: An International Cross-section Analysis

This paper is based on recent contributions to the theory of innovation-driven growth, that emphasize the importance of both own R&D and foreign technological diffusion for the explanation of countries' productivity growth. A cross-section analysis is performed on a sample of 21 OECD countries during the period 1961-1991. The results show that, although the social rate of return on domestic R&D is substantial, the influence on productivity of foreign technological diffusion is even more important. There is also evidence of a decrease in the estimated influence of R&D on productivity growth in the mid-1970s, without significant recovery afterwards. Both statistical and behavioural factors appear to be responsible.

Hylke Vandenbussche *

De keuze tussen productiesubsidie en invoerrecht in het licht van de budgetnorm van Maastricht

Trefwoorden: productiesubsidie; invoerrecht; overheidsbudget; Cournot-concurrentie

In een wereld van toenemende mondialisering en integratie zal de overheid dikwijls interveniëren om sectoren die onderhevig zijn aan internationale concurrentie, te beschermen. De wettelijke instrumenten die daarvoor in aanmerking komen, zijn sterk gereguleerd door nationale en internationale regels. Productiesubsidies en invoerrechten in de vorm van antidumpingrechten behoren tot de meest gebruikte en wettelijk toegelaten overheidsinstrumenten. Een productiesubsidie aan de eigen industrie is een binnenlands instrument en weegt op het overheidsbudget. Een invoerrecht in de vorm van een antidumpingrecht is een alternatieve vorm van bescherming voor industrieën in de Europese lidstaten, maar ontziet de nationale begroting. In dit artikel stellen we uit in het kader van de strenge Maastricht-normen op overheidsbudgetten, een verschuiving van subsidies naar invoerrechten daarom niet denkbeeldig is. We tonen aan wat daaraan de effecten zijn op prijzen, winsten, tewerkstelling en productie, zowel onder perfecte als onder imperfecte concurrentie.

* Universiteit Antwerpen (UFSIA) en Centre for Economic Policy Research (CEPR), Londen.

Ik dank Wilfried Pauwels, Joep Konings, Jean-Louis Van Belle, Daan Van Reeth en twee referenten voor suggesties. Als postdoctoraal navorser van het Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek (FWO) ben ik ook dank verschuldigd aan het fonds voor financiële steun.