

1991-14

Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie

ET

05348

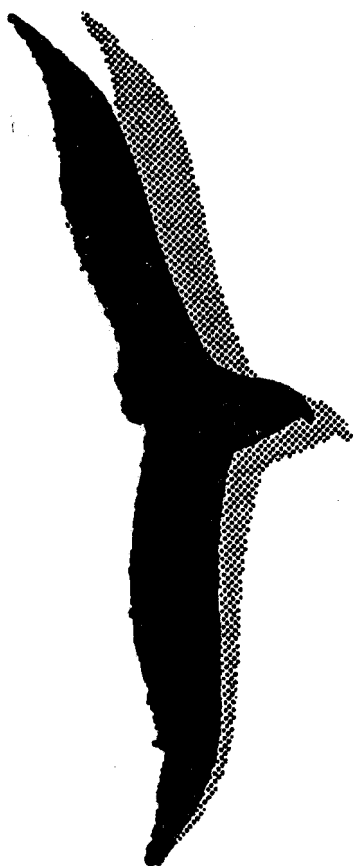
Serie research memoranda

Technische Ontwikkeling, Groei en Arbeidsproductiviteit

F.A.G. den Butter

Research Memorandum 1991-14

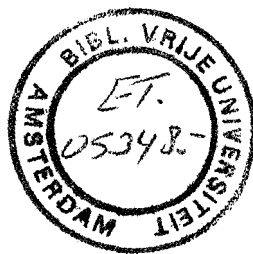
januari 1991



|a|l|e|r|t|

applied
labour
economics
research
team





TECHNISCHE ONTWIKKELING, GROEI EN ARBEIDSPRODUKTIVITEIT

door F.A.G. den Butter*

0. Inleiding

De technische ontwikkeling is één van de belangrijkste stuwende krachten in de economie. Uitvindingen, technologische vernieuwingen en andere ontwikkelingen die de efficiëntie van de productie verhogen, vormen een essentiële voorwaarde voor economische groei. Langs deze weg loopt ook de invloed van de technische ontwikkeling op de andere traditionele doelgrootheden van het economisch beleid: de werkgelegenheid, de betalingsbalans - via de technische kwaliteit van onze export - , en, iets verder weg, de inflatie. Deze centrale rol van de technische ontwikkeling tekent de positie van het technologiebeleid, dat deze ontwikkeling probeert te sturen.

In dit paper wordt de plaats van de technische ontwikkeling in de hiervoor geschetste verbanden nader uitgewerkt. Het doel is te komen tot een afbakening voor het empirisch onderzoek naar enerzijds de sturingsmogelijkheden van het technologiebeleid en anderzijds naar de endogene effecten van dit beleid. Twee vraagpunten staan daarbij centraal. In de eerste plaats: welke determinanten van de technische ontwikkeling bieden voor het technologiebeleid een aangrijpingspunt. In de tweede plaats: in hoeverre vertaalt een door het technologiebeleid gestimuleerde technische ontwikkeling zich in de groei van de arbeidsproductiviteit en welke endogene factoren zijn mede bepalend voor de relatie tussen technische ontwikkeling en produktiviteitsgroei.

Hiertoe bevat de volgende paragraaf eerst een overzicht van de samenhangen die in de modelmatige beschrijving van de relatie tussen technische ontwikkeling, economische groei en arbeidsproductiviteit een rol spelen. Paragraaf 2 gaat nader in op de redenen waarom een toename van de technische ontwikkeling niet noodzakelijkerwijs tot een evenredige groei van de arbeidsproductiviteit behoeft te leiden. Paragraaf 3 schetst op welke verschillende manieren de technische ontwikkeling in de productiefunctie kan worden opgenomen. Paragraaf 4 gaat kort in op de mogelijke determinanten van de technische ontwikkeling waarmee deze kan worden geëndogeniseerd. Paragraaf 5 bespreekt het probleem dat de technische ontwikkeling zoals deze in de economische groei- en structuurmodellen is gemodelleerd, in feite een niet-waarneembare grootheid is. Paragraaf 6 somt de overeenkomsten en verschilpunten van de modelmatige benadering ten opzichte van de zogenoemde "growth accounting" op. Paragraaf 7 vat de bevindingen van dit overzicht samen en schetst welk onderzoek nader inzicht kan verschaffen in de mogelijkheden van het technologiebeleid om de economische ontwikkeling te beïnvloeden.

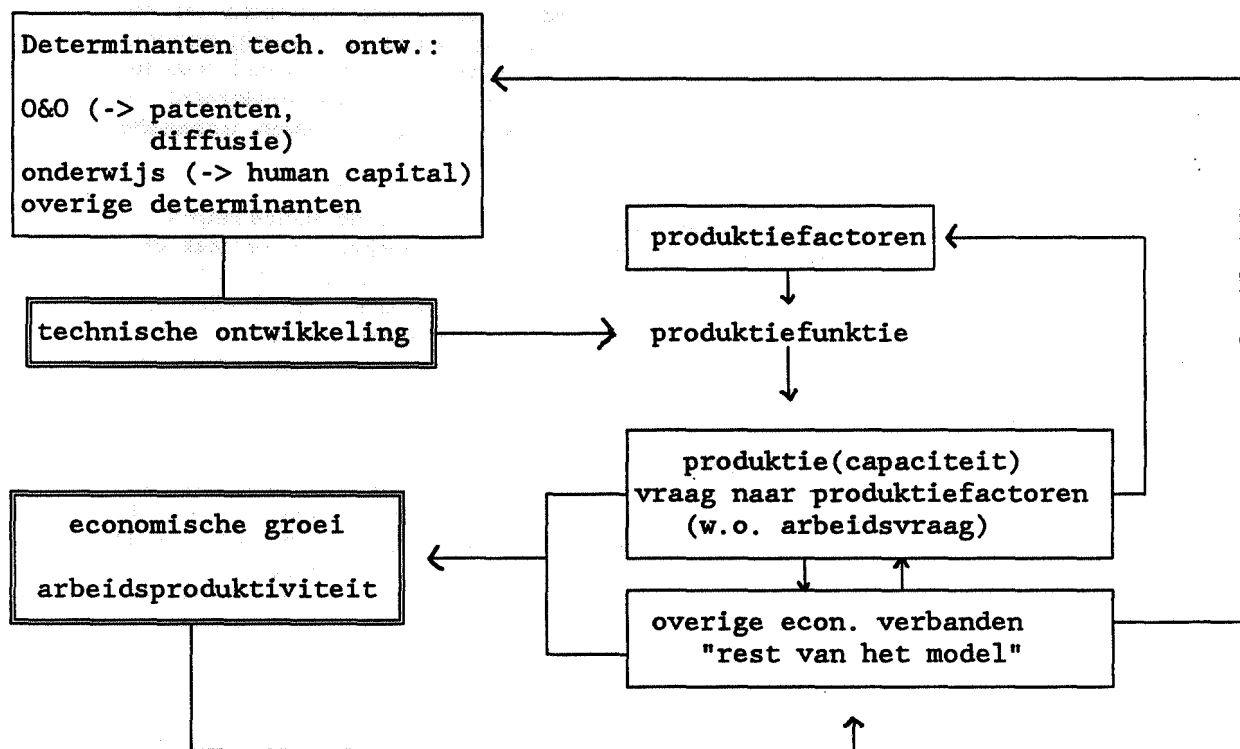
* Hoogleraar Algemene Economie en coördinator van de onderzoeksgroep ALERT (Applied Labour Economics Research Team), Vrije Universiteit, Postbus 7161, 1007 MC Amsterdam. Dit paper is op verzoek van het ministerie van Economische Zaken geschreven in het kader van het onderzoeksprogramma Beleidsstudies Technologie en Economie en vormt een voorstudie voor een door ALERT te verrichten onderzoek naar de determinanten van de technische ontwikkeling en naar de gevolgen van endogenisering van de technische ontwikkeling voor de macro-economische beleidsanalyse.

1. Overzicht van samenhangen

In figuur 1 zijn de belangrijkste samenhangen tussen de technische ontwikkeling, de arbeidsproductiviteit en andere belangrijke macro-economische grootheden in beeld gebracht. Traditioneel wordt in de groeitheorie en in de daaraan ontleende macro-economische modellen de technische ontwikkeling als exogeen gegeven verondersteld. Men spreekt daarbij wel van "manna from heaven".

De technische ontwikkeling komt - veelal als trendmatige ontwikkeling - tot uitdrukking in de produktiefunctie waar deze, tezamen met de inzet van de produktiefactoren, bepalend is voor de omvang van de produktie(capaciteit). Op de goederenmarkt wordt dit aanbod van produktie(capaciteit) geconfronteerd met de vraag naar goederen. Op basis van het winstmaximerend gedrag van de ondernemers resulteert hieruit de afgeleide vraag naar de produktiefactoren, waaronder dus de arbeidsvraag. Daarom bestaat er, zoals figuur 1 illustreert, geen eenduidig en direct verband tussen technische ontwikkeling en arbeidsvraag, maar is de arbeidsvraag nog van een groot aantal andere economische grootheden afhankelijk.

Figuur 1. Samenhang tussen technische ontwikkeling en arbeidsproductiviteit



De overige economische verbanden, of, anders gezegd, de 'rest van het model' dat de structuur van de economie beschrijft, mogen derhalve in een analyse van de economische groei en de arbeidsproductiviteit niet veronachtzaamd worden. Inzicht in de werking van de rest van de economie is voor deze analyse minstens van even groot belang als kennis over de relatie tussen economische groei, arbeidsproductiviteit en de technische ontwikkeling via de produktiefunctie. Daarbij komt nog dat op hun beurt de economische groei en de arbeidsproductiviteit de overige economische grootheden

beïnvloeden. Te denken valt aan de invloed van de arbeidsproductiviteit op de loon- en prijsontwikkeling, en aan de invloed van de economische groei op de vraag naar goederen en daarmee op de prijsvorming op de goederenmarkt. Deze wisselwerking onderstreept het belang om in de analyse van de relatie tussen technische ontwikkeling, economische groei en arbeidsproductiviteit de structuur van de hele economie te betrekken, en niet alleen de productiefunctie.

A fortiori geldt dit wanneer de technische ontwikkeling wordt geëndogeniseerd (zie de rechthoek linksboven in figuur 1). De meest voor de hand liggende kandidaat als determinant voor de technische ontwikkeling is het bedrag dat aan onderzoek en ontwikkeling (O&O) wordt besteed. Overigens is de weg van ontwikkeling in het laboratorium naar een daadwerkelijke technische ontwikkeling zoals beschreven in productiefunctie, vaak lang en kronkelig. Daarom dient de relatie tussen O&O-uitgaven en technische ontwikkeling met een lange vertraging beschreven te worden. Bovendien speelt hier het diffusieproces een rol: op zich is het niet voldoende wanneer O&O-uitgaven tot uitvindingen en daarmee verbonden patenten leiden. Deze uitvindingen dienen ook op rendabele wijze en op grote schaal in de praktijk te worden toegepast. Naast de O&O-uitgaven vormt het onderwijs, via de opbouw van menselijk kapitaal, een belangrijke determinant voor de technische ontwikkeling. Evenals bij de O&O-uitgaven zullen ook hier lange aanpassingvertragingen bij de beïnvloeding een rol spelen. Mogelijkerwijs zijn ook nog andere determinanten van belang bij de endogenisering van de technische ontwikkeling, zoals regelgeving en een adequate infra-structuur die de diffusie van bruikbare nieuwe technieken bevordert.

Welnu, in een modelmatige benadering zullen deze determinanten van de technische ontwikkeling niet uitsluitend als instrumenten worden opgevat, waarmee het technologiebeleid kan sturen, maar zal ook de invloed van de economische ontwikkeling op deze determinanten in de beschouwingen dienen te worden betrokken. Met andere woorden, de technische ontwikkeling hangt ten dele van endogene grootheden af. In figuur 1 is dit aangegeven door de pijl van de rechthoek "overige economische verbanden" naar de rechthoek "determinanten van technische ontwikkeling". Om deze reden is het van belang ook bij endogenisering van de technische ontwikkeling de gehele structuur van de economie in de analyse te betrekken.

2. Technische ontwikkeling en arbeidsproductiviteit

Het voorgaande maakt duidelijk dat de relatie tussen technische ontwikkeling en arbeidsproductiviteit vele dimensies kent, zodat een wijziging in de technische ontwikkeling niet noodzakelijkerwijs een overeenkomstige wijziging in de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit behoeft te impliceren. Zo'n strak verband tussen technische ontwikkeling en arbeidsproductiviteit doet zich uitsluitend voor in eenvoudige groeimodellen waar sprake is van een evenwichtige groei. Inderdaad zal in een langdurige situatie van evenwichtige groei met bijvoorbeeld een arbeidsbesparende technische ontwikkeling van 5% per jaar de arbeidsproductiviteit eveneens met 5% per jaar toenemen. Één van de randvoorwaarden van zo'n evenwichtige groei is overigens dat ook de reële lonen met 5% per jaar toenemen, m.a.w. dat de loonruimte steeds volledig wordt opgevuld. Wanneer het tempo van de technische ontwikkeling zich wijzigt, zal daarentegen de verandering in de groei van de arbeidsproductiviteit niet even groot zijn. Er is immers niet langer sprake van een evenwichtige groei, maar van een overgangperiode van het ene naar het andere groeipad.

De economische werkelijkheid wijkt voortdurend af van een situatie van evenwichtige groei. Hierdoor zal de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit nimmer volledig parallel lopen met die van de arbeidsbesparende technische ontwikkeling. Wanneer men het succes van het technologiebeleid wenst af te meten aan de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit, is derhalve inzicht in de relatie tussen arbeidsproductiviteit en technische

ontwikkeling evenzeer van belang als het inzicht in de wijze waarop het technologiebeleid de technische ontwikkeling heeft beïnvloed.

In Den Butter (1991b) is het verschil tussen de technische ontwikkeling en het beloop van de arbeidsproductiviteit voor Nederland empirisch onderzocht. Dit met een modelmatige benadering die alle elementen van de in figuur 1 geschetste samenhangen bevat. Uitgangspunt bij dit onderzoek is de constatering dat de in de laatste decennia waargenomen daling van de groei van de arbeidsproductiviteit niet noodzakelijkerwijs een gevolg behoeft te zijn geweest van een minder snelle technische ontwikkeling. Door in achtereenvolgende stappen de economische gedragsrelaties in te bouwen die bepalend zijn voor het verschil tussen het tempo van technische ontwikkeling en de groei van de arbeidsproductiviteit, wordt een indruk verkregen van het kwantitatief belang van deze verbanden. Het blijkt dat een aanzienlijk deel van het achterblijven van de groei van de arbeidsproductiviteit bij de technische ontwikkeling kan worden toegeschreven aan het gevoerde werkgelegenheidsbeleid met loonmatiging en arbeidstijdverkorting als voornaamste elementen. Een belangrijke achtergrond van het loonmatigingsbeleid, waarvoor de modelmatige analyse van het CPB de argumentatie biedt (zie o.m. Den Butter, 1991a), is immers dat de loonmatiging tot een verlenging van de levensduur van kapitaalgoederen leidt, waardoor de arbeidsintensiteit van de productie minder daalt dan de technische ontwikkeling toeneemt. Evenzeer heeft arbeidstijdverkorting tot gevolg dat de produktiviteitsontwikkeling naar verhouding achterblijft. Aldus valt de daling van de groei van de arbeidsproductiviteit in Nederland niet zo zeer toe te schrijven aan een falend technologiebeleid, waardoor het tempo van de technische ontwikkeling zou zijn vertraagd, maar door een geslaagd loonmatigingsbeleid. Deze conclusie houdt in hoofdlijnen stand, wanneer de technische ontwikkeling wordt geëndogeniseerd.

3. Technische ontwikkeling in produktiefunctie

De analyse van de oorzaken waarom de produktiviteit minder snel toeneemt dan de technische ontwikkeling is natuurlijk sterk afhankelijk van de wijze waarop de technische ontwikkeling in de produktiefunctie is vorm gegeven. De literatuur beschrijft op dit punt vele alternatieven, die in deze paragraaf worden samengevat. We gaan uit van een produktiefunctie

$$q = f(K,L)$$

met

q: het produktievolume

K: de inzet van de produktiefactor kapitaal

L: de inzet van de produktiefactor arbeid.

In de eerste plaats is het van belang de gevolgen van schaaleffecten te onderscheiden van de invloed van de technische ontwikkeling.

3.1 Schaaleffecten

Essentieel bij de schaaleffecten in de produktiefunctie is dat deze geen tijdsdimensie hebben doch bij wijze van comparatieve statica beschrijven hoe de productie verandert bij een toe- of afname inzet van de (beide) produktiefactoren. Schaaleffecten laten zich illustreren in homogene produktiefuncties. De produktiefunctie is homogeen van de k^e graad indien geldt

$$q = f(\pi K, \pi L) = \pi^k f(K, L)$$

Wanneer $k > 1$ is er sprake van schaalvoordelen en neemt de produktie bij een gelijke extra inzet van de produktiefactoren meer dan evenredig toe; indien $k < 1$ zijn er schaalnadelen en is de toename van de produktie in het voornoemde geval dus minder dan evenredig. Bij een toename van de economische bedrijvigheid zal dus in geval van schaalvoordelen uit dien hoofde de (arbeids)produktiviteit toenemen, hetgeen niets met technische ontwikkeling van doen heeft. Om de gevolgen van schaafeffecten uit de analyse te bannen is het gewenst een homogene produktiefunctie van de eerste orde te veronderstellen.

3.2 Technische vooruitgang

Zoals gezegd bestaan er vele alternatieven om de technische ontwikkeling in de produktiefunctie te beschrijven. Essentieel hierbij is dat de technische ontwikkeling een tijdsdimensie heeft. Naarmate de tijd voortschrijdt zal over het algemeen vanwege de technische ontwikkeling een geringere inzet van de produktiefactoren nodig zijn voor een gelijkblijvende produktie. Of een gelijkblijvende inzet van de produktiefactoren levert naar verloop van tijd steeds meer produktie op.

De technische ontwikkeling - in dit verband wordt liever van technische vooruitgang gesproken - laat zich in twee richtingen onderscheiden. In de eerste plaats bestaat het onderscheid tussen

- a. niet geïncorporeerde technische vooruitgang en
- b. geïncorporeerde technische vooruitgang.

In de tweede plaats bestaat er een onderscheid tussen

- a. neutrale technische vooruitgang,
- b. arbeidsbesparende technische vooruitgang en
- c. kapitaalbesparende technische vooruitgang.

Allereerst de niet-geïncorporeerde technische vooruitgang. In dit geval heeft de technische vooruitgang betrekking op het hele produktieapparaat, en is dus niet gebonden aan bepaalde jaargangen van de produktiefactoren. Een neutrale technische vooruitgang leidt tot een toename van de omvang van de produktie zonder deze aan één van de produktiefactoren toe te schrijven:

$$q_t = f(K, L) e^{\mu t}$$

Hierbij is t de tijdsindex en μ het perunage van de technische vooruitgang per tijdseenheid. Deze vorm van technische vooruitgang wordt ook wel Hicks-neutraal genoemd. In dit geval verandert dus in de loop van de tijd zowel de kapitaalcoëfficiënt als de arbeidsproduktiviteit.

Bij arbeidsbesparende, of Harrod-neutrale, technische vooruitgang wordt deze vooruitgang uitsluitend aan de produktiefactor arbeid toegeschreven:

$$q_t = f(K, L_t) \text{ met } L_t = L e^{\mu_a t}$$

met μ_a het perunage van de arbeidsbesparende technische vooruitgang. In dit geval blijft dus de kapitaalcoëfficiënt constant doch neemt bij evenwichtige groei de arbeidsproduktiviteit even snel toe als de technische vooruitgang.

De kapitaalbesparende of Solow-neutrale technische vooruitgang schrijft de invloed van de technologische vernieuwing geheel en al aan de produktiefactor kapitaal toe:

$$q_t = f(K_t, L) \text{ met } K_t = K e^{\mu_k t}$$

In geval van geïncorporeerde technische vooruitgang wordt deze vastgenageld aan specifieke jaargangen kapitaalgoederen. De navolgende bespreking beperkt zich tot de zgn. clay-clay en putty-clay jaargangenmodellen, waarbij na in gebruikstelling van de kapitaalgoederen de verhouding tussen kapitaal en arbeid vastligt. Verondersteld is dat in jaar t met de jaargang uit jaar τ , $q_{t,\tau}$ wordt geproduceerd. De totale produktie, q_t , is in dat geval gelijk aan de over levensduur T gesommeerde produktie van de verschillende jaargangen:

$$q_t = \sum_{\tau=t-T}^t q_{t,\tau}$$

met

$$q_{t,\tau} = f(K_{\tau}, L_{\tau})$$

waarbij

$$K_{\tau} = I_{\tau} e^{\mu_k^i \tau}$$

en

$$L_{\tau} = L_{\tau}^* e^{\mu_a^i \tau}$$

met

μ_k^i :	de geïncorporeerde kapitaalbesparende technische vooruitgang.
μ_a^i :	de geïncorporeerde arbeidsbesparende technische vooruitgang.
I_{τ} :	de bruto investeringen in jaar τ
L_{τ}^* :	de feitelijke arbeidsinzet in aantallen verbonden met de investering van jaar τ .

De symbolen K_{τ} en L_{τ} stellen hierbij dus de voor de technische vooruitgang gecorrigeerde inzet van de produktiefactoren in jaargang τ voor. In dit verband is de feitelijke kapitaalgoederen voorraad gelijk aan

$$K_t^* = \sum_{\tau=t-T}^t I_{\tau}$$

en de werkgelegenheid aan

$$L_t^* = \sum_{\tau=t-T}^t L_{\tau}^*$$

De produktiefunctie met alle mogelijke vormen van technische vooruitgang luidt aldus

$$q_t = e^{\mu t} \sum_{\tau=t-T}^t f(K_{\tau} e^{\mu_k^i \tau}, L_{\tau} e^{\mu_a^i \tau}) e^{\mu^i \tau}$$

met

μ^i : de neutrale geïncorporeerde technische vooruitgang

waarbij

$$K_t = I_t e^{\mu^i_k t}, \quad L_t = L^*_t e^{\mu^i_a t}$$

Het is echter ondoenlijk om al deze verschillende vormen van technische vooruitgang in één model samen te voegen, of om er empirisch tussen te discrimineren (zie evenwel McHugh en Lane, 1987, 1990, voor pogingen hiertoe). De ervaring leert namelijk dat macro-economische tijdreeksgegevens, of tijdreeksgegevens op sectorniveau, niet voldoende informatie in zich bergen om de meest relevante vorm van technische vooruitgang vast te stellen. Dit hangt mede samen met het probleem van de zogenaamde "observational equivalence", waardoor de verschillende theoretische vormen bij schatting of toetsing zich niet van elkaar laten onderscheiden. Daarom is het voor een goede modellering van de technische vooruitgang nodig om op basis van institutionele kennis over de productieprocessen de aard van de technische vooruitgang a priori vast te stellen.

Een andere mogelijkheid, door Driehuis (1988) en Den Butter (1991b) beproefd, is om de productiefunctie met de verschillende vormen van technische vooruitgang te generaliseren (en te lineariseren), zodat de verschillende vormen van technische vooruitgang zich laten weergeven door parameterwaarden, waarvan de waarden in de analyse kunnen worden geschat c.q. a priori kunnen worden vastgesteld.

4. Determinanten van technische ontwikkeling

De belangrijkste determinanten van de technische ontwikkeling zijn reeds genoemd bij de bespreking van de rechthoek linksboven in figuur 1. In de uitgebreide literatuur over dit onderwerp wordt verreweg de meeste aandacht besteed aan de O&O-uitgaven als bepalende factor voor de technische ontwikkeling. Overigens wordt in de literatuur niet altijd een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de determinanten van de technische vooruitgang in enge zin en van de produktiviteitsgroei in meer ruime zin.

In hun samenvatting van de literatuur noemen Driehuis en Van den Noord (1982) als mogelijke oorzaken van een vertraging in het tempo van de technische ontwikkeling:

1. Een verlenging van de tijdspanne tussen uitvinding en toepassing van nieuwe technieken onder invloed de toegenomen onzekerheid.
2. Een vermindering in de O&O-uitgaven.
3. Het wegebben van de innovatiestroom.

Ook een aantal van de verklaringsgronden die Fase (1982) opsomt voor de teruggelopen groei van de arbeidsproductiviteit zijn gerelateerd aan de technische vooruitgang. Behalve de teruggang in de O&O-uitgaven, wordt tevens een teruggang in de octrooi-aanvragen geconstateerd. Bovendien is, aldus Fase, in de VS vastgesteld dat toepassing van nieuwe kennis vertraging ondervindt mede vanwege de toegenomen financiële risico's waarmee dit gepaard gaat. Ook wordt de toenemende overheidsbemoeienis weleens als een remmende factor voor de technische vooruitgang gezien. Daarnaast noemt Fase de afnemende mededinging en de teruglopende kwaliteit van het top-management. Zelfs wordt door Bishop (1989) een via intelligentietests gemeten daling van het intelligentieniveau verantwoordelijk geacht voor de vermeende teruggang van de technische vooruitgang.

Het probleem bij de meeste kandidaat-determinanten ter verklaring van de technische ontwikkeling is natuurlijk dat deze moeilijk meetbaar zijn en/of dat er geen betrouwbare tijdreeksgegevens voor beschikbaar zijn. Zo wordt in Nederland een belangrijk deel

van de O&O-uitgaven door de multinationals gedaan. De vraag is dan in hoeverre deze uitgaven specifiek zullen bijdragen tot de technische ontwikkeling in ons eigen land. Zelfs de meting van de (arbeids)productiviteit is in dit verband niet geheel probleemloos. Het valt namelijk te betwijfelen of de technologische ontwikkeling wel volledig in de productiecijfers tot uitdrukking komt. Het bekende voorbeeld hierbij is de "Solow-paradox": de daling van de produktiviteitsgroei in de afgelopen 15 jaar valt samen met de opkomst van het computergebruik, of, zoals Solow het zelf formuleert: "We see the computers everywhere but in the productivity statistics". Overigens voert het te ver om in een empirische studie naar de relatie tussen technische ontwikkeling en produktiviteit de gegevens over het produktievolume met eigen hedonische prijsindices te corrigeren. Voor de bruikbaarheid van het onderzoek is het gewenst zich te baseren op de gepubliceerde produktiegegevens.

Uit het oogpunt van het beleid is het van belang of de determinanten van de technische ontwikkeling weer als endogene uit de economische ontwikkeling volgen, of dat het autonome instrumenten zijn, die een aangrijpingspunt voor het technologiebeleid bieden. Zo laten Van de Goorbergh, De Groof en Peer (1979) zien dat, wanneer een ondernemer de hoogte van zijn O&O-uitgaven door winstmaximalisatie laat bepalen, deze uitgaven, en daarmee de technische ontwikkeling, afhankelijk zijn van de inkomensgroei en van het aandeel van de arbeid in de totale produktie. Dit betekent dat, wanneer de O&O-uitgaven weggesubstitueerd worden, de technische ontwikkeling in feite afhankelijk is van de economische groei en de reële loonontwikkeling. Dit komt overeen met de wijze waarop de technische vooruitgang in het CPB-model FK '85 gemodelleerd is, en met de endogenisering van de technische vooruitgang waarvan Den Butter (1991b) de gevolgen voor de werking van het model heeft onderzocht.

Het neemt niet weg dat vele empirische vragen over de determinanten van de technische vooruitgang nog onbeantwoord zijn en dat nader onderzoek op dit punt nodig is. Een belangrijke kwestie is bijvoorbeeld of de marginale produktiviteit van de O&O-uitgaven daalt naarmate het technisch ontwikkelingsniveau van een land of van een industriële sector hoger is. Men kan zich immers voorstellen dat het in een geavanceerde technologie steeds meer moeite kost om tot verbeteringen te komen.

In de groeitheorie is recentelijk de endogenisering van de technische ontwikkeling in samenhang met de theorie van de internationale handel volop in de belangstelling komen te staan. In deze nieuwe groeitheorie wordt op basis van neo-klassieke uitgangspunten de technologische ontwikkeling toegeschreven aan investeringen in menselijk kapitaal (Romer, 1986; Lucas, 1988). De opbouw van menselijk kapitaal kan zowel plaatsvinden via scholing, waarbij de productieve inschakeling van de produktiefactor arbeid wordt uitgesteld, als door ervaring ("learning-by-doing"), waarbij juist inschakeling van de produktiefactor arbeid in het productieproces de technische ontwikkeling bevordert. Hierbij kan sprake zijn van een toenemende marginale produktiviteit van de kennis, bij voorbeeld vanwege de synergetische effecten van het bijeenbrengen van veel deskundigen op het zelfde gebied (Silicon Valley, het voordeel van het werken in de grote stad). Het gevolg is dat kleine verschillen in ontwikkeling kunnen uitgroeien tot zeer uiteenlopende groeipaden. Deze theoretische groeimodellen bieden derhalve een verklaring voor de comparatieve voordelen in de internationale handel, die niet uit natuurlijke rijkdommen voortkomen. Tevens geeft deze theorie aan waarom verschillende landen zulk een uiteenlopende economische ontwikkeling kunnen doormaken.

In het verlengde van het voorgaande zij vermeld dat Gelauff, Wennekers en De Jong (1985), in navolging van Gelauff, Kok en Wennekers (1980) in hun putty-clay model de geïncorporeerde technische vooruitgang afhankelijk hebben gesteld van de structurele veranderingen in het export-aandeel. Dit vormt, aldus de auteurs, een indicatie voor dynamische schaalvoordelen en voor veranderingen in de verdeling van de produktiecapaciteit over de verschillende factoren. In dit verband presenteren Kleinknecht en Verspagen (1990) een aantal onderzoeksuitkomsten op bedrijfsniveau over de relatie tussen exportprestatie en verschillende indicatoren voor O&O-uitgaven. Inderdaad blijken

volgens dit onderzoek O&O-uitgaven een gunstig effect op de export te hebben. De relatief hoge O&O-uitgaven van onze voornaamste concurrenten mitigeren echter dit gunstige effect op de lopende rekening van de betalingsbalans vanwege de importpenetratie.

5. Technische ontwikkeling als latente variabele

Een probleem bij het endogeniseren van de technische ontwikkeling is dat dit begrip een theoretisch concept is waarover geen directe waarnemingen beschikbaar zijn. Daarom is het niet zonder meer mogelijk om met behulp van eenvoudige regressierekening te onderzoeken welke de meest invloedrijke determinanten van de technische ontwikkeling zijn. Er bestaan verschillende mogelijkheden om dit probleem op te lossen. Een eerste mogelijkheid is om alle parameterwaarden van het modelblok dat de productiecapaciteit en de arbeidsvraag beschrijft, dus inclusief de parameterwaarden voor de determinanten van de technische ontwikkeling, simultaan in een niet-lineaire schattingsprocedure te bepalen. Deze weg is onder meer gevolgd door Gelauff, Wennekers en De Jong (1985) en Gelauff (1986). Deze procedure is echter technisch zeer gecompliceerd en biedt weinig ruimte voor een uitgebreide toetsing en afweging van verschillende alternatieven.

Een volgende mogelijkheid is om het modelblok dat de productiecapaciteit en de arbeidsvraag beschrijft, te linealiseren en de technische ontwikkeling via de determinanten ervan weg te substitueren. Vervolgens valt het geheel als een semi-herleide-vorm arbeidsvraagvergelijking te schatten (zie voor een dergelijke benadering, overigens zonder endogene technische ontwikkeling, Driehuis, 1988). Deze laatste vergelijking levert direct de determinanten van de groei van de arbeidsproductiviteit op (zie Driehuis en Van den Noord, 1982). Het nadeel van deze benadering in geval van een endogene technische ontwikkeling is evenwel, dat hiermee het zicht op de produktiestructuur verloren gaat, en er niet langer onderscheid kan worden gemaakt tussen de determinanten die de technische ontwikkeling beïnvloeden en de oorzaken van de discrepantie tussen de technische ontwikkeling en de groei van de arbeidsproductiviteit.

Een derde alternatief is om de invloed van de technische ontwikkeling indirect te beschrijven via de produktiefunctie waarin een aantal extra produktiefactoren is opgenomen die de technische ontwikkeling representeren. Daarmee worden dus de determinanten van de technische ontwikkeling als zelfstandige produktiefactoren opgevat en niet toegeschreven aan de produktiefactoren arbeid en/of kapitaal. Deze wijze van modellering heeft eveneens het nadeel van de semi-herleide-vorm waardoor het volledige zicht op de produktiestructuur verloren gaat, zodat de aard van de technische ontwikkeling - geïncorporeerd of niet geïncorporeerd, neutraal, arbeidsbesparend of kapitaalbesparend - niet valt na te gaan. Bovendien vervalt het onderscheid tussen schaalvoordelen en technische ontwikkeling. Wel biedt dit alternatief de mogelijkheid om in de structuurbenadering de invloed van de rest van de economie en de endogenisering van de produktiefactoren die de technische ontwikkeling representeren, te analyseren.

6. Overeenkomsten en verschillen met "growth accounting"

Dit laatste alternatief vertoont veel verwantschap met de techniek van de zogenaamde "growth accounting" waarmee de determinanten van de economische groei worden bepaald (zie Maddison, 1987, voor een overzicht.) Onderdeel van deze techniek vormt de berekening van de zgn. totale faktorproductiviteit. Totale faktorproductiviteit is dat deel van de produktiviteitsgroei dat niet kan worden toegeschreven aan een toename van de produktiefactor arbeid of kapitaal. Soms wordt de totale faktorproductiviteit geassocieerd met technische ontwikkeling, maar uit het voorgaande moge duidelijk zijn dat de op deze manier berekende totale faktorproductiviteit veel meer omvat dan technische ontwikkeling in enge zin. Immers ook schaalvoordelen en de verschillende oorzaken waarom de produktiviteitsgroei van de technische ontwikkeling afwijkt, worden volgens

deze berekening bij de totale faktorproductiviteit ondergebracht. Naarmate men echter meer van deze oorzaken en effecten via allerlei correcties buiten de berekening van totale faktorproductiviteit houdt, zal de berekende totale faktorproductiviteit meer en meer het concept van technische ontwikkeling benaderen.

Toch bestaat er een essentieel verschil tussen de berekening van de determinanten van de produktiviteitsgroei volgens de totale faktorproductiviteit, of meer in het algemeen volgens herleide-vormvergelijkingen, en volgens de stapsgewijze toevoegingen aan de modelstructuur volgens Den Butter (1991b). Immers in het eerste geval blijft de analyse tot een deelgebied van de economie beperkt: de produktiefunctie of de arbeidsvraagvergelijking. In het tweede geval wordt de hele structuur van de economie in de analyse betrokken, met inbegrip van alle wisselwerkingen. De decompositie van de produktiviteitsgroei via de berekening van de totale faktorproductiviteit kan derhalve als partiële benadering worden aangeduid, terwijl de methodiek van de stapsgewijze toevoegingen een integrale, of structuurbenadering is. De structuurbenadering biedt tevens de mogelijkheid om de gevolgen te illustreren die een verandering - of verschillen in inzicht - in de werking van de economie op de decompositie van de produktiviteitsgroei heeft.

7. Samenvatting en conclusies

Het onderzoek naar de macro-economische relatie tussen de technische ontwikkeling, de economische groei en de arbeidsproductiviteit is voor de beoordeling van de effectiviteit van het technologiebeleid van wezenlijk belang. Daarbij is het niet voldoende alleen te onderzoeken in welke mate de produktiegroei aan de technische ontwikkeling, en aan de determinanten daarvan, kan worden toegeschreven. Het is tevens nodig om de werking van de rest van de economie in het onderzoek te betrekken. Zo is de teruggang van de groei van de arbeidsproductiviteit in de afgelopen jaren niet noodzakelijkerwijs het gevolg van een daling van de technische ontwikkeling, hetgeen een falend technologiebeleid zou impliceren. Deze teruggang kan evenzeer worden verklaard uit het succesvolle loonmatigingsbeleid, waardoor de stijging van de arbeidsproductiviteit vanwege (indirecte) substitutie tussen de produktiefactoren is achter gebleven bij de groei van de technische ontwikkeling. Bij de beoordeling van de sturingsmogelijkheden van het technologiebeleid speelt ook de vraag in hoeverre de technische ontwikkeling door exogene factoren te beïnvloeden valt, dan wel in hoeverre deze ontwikkeling endogeen bepaald is. In het laatste geval dienen de terugkoppelingsmechanismen te worden onderzocht.

Literatuur

Bishop, J.H., 1989, Is the test score decline responsible for the productivity growth decline?, American Economic Review, 79, blz. 178-197.

Butter, F.A.G. den, 1991a, Macroeconomic modelling and the policy of restraint in the Netherlands, Economic Modelling, te verschijnen.

Butter, F.A.G. den, 1991b, Labour productivity slowdown and technical progress: an empirical analysis for the Netherlands, Journal of Policy Modeling, te verschijnen.

Driehuis, W., 1988, A disequilibrium analysis of the Dutch economy, University of Amsterdam Research Memorandum 8822.

Driehuis, W. en P.J. van den Noord, 1982, De ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit in Nederland, 1963-1980, Maandschrift Economie, 46, blz. 395-411.

Fase, M.M.G., 1982, Stagnerende groei: oorzaken en remedies, in Kiezen en Delen, Bedrijfskundige Opstellen over Desinvesteren, Herinvesteren en het Ombouwen van Organisaties (Kluwer, Deventer), blz. 9-20.

Gelauff, G.M.M., 1986, Het Capaciteitsblok van FK'85, CPB Onderzoeksmemorandum No. 16 (CPB, 's-Gravenhage).

Gelauff, G.M.M., J.M.H. Kok en A.R.M. Wennekers, 1980, The Structural Development of Labour Productivity of the Newest Vintage in the Period 1960-1990: an Estimate, CPB, mimeo.

Gelauff, G.M.M., A.R.M. Wennekers and A.H.M. de Jong, 1985, A putty-clay model with three factors of production and partly endogenous technical progress, De Economist, 133, blz. 327-351.

Goorbergh, W.M. van de, R.J. de Groof en H.W.G.M. Peer, 1979, Hoofdpijnen van de Moderne Groeitheorie (Stenfert Kroese, Leiden)

Kleinknecht, A. en B. Verspagen, 1990, Dutch foreign trade and the neo-technology hypothesis. A note, De Economist, 138, blz. 73-77.

Lucas, R.E., 1988, On the mechanics of economic development, Journal of Monetary Economics, 22, blz. 3-42.

Maddison, A., 1987, Growth and slowdown in advanced capitalist economies: techniques of quantitative assessment, Journal of Economic Literature, 25, blz. 649-689.

McHugh, R. en J. Lane, 1987, The role of embodied technological change in the decline of labor productivity, Southern Economic Journal, 53, blz. 915-924.

McHugh, R. en J. Lane, 1990, Embodied technological change and tests of the internal-adjustment-cost hypothesis, Journal of Business & Economic Statistics, 8, blz. 459-464.

Romer, P.M., 1986, Increasing returns and long-run growth, Journal of Political Economy, 94, blz. 1002-1037.

1990-1	B. Vogelvang	Testing For Co-Integration with Spot Prices of Some Related Agricultural Commodities
1990-2	J.C.J.M. van den Bergh P. Nijkamp	Ecologically Sustainable Economic Development Concepts and Model Implications
1990-3	J.C.J.M. van den Bergh P. Nijkamp	Ecologically Sustainable Economic Development in a Regional System: A Case Study in Agricultural Development Planning in the Netherlands
1990-4	C.Gorter P.Nijkamp P.Rietveld	Employers' Recruitment Behaviour and Re-Employment Probabilities of Unemployed
1990-5	K.Burger	Off-farm income and the farm-household the case of Kenyan smallholders
1990-6	H. Visser	Crowding out and the Government Budget
1990-7	P. Rietveld	Ordinal Data in Multicriteria Decision Making, a Stochastic Dominance Approach to Siting Nuclear Power Plants
1990-8	G. van der Laan P.H.M. Ruys D.J.J. Talman	Signaling devices for the supply of semi-public goods
1990-9	F.A.G. den Butter	Labour Productivity Slowdown and Technical Progress: An empirical analysis for The Netherlands
1990-10	R.W. van Zijp	Neo-Austrian Business Cycle Theory
1990-11	J.C. van Ours	Matching Unemployment and Vacancies: The Efficiency of the Dutch Labour Market
1990-12	B. Vogelvang	Hypotheses Testing Concerning Relationships between Spot Prices of Various Types of Coffee
1990-13	A.F. de Vos I.J. Steyn	Stochastic Nonlinearity: A Firm Basis for the Flexible Functional Form
1990-14	Y.H. van Emmerik D. de Jong W.W.A. Zuurmond D.N. Dukkers-van Emden	Opereren in overleg: geprotocolleerde samenwerking 1e-2e-lijn bij dagchirurgie
1990-15	T.J.J.B. Wolters	Mediation and Collective Bargaining: A Diagnostic Approach
1990-16	E.M.A. Scholten J. Koelewijn	Financieringsproblematiek van startende ondernemingen: een mogelijke verklaring op basis van empirisch onderzoek.
1990-17	E. Hüner H.P. Smit	Saturation and Model Specification of Passenger car Ownership
1990-18	F.A.G. den Butter	Sociale zekerheid, de wig en economische groei

1990-19	F.A.G. den Butter R.F. v.d. Wijngaert	Who is Correcting the Error ? A Co-integration Approach for Wages, Wage Space and Labour Conflicts in the Netherlands
1990-20	J.P. de Groot R. Ruben	Sistemas de Producción y Transferencia de Teconología en la Economía Cafetalera de Centroamerica
1990-21	R. Ruben	Campesinado y Reforma Agraria en El Salvador
1990-22	J. van Ours G. Ridder	Vacancies and the Recruitment of New Employees
1990-23	A.F. de Vos J.J. de Vries	The Likelihood Function of a Generalized Gravity Model; Handling the Implicit Singularity of a Nonlinear Transformation
1990-24	D. van der Wal	Geloofwaardigheid en het Nederlandse wisselkoersbeleid
1990-25	R.J. Veldwijk M. Boogaard M.V. van Dijk E.R.K. Spoor	EDSOs, implosion and explosion: concepts to automate a part of application maintenance
1990-26	B. Hanzon	The area enclosed by the (oriented) Nyquist diagram and the Hilbert-Schmidt-Hankel norm of a linear system
1990-27	R.W. van Zijp	Why Lucas is not a Hayekian
1990-28	J. Rouwendal	On discrete choice under uncertainty: A generalization of the logit model and its application
1990-29	J. Rouwendal	On the equitable distribution of the housing stock
1990-30	J. Rouwendal	Stochastic market equilibria with efficient rationing (with an application to the Dutch housing market)
1990-31	J.A. Vijlbrief	The effects of unemployment insurance on the labour market
1990-32	J.G.W. Simons H.P. Wansink	Traffic Ban, a means to combat smog?
1990-33	J.C. van Ours T. Zoethout	De Interne Arbeidsmarkt van de Gemeente Amsterdam
1990-34	H.J. Bierens	A Note On the Limiting Distribution of Sample Autocorrelations in the Presence of a Unit Root
1990-35	T. Kuhlman	The Economic Integration of Refugees in Developing Countries: A Research Model.
1990-36	T. Kuhlman	Towards a Definition of Refugees.
1990-37	T. Kuhlman	Organized versus Spontaneous Settlement of Refugees in Africa.
1990-38	R. Zuidema	The Neo-Austrian View on Interest
1990-39	G.v.d.Laan	General Equilibrium in a Closed International Trade Model

1990-40	E. Smeitink N.M. van Dijk B.R. Haverkort	Product Forms for Availability
1990-41	R.J. Boucherie P.G. Taylor	Transient Product Form Distributions in Queueing Networks
1990-42	R.F. van de Wijngaert	Post-War Industrial Relations in The Netherlands
1990-43	J.C. van Ours	An International Comparative Study on Job Mobility
1990-44	G. van der Laan	General Equilibrium in a Closed International Trade Model
1990-45	H. Tijms	Exploring Probability and Statistics Using Computer Graphics
1990-46	H. Tijms M.C.T. v.d. Coevering	How to Solve Numerically the Equilibrium Equations of a Markov Chain with Infinitely Many States
1990-47	R. Nobel H. Tijms	Optimal Routing of Customers to Parallel Service Groups
1990-48	M.W. Hofkes	Efficiency Wage Theory and General Equilibrium
1990-49	J.M. Sneek J. Smits	An Approximation to the Distribution of Quadratic Forms in Many Normal Variables
1990-50	K. Dzharidze P. Spreij	On Second Order Optimality of Regular Projective Estimators: Part I
1990-51	C. Gorter P. Nijkamp P. Rietveld	Vacancy Duration on Regional Labour Markets in the Netherlands
1990-52	J.C. van Ours G. Ridder	Job Requirements and the Recruitment of New Employees
1990-53	J.C. van Ours	Job Vacancies at the Public Employment Office
1990-54	A. de Palma J. Rouwendal	Discrete Choice Models with Availability Constraints
1990-55	F. Bruinsma P. Nijkamp P. Rietveld	Regional Economic Transformation and Social Overhead Investments
1990-56	F. Bruinsma P. Nijkamp P. Rietveld	Infrastructure and Metropolitan Development in an International Perspective: Survey and Methodological Exploration
1990-57	R.J. Veldwijk M.V. van Dijk M. Boogaard E.R.K. Spoor	Generalisatie in een relationele omgeving: een benadering gericht op het terugdringen van onderhoud
1990-58	R. van Zijp	New Classical Monetary Business Cycle Theory
1990-59	F.A.G. den Butter J.C. van Ours	Stocks and Flows in the Dutch Labour Market: A quarterly simulation model

1990-60	P. Nijkamp H.J.Scholten	New Information Systems: The use of retail information systems in the Netherlands
1990-61	P. Nijkamp J. Poot	Endogenous Technological Progress and Spatial Interdependence
1990-62	P. Nijkamp A. Reggiani	Strategic Long-Term Transportation Planning and Dynamic Transportation Models: A Life Cycle Interpretation
1990-63	P. Nijkamp A. Reggiani	Spatio-Temporal Processes in Dynamic Logit Models
1990-64	P. Nijkamp P. Rietveld I. Salomon	Barriers in Spatial Interactions and Communications: A Conceptual Exploration
1990-65	P. Nijkamp	Measurement in Conservation Planning
1990-66	C.P.M. Wilderom P. Nijkamp A.M.C. Vollering	Services for the Elderly in Europe: A Cross-National Comparative Analysis
1990-67	J.M. Vleugel P. Nijkamp P. Rietveld	Network Infrastructure and Regional Development; A Case Study for North-Holland
1990-68	H.J. Blommestein P. Nijkamp	A Comparison of Some Analytical Procedures for Nonmetric Information in Conflict Analysis
1990-69	F. Brouwer P. Nijkamp	Modelling Interactions between Economic Development and Environmental Change: A Policy Life-Cycle Interpretation
1990-70	P. Nijkamp	Spatial Developments in The United States of Europe: Glorious Victories or Great Defeats
1990-71	M. van Geenhuizen P. Nijkamp P. Townroe	Company Life History Analysis and Technogenesis: A Spatial View
1990-72	J.C.J.M. van den Bergh	A General Dynamic Economic-Ecological Models for Regional Sustainable Development
1990-73	J.C.J.M. van den Bergh P. Nijkamp	Aggregate Dynamic Economic-Ecological Models for Sustainable Development
1990-74	P. Nijkamp A. Perrels L. Schippers	Strategic Evaluation of New Infrastructure in Europe
1990-75	P. Nijkamp J. Vleugel	Critical Success Factors for New European Network Infrastructure
1990-76	P. Nijkamp	Regional Economic Growth and Regional Policy: A European Perspective
1990-77	R.J. Boucherie	Aggregation of Stochastic Processes
1990-78	H.J. Bierens L. Broersma	The Relation between Unemployment and Interest Rate: Some Empirical Evidence

1990-79	L.J.J. van Eekelen	Schuldconversie
1990-80	F.A.G. den Butter	De betekenis van de computer voor het economisch denken
1990-81	K. Dzhaparidze P. Spreij	On Correlation Calculus for Multivariate Martingales
1990-82	P. Nijkamp A. Reggiani	Spatial Interaction Models as a Unified Framework for Dynamic Transportation Models
1990-83	P. Nijkamp A. Reggiani	Impacts of Multiple Period Lags in Dynamic Logit Models
1990-84	B. Vogelvang	The program "Pjohcoin", for applications of the co-integration tests of Johansen
1990-85	R. Ruben	El Problema Agrario en El Salvador
1990-86	J.P. de Groot J. Plantinga	Perspectivas de la Reforma Agraria Nicaraguense en los Años 90
1990-87	H.J.W. Weijland	Urban Bias of Rural Industry; Case Study of the Indonesian Provinces
1990-88	H.J.W. Weijland	Rural Industrialization: Fact or Fiction?
1990-89	H.J.W. Weijland	Target Groups for Industrial Policy; The Case of Rural Indonesia
1990-90	H.J.W. Weijland	Cottage Industry in the Indonesian Provinces; Analysis of Census Statistics 1986-7
1990-91	H.L.M. Kox	Export Constraints for Subsaharan Growth; The Role of Non-Fuel Primary Commodities
1990-92	P. Nijkamp J. Oosterhaven H. Ouwersloot P. Rietveld	Qualitative Data and Error Measurement in Input-Output Analysis
1990-93	H. Ouwersloot P. Nijkamp P. Rietveld	Economic Aspects of Information and Communication some Consideration
1990-94	R.G.A. Vergoossen	Accounting changes and the use of financial information

1991-1	N.M. van Dijk	On the Effect of Small Loss Probabilities in Input/Output Transmission Delay Systems
1991-2	N.M. van Dijk	Letters to the Editor: On a Simple Proof of Uniformization for Continuous and Discrete-State Continuous-Time Markov Chains
1991-3	N.M. van Dijk P.G. Taylor	An Error Bound for Approximating Discrete Time Servicing by a Processor Sharing Modification
1991-4	W. Henderson C.E.M. Pearce P.G. Taylor N.M. van Dijk	Insensitivity in Discrete Time Generalized Semi-Markov Processes
1991-5	N.M. van Dijk	On Error Bound Analysis for Transient Continuous-Time Markov Reward Structures
1991-6	N.M. van Dijk	On Uniformization for Nonhomogeneous Markov Chains
1991-7	N.M. van Dijk	Product Forms for Metropolitan Area Networks
1991-8	N.M. van Dijk	A Product Form Extension for Discrete-Time Communication Protocols
1991-9	N.M. van Dijk	A Note on Monotonicity in Multicasting
1991-10	N.M. van Dijk	An Exact Solution for a Finite Slotted Server Model
1991-11	N.M. van Dijk	On Product Form Approximations for Communication Networks with Losses: Error Bounds
1991-12	N.M. van Dijk	Simple Performability Bounds for Communication Networks
1991-13	N.M. van Dijk	Product Forms for Queueing Networks with Limited Clusters
1991-14	F.A.G. den Butter	Technische Ontwikkeling, Groei en Arbeidsproductiviteit

P 64588-F