

# WINSTMAXIMALISATIE, MARKTVORM EN ECONOMISCHE LEVENSDUUR VAN KAPITAALGOEDEREN: EEN ANTWOORD AAN DEN BUTTER

door

H. DEN HARTOG, TH. VAN DE KLUNDERT en H. S. TJAN

## *Inleiding*

In het artikel van Den Butter [2] wordt gesteld, dat bij winstmaximalisatie door ondernemers de economische levensduur van kapitaalgoederen (outillage) op een andere wijze is bepaald dan wij in enkele studies en met name in een recent preadvies voor de Vereniging voor de Staatshuishoudkunde [3] hebben aangenomen. Het komt ons voor, dat deze stelling in zijn algemeenheid onjuist is. Den Butter gaat in het voetspoor van Malcomson [4] uit van een monopolistische situatie, terwijl wij de veronderstelling van volledige mededinging hanteren. Dat bij een dergelijk verschil in uitgangspunt de theoretische conclusies divergeren ligt voor de hand. Toch lijkt het niet overbodig dit nog eens nader te adstrueren. De these, dat een machine in de produktie wordt gebruikt tot het moment waarop de quasi-rente negatief wordt, is immers al vaker onderwerp van discussie geweest. Daarbij is dan tevens de vraag in het geding of een gewijzigde specificatie van de formule voor de economische levensduur van kapitaalgoederen tot andere empirische uitkomsten leidt. Op deze vraag komen wij in de loop van dit artikel nog terug.

Zoals bekend uit de literatuur, is de optimale omvang van de onderneming *niet* gedetermineerd in het geval van winstmaximalisatie (op lange termijn) bij volledige mededinging en constante meeropbrengsten bij schaalvergroting. De curven van marginale opbrengsten en marginale kosten (in termen van de produktie) verlopen in dat geval horizontaal, zodat geen (uniek) snijpunt kan worden gevonden. De omvang van de onderneming op een bepaald moment hangt af van de netto-investeringen uit het verleden. Het investeringsgedrag kan evenwel onder bovengenoemde voorwaarden niet uit het model van winstmaximalisatie worden afgeleid.

Het zal duidelijk zijn, dat dit euvel - indien men het zo wil noemen - op twee verschillende manieren kan worden verholpen. In de eerste plaats wordt een uitweg geboden door introductie van de veronderstelling van afnemende meeropbrengsten bij schaalvergroting. De marginale

kostencurve met betrekking tot de lange termijn loopt dan op. Zoals Brechling [1] onlangs heeft laten zien, wordt deze veronderstelling nog al eens ten tonele gevoerd in literatuur gewijd aan de neo-klassieke investeringstheorie. In de tweede plaats kan men aannemen, dat de ondernemer zich in een monopolistische positie bevindt, zodat de marginale opbrengstcurve een dalend verloop heeft.

### *Marktvorm en economische levensduur*

In het jaargangenmodel met vaste technische coëfficiënten komt uiteraard het eerstgenoemde alternatief niet in aanmerking; de marginale kosten zijn constant. Vandaar dat Malcomson zijn toevlucht neemt tot de laatstgenoemde mogelijkheid. Bij de introductie van de vraagschaal van eindprodukten merkt hij op: "The marginal revenue curve associated with this implicit demand curve is assumed to be downward sloping", [4, p. 25]. In de mathematische appendix wordt deze voorwaarde nog eens herhaald. Den Butter gaat hieraan ten onrechte voorbij.

Volgens Malcomson moet een jaargang oude machines worden benut totdat de arbeidskosten per eenheid produkt van die jaargang gelijk zijn aan de marginale kosten van de produktie volgens de meest recente jaargang. Dit blijkt ook uit formule (6) in het artikel van Den Butter. Toegepast op het jaargangenmodel met vaste technische coëfficiënten luidt deze formule als volgt \*):

$$f(t) = \frac{a(t, v_t)}{Y(t, v_t)} l(t) = \frac{1}{\phi(1+\mu)^v t} l(t) \quad (1)$$

$f(t)$  : marginale kosten produktie op meest recente jaargang

$l(t)$  : loonsom per man

$a(t, v_t)$  : arbeidsvolume marginale jaargang

$Y(t, v_t)$  : produktievolume marginale jaargang

$\phi$  : arbeidsproductiviteit van de jaargang  $t = 0$

$\mu$  : perunage arbeidsbesparende technische vooruitgang

$v_t$  : bouwjaar oudste jaargang in gebruik

\*) In overeenstemming met de notatie in het preadvies [3] is de tijd hier als een discrete grootheid opgevat.

In formule (1) is gemakshalve geen rekening gehouden met de invloed van arbeidstijdverkorting. De disconteringsterm  $e^{-r(t-t_0)}$  verdwijnt bij een beschouwing betrokken op het heden  $t = t_0$ . Voor het onderhavige doel kan hiermee worden volstaan.

Voor een winstmaximum moet voldaan zijn aan de conditie van de eerste orde, dat marginale kosten en marginale opbrengsten aan elkaar gelijk zijn. Deze voorwaarde volgt dan ook uit de maximalisatieprocedure van Malcomson. Voor  $t = t_0$  geldt:

$$f(t) = p_Y(t) + \frac{\partial p_Y(t)}{\partial Y(t)} \cdot Y(t) \quad (2)$$

Combinatie van de vergelijkingen (1) en (2) geeft:

$$p_Y(t) - \frac{1}{\phi(1+\mu)^{\nu t}} l(t) = - \frac{\partial p_Y(t)}{\partial Y(t)} Y(t) > 0 \quad (3)$$

Uit formule (3) blijkt, dat oude jaargangen met een positieve quasi-rente worden afgestoten. Dit omt, omdat de ondernemer ingeval van monopolie er rekening mee moet houden dat bij een uitbreiding van de produktie de prijs daalt. In onze analyses wordt, zoals gezegd, van volledige mededinging uitgegaan.

Daarbij geldt:

$$\frac{\partial p_Y(t)}{\partial Y(t)} = 0, \quad \text{zodat formule (3) overgaat in:}$$

$$\frac{l(t)}{p_Y(t)} = \phi(1+\mu)^{\nu t} \quad (4)$$

Gegeven bepaalde waarden voor de loonsom per man  $l(t)$ , de prijs van de bruto toegevoegde waarde  $p_{Y(t)}$  en de technische parameters  $\mu$  en  $\Phi$  kan nu worden geconcludeerd, dat

(1) de economische levensduur van outillage,  $\xi_t = t - v_t$ , in het geval van monopolie korter is dan bij volledige mededinging;

(2) bij een stijging van  $l_{(t)}$  *ceteris paribus* de economische levensduur minder snel daalt in de monopolioïde situatie. Immers, een hogere waarde voor  $v_t$  (of lagere waarde voor  $\zeta_t$ ) impliceert een geringere produktie-omvang, en daarmee corresponderen hogere marginale opbrengsten.

Overigens moet worden opgemerkt, dat ingeval van monopolie de economische levensduur niet via formule (3) kan worden bepaald. In formule (3) verschijnt de optimale produktie-omvang,  $y_{(t)}$ , die uitsluitend kan worden gevonden door de marginale opbrengsten gelijk te stellen aan de marginale kosten. Dit in tegenstelling met de casus van volledige mededinging, waarvoor de economische levensduur bij gedermineerde reële arbeidskosten rechtstreeks uit formule (4) volgt.

### *De formule van Malcomson - Den Butter*

Malcomson [4] toont aan, dat bij monopolie de levensduur van outillage kan worden afgeleid uit formule (1) en een expressie voor de marginale kosten van de produktie volgens de meest recente jaargang,  $f_{(t)}$ . Om  $\zeta_t$  te bepalen, is het derhalve niet noodzakelijk de prijs-afzetvergelijking te kennen. Problematisch is echter, dat de marginale kosten,  $f_{(t)}$ , mede afhankelijk zijn van de economische levensduur van nieuwe kapitaal-goederen  $\eta_t$ .

Om dit probleem op te lossen onderscheidt Den Butter twee mogelijkheden. Men kan aannemen, dat de ondernemer uitgaat van een bepaling van  $\eta_t$  op grond van het criterium bij volledige mededinging, door Den Butter aangeduid als het criterium van HKT. Een andere mogelijkheid is  $\eta_t$  (en daarmee  $\zeta_t$ ) lineair afhankelijk te stellen van de tijd. Deze laatste variant lijkt ons te restrictief. Gegeven de keuze uit de beide alternatieven opteren wij daarom voor de eerstgenoemde mogelijkheid. Opgemerkt zij overigens in dit verband, dat Malcomson een iteratieve procedure voorstelt voor de berekening van  $f_{(t)}$ , waarbij slechts de voorwaarde wordt gesteld dat  $\eta_t$  niet-negatief is.

Uit de relaties (5) en (9) in het artikel van Den Butter [2] volgt \*):

$$r_t = \frac{1}{\mu} \ln \left[ \frac{r \kappa \phi}{\ell_0} e^{(\mu-\lambda)t} + \frac{\mu}{\lambda-r} \left\{ \left( \frac{\phi}{\ell_0} \right)^\lambda e^{\frac{(\lambda-r)(\mu-\lambda)t}{\lambda}} - 1 \right\} + 1 \right] \quad (5)$$

\*) In de studies van Malcomson [4] en Den Butter [2] wordt de tijd als een continue variabele opgevat.

In de formules van Malcomson figureert nog de prijs van de investeringsgoederen  $p_{i(t)}$ . Den Butter stelt:  $p_{i(t)} = 1$ , hetgeen niet geoorloofd lijkt. De berekening van formule (9) overeenkomstig [2] impliceert in feite  $p_{i(t)} = p_{y(t)}$ . Gaan we hiervan uit en kiezen we voor de parameters waarden, zoals door de auteur worden gehanteerd ( $t=0$  in 1974,  $\Phi=60$ ,  $l_0=25$ ,  $\kappa=3$ ,  $\lambda=0,06$ ,  $r=0,08$  en  $\mu=0,05$ ), dan kan voor elk jaar de economische levensduur volgens formule (5) worden gevonden. In figuur 1 zijn de resultaten van de berekeningen van Den Butter aangevuld met uitkomsten voor andere jaren weergegeven. De aldus bepaalde levensduur van outillage is weergegeven met het symbool  $\zeta_t^{MI}$ . Tevens is deze figuur het verloop van de levensduur van afgestoten machines volgens het criterium van HKT in beeld gebracht ( $\zeta_t^{HKT}$ ).

Figuur 1.



Figuur 1 illustreert nog eens de getrokken conclusies met betrekking tot het verschil in economische levensduur bij verschillende markt vormen en gelijke technische parameters. Men kan hieruit echter niet afleiden, zoals onze opponent doet, dat de economische levensduur en de veranderingen van deze grootheid in de loop van de tijd door ons foutief zijn berekend. Niet aangetoond is immers, dat de veronderstelling van een dalende prijs-afzetcurve de voorkeur verdient bij een toepassing van het jaargangenmodel met vaste technische coëfficiënten op de Nederlandse economie. Belangrijker is echter het volgende. Indien de hypo-

these van niet-volledige mededinging realistischer is, dan moeten de technische parameters met behulp van formule (5), of een soortgelijke specificatie, worden herschat. Een andere modelspecificatie leidt tot andere empirische uitkomsten. In dat geval zal eerst nog moeten blijken, dat de economische levensduur door ons is overschat.

### *Wijziging van de technische parameters*

Ter adstructie van bovengenoemde stelling, berekenen wij de technische parameters  $\Phi$  en  $\mu$  met behulp van formule (5) onder de veronderstelling, dat de economische levensduur voor een tweetal jaren gelijk is aan de door ons berekende waarden. Door achtereenvolgens in het linkerlid van vergelijking (5) in te vullen:

$$\zeta_t = \zeta \stackrel{\text{HKT}}{1959} = 20,5 \quad \text{en} \quad \zeta_t = \zeta \stackrel{\text{HKT}}{1974} = 17,5,$$

terwijl in het rechterlid in beide gevallen de waarden  $\lambda=0,06$ ,  $r=0,08$ ,  $l_0=25$  en  $\kappa=3$  worden gesubstitueerd, resulteren twee niet-lineaire vergelijkingen met twee onbekenden. Oplossing door middel van een iteratieve procedure leidt tot de volgende uitkomsten:

$$\Phi = 59,5$$

$$\mu = 0,043$$

Vervolgens kan men met de gevonden waarden voor  $\Phi$  en  $\mu$  de economische levensduur voor de tussenliggende jaren 1964 en 1969 overeenkomstig formule (5) berekenen. De uitkomsten blijken bijna gelijk te zijn aan die bepaald volgens het criterium van HKT met  $\mu=0,05$  en  $\Phi=60$  (zie tabel 1).

Tabel 1.

variabele jaar	$\zeta^{\text{M1}}$	$\zeta^{\text{HKT}}$	$\eta^{\text{HKT}}$
1959	20,5	20,5	18,7
1964	19,4	19,5	17,3
1969	18,4	18,5	15,9
1974	17,5	17,5	14,5

Nagegaan is verder in hoeverre er verschillen optreden met betrekking tot de *mutaties* van de levensduur van de oudste machines. De resultaten bij verschillende veronderstellingen ten aanzien van de stijging van de reële arbeidskosten voor de periode 1974-1979 zijn weergegeven in tabel 2. Daarbij is steeds aangenomen, dat de interestvoet gelijk is aan 0,08. Dit uitgangspunt is niet helemaal realistisch in zoverre  $r$  niet onafhankelijk is van  $\lambda$ . Het verband tussen beide grootheden is echter moeilijk te bepalen. Uit tabel 2 blijkt, dat bij een procentuele mutatie van de reële arbeidskosten in de buurt van 5% de veranderingen in de economische levensduur berekend volgens de verschillende methoden weinig van elkaar afwijken. De gevoeligheid van de economische levensduur ten opzichte van veranderingen in de reële arbeidskosten is derhalve in het beschouwde interval slechts in zeer geringe mate afhankelijk van het gehanteerde criterium voor het afstoten van marginale jaargangen.

Tabel 2.

$\lambda$ criterium	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
M1 - M1 $\zeta$ 1979 - $\zeta$ 1974	1,8	1,0	0	-1,1	-2,2
HKT - HKT $\zeta$ 1979 - $\zeta$ 1974	2,0	1,0	0	-1,0	-2,0

### Conclusie

Samenvattend moet worden geconcludeerd, dat de kritiek van Den Butter op onze berekening van de economische levensduur van outillage geen hout snijdt. Er worden geen argumenten gegeven die de keuze van een dalende prijs-afzetcurve rechtvaardigen. Integendeel, Den Butter gaat geheel voorbij aan de problematiek van de marktform. Bovendien onderkent hij niet de noodzaak tot herschatting van de parameters in het geval van een gewijzigde modelspecificatie. Zoals onze exercitie laat zien, kunnen bij enigszins lagere waarde van zowel  $\mu$  als  $\Phi$  met behulp van de formule van Malcomson-Den Butter uitkomsten voor de economische levensduur van outillage worden verkregen, die met onze resultaten corresponderen. Er is dus vooralsnog geen reden om de beleidsconclusies waartoe het "Vintaf" model leidt, althans qua orde van grootte, in twijfel te trekken.

- [1] F. Brechling, *Investment and employment decisions*, Manchester, 1975.
- [2] F. A. G. den Butter, "De optimale economische levensduur van kapitaalgoederen in een jaargangenmodel met een vaste kapitaalcoëfficiënt", *Maandschrift Economie* (dit nummer).
- [3] H. den Hartog, Th. C. M. J. van de Klundert en H. S. Tjan, "De structurele ontwikkeling van de werkgelegenheid in macro-economisch perspectief", in *Werkloosheid*, preadviezen van de Vereniging voor de Staathuishoudkunde, 's-Gravenhage, 1975.
- [4] J. M. Malcomson, "Replacement and the Rental Value of Capital Equipment Subject to Obsolescence", *Journal of Economic Theory*, Vol. 10, nr. 1, 1975.



# WINSTMAXIMALISATIE, MARKTVORM EN ECONOMISCHE LEVENSDUUR VAN KAPITAALGOEDEREN: EEN ANTWOORD AAN DEN BUTTER

door

H. DEN HARTOG, TH. VAN DE KLUNDERT en H. S. TJAN

## *Inleiding*

In het artikel van Den Butter [2] wordt gesteld, dat bij winstmaximalisatie door ondernemers de economische levensduur van kapitaalgoederen (outillage) op een andere wijze is bepaald dan wij in enkele studies en met name in een recent preadvies voor de Vereniging voor de Staatshuishoudkunde [3] hebben aangenomen. Het komt ons voor, dat deze stelling in zijn algemeenheid onjuist is. Den Butter gaat in het voetspoor van Malcomson [4] uit van een monopolistische situatie, terwijl wij de veronderstelling van volledige mededinging hanteren. Dat bij een dergelijk verschil in uitgangspunt de theoretische conclusies divergeren ligt voor de hand. Toch lijkt het niet overbodig dit nog eens nader te adstrueren. De these, dat een machine in de produktie wordt gebruikt tot het moment waarop de quasi-rente negatief wordt, is immers al vaker onderwerp van discussie geweest. Daarbij is dan tevens de vraag in het geding of een gewijzigde specificatie van de formule voor de economische levensduur van kapitaalgoederen tot andere empirische uitkomsten leidt. Op deze vraag komen wij in de loop van dit artikel nog terug.

Zoals bekend uit de literatuur, is de optimale omvang van de onderneming *niet* gedetermineerd in het geval van winstmaximalisatie (op lange termijn) bij volledige mededinging en constante meeropbrengsten bij schaalvergroting. De curven van marginale opbrengsten en marginale kosten (in termen van de produktie) verlopen in dat geval horizontaal, zodat geen (uniek) snijpunt kan worden gevonden. De omvang van de onderneming op een bepaald moment hangt af van de netto-investeringen uit het verleden. Het investeringsgedrag kan evenwel onder bovengenoemde voorwaarden niet uit het model van winstmaximalisatie worden afgeleid.

Het zal duidelijk zijn, dat dit euvel - indien men het zo wil noemen - op twee verschillende manieren kan worden verholpen. In de eerste plaats wordt een uitweg geboden door introductie van de veronderstelling van afnemende meeropbrengsten bij schaalvergroting. De marginale

kostencurve met betrekking tot de lange termijn loopt dan op. Zoals Brechling [1] onlangs heeft laten zien, wordt deze veronderstelling nog al eens ten tonele gevoerd in literatuur gewijd aan de neo-klassieke investeringstheorie. In de tweede plaats kan men aannemen, dat de ondernemer zich in een monopolistische positie bevindt, zodat de marginale opbrengstcurve een dalend verloop heeft.

### *Marktvorm en economische levensduur*

In het jaargangenmodel met vaste technische coëfficiënten komt uiteraard het eerstgenoemde alternatief niet in aanmerking; de marginale kosten zijn constant. Vandaar dat Malcomson zijn toevlucht neemt tot de laatstgenoemde mogelijkheid. Bij de introductie van de vraagschaal van eindprodukten merkt hij op: "The marginal revenue curve associated with this implicit demand curve is assumed to be downward sloping", [4, p. 25]. In de mathematische appendix wordt deze voorwaarde nog eens herhaald. Den Butter gaat hieraan ten onrechte voorbij.

Volgens Malcomson moet een jaargang oude machines worden benut totdat de arbeidskosten per eenheid produkt van die jaargang gelijk zijn aan de marginale kosten van de produktie volgens de meest recente jaargang. Dit blijkt ook uit formule (6) in het artikel van Den Butter. Toegepast op het jaargangenmodel met vaste technische coëfficiënten luidt deze formule als volgt \*):

$$f(t) = \frac{a(t, v_t)}{Y(t, v_t)} l(t) = \frac{1}{\phi(1+\mu)^{v_t}} l(t) \quad (1)$$

$f(t)$  : marginale kosten produktie op meest recente jaargang

$l(t)$  : loonsom per man

$a(t, v_t)$  : arbeidsvolume marginale jaargang

$Y(t, v_t)$  : produktievolume marginale jaargang

$\phi$  : arbeidsproductiviteit van de jaargang  $t = 0$

$\mu$  : perunage arbeidsbesparende technische vooruitgang

$v_t$  : bouwjaar oudste jaargang in gebruik

\*) In overeenstemming met de notatie in het preadvies [3] is de tijd hier als een discrete grootte opgevat.

In formule (1) is gemakshalve geen rekening gehouden met de invloed van arbeidstijdverkorting. De disconteringsterm  $e^{-r(t-t_0)}$  verdwijnt bij een beschouwing betrokken op het heden  $t = t_0$ . Voor het onderhavige doel kan hiermee worden volstaan.

Voor een winstmaximum moet voldaan zijn aan de conditie van de eerste orde, dat marginale kosten en marginale opbrengsten aan elkaar gelijk zijn. Deze voorwaarde volgt dan ook uit de maximalisatieprocedure van Malcomson. Voor  $t = t_0$  geldt:

$$f(t) = p_Y(t) + \frac{\partial p_Y(t)}{\partial Y(t)} \cdot Y(t) \quad (2)$$

Combinatie van de vergelijkingen (1) en (2) geeft:

$$p_Y(t) - \frac{1}{\phi(1+\mu)^{\nu t}} l(t) = - \frac{\partial p_Y(t)}{\partial Y(t)} Y(t) > 0 \quad (3)$$

Uit formule (3) blijkt, dat oude jaargangen met een positieve quasi-rente worden afgestoten. Dit omt, omdat de ondernemer ingeval van monopolie er rekening mee moet houden dat bij een uitbreiding van de produktie de prijs daalt. In onze analyses wordt, zoals gezegd, van volledige mededinging uitgegaan.

Daarbij geldt:

$$\frac{\partial p_Y(t)}{\partial Y(t)} = 0, \quad \text{zodat formule (3) overgaat in:}$$

$$\frac{l(t)}{p_Y(t)} = \phi(1+\mu)^{\nu t} \quad (4)$$

Gegeven bepaalde waarden voor de loonsom per man  $l(t)$ , de prijs van de bruto toegevoegde waarde  $p_{Y(t)}$  en de technische parameters  $\mu$  en  $\Phi$  kan nu worden geconcludeerd, dat

(1) de economische levensduur van outillage,  $\xi_t = t - v_t$ , in het geval van monopolie korter is dan bij volledige mededinging;

(2) bij een stijging van  $l_{(t)}$  *ceteris paribus* de economische levensduur minder snel daalt in de monopolioïde situatie. Immers, een hogere waarde voor  $v_t$  (of lagere waarde voor  $\zeta_t$ ) impliceert een geringere produktie-omvang, en daarmee corresponderen hogere marginale opbrengsten.

Overigens moet worden opgemerkt, dat ingeval van monopolie de economische levensduur niet via formule (3) kan worden bepaald. In formule (3) verschijnt de optimale produktie-omvang,  $y_{(t)}$ , die uitsluitend kan worden gevonden door de marginale opbrengsten gelijk te stellen aan de marginale kosten. Dit in tegenstelling met de casus van volledige mededinging, waarvoor de economische levensduur bij gedermineerde reële arbeidskosten rechtstreeks uit formule (4) volgt.

#### *De formule van Malcomson - Den Butter*

Malcomson [4] toont aan, dat bij monopolie de levensduur van outillage kan worden afgeleid uit formule (1) en een expressie voor de marginale kosten van de produktie volgens de meest recente jaargang,  $f_{(t)}$ . Om  $\zeta_t$  te bepalen, is het derhalve niet noodzakelijk de prijs-afzetvergelijking te kennen. Problematisch is echter, dat de marginale kosten,  $f_{(t)}$ , mede afhankelijk zijn van de economische levensduur van nieuwe kapitaal-goederen  $\eta_t$ .

Om dit probleem op te lossen onderscheidt Den Butter twee mogelijkheden. Men kan aannemen, dat de ondernemer uitgaat van een bepaling van  $\eta_t$  op grond van het criterium bij volledige mededinging, door Den Butter aangeduid als het criterium van HKT. Een andere mogelijkheid is  $\eta_t$  (en daarmee  $\zeta_t$ ) lineair afhankelijk te stellen van de tijd. Deze laatste variant lijkt ons te restrictief. Gegeven de keuze uit de beide alternatieven opteren wij daarom voor de eerstgenoemde mogelijkheid. Opgemerkt zij overigens in dit verband, dat Malcomson een iteratieve procedure voorstelt voor de berekening van  $f_{(t)}$ , waarbij slechts de voorwaarde wordt gesteld dat  $\eta_t$  niet-negatief is.

Uit de relaties (5) en (9) in het artikel van Den Butter [2] volgt \*):

$$r_t = \frac{1}{\mu} \ln \left[ \frac{r \kappa \phi}{l_0} e^{(\mu-\lambda)t} + \frac{\mu}{\lambda-r} \left\{ \left( \frac{\phi}{l_0} \right)^\lambda e^{\frac{\lambda-r}{\lambda}(\mu-\lambda)t} - 1 \right\} + 1 \right] \quad (5)$$

\*) In de studies van Malcomson [4] en Den Butter [2] wordt de tijd als een continue variabele opgevat.

In de formules van Malcomson figureert nog de prijs van de investeringsgoederen  $p_{i(t)}$ . Den Butter stelt:  $p_{i(t)} = 1$ , hetgeen niet geoorloofd lijkt. De berekening van formule (9) overeenkomstig [2] impliceert in feite  $p_{i(t)} = p_{y(t)}$ . Gaan we hiervan uit en kiezen we voor de parameters waarden, zoals door de auteur worden gehanteerd ( $t=0$  in 1974,  $\Phi=60$ ,  $l_0=25$ ,  $\kappa=3$ ,  $\lambda=0,06$ ,  $r=0,08$  en  $\mu=0,05$ ), dan kan voor elk jaar de economische levensduur volgens formule (5) worden gevonden. In figuur 1 zijn de resultaten van de berekeningen van Den Butter aangevuld met uitkomsten voor andere jaren weergegeven. De aldus bepaalde levensduur van outillage is weergegeven met het symbool  $\zeta_t^{MI}$ . Tevens is deze figuur het verloop van de levensduur van afgestoten machines volgens het criterium van HKT in beeld gebracht ( $\zeta_t^{HKT}$ ).

Figuur 1.



Figuur 1 illustreert nog eens de getrokken conclusies met betrekking tot het verschil in economische levensduur bij verschillende markt vormen en gelijke technische parameters. Men kan hieruit echter niet afleiden, zoals onze opponent doet, dat de economische levensduur en de veranderingen van deze grootheid in de loop van de tijd door ons foutief zijn berekend. Niet aangetoond is immers, dat de veronderstelling van een dalende prijs-afzetcurve de voorkeur verdient bij een toepassing van het jaargangenmodel met vaste technische coëfficiënten op de Nederlandse economie. Belangrijker is echter het volgende. Indien de hypo-

these van niet-volledige mededinging realistischer is, dan moeten de technische parameters met behulp van formule (5), of een soortgelijke specificatie, worden herschat. Een andere modelspecificatie leidt tot andere empirische uitkomsten. In dat geval zal eerst nog moeten blijken, dat de economische levensduur door ons is overschat.

### *Wijziging van de technische parameters*

Ter adstructie van bovengenoemde stelling, berekenen wij de technische parameters  $\Phi$  en  $\mu$  met behulp van formule (5) onder de veronderstelling, dat de economische levensduur voor een tweetal jaren gelijk is aan de door ons berekende waarden. Door achtereenvolgens in het linkerlid van vergelijking (5) in te vullen:

$$\zeta_t = \zeta \underset{1959}{\overset{\text{HKT}}{}} = 20,5 \quad \text{en} \quad \zeta_t = \zeta \underset{1974}{\overset{\text{HKT}}{}} = 17,5,$$

terwijl in het rechterlid in beide gevallen de waarden  $\lambda=0,06$ ,  $r=0,08$ ,  $l_0=25$  en  $\kappa=3$  worden gesubstitueerd, resulteren twee niet-lineaire vergelijkingen met twee onbekenden. Oplossing door middel van een iteratieve procedure leidt tot de volgende uitkomsten:

$$\Phi = 59,5$$

$$\mu = 0,043$$

Vervolgens kan men met de gevonden waarden voor  $\Phi$  en  $\mu$  de economische levensduur voor de tussenliggende jaren 1964 en 1969 overeenkomstig formule (5) berekenen. De uitkomsten blijken bijna gelijk te zijn aan die bepaald volgens het criterium van HKT met  $\mu=0,05$  en  $\Phi=60$  (zie tabel 1).

Tabel 1.

variabele jaar	$\zeta^{\text{M1}}$	$\zeta^{\text{HKT}}$	$\eta^{\text{HKT}}$
1959	20,5	20,5	18,7
1964	19,4	19,5	17,3
1969	18,4	18,5	15,9
1974	17,5	17,5	14,5

Nagegaan is verder in hoeverre er verschillen optreden met betrekking tot de *mutaties* van de levensduur van de oudste machines. De resultaten bij verschillende veronderstellingen ten aanzien van de stijging van de reële arbeidskosten voor de periode 1974-1979 zijn weergegeven in tabel 2. Daarbij is steeds aangenomen, dat de interestvoet gelijk is aan 0,08. Dit uitgangspunt is niet helemaal realistisch in zoverre  $r$  niet onafhankelijk is van  $\lambda$ . Het verband tussen beide grootheden is echter moeilijk te bepalen. Uit tabel 2 blijkt, dat bij een procentuele mutatie van de reële arbeidskosten in de buurt van 5% de veranderingen in de economische levensduur berekend volgens de verschillende methoden weinig van elkaar afwijken. De gevoeligheid van de economische levensduur ten opzichte van veranderingen in de reële arbeidskosten is derhalve in het beschouwde interval slechts in zeer geringe mate afhankelijk van het gehanteerde criterium voor het afstoten van marginale jaargangen.

Tabel 2.

$\lambda$ criterium	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
M1 - M1 $\zeta$ 1979 - $\zeta$ 1974	1,8	1,0	0	-1,1	-2,2
HKT - HKT $\zeta$ 1979 - $\zeta$ 1974	2,0	1,0	0	-1,0	-2,0

### Conclusie

Samenvattend moet worden geconcludeerd, dat de kritiek van Den Butter op onze berekening van de economische levensduur van outillage geen hout snijdt. Er worden geen argumenten gegeven die de keuze van een dalende prijs-afzetcurve rechtvaardigen. Integendeel, Den Butter gaat geheel voorbij aan de problematiek van de marktform. Bovendien onderkent hij niet de noodzaak tot herschatting van de parameters in het geval van een gewijzigde modelspecificatie. Zoals onze exercitie laat zien, kunnen bij enigszins lagere waarde van zowel  $\mu$  als  $\Phi$  met behulp van de formule van Malcomson-Den Butter uitkomsten voor de economische levensduur van outillage worden verkregen, die met onze resultaten corresponderen. Er is dus vooralsnog geen reden om de beleidsconclusies waartoe het "Vintaf" model leidt, althans qua orde van grootte, in twijfel te trekken.

- [1] F. Brechling, *Investment and employment decisions*, Manchester, 1975.
- [2] F. A. G. den Butter, "De optimale economische levensduur van kapitaalgoederen in een jaargangenmodel met een vaste kapitaalcoëfficiënt", *Maand-schrift Economie* (dit nummer).
- [3] H. den Hartog, Th. C. M. J. van de Klundert en H. S. Tjan, "De structurele ontwikkeling van de werkgelegenheid in macro-economisch perspectief", in *Werkloosheid*, preadviezen van de Vereniging voor de Staathuishoudkunde, 's-Gravenhage, 1975.
- [4] J. M. Malcomson, "Replacement and the Rental Value of Capital Equipment Subject to Obsolescence", *Journal of Economic Theory*, Vol. 10, nr. 1, 1975.