

Tilburg University

De schatting van het jaargangenmodel

van Schaik, A.B.T.M.

Published in:

Naar een Nieuwe Macro-Economie

Publication date:

1981

[Link to publication in Tilburg University Research Portal](#)

Citation for published version (APA):

van Schaik, A. B. T. M. (1981). De schatting van het jaargangenmodel. In A. B. T. M. van Schaik (Ed.), *Naar een Nieuwe Macro-Economie* (pp. 196). Stenfert Kroese.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Hoofdstuk 2

De schatting van het jaargangenmodel

A.B.T.M. van Schaik

Universiteit Tilburg

1981

2.1. INLEIDING

Den Hartog en Tjan hebben inmiddels vier versies gepubliceerd van een jaargangenmodel voor de Nederlandse economie. De eerste versie verscheen in 1974 als *Occasional Paper* van het Centraal Planbureau.¹ De tweede versie werd geïncorporeerd in het Vintaf-model, dat in het najaar van 1975 het licht zag in de vorm van een *Preadvies* voor de Vereniging voor de Staathuishoudkunde.² In een appendix bij dit preadvies werd reeds melding gedaan van een derde versie.³ Bij de totstandkoming van deze versie was de auteur van dit boek betrokken. Een en ander resulteerde in twee met elkaar verbonden publikaties in *De Economist* van 1976.⁴ Deze versie staat in de onderhavige studie centraal. De vierde versie, die in 1979 werd uitgebracht, wordt hierboven in hoofdstuk 10 besproken.⁵

In dit hoofdstuk wordt allereerst uiteengezet hoe het jaargangenmodel kan worden geschat. Vervolgens worden de resultaten gepresenteerd en besproken, die zijn gepubliceerd in *De Economist* van 1976.⁶ Tenslotte wordt een kort overzicht gegeven van de belangrijkste punten van kritiek, die al in 1975 ter tafel zijn gebracht.

2.2. DE SCHATTINGSPROCEDURE

¹ H. den Hartog en H.S. Tjan, 'Investerings, lonen, prijzen en arbeidsplaatsen', *Occasional Paper*, nr. 2, augustus 1974, Centraal Planbureau, Den Haag.

² H. den Hartog, Th.C.M.J. van de Klundert en H.S. Tjan, 'De structurele ontwikkeling van de werkgelegenheid in macro economisch perspectief', *Preadvies* voor de Vereniging voor de Staathuishoudkunde, 1975, 's-Gravenhage.

³ Appendix A. 'De aanpassingsprocedure voor het jaargangenmodel', blz. 98 tot en met 102.

⁴ H. den Hartog en H.S. Tjan, 'Investment, Wages, Prices and Demand for Labour', *De Economist*, 124, nr. ½, 1976, en A.B.T.M. van Schaik, 'Wages and Scrappage of Old Machinery', *De Economist*, 124, nr. ½, 1976.

⁵ Zie paragraaf 10.1.

Bij de aanpassing van het jaargangenmodel aan de ter beschikking staande data wordt gebruik gemaakt van de volgende vergelijkingen:

$$v_t = \frac{\ln l_{(t)} - \ln p_{y(t)} - \delta_2 \ln h_{(t)} - \ln \phi_{(0)}}{\ln(1 + \mu)} \quad (1)$$

$$y_{(t)}^* = \frac{1}{\kappa} h_{(t)}^{\delta_1} \sum_{\tau=v_t}^{\tau=t-1} \frac{i_{\tau}}{(1 + \delta)^{t-\tau}} \quad (2)$$

$$a_{(t)}^* = \frac{1}{\kappa} \frac{1}{\phi_{(0)}} h_{(t)}^{\delta_1 - \delta_2} \sum_{\tau=v_t}^{\tau=t-1} \frac{i_{\tau}}{(1 + \delta)^{t-\tau} (1 + \mu)^{\tau}} \quad (3)$$

Deze vergelijkingen zijn in hoofdstuk 1 afgeleid en toegelicht.

Het schatten van dit model komt neer op het vinden van de numerieke waarden van zes parameters, namelijk

- μ : de groeivoet van de zuiver arbeidsbesparende technische ontwikkeling;
- δ : het technisch slijtingspercentage;
- κ : de kapitaalcoëfficiënt;
- $\phi_{(0)}$: het niveau van de arbeidsproductiviteit van de jaargang uit het referentiejaar (hier: 1948);
- δ_1 en δ_2 : de elasticiteiten met betrekking tot de arbeidstijd.

De door Den Hartog en Tjan geïntroduceerde aanpassingsprocedure verloopt als volgt. Gegeven is de lengte van de steekproefperiode, bijvoorbeeld 1959 tot en met 1973. Voor deze jaren moeten de gerealiseerde waarden van de investeringen, de productie, de reële arbeidskosten en de arbeidstijd bekend zijn. Verder dienen de cijfers van de investeringen uit het verleden ter beschikking te staan. (Al deze data zijn opgenomen in de appendix bij dit hoofdstuk.)

Allereerst moet nu worden vastgesteld welke jaargangen in elk jaar van de steekproefperiode nog *relevant* zijn. Anders gezegd: eerst wordt de economische levensduur

⁶ Zie voetnoot 4.

bepaald. Dit gebeurt met behulp van vergelijking (1). Hierbij rijst het probleem dat deze vergelijking vier onbekenden bevat, te weten

$$v_t, \mu, \phi, \delta_2.$$

Deze onbekenden kunnen niet worden geschat met behulp van de gebruikelijke lineaire regressie. De vorm van vergelijking (1) laat dat niet toe. Daarom moet de toevlucht worden gezocht tot een uitvoerige zoekprocedure. Deze komt hierop neer dat het model voor alle mogelijke combinaties van

$$\mu, \phi, \kappa, \delta_1, \delta_2 \text{ en } \delta$$

wordt doorgerekend. Het aantal combinaties is dus erg groot. Bij tien te onderzoeken waarden van elke parameter loopt het aantal combinaties al op tot een miljoen! Het spreekt voor zich dat elke moderne computer dit aan kan, ook al neemt het rekenwerk meerdere dagen in beslag. Desalniettemin lijkt het zinvol om reeds bij voorbaat te onderzoeken of het aantal combinaties niet kan worden beperkt. Den Hartog en Tjan hebben hiertoe destijds ook besloten: de waarden van δ_1 , δ_2 en δ zijn vooraf bekend verondersteld. Het aantal te bepalen parameters is hiermee teruggebracht tot drie, namelijk

$$\mu, \phi \text{ en } \kappa.$$

Het 'schatten' van deze parameters verloopt nu als volgt.

Een aantal mogelijke combinaties van μ en ϕ - bijvoorbeeld n - wordt a priori gekozen. Gegeven deze waarden en de reeksen van de reële arbeidskosten en de arbeidstijd wordt het bouwjaar van de oudste in gebruik zijnde jaargang voor elk jaar van de steekproefperiode n -maal berekend. De aldus vastgestelde waarden voor v_t geven - voor elke combinatie van μ en ϕ -jaar voor jaar de ondergrens van de sommatie over nog rendabele jaargangen, zoals die in de vergelijkingen (2) en (3) de productiecapaciteit en de bijbehorende arbeidsplaatsten bepalen. Blijft dus de bepaling van n kapitaalcoëfficiënten. Dit probleem is opgelost door te veronderstellen dat er altijd wel één jaar te vinden is waarin de productiecapaciteit gelijk is aan de productie. Het beschikbare cijfermateriaal suggereert dat het jaar 1970 zich daarvoor goed leent. Er geldt dan

$$y_{(1970)}^* = y_{(1970)} \quad (4)$$

Met het bovenstaande is ook $k_{(1970)}$ bekend, zodat de waarde van de kapitaalcoëfficiënt gezien vergelijking (2) als volgt is gedetermineerd:

$$\kappa = \frac{k_{(1970)}}{y_{(1970)}} \quad (5)$$

In dit stadium van de schattingsprocedure zijn n reeksen van de totale productiecapaciteit en n reeksen van de bijbehorende arbeidsplaatsen bekend. Een aantal van deze reeksen kan reeds bij voorbaat uit het onderzoek worden verwijderd. Het betreft hier *die* uitkomsten waarbij *niet* is voldaan aan de voorwaarde dat de productiecapaciteit in elk jaar van de steekproefperiode groter of gelijk is dan de productie:

$$y_{(t)}^* \geq y_{(t)} \quad (6)$$

Ook het aantal arbeidsplaatsen zou jaar voor jaar groter dan of tenminste gelijk moeten zijn aan de feitelijke werkgelegenheid – $a_{(t)}$ –, omdat het hier gaat om de bemanningsmogelijkheden van de outillage bij normale bezetting van de productiecapaciteit, los van conjuncturele fluctuaties en los ook van eventuele kwalitatieve discrepanties op de arbeidsmarkt:

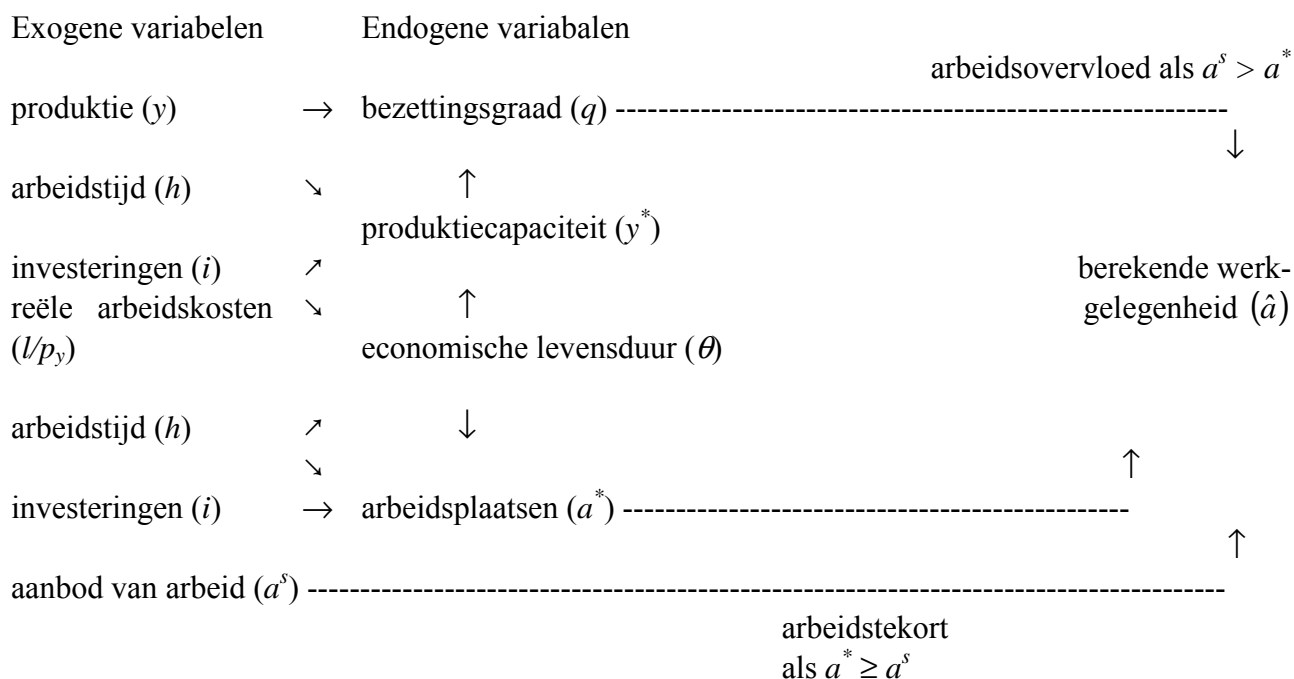
$$a_{(t)}^* \geq a_{(t)} \quad (7)$$

Deze conditie blijkt niet altijd op te gaan. Daarom wordt - indien nodig - het berekend aantal arbeidsplaatsen opgehoogd met een constante factor - $1 + \gamma$ - waardoor achteraf altijd aan conditie (7) is voldaan. Deze factor, die in hoofdstuk 1 al is aangeduid als de indicator voor de indirecte arbeid, wordt berekend voor het jaar waarin de absolute waarde van het negatieve verschil tussen het aantal arbeidsplaatsen en de feitelijke werkgelegenheid maximaal is.

Het criterium voor de keuze van de optimale set coëfficiënten is ontleend aan het uiteindelijke doel van het schatten van het jaargangenmodel: het verklaren van de ontwikkeling van

de werkgelegenheid. Het jaargangenmodel bevat dan de kern van het *partiële werkgelegenheidsmodel*, dat als volgt schematisch kan worden weergegeven.

*Het partiële werkgelegenheidsmodel**



* De tijdsaanduiding is in dit schema ter wille van de overzichtelijkheid weggelaten.

De cursief geschreven variabelen zijn in dit model exogeen.

In het schema wordt een onderscheid gemaakt tussen twee situaties. In de situatie van een arbeidstekort is het aantal arbeidsplaatsen groter dan het aanbod van arbeid. In dit geval zal de werkgelegenheid, behalve door de vraag naar arbeid, a^* , ook in hoge mate - zo niet uitsluitend - worden bepaald door het aanbod van arbeid, a^s . De laatste grootheid eventueel verminderd met een (minimum) frictiewerkloosheid, ω . Dit verband kan als volgt worden geformaliseerd

$$\hat{a}_{(t)} = \rho a_{(t)}^* + (1 - \rho)[a_{(t)}^s - \omega]$$

ofwel

$$\hat{a}_{(t)} - a_{(t)}^* = -(1 - \rho)[a_{(t)}^* - (a_{(t)}^s - \omega)]$$

ofwel

$$\hat{a}_{(t)} - a_{(t)}^* = -(1 - \rho)[a_{(t)}^* - a_{(t)}^s] - (1 - \rho)\omega \tag{8}$$

Volgens deze vergelijking wordt de werkgelegenheid dus verklaard uit het gewogen gemiddelde van het beschikbare aantal arbeidsplaatsen en het voor frictiewerkloosheid gecorrigeerde aanbod van arbeid. Deze laatste grootte zal daarbij het zwaarste gewicht moeten hebben.

In het geval van arbeidsovervloed, $a^s > a^*$, zal de werkgelegenheid, behalve door het aantal beschikbare arbeidsplaatsen, ook worden bepaald door de capaciteitsbezetting. Dit laatste wordt tot uitdrukking gebracht door de bezettingsgraad, die macro-economisch gezien als volgt is gedefinieerd:

$$q_{(t)} = \frac{y_{(t)}}{y_{(t)}^*} \quad (9)$$

Voor de situatie van arbeidsovervloed kan nu worden gesteld:

$$\hat{a}_{(t)} = a_{(t)}^* - \beta[1 - q_{(t)}]a_{(t)}^* + \varepsilon$$

ofwel

$$\hat{a}_{(t)} - a_{(t)}^* = -\beta[1 - q_{(t)}]a_{(t)}^* + \varepsilon \quad (10)$$

De coëfficiënt β is, naar mag worden verwacht, aanmerkelijk kleiner dan één. Dit is reeds toegelicht in paragraaf 1.3.: bij een daling van de bezettingsgraad zullen de ondernemers niet direct tot ontslag overgaan. Zij zullen, anders gezegd, altijd wel een interne arbeidsreserve in stand houden.

De vergelijkingen (8) en (10) worden voor elk vector-paar - $a_{(t)}^*, y_{(t)}^*$ - via de gebruikelijke lineaire regressie geschat. Met elk parameter-paar (μ, ϕ) correspondeert dan één uitkomst voor het vergelijkingen-paar (8), (10). Bij elk parameter-paar (μ, ϕ) behoort derhalve ook één ex post modelvoorspelling van de werkgelegenheid, $\hat{a}_{(t)}$. Anders gezegd: met elke combinatie van parameters van het jaargangenmodel kan via de vergelijkingen (1), (2), (3), (8) en (10) de ontwikkeling van de werkgelegenheid in het verleden worden 'nagebootst'. Het criterium voor de keuze van de optimale set van coëfficiënten ligt dan voor de hand: de beste ex post modelvoorspelling van de werkgelegenheid verdient de voorkeur. Dit kan worden geformaliseerd in de vorm van een getal, dat de som vormt van de gekwadrateerde residuen van beide werkgelegenheidsfuncties tezamen:

$$\Sigma u^2 = \sum_{t=1959}^{t=1973} [\hat{a}_{(t)} - a_{(t)}]^2 \quad (11)$$

Hierin symboliseren $a_{(t)}$, de feitelijk waargenomen werkgelegenheid en $\hat{a}_{(t)}$ de berekende werkgelegenheid.

Hiermee is de schattingsprocedure in principe beschreven. In principe, want de aanpassing van het jaargangenmodel kan pas worden afgerond nadat een *tiental beslissingen* is genomen. Enkele zijn hierboven al genoemd. Al deze beslissingen kunnen invloed hebben op de uitkomsten van het onderzoek. Ze dienen dus stevig te worden onderbouwd. Hierin zijn Den Hartog en Tjan destijds slechts gedeeltelijk geslaagd. In de slotparagraaf van dit hoofdstuk en in de hoofdstukken 3, 6, 7, 8 en 10 zal hier nog uitvoerig op worden ingegaan. Op deze plaats wordt volstaan met het op een rijtje zetten van de beslissingen die destijds door Den Hartog en Tjan zijn genomen.

De keuze van het jaar 1970 voor de berekening van de kapitaalcoëfficiënt is hierboven reeds genoemd. Belangrijker is de beslissing om de steekproefperiode te beperken tot de jaren 1959 tot en met 1973. In eerste aanleg was geprobeerd het model aan te passen voor de gehele periode na de oorlog. Daarbij bleek dat de verhouding tussen de effectieve kapitaalgoederenvoorraad, $k_{(t)}$, en de produktie, $y_{(t)}$, in de jaren vijftig minder stabiel was dan in de jaren zestig. Deze bevinding correspondeerde niet met de veronderstelling van een *vaste kapitaalcoëfficiënt*, waaraan men te enen mate wilde vasthouden. Derhalve werden de jaren vijftig buiten beschouwing gelaten. Ten aanzien van de kapitaalcoëfficiënt werd ook geen onderscheid gemaakt tussen voor- en naoorlogse jaargangen.

Een belangrijk verschil tussen voor- en naoorlogse jaargangen betreft de waarde van de groeivoet van de arbeidsbesparende technische ontwikkeling. Zoals in appendix 1 is aangetoond, moet volgens het jaargangenmodel trendmatig gezien gelden dat de feitelijke ontwikkeling van de gemiddelde arbeidsproduktiviteit gelijk is aan de technologisch bepaalde stijging van de produktiviteit. De stijging van de gemiddelde arbeidsproduktiviteit was vóór de oorlog ongeveer een kwart van die na de oorlog.⁷ Derhalve werd besloten de waarde van μ van de vooroorlogse jaargangen ten opzichte van de waarde van μ van de naoorlogse jaargangen dezelfde verhouding te doen aannemen.

⁷ Dit kan men aflezen uit figuur 1 in H. den Hartog en H.S. Tjan, 'Het CPB en de ontwikkeling van de werkgelegenheid; commentaar', ESB, 21 mei 1975.

Met betrekking tot de technische slijtage van outillage werd ervan uitgegaan dat in de eerste 6 jaren van de levensduur van een jaargang geen afstoot om technische redenen voorkomt. Daarna wordt de jaargang geleidelijk buiten werking gesteld volgens een technische overlevingscurve, die zich uitstrekt over 40 jaar. Een en ander impliceert dat formule (13) uit hoofdstuk 1 nu als volgt moet worden geschreven:

$$i_{(t,\tau)} = \Omega_{(t-\tau)} i_{\tau}$$

Hierin stelt $\Omega_{(t-\tau)}$ de overlevingsfractie na $(t - \tau)$ jaar voor. Verondersteld wordt dat de jaargang na 45 jaar volledig is verdwenen. De maximale technische levensduur bedraagt derhalve 45 jaar. Dit betekent dat de afkapconditie nu moet worden aangevuld met het volgende voorschrift:

$$v_t = t - 44 \text{ als } RK_{(t)} \leq t - 44$$

$$v_t = RK_{(t)} \text{ als } RK_{(t)} > t - 44$$

Hierin staat $RK_{(t)}$ voor de rechterkant van formule (1). Zuiver rekenkundig gezien kan de economische levensduur langer uitvallen dan 45 jaar. In zo'n geval wordt volgens het bovenstaande voorschrift uitsluitend rekening gehouden met de technische levensduur; de afkapconditie is dan (nog) niet 'kritisch'.

Een apart probleem betreft de verwerking van de oorlogsschade. Volgens een interne studie van het Centraal Planbureau kan deze worden gesteld op 8,5 miljard gulden, in prijzen van 1963. Een eenvoudige berekening leert dat dit neerkomt op circa 35% van de kapitaalgoederenvoorraad in het begin van de jaren veertig. Den Hartog en Tjan besloten het volume van de vooroorlogse investeringen met dit percentage te verminderen.

De waarden van de elasticiteiten met betrekking tot de arbeidstijd dienen, zoals in hoofdstuk 1 is uiteengezet, kleiner te zijn dan één. Den Hartog en Tjan legden, zonder nadere motivatie, aan beide elasticiteiten de waarde 0,75 op.

De exogene variabelen van het partiële werkgelegenheidsmodel werken onvertraagd door op de endogene variabelen. De bovengrens in de vergelijkingen (2) en (3) is dus $\tau = t$ in plaats van $\tau = t - 1$. Dit is een keuze die door de ontwerpers van het model verder niet wordt verantwoord. Alleen de behandeling van de reële arbeidskosten vormt hierop een uitzondering. Verwijzend naar

een onderzoek van Van Schaik kon worden geopteerd voor een lineaire vertraging van 3 jaar.⁸ Dit onderzoek bevat een systematische analyse van de gevoeligheid van de schattingsresultaten van het jaargangenmodel voor enkele van de gemaakte vooronderstellingen. De volgende paragraaf is onder meer gewijd aan de resultaten van deze analyse.

2.3. DE RESULTATEN

Met betrekking tot de vertraagde doorwerking van de reële arbeidskosten op de economische levensduur werden in het totaal 15 structuren onderzocht. De uitkomsten zijn vermeld in tabel 1. Deze structuren onderscheiden zich van elkaar door verschillen in de gewichten A tot en met E . Teneinde hiermee rekening te houden, werd afstootconditie (1) als volgt geherformuleerd:

$$v_t = \frac{\ln \left[A \frac{l}{p_y}(t) + B \frac{l}{p_y}(t-1) + C \frac{l}{p_y}(t-2) + D \frac{l}{p_y}(t-3) + E \frac{l}{p_y}(t-4) \right] - \delta_2 \ln h_{(t)} - \ln \phi_{(0)}}{\ln(l + \mu)} \quad (1a)$$

Voor elk van de 15 gevallen werd het model 861 doorgerekend. Hierbij doorliep de parameter μ het interval 0,04-0,06 met stapgrootte 0,001 en de parameter $\phi_{(0)}$ het interval 7-11 met stapgrootte 0,1. Per structuur zijn in tabel 1 de uitkomsten vermeld die behoren bij de combinatie van μ en ϕ , waarbij criterium (11) de laagste waarde aanneemt. Uit dit overzicht blijkt dat de optimale waarde van het criterium nogal kan verschillen. Desalniettemin kan worden vastgesteld dat de uitkomsten voor de parameters $\phi_{(0)}$, μ en κ tamelijk ongevoelig zijn voor wijzigingen in de vertraging van de doorwerking van de reële arbeidskosten op de economische levensduur. (In de appendix van hoofdstuk 3 zijn de resultaten opgenomen van andere gevoeligheidsanalyses.)

De laagste waarde van het criterium verscheen bij een lineaire vertraging van 3 jaar, die als volgt is gespecificeerd:

$$A = \frac{1}{3}, B = \frac{1}{3}, C = \frac{1}{3}, D = 0 \text{ en } E = 0$$

De hierbij behorende waarden van de coëfficiënten, zoals die voorkomen in de vergelijkingen (1), (2), (3), (8) en (10) zijn:

⁸ Vergelijk voetnoot 4.

$$\begin{aligned}
\phi_{(0)} &= 9,0 \\
\mu &= 0,051 \\
\kappa &= 1,4566 \\
\gamma &= 0,1328 \\
\rho &= 0,0658 \\
\omega &= 48,1 \\
\beta &= 0,458 \\
\varepsilon &= 3,992^9
\end{aligned}$$

De waarde van het criterium is $\Sigma u^2 = 1052,57$. De determinatiecoëfficiënten van de werkgelegenheidsfuncties nemen de volgende waarden aan:

$$R_{(8)}^2 = 0.99207 \text{ en } R_{(10)}^2 = 0,85443$$

De schattingsuitkomsten die bij deze waarden voor de parameters horen, zijn ondergebracht in tabel 2.

Voor een goed begrip van deze uitkomsten dient mede te worden gelet op de ontwikkeling van de exogene variabelen van het partiële werkgelegenheidsmodel. Het beloop van zowel de exogene als de endogene variabelen is samengevat in tabel 3. Hierbij worden drie perioden onderscheiden, de eerste helft van de jaren zestig, de tweede helft van de jaren zestig en de beginjaren zeventig.

⁹ De t -waarde van deze constante is 0,48.

Tabel 1. Uitkomsten van de schatting van het jaargangenmodel voor 15 vertragingstructuuren van de reële arbeidskosten.

<i>A</i>	1	0	0	0	0	½	0	0	0	⅓	0	0	¼	0	1/5
<i>B</i>	0	1	0	0	0	½	½	0	0	⅓	⅓	0	¼	¼	1/5
<i>C</i>	0	0	1	0	0	0	½	½	0	⅓	⅓	⅓	¼	¼	1/5
<i>D</i>	0	0	0	1	0	0	0	½	½	0	⅓	⅓	¼	¼	1/5
<i>E</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	½	0	0	⅓	0	¼	1/5
<i>t^a</i>	0	-1	-2	-3	-4	-0.5	-1.5	-2.5	-3.5	-1	-2	-3	-1,5	-2,5	-2
Σu^{2b}	1.63	2.34	2.07	3.22	3.55	2.22	1.26	2.60	2.64	1.05	1.79	2.32	1.14	1.28	1.20
$R_{(8)}^2$ ^c	0.96	0.97	0.95	0.92	0.69	0.97	0.99	0.95	0.85	0.99	0.95	0.94	0.99	0.99	0.99
$R_{(10)}^2$ ^d	0.80	0.34	0.53	0.23	0.24	0.35	0.82	0.83	0.74	0.85	0.77	0.84	0.86	0.83	0.84
μ	5.0	5.0	5.4	5.5	5.2	5.0	5.1	5.4	5.2	5.1	5.1	5.4	5.2	5.1	5.1
ϕ_{48}	9.3	8.8	8.6	8.1	7.4	9.0	8.7	8.3	7.7	9.0	8.5	8.0	8.8	8.2	8.5
$1/\kappa$	0.70	0.69	0.68	0.68	0.69	0.70	0.69	0.68	0.69	0.69	0.68	0.68	0.68	0.69	0.69
γ	0.17	0.11	0.12	0.07	0.00	0.13	0.10	0.09	0.00	0.13	0.08	0.05	0.12	0.04	0.07
R_γ	70	71	73	73	65	71	73	73	73	70	73	73	70	73	73
ρ	0.27	0.23	0.32	0.28	0.46	0.28	0.07	0.21	0.40	0.07	0.21	0.12	0.06	0.06	0.07
ω^e	120	89	120	112	161	120	50	88	138	48	80	62	48	47	47
β	0.50	0.10	0.33	0.26	0.39	0.42	0.45	0.52	0.55	0.46	0.38	0.60	0.53	0.45	0.46
v_{73}	57.1	56.9	56.0	56.0	56.6	57.1	56.6	56.2	56.6	56.5	56.6	56.2	56.3	56.7	56.6
ϕ_{73}	31.5	29.8	32.0	30.9	26.3	30.5	30.2	30.9	27.3	31.2	29.5	29.8	31.3	28.4	29.5
a_{73}^* ^f	4.108	4.128	4.084	4.084	4.135	4.103	4.084	4.084	4.084	4.101	4.084	4.084	4.099	4.084	4.084

a. De gemiddelde vertraging is gedefinieerd als de negatieve waarde van de som van *B*, *2C*, *3D* en *4E*.

b. De waarde van het criterium (10^3).

c. De determinatiecoëfficiënt van vergelijking (8).

d. De determinatiecoëfficiënt van vergelijking (10).

e. Frictiewerkloosheid (10^3 manjaren).

f. Arbeidsplaatsen in 1973 (10^3 manjaren)

In de eerste helft van de jaren zestig was sprake van een arbeidstekort ($a^s < a^*$). Vanaf 1966 is het aanbod van arbeid *groter* dan het aantal arbeidsplaatsen. Het jaar 1960 is als beginpunt gekozen, omdat dit het laatste jaar is waarin - althans macro-economisch gezien - geen economische veroudering optreedt. Bovendien is 1960 het eerste jaar waarin het aantal arbeidsplaatsen groter is dan het aanbod van arbeid.

In het begin van de jaren zestig werd de vrije zaterdag ingevoerd. Het aantal werkuren per week werd hierdoor verminderd van 48 naar 45. Dit betekende een arbeidstijdverkorting van gemiddeld bijna 1% per jaar. Daarnaast stegen de reële arbeidskosten met gemiddeld 5,8% per jaar. Deze 'impulsen' hebben er kennelijk toe geleid dat in enkele jaren tijds alle dan nog aanwezige vooroorlogse jaargangen om economische redenen (versneld) buiten gebruik werden gesteld. De technologisch bepaalde stijging van de arbeidsproductiviteit op vooroorlogse jaargangen is immers slechts 1,275% ($0,25 \times 5,1$). Vanaf het moment dat de afkapconditie kritisch is, dat wil zeggen vanaf het moment dat de berekende economische levensduur kleiner is dan 45 jaar, brengt een reële arbeidskostenstijging van bijvoorbeeld 5,1% per jaar een versnelde buitengebruikstelling van drie vooroorlogse jaargangen met zich mee. (Alleen bij een stijging van de reële arbeidskosten met 1,275% per jaar blijft de economische levensduur - betrokken op vooroorlogse jaargangen - constant.)

De versnelde economische veroudering van vooroorlogse jaargangen heeft gevolgen voor het aantal arbeidsplaatsen. Het verlies aan arbeidsplaatsen, uit hoofde van technische veroudering, neemt af. Daar staat echter tegenover dat het verlies aan arbeidsplaatsen als gevolg van economische veroudering veel meer toeneemt. Desalniettemin groeit het aantal arbeidsplaatsen in deze periode gemiddeld genomen nog met 1,1% per jaar. Dit komt omdat de investeringen - vooral in het begin van de jaren zestig - voldoende nieuwe arbeidsplaatsen met zich meebrengen om de verliezen te compenseren. Alleen in de jaren 1965 en 1966 treedt een stagnatie op in de groei van de potentiële werkgelegenheid.

In de beschouwde periode groeit zowel de gerealiseerde als de voorspelde werkgelegenheid sneller dan het aantal arbeidsplaatsen. Geconstateerd kan worden dat de groei van de werkgelegenheid parallel verloopt aan de ontwikkeling van het aanbod van arbeid. Dit komt ook tot uitdrukking in de hoge waarde (0,99) van de determinatiecoëfficiënt van de vergelijking voor de situatie van een tekort aan arbeidskrachten.

Tabel 2. Enkele grootheden berekend met het model van Den Hartog en Tjan, 1959-1973.

Jaar	Bouwjaar van de oudste in gebruik zijnde jaargang (19-)	Totaal aantal arbeidsplaatsen (x 1000 manjaren)	Mutaties in het aantal arbeidsplaatsen (x 1000 manjaren)				Productiecapaciteit (miljoenen gulden prijzen 1963)	Berekende werkgelegenheid (x 1000 manjaren)	Bezettingsgraad	Bemanningsgraad	Aanbod van arbeid groter dan arbeidsplaatsen?
			Totaal	T.g.v. nieuwe investeringen	T.g.v. technische veroudering	T.g.v. economische veroudering					
1959	15,00	3.673,6					34.685,6	3.610	0,96	0,99	ja
1960	16,00	3.806,1	132	244	112	0	37.285,7	3.701	0,98	0,97	nee
1961	20,38	3.926,4	120	253	113	20	39.273,7	3.747	0,96	0,95	nee
1962	25,44	4.022,6	97	256	106	53	41.626,6	3.824	0,95	0,95	nee
1963	29,61	4.070,5	47	243	104	92	44.026,1	3.878	0,94	0,95	nee
1964	33,93	4.089,2	19	238	96	123	46.525,9	3.946	0,97	0,97	nee
1965	38,79	4.061,8	-27	242	90	179	48.874,7	3.980	0,98	0,98	nee
1966	43,82	4.058,3	-4	252	81	175	51.623,9	4.010	0,95	0,99	nee
1967	48,12	4.060,4	2	248	81	165	54.326,9	3.984	0,96	0,97	ja
1968	49,39	4.099,5	40	266	81	145	57.467,9	4.038	0,97	0,98	ja
1969	50,72	4.112,3	12	258	79	167	60.259,8	4.080	0,98	0,99	ja
1970	52,42	4.129,0	17	292	76	199	63.130,0	4.133	1,00	1,00	ja
1971	53,94	4.154,8	26	270	72	172	66.226,1	4.128	0,98	1,00	ja
1972	55,24	4.135,3	-20	247	72	195	68.805,2	4.105	0,98	0,99	ja
1973	56,49	4.101,1	-34	259	71	222	71.230,9	4.086	0,99	1,00	ja

In de tweede helft van de jaren zestig is de werkgelegenheidsvergelijking voor de situatie van een overschot van arbeidskrachten actueel. In deze periode groeien de investeringen (6,5%) nog sneller dan de technologisch bepaalde stijging van de arbeidsproductiviteit. Zowel de feitelijke als de potentiële investeringsquote trekt fors aan. Op zich beschouwd heeft deze ontwikkeling een positieve invloed op het aantal arbeidsplaatsen en de productiecapaciteit.

Tabel 3. Het verloop van de variabelen van het partiële werkgelegenheidsmodel in de periode 1960/1973.

Periode	60/66	66/71	71/73
Situatie	$a^s \leq a^*$	$a^s > a^*$	$a^s > a^*$
<i>Exogene variabelen</i>		Groeivoeten ¹	
Productie (y)	5,1	5,8	4,0
Investeringen (i)	5,6	6,5	2,9
Reële arbeidskosten ² ($l-p_y$)	5,8	6,4	5,1
Arbeidstijd (h)	-0,9	-1,2	-1,2
Aanbod van arbeid (a^s)	1,3		
<i>Endogene variabelen</i>			
Productiecapaciteit (y^*)	5,6	5,1	3,7
Bezettingsgraad ($y-y^*$)	-0,5	0,7	0,3
Arbeidsplaatsen (a^*)	1,1	0,5	-0,6
Werkgelegenheid ³ (a)	1,4	0,7	-0,8
(\hat{a})	1,3	0,6	-0,5
<i>Afgeleide variabelen</i>			
Feitelijke gemiddelde arbeidsproductiviteit ($y-a$)	3,7	5,1	4,8
Potentiële gemiddelde arbeidsproductiviteit (y^*-a^*)	4,5	4,6	4,3
Arbeidsinkomensquote ($l-p_y-y+a$)	2,1	1,3	0,3
Feitelijke investeringsquote ($i-y$)	0,5	0,7	-1,1
Potentiële investeringsquote ($i-y^*$)	0,0	1,4	-0,8
Jaren			
Economische levensduur ⁴ (θ)	-21,8	-5,1	-0,6

1. Berekend door niveauvergelijking van het eerst- en laatstgenoemde jaar.
2. Exclusief het effect van arbeidstijdverkorting op de economische levensduur en zonder rekening te houden met de lineaire vertraging van drie jaar.
3. De betreffende groeivoeten hebben respectievelijk betrekking op de gerealiseerde werkgelegenheid (a) en op de voorspelde werkgelegenheid (\hat{a}).
4. Vóór 1968 werden uitsluitend vooroorlogse jaargangen geliquideerd.

Het aantal arbeidsplaatsen blijkt echter nauwelijks toe te nemen (0,5%). De oorzaak hiervan ligt in de versnelde liquidatie van marginale jaargangen. Deze gaat in onverminderde mate door; de economische levensduur daalt in deze periode van circa 23 naar 18 jaar. Dit is toe te schrijven aan de onstuimige ontwikkeling van de reële arbeidskosten (6,4%) en de voortgaande verkorting van de arbeidstijd (1,2%), die te zamen in aanzienlijke mate uitgaan boven de technologisch bepaalde stijging van de arbeidsproductiviteit op de marginale jaargangen, die vanaf 1967 op de volle 5,1% kan worden gesteld omdat met ingang van dit jaar uitsluitend naoorlogse jaargangen in gebruik blijken te zijn. Desalniettemin neemt de feitelijke werkgelegenheid (0,7%) sneller toe dan het aantal arbeidsplaatsen; de bemanningsgraad stijgt. Dit hangt samen met de gunstige ontwikkeling van de bezettingsgraad (0,7%). Deze trekt aan, omdat de productie gemiddeld genomen sneller groeit dan de productiecapaciteit.

Al met al blijft het verloop van de werkgelegenheid in de tweede helft van de jaren zestig aanzienlijk achter bij de trend die voor de periode 1950-1965 kan worden vastgesteld. Het blijkt dat deze trendwijziging vrij redelijk kan worden verklaard uit de snellere stijging van de reële arbeidskosten die vanaf 1964 is opgetreden. Meer dan vóór 1964 ontstond hierdoor de noodzaak om oude, arbeidsintensieve kapitaalgoederen te vervangen door nieuwe, minder arbeidsintensieve kapitaalinstallaties. De bouwjareninterpretatie van productie en werk-gelegenheid laat dus zien hoe een versterkte reële arbeidskostenstijging kon leiden tot een versnelde vervanging, die gepaard ging met een verminderde vraag naar arbeid.

In 1971 bereikt de werkgelegenheid in bedrijven een historisch hoogtepunt. In de jaren daarna gebeurt iets zeer bijzonders. De productie blijft namelijk groeien, terwijl de werkgelegenheid stagneert. Deze gang van zaken kan uitzonderlijk worden genoemd, omdat op langere termijn een positief verband tussen productie en werkgelegenheid kan worden waargenomen. De jaargangentheorie blijkt dit te kunnen verklaren; de daling van de werkgelegenheid is bijna geheel terug te voeren op het teruglopen van het aantal arbeidsplaatsen. Ook in de beginjaren zeventig gaat de liquidatie van arbeidsplaatsen in onverminderde mate door. (Tussen haakjes zij erop gewezen dat de liquidatie van arbeidsplaatsen zelfs bij een constante economische levensduur zeer omvangrijk is; de economische veroudering is pas nihil als de economische levensduur van jaar op jaar met één jaar wordt verlengd.) Bovendien worden de verliezen aan de 'staart' van de kapitaalgoederenvoorraad in onvoldoende mate gecompenseerd door additionele (nieuwe) arbeidsplaatsen, omdat het niveau van de investeringen in deze jaren nagenoeg onveranderd blijft.

Geconcludeerd kan worden - en deze conclusie werd destijds pas na de publikatie van het onderzoek van Den Hartog en Tjan getrokken -dat in de beginjaren zeventig niet kon worden gesproken van een stijging van de werkloosheid ten gevolge van het dalen van de bezettingsgraad. Het was dus niet verstandig om de recepten van de traditionele keynesiaanse theorie op te volgen, mede niet omdat *tevens* sprake was van een vrij volledige bezetting van de productiecapaciteit.

2.4. DE EERSTE KRITIEK

Achteraf gezien (we schrijven 1980) kan worden vastgesteld dat het belangrijkste punt van kritiek op het hierboven besproken model is, dat het de werkgelegenheid *buiten* de steekproefperiode, dat wil zeggen vóór 1959 en ná 1973, slecht voorspelt. De kwestie van de modelvoorspellingen voor de jaren vijftig werd al in 1975 aan de orde gesteld door een aantal ‘Amsterdamse’ economen.¹⁰ Hun kritiek was terecht: de vooronderstelling dat aan alle jaargangen sinds het begin van deze eeuw één en dezelfde kapitaalcoëfficiënt is verbonden, leidt tot inacceptabele resultaten voor de jaren vijftig. Dit kan als volgt worden ingezien.

Uitgaande van een levensduur van 45 jaar, kunnen voor elk jaar in de periode 1949 tot en met 1958 de productiecapaciteit en het hierbij behorende aantal arbeidsplaatsen worden berekend. De betreffende uitkomsten zijn vermeld in tabel 4.¹¹

Tabel 4. *Enkele grootheden berekend met het model van Den Hartog en Tjan, 1949-1958.*

Jaar	Bemanningsgraad	Bezettingsgraad
1949	1,35	1,32
1950	1,31	1,29
1951	1,27	1,23
1952	1,23	1,17
1953	1,19	1,16
1954	1,17	1,20
1955	1,13	1,18
1956	1,09	1,13
1957	1,04	1,05
1958	1,00	0,97

¹⁰ R.A. de Klerk, H.B.M. van der Laan en K.T.B. Thio, ‘Het CPB en de ontwikkeling van de werkgelegenheid’, ESB, 1975, blz. 480-484 en 664-666. De auteurs hebben hun opvattingen nader uitgewerkt in ‘Unemployment in the Netherlands: a criticism of the Den Hartog-Tjan vintage model’, *Cambridge Journal of Economics*, 1977, blz. 291-306.

¹¹ De cijfers in deze tabel zijn ontleend aan het in de vorige voetnoot genoemde artikel van De Klerk c.s. uit 1977.

Het blijkt dan dat de bemanningsgraad in de jaren vijftig boven de 100% uitkomt; het aantal arbeidsplaatsen is voortdurend kleiner dan de feitelijke werkgelegenheid. Er wordt dus niet voldaan aan de hierboven gestelde voorwaarde (7). Ook voorwaarde (6) gaat niet op: de bezettingsgraad is in de meeste jaren groter dan 100%. Kennelijk wordt de productiecapaciteit in de jaren vijftig onderschat. De oorzaak hiervan is - gezien vergelijking (2) duidelijk: de kapitaalproductiviteit - $1/\kappa$ - van (vooral) de vooroorlogse jaargangen moet zijn onderschat.

Gezien deze uitkomsten moet de hypothese worden gesteld dat niet alleen de arbeidsproductiviteit doch ook de kapitaalproductiviteit van de jaargangen is gedateerd. In de loop van de tijd zijn op dit punt verschillende suggesties gedaan en getoetst. In de hoofdstukken 3 en 10 wordt hier nader op ingegaan.

Een ander punt van kritiek kwam van de zijde van een aantal 'Groningse' economen.¹² Zij lieten onder meer zien dat de *niveaus* van de schattingsuitkomsten nogal gevoelig waren voor veranderingen in de vooronderstellingen. Hierbij zij aangetekend dat hun kritiek betrekking heeft op de eerste versie van het model van Den Hartog en Tjan.¹³ Op de hierboven besproken derde versie blijkt deze kritiek in veel mindere mate van toepassing te zijn. Dit is hierboven reeds aangetoond aan de hand van een gevoeligheidsanalyse met betrekking tot de vertraagde doorwerking van de reële arbeidskosten op de economische levensduur. Ook de resultaten van het onderzoek, waarvan in de hoofdstukken 3 en 8 verslag wordt gedaan, wijzen in deze richting.

¹² J. Muysken en C.H. van Ardenne, 'Den Hartog and Tjan's vintage model as a tool for the determination of structural unemployment: some critical remarks', *De Economist*, 124, nr. ½, 1976. Dit artikel werd reeds in de zomer van 1975 in de vorm van een discussienota gepubliceerd.

¹³ Zie voetnoot 1.

APPENDIX 2. DE DATA *

Tabel 2.1.

Jaar	Werkgelegenheid in bedrijven (x 1000 manjaren)	Bruto produktie tegen factorkosten, excl. aardgaswinning (in miljoenen gulden, prijzen 1963)	Prijsindex van de bruto-productie tegen factorkosten (1963 = 1)	Loonsom per werknemer (x 1000 gulden)	Arbeidstijd (1959 = 1)
1959	3.620	33.300	0.915	5.315	1,000
1960	3.692	36.550	0.934	5.748	0,994
1961	3.746	37.880	0.943	6.163	0,963
1962	3.823	39.590	0.964	6.527	0,946
1963	3.878	41.220	1.000	7.113	0,940
1964	3.952	45.270	1.064	8.174	0,940
1965	3.986	47.870	1.116	9.085	0,940
1966	4.009	49.180	1.169	10.081	0,940
1967	3.986	51.970	1.024	10.968	0,937
1968	4.021	55.460	1.238	11.941	0,929
1969	4.083	59.090	1.322	13.544	0,918
1970	4.129	63.130	1.376	15.336	0,898
1971	4.147	65.170	1.473	17.292	0,886
1972	4.094	67.570	1.598	19.493	0,877
1973	4.084	70.510	1.732	22.471	0,864

* Bron: H. den Hartog en H.S. Tjan, De Economist, 124, nr. ½, 1976.

Tabel 2.2. *Investerings in bedrijven, exclusief woningen, bedrijfsgebouwen en die van de aardgassector* (in miljoenen guldens, prijzen van 1963).*

Jaar	Volume	Jaar	Volume	Jaar	Volume	Jaar	Volume
1915	1.100	1930	1.973	1945	0	1960	5.137
1916	1.140	1931	1.405	1946	817	1961	5.598
1917	1.050	1932	856	1947	1.746	1962	5.947
1918	970	1933	934	1948	2.154	1963	5.945
1919	1.230	1934	932	1949	2.328	1964	6.108
1920	1.278	1935	801	1950	2.608	1965	6.520
1921	1.362	1936	898	1951	2.447	1966	7.137
1922	1.245	1937	1.206	1952	2.227	1967	7.387
1923	972	1938	1.480	1953	2.532	1968	8.338
1924	1.101	1939	1.632	1954	3.231	1969	8.508
1925	1.216	1940	914	1955	3.903	1970	10.104
1926	1.344	1941	656	1956	4.561	1971	9.799
1927	1.438	1942	373	1957	4.756	1972	9.439
1928	1.628	1943	296	1958	3.819	1973	10.375
1929	1.621	1944	0	1959	4.294		

* De schatting van de oorlogsschade in de jaren 1940 t.m. 1945 belooft fl 8.500 mln in prijzen van 1963. Deze raming is opgesteld door J.U. Zeilmaker van het Centraal Planbureau.

Tabel 2.3. *Technische overlevingsfracties.**

1ste jaar	1	16de jaar	0,81	31ste jaar	0,145
2de jaar	1	17de jaar	0,78	32ste jaar	0,125
3de jaar	1	18de jaar	0,74	33ste jaar	0,105
4de jaar	1	19de jaar	0,70	34ste jaar	0,09
5de jaar	1	20ste jaar	0,65	35ste jaar	0,075
6de jaar	1	21ste jaar	0,595	36ste jaar	0,06
7de jaar	0,995	22ste jaar	0,525	37ste jaar	0,05
8ste jaar	0,985	23ste jaar	0,465	38ste jaar	0,04
9de jaar	0,975	24ste jaar	0,41	39ste jaar	0,035
10de jaar	0,965	25ste jaar	0,36	40ste jaar	0,03
11de jaar	0,94	26ste jaar	0,31	41ste jaar	0,025
12de jaar	0,915	27ste jaar	0,265	42ste jaar	0,02
13de jaar	0,89	28ste jaar	0,23	43ste jaar	0,015
14de jaar	0,865	29ste jaar	0,20	44ste jaar	0,01
15de jaar	0,84	30ste jaar	0,17	45ste jaar	0,005

* Deze technische overlevingsfracties zijn ontleend aan een intern onderzoeksrapport van het Centraal Planbureau: J.U. Zeilmaker en B.A. van Hamel, Onderzoek naar het verloop van de kapitaal-goederenroorraad na de oorlog, 1964.