



# Nobelprijs voor empirische macro-economie

Dit jaar is de Prijs van de Zweedse Rijksbank voor Economie ter nagedachtenis aan Alfred Nobel, in de volksmond de Nobelprijs Economie, toegekend aan onderzoekers op het terrein van de empirische macro-economie. Eerdere Nobelprijswinnaars op dit terrein waren Tinbergen in 1969, Klein in 1980, Granger en Engle in 2003 en Kydland en Prescott in 2004.

**D**e winnaars dit jaar zijn Thomas J. Sargent van de New York University en Christopher A. Sims, verbonden aan de Princeton University. Hun onderzoek heeft de empirische macro-economie van een nieuwe methodologie voorzien.

## Sargent: rationele verwachtingen

In de vroege keynesiaanse modellen werden verwachtingen eenvoudig gemodelleerd als een statisch en exogeen proces. Friedman (1968) en Phelps (1968) hebben echter al laten zien dat verwachtingen invloed hebben op het macro-economische evenwicht, en dat verwachtingen kunnen veranderen. Zij modelleerden verwachtingen als een adaptief, of zich aanpassend, proces. De verwachting

bijvoorbeeld voor inflatie is dan een functie van gerealiseerde inflatie in het verleden. Echter, het probleem van terugkijkende of adaptieve verwachtingen is dat er na schokken systematische fouten kunnen optreden in de verwachtingsvorming van consumenten, producenten en andere agenten in het economische proces. Het is echter redelijk te veronderstellen dat mensen leren van fouten, en dat in hun verwachtingsvorming betrekken. Muth (1961) noemde dit rationele verwachtingen, overigens heeft Tinbergen al in 1932 over dit fenomeen geschreven (Keuzenkamp, 1991), en in 1995 heeft Robert E. Lucas Jr. de Nobelprijs in de economie ontvangen voor zijn onderzoek naar dit fenomeen. Dat mensen kunnen leren van hun fouten komt ook tot uitdrukking in een citaat van Abraham Lincoln, voormalig president van de Verenigde Staten: *“You can fool some of the people all of the time, and all of the people some of the time, but you cannot fool all of the people all of the time.”*

Het idee van rationele verwachtingen is eenvoudig, maar om het te integreren in macromodellen is niet echt simpel. In de eerste plaats hangt in macromodellen “alles met alles” samen, en in de tweede plaats omdat verwachtingen over de toekomst het

### JAN JACOBS

Universitaire hoofddocent  
aan de Rijksuniversiteit  
Groningen

### GERARD KUPER

Universitaire hoofddocent  
aan de Rijksuniversiteit  
Groningen

huidige gedrag beïnvloeden. Zo heeft verwachte inflatie invloed op de huidige prijsontwikkeling vanwege bijvoorbeeld loon- en prijsafspraken (Cagan en Friedman, 1956).

### Sims: vector-autoregressieve systemen

Tot aan de jaren zeventig van de vorige eeuw werd de hoofdstroom in de macro-economie gedomineerd door het keynesiaanse gedachtegoed (Jacobs, 1996). Dat gold niet alleen voor de theorie, maar zeker ook voor de empirie, en voor het beleid dat werd vormgegeven aan de hand van vaak grootschalige macro-economische beleidsmodellen. Deze simultane structuurmodellen werden niet alleen bekritiseerd vanwege de zeer rudimentaire wijze waarop verwachtingen werden gemodelleerd, maar ook vanwege de restricties die aan het model werden opgelegd om de parameters te kunnen identificeren. Sims noemde deze restricties *incredible*, vrij vertaald als ongeloofwaardig. Deze structuurmodellen worden veelal geassocieerd met Tinbergen en Klein, die deze modellen in de jaren dertig en veertig introduceerden, en die sindsdien geleidelijk zijn geëvolueerd door in het bijzonder beleidseconomen en een enkele academische onderzoeker (Fair, 2004). De meest vergaande kritiek op de grote structuurmodellen is afkomstig van Sims. Sims stelde voor om herleide vormmodellen te schatten, zonder parameterrestricties op te leggen, waarin alle variabelen als endogeen worden beschouwd, zodat er geen keuze hoeft te worden gemaakt tussen endogene en exogene variabelen. Deze vector-autoregressies worden kortweg VAR-modellen genoemd – niet te verwarren met VaR-modellen (*Value at Risk*) die gemeengoed zijn in de financiële risicoliteratuur. De VAR-modellen zijn in de meest pure vorm atheoretisch. Een klein aantal endogene variabelen wordt verklaard uit hun eigen en elkaars verleden, eventueel aangevuld met deterministische exogenen als een constante, een trend of seizoensdummy's. Sims' benadering is data-georiënteerd: er wordt in eerste instantie geprobeerd patronen in de data samen te vatten. Er bestaat echter een duidelijk verband met structuurmodellen. Het dynamisch gedrag van een structuurmodel à la Sargent met rationale verwachtingen kan vaak worden gerepresenteerd in een VAR-model à la Sims.

De VAR-benadering begint met het selecteren van de variabelen. Vervolgens worden de maximale vertraging die voorkomt in het systeem bepaald en de parameters geschat. Het aantal parameters loopt bij een VAR-systeem snel uit de hand, want iedere extra vertraging in een systeem met  $n$  variabelen betekent  $n^2$  parameters meer. Het grote aantal parameters maakt het lastig het model te beoordelen aan de hand van de parameterschattingen. In plaats daarvan wordt het model beoordeeld aan de hand van impulsreacties, die het verloop van de modelvariabelen laat zien na een schok. Deze methode sluit uitstekend aan bij de moderne macro-economie, die zich zowel theoretisch als empirisch bezig houdt met de vraag hoe economische agenten reageren op

schokken, en hoe schokken zich voortplanten in en tussen landen.

Echter, om de reactie op schokken te kunnen interpreteren in VAR-systemen ten behoeve van de beleidsanalyse zijn er wel degelijk identificatierestricties nodig, omdat de storingstermen in het systeem gecorreleerd kunnen zijn. Dit betekent dat we niet meer in staat zijn het effect van een schok op een individuele variabele te bepalen. Alle variabelen worden tegelijkertijd beïnvloed. Sims onderkende dit identificatieprobleem en loste het op door vooraf de volgorde vast te leggen waarin de variabelen reageren op schokken. Op dit punt vult het onderzoek van Sargent dat van Sims aan. Omdat er meerdere ordeningen mogelijk zijn, en economische theorie niet altijd in staat is duidelijke aanwijzingen te geven over de volgorde van de variabelen, zijn SVAR-modellen (Structurele VAR) in beeld gekomen (Bernanke, 1986; Blanchard en Watson, 1986; Sims, 1986). Het verschil tussen VAR's en SVAR's is dat een SVAR de economische structuur laat zien, terwijl een VAR de herleide vorm van een SVAR is. Een andere interessante

#### Kader 1

### Adaptief versus rationeel

Een voorbeeld laat het verschil zien tussen adaptieve en rationele verwachtingen. Het beschrijft ook hoe rationele verwachtingenmodellen worden opgelost. Om het eenvoudig te houden kent het model slechts één vergelijking en is lineair. Het model beschrijft hoe productie  $y$  op tijdstip  $t$  wordt bepaald door de verwachte productie op tijdstip  $t+1$  en van een exogene factor  $x$  op tijdstip  $t$ :

$$y_t = aE[y_{t+1} | I_t] + cx_t \quad (1)$$

waarbij  $a$  en  $c$  constante coëfficiënten zijn, en  $E[y_{t+1} | I_t]$  de verwachting van de productie op tijdstip  $t+1$  is gebaseerd op informatie beschikbaar op tijdstip  $t$ .

De vraag is hoe  $y$  kan worden uitgedrukt in termen van de waarneembare variabelen. Om deze vraag te beantwoorden moeten we eerst vaststellen hoe verwachtingen worden gevormd. In het geval van adaptieve verwachtingen is het model betrekkelijk eenvoudig op te lossen via de methode van de herhaalde substitutie.

Het resultaat is dat de productie op tijdstip  $t$  volledig beschreven is als functie van de waarneembare variabelen.

$$y_t = \frac{a(1-\alpha)\alpha}{1-a\alpha} y_{t-1} + \frac{a(1-\alpha)^2\alpha}{1-a\alpha} y_{t-2} + \dots + \frac{c}{1-a\alpha} x_t \quad (2)$$

Wanneer verwachtingen rationeel worden gevormd, zijn er verschillende oplossingsmethoden (Minford, 1992). Eén methode is die van de "onbepaalde coëfficiënten", waarbij de vorm van de oplossing wordt geraden, waarna de coëfficiënten worden vastgesteld. Ons model is lineair, dus we vermoeden dat de oplossing ook lineair is. Laten we veronderstellen dat de productie  $y$  op tijdstip  $t$  afhangt van de toekomstige waarden van de exogene variabele  $x$  (net zoals in het inflatievoorbeeld hierboven):

$$y_t = \lambda_0 x_t + \lambda_1 x_{t+1} + \lambda_2 x_{t+2} + \dots \quad (3)$$

waarbij de  $\lambda$ 's de onbekende coëfficiënten zijn die we later bepalen. Als vergelijking (3) klopt, dan geldt die ook voor verwachte toekomstige waarden van de productie:

$$E[y_{t+1} | I_t] = \lambda_0 x_{t+1} + \lambda_1 x_{t+2} + \lambda_2 x_{t+3} + \dots \quad (4)$$

Als we vergelijkingen (3) en (4) invullen in het oorspronkelijke model (1), dan volgt:

$$\lambda_0 x_t + \lambda_1 x_{t+1} + \lambda_2 x_{t+2} + \dots = a(\lambda_0 x_{t+1} + \lambda_1 x_{t+2} + \lambda_2 x_{t+3} + \dots) + cx_t \quad (5)$$

Uit deze vergelijkingen kunnen we de onbekende coëfficiënten relateren aan de constanten van het oorspronkelijke model:

$$\lambda_0 = c \quad \lambda_1 = a\lambda_0 = ac \quad \lambda_2 = a\lambda_1 = a^2c \quad \text{etc.}$$

Nu we de onbekende coëfficiënten uit vergelijking (3) kennen, kunnen we de oplossing, waarbij de verwachtingen consistent zijn, schrijven als:

$$y_t = cx_t + acx_{t+1} + a^2cx_{t+2} + \dots \quad (6)$$

Deze methode ziet er eenvoudig uit, maar is voor grotere modellen en niet-lineaire modellen erg lastig.

## VAR-modellen

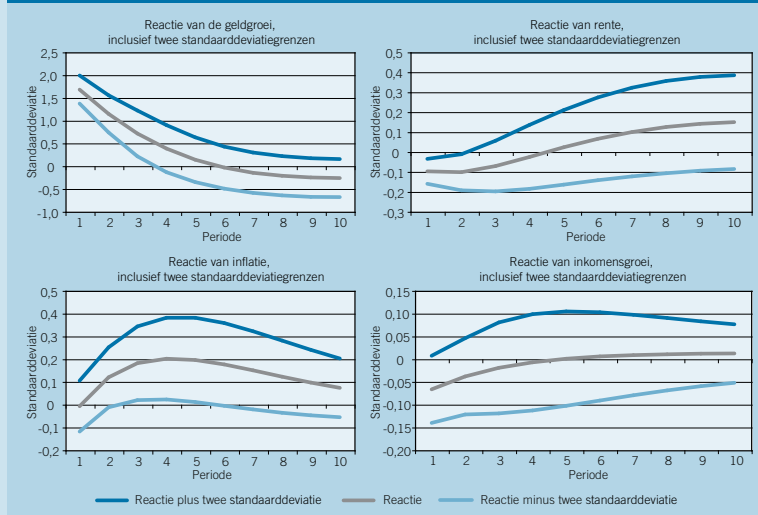
Voor twee variabelen en één vertraging kan het VAR-model worden geschreven als:

$$y_{1,t} = c_1 + A_{1,1}y_{1,t-1} + A_{1,2}y_{2,t-1} + e_{1,t}$$

$$y_{2,t} = c_2 + A_{2,1}y_{1,t-1} + A_{2,2}y_{2,t-1} + e_{2,t}$$

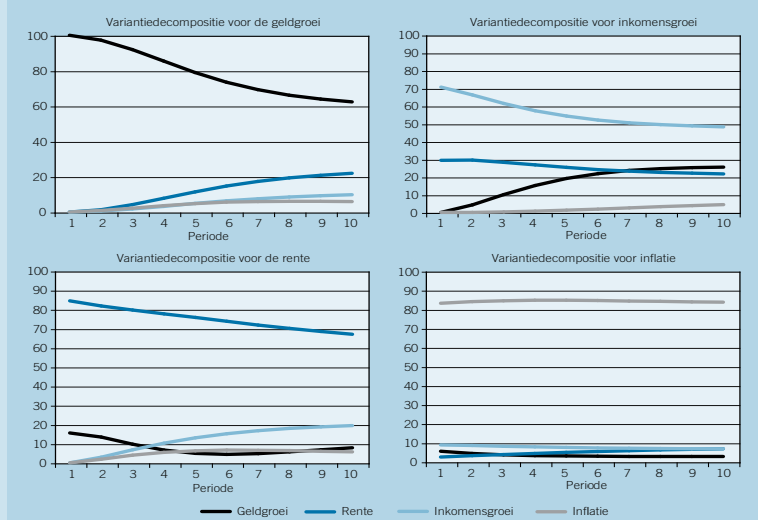
Als voorbeeld een model waarvan de reeksen zijn: de geldgroei (M), rente (r), groei van het reële bruto binnenlandse product (Y) en inflatie (P). Om de schokken te identificeren wordt de volgende volgorde opgelegd: M, r, Y, P. Deze volgorde is van belang voor de interpretatie van de uitkomsten, en een andere volgorde geeft andere uitkomsten. In dit voorbeeld hanteren we de veelgebruikte Cholesky-ordening, die een recursief causaal verband geeft. Elk van de variabelen M, r, Y en P wordt in de periode van de schok beïnvloed door de voorafgaande variabelen. P wordt dus door alle variabelen beïnvloed. In de volgende perioden staan alle variabelen onder invloed van elk van de variabelen uit de vorige perioden. Een verruiming van de geldhoeveelheid met een standaarddeviatie leidt direct tot een lagere rente en na drie perioden tot een hoger inkomen. De gevolgen voor de prijzen wijken in dit voorbeeld niet significant af van nul.

### Reacties na een schok van één standaarddeviatie in de geldgroei.



Een tweede manier om de uitkomsten van een VAR te duiden is een variantiedecompositie. Deze laat zien wat de bijdrage is in de variatie van elk van de variabelen in de variatie van de overige variabelen. Het effect van de variatie van de geldgroei en de rente op de variatie in de groei van het inkomen is ongeveer even groot, elk ongeveer 25 procent na tien perioden. De bijdragen van de variatie van geldgroei en de rente in de andere variabelen zijn vrij klein.

### Variatie decompozities.



uitbreiding laat co-integratierestricties – gebaseerd op het werk van de eerdere Nobelprijswinnaars Engle en Granger (1987) – toe die de relaties op de lange termijn tussen de variabelen in het systeem beschrijven. Dit zijn VEC-modellen (Vector Error Correction). Deze uitbreiding is destijds in ESB besproken door Jacobs *et al.* (2003a).

### Implicaties voor beleid en beleidsevaluatie

Om rationele verwachtingen in een grootschalig macromodel te incorporeren, zo dat al gebeurt, is een enorme uitdaging. Vandaar dat academische macro-economen zich in het verleden zijn gaan toeleggen op kleinere modellen, waarbij het wel mogelijk is de verwachtingen op een consistente wijze te modelleren. Deze modellen zijn wiskundig van aard en nauwkeurig, omdat verwachtingen consistent zijn met het model waarin ze een rol spelen. De gevolgen van actieve verwachtingsvorming, in het bijzonder rationele verwachtingen, voor het macro-economische beleid zijn groot. De toepassingen zijn legio. Enkele voorbeelden zijn de afwezigheid van neutraliteit van geld vanwege geldillusie (Lucas, 1972; Sargent en Wallace, 1973); de tijdsinconsistentie, reputatie en geloofwaardigheid van beleid en vaste beleidsregels (Kydland en Prescott, 1977); de effectiviteit van het financiële overheidsbeleid en ricardiaanse schuld-equivalentie (Barro, 1974); en de overaanpassing van wisselkoersen (Dornbusch, 1976).

De moderne macromodellen gebaseerd op de door Sargent en Sims geïntroduceerde methodologie hebben de huidige crisis niet voorzien. Een reden kan zijn dat economische agenten minder rationeel handelen dan verwacht. Ook zou het kunnen dat de uitkomsten van deze kleine wiskundige modellen extreem zijn, en dat in de beleidspraktijk het effect wordt afgezwakt door factoren die in grote beleidsmodellen wel en in de kleine theoretische modellen niet zijn opgenomen (Turnovski, 2011). Of zijn we, verblind door de mathematische elegantie van de moderne modellen, het zicht op de werkelijkheid kwijt geraakt (Caballero, 2010)?

### Implicaties voor modelbouw in Nederland

Nederland kent de langste geschiedenis ter wereld op het gebied van macro-economische modelbouw. Sinds Tinbergen (1936) zijn “Kan hier te lande, al dan niet na overheidsingrijpen, een verbetering van de binnenlandse conjunctuur intreden, ook zonder verbetering van onze exportpositie?” publiceerde, heeft Nederland diverse generaties macro-economische modellen versleten. De modellen worden ingezet om de data te beschrijven, economische theorieën te toetsen, te voorspellen en beleid te evalueren. Wie kent ze niet, de puntvoorspellingen voor inflatie en groei voor het huidige en het volgende jaar, en de spoorboekjes en de koopkrachtplaatjes waarin tot op drie cijfers achter de komma de veranderingen voor specifieke groepen van de Nederlandse bevolking duidelijk worden gemaakt? Het is algemeen bekend dat de onzekerheid rondom

de voorspellingen zo groot is dat vaak niet eens met zekerheid kan worden gezegd of de groei bijvoorbeeld positief is. Bovendien worden data over macro-economische variabelen vaak tot een aantal jaren terug herzien (Hoven, 2008). Ook zal het iedereen duidelijk zijn dat de koopkrachtplaatjes niet echt informatief zijn, omdat ze nooit rekening kunnen houden met alle individuele karakteristieken. Een belangrijke rol van de macro-economische modellen in Nederland is dat ze de discussie over de ontwikkelingen binnen de Nederlandse economie kanaliseren. De ideeën en inzichten van de Nobelprijswinnaars komen echter amper tot uitdrukking in de nieuwste lichting modellen van het Centraal Planbureau (CPB) en De Nederlandsche Bank (DNB), respectievelijk SAFFIER II (CPB, 2010) en DELFI (DNB, 2011). Beide modellen hebben een microfundering. Echter, in SAFFIER II vormen consumenten en bedrijven geen verwachtingen over de toekomst, terwijl DELFI adaptieve verwachtingen aanneemt. Rationele verwachtingen zijn in ieder geval nauwelijks aan bod gekomen in Nederlandse macromodellen. Uitzonderingen hierop zijn Okker (1988) en Bikker *et al.* (1993).

De vragen die de structuurmodellen geacht worden te beantwoorden, zijn niet geschikt en in veel gevallen te gedetailleerd voor de VAR-benadering. Maar het CPB en DNB gebruiken méér modellen in hun werk voor aanvullende studies en deelonderzoeken (Jacobs *et al.*, 2003b). Ook de VAR-systemen van Sims komen hierbij aan bod. Elbourne *et al.* (2008) vergelijken bijvoorbeeld de gepubliceerde voorspellingen van het CPB met individuele en gepoolde VAR-voorspellingen. Stanga (2011) past, bij haar analyse van kredietrisico gedurende de financiële crisis, tekenrestricties op *impulse-responses* toe, de modernste identificatiemethode in de VAR-benadering.

Zowel DNB als het CPB is onlangs ook begonnen met het bouwen van dynamische stochastische algemene evenwichtsmodellen. Economische theorie speelt hierin een belangrijke rol; en de modellen worden vaak geschat met een bayesiaanse VAR-benadering waarin aan de parameters vooraf een waarschijnlijkheidsverdeling wordt opgelegd. Op het moment is echter nog niet duidelijk of deze modellen op eenzelfde manier zullen worden ingezet in het beleid als de traditionele modellen.

## Conclusie

Het werk van Sargent en Sims naar oorzaken en gevolg in de macro-economie heeft een grote impact gehad. Zowel in academisch onderzoek als in de voorbereiding van het macro-economische beleid heeft de door hen voorgestelde methodologie ruime ingang gevonden. Maar de huidige wereldwijde financiële crisis is daarmee verklaard noch voorspeld, laat staan opgelost. Of er nieuwe inzichten of een nieuwe methodologie vereist zijn, zal de toekomst moeten uitwijzen.

## LITERATUUR

- Barro, R.J. (1974) Are government bonds net wealth? *Journal of Political Economy*, 82(6), 1095–1117.
- Bernanke, B.S. (1986) Alternative explorations of the money-income correlation. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 25(1), 49–99.
- Bikker, J.A., P.J.A. van Els en M.E. Hemerijck (1993) Rational expectation variables in macroeconomic models: empirical evidence for the Netherlands and other countries. *Economic Modelling*, 10(3), 301–314.
- Blanchard, O.J. en M.W. Watson (1986) Are business cycles all alike? In: Gordon, R.J. (red.) *The American business cycle*. Chicago: University of Chicago Press, 123–180.
- Caballero, R.J. (2010) Macroeconomics after the crisis: time to deal with the pretense-of-knowledge syndrome. *NBER Working Paper Series*, 16429.
- Cagan, P. en M. Friedman (red.) (1956) The monetary dynamics of hyperinflation. In: *Studies in the Quantity Theory of Money*. Chicago: University of Chicago Press, 25–117.
- CPB (2010) SAFFIER II. 1 model voor de Nederlandse economie, in 2 hoedanigheden, voor 3 toepassingen. *CPB Document*, 217.
- DNB (2011) DELFI. DNB's macroeconomic policy model of the Netherlands. *DNB Occasional Studies*, 9(1).
- Dornbusch, R. (1976) Expectations and exchange rate dynamics. *Journal of Political Economy*, 84(6), 1161–1176.
- Elbourne, A., H. Kranendonk, R. Luginbuhl, B. Smid en M. Vromans (2008) Evaluating CPB's published gdp growth forecasts. A comparison with individual and pooled VAR based forecasts. *CPB Werkdocument*, 172.
- Engle, R.F. en C.W.J. Granger (1987) Co-integration and error correction: representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276.
- Fair, R.C. (2004) *Estimating how the macroeconomy works*. Cambridge: Harvard University Press.
- Friedman, M. (1968) The role of monetary policy. *American Economic Review*, 58(1), 1–17.
- Hoven, L. (2008) *Using results from revisions analysis to improve compilation methods: a case study on revisions of Dutch estimates of gdp volume growth*. Publicatie op: [www.oecd.org](http://www.oecd.org).
- Jacobs, J. (1996) Econometrisch conjunctuuronderzoek: 60 jaar later. *Tijdschrift voor Politieke Economie*, 19(2), 67–92.
- Jacobs, J.P.A.M., G.H. Kuper en E. Sterken (2003a) Nobelprijs voor tijdreeksanalyse. *ESB*, 88(4416), 494–495.
- Jacobs, J., G.H. Kuper en E. Sterken (2003b) Macro models as workhorses. In: Graafland, J.J. en A. Ros (red.) *Economic assessment of election programs: does it make sense?* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 45–59.
- Keuzenkamp, H. (1991) A precursor to Muth: Tinbergen's 1932 model of rational expectations. *The Economic Journal*, 101(408), 1245–1253.
- Kydland, F. en E. Prescott (1977) Rules rather than discretion: the inconsistency of optimal plans. *Journal of Political Economy*, 85(3), 473–490.
- Lucas, R. (1972) Expectations and the neutrality of money. *Journal of Economic Theory*, 4(2), 103–124.
- Minford, P. (1992) *Rational expectations macroeconomics: an introductory handbook*. Oxford: Blackwell.
- Muth, J.F. (1961) Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica*, 29(3), 315–335.
- Okker, V.R. (1988) *Assessing the role of forward-looking behaviour in an empirical macroeconomic model for the Dutch economy*. Werkdocument bij het Centraal Planbureau.
- Phelps, E.S. (1968) Phillips curves, expectations of inflation and optimal unemployment over time. *Economica*, 34(135), 254–281.
- Sargent, T.J. en N. Wallace (1973) *The stability of models of money and growth with perfect foresight*. *Econometrica*, 41(6), 1043–1048.
- Sims, C.A. (1986) Are forecasting models usable for policy analysis? *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 10(1), 2–16.
- Stanga, I. (2011) Sovereign and bank credit risk during the global financial crisis. *DNB Working Paper*, 314.
- Tinbergen, J. (1936) Kan hier te lande, al dan niet na overheidsingrijpen, een verbetering van de binnenlandse conjunctuur intreden, ook zonder verbetering van onze exportpositie? In: *Praeadviezen Van de Vereniging voor Staathuishoudkunde en de Statistiek*, 62–108. Den Haag: Martinus Nijhoff.
- Turnovsky, S.J. (2011) On the role of small models in macrodynamics. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(9), 1605–1613.