

# Canon deel 23: Econometrie

**JAAP ABBRING**  
Hoogleraar aan de  
Universiteit van  
Tilburg

**PETER BOSWIJK**  
Hoogleraar aan de  
Universiteit van  
Amsterdam

**PHILIP HANS  
FRANSES**  
Hoogleraar aan de  
Erasmus Universiteit  
Rotterdam

De *Econometric Society* is begin jaren dertig opgericht om de gezamenlijke inzet van economische theorie en statistische methoden bij het beantwoorden van praktische economische vragen te bevorderen. Ragnar Frisch (1933), een van de oprichters, benadrukte toen het belang van deze ‘econometrie’ als volgt: “[E]ach of these three viewpoints, that of statistics, economic theory, and mathematics, is a necessary, but not by itself a sufficient condition for a real understanding of the quantitative relations in modern economic life. It is the unification of all three that is powerful. And it is this unification that constitutes econometrics.”

De Noor Frisch won in 1969, samen met Jan Tinbergen, de eerste Prijs van de Zweedse Rijksbank voor Economie, uitgereikt ter herdenking van het 300-jarig bestaan van deze bank en sindsdien veelal de Nobelprijs voor de Economie genoemd.

Dit artikel biedt, door tien vensters, een blik op de belangrijkste ontwikkelingen in de econometrie sinds die eerste Nobelprijs. Sommige daarvan gaan direct terug tot de vroege econometrie; zo herinnerde Lucas (1976) economen aan de cruciale rol van economische theorie in de statistische analyse van economische problemen. Andere hangen echter samen met de opkomst van nieuwe vakgebieden als de financiële economie, de toenemende beschikbaarheid van microdata en de ontwikkeling van de computer.

In de nabije toekomst voorzien we een grote rol voor de econometrie in de analyse van *big data*. Zoals Frisch in 1933 al schreef: “*This unification is more necessary today than at any previous stage in economics. Statistical information is currently accumulating at an unprecedented rate. But no amount of statistical information, however complete and exact, can by itself explain economic phenomena. If we are not to get lost in the overwhelming bewildering mass of statistical data that are now becoming available, we need the guidance and help of a powerful theoretical framework. Without this no significant interpretation and coordination of our observations will be possible.*”

Frisch, R. (1933) Editor’s Note. *Econometrica* 1(1), 2.

Lucas, R.E. (1976) Econometric policy evaluation: a critique. *Carnegie-Rochester conference series on public policy*, 1, 19–46.

## 1 DE GEGENERALISEERDE MOMENTEN-METHODE

Traditionele econometrische methoden, zoals ontwikkeld in de eerste helft van de vorige eeuw, zijn veelal gebaseerd op het principe van *maximum likelihood* (ML) of van kleinste kwadraten. Toepassing van ML vereist dat de gezamenlijke kansverdeling van de endogene variabelen (conditioneel op exogene variabelen) bekend is op een aantal parameters na. Als alleen de voorwaardelijke verwachting gespecificeerd is, dan kunnen parameters geschat worden met (eventueel niet-lineaire) kleinste kwadraten.

Veel economische modellen zijn te formuleren als de



oplossing van een optimalisatieprobleem onder onzekerheid. De eerste-orde-voorwaarden krijgen dan de vorm van momentvoorwaarden: bepaalde niet-lineaire functies van de variabelen en parameters hebben verwachting nul. Een bekend voorbeeld is de afweging tussen consumptie nu of later, waarbij het niet-geconsumeerde vermogen wordt belegd in aandelen. De momentvoorwaarde betreft dan een niet-lineaire relatie tussen aandelenrendementen en consumptiegroei, waarin risicoaversieparameters een rol spelen.

Het afleiden van de kansverdeling is in deze situaties niet mogelijk zonder aanvullende, vaak onrealistische aannames. De gegeneraliseerde momentenmethode (GMM), ontwikkeld door Lars Hansen (1982), biedt hiervoor een oplossing. De klassieke momentenmethode vereist dat er evenveel momentvoorwaarden zijn als parameters; door de corresponderende steekproefmomenten op nul te stellen en deze vergelijkingen op te lossen vinden we de parameterschattingen. GMM speelt een rol als we meer momentvoorwaarden dan parameters hebben; in dat geval kiezen we de parameterwaarden die de momentenvector zo dicht mogelijk bij nul brengen.

In specifieke situaties reduceert GMM tot de kleinste-kwadratenmethode, ML of de instrumentele-variabelenmethode. De aantrekkingskracht van GMM zit hem erin dat we niet (veel) meer aannames maken dan het economische model impliceert. Dat geldt ook voor de bepaling van de standaardfouten (die de schattingsonzekerheid aangeven), zoals beschreven in venster 3.

Hansen, L.P. (1982) Large sample properties of generalized method of moments estimators. *Econometrica*, 50(4), 1029–1054.

## 2 MICRO-ECONOMETRIE

In de tijd van Jan Tinbergen en Henri Theil werden econometrische modellen en methoden vooral ontwikkeld voor laagfrequente tijdreeksgegevens, zoals bijvoorbeeld jaarlijkse groeicijfers, export, import en prijzen van landen. Sinds de jaren zeventig richten economen zich steeds meer op de analyse van microdata; dat zijn gegevens over de eigenschappen, keuzen en uitkomsten van individuele personen of bedrijven. Het kan hier gaan om een enkele steekproef (cross-sectie) van een groot aantal personen of bedrijven, maar ook om een panel met individuele gegevens over de tijd (venster 6).

Micro-econometrie houdt zich bezig met de analyse van microdata. Daniel McFadden en James Heckman kregen daar in 2000 een Nobelprijs voor. Hun klassieke papers illustreren mooi wat er bijzonder aan is aan de analyse van microgegevens. McFadden (1973) liet zien hoe het zogeheten logitmodel voor discrete uitkomsten kan worden afgeleid uit een economisch keuzemodel met een eindig aantal keuzeopties. Dat is van belang omdat veel keuzen op individueel niveau, bijvoorbeeld de keuze om te werken of niet, discreet zijn. Heckman (1979) ontwikkelde een simpele schatter voor, bijvoorbeeld, loonvergelijkingen in het geval dat lonen alleen waargenomen worden voor personen die ervoor kiezen te werken. Dit is geen willekeurige steekproef, want mensen zijn heteroog en alleen mensen



voor wie dat aantrekkelijk is zullen werken. Meer in het algemeen richt micro-econometrie zich op de uitdagingen en mogelijkheden van de analyse van gegevens over heterogene individuen of bedrijven.

Micro-econometrie heeft toepassingen op alle gebieden van de micro-economie en de industriële organisatie. Het wordt ook gebruikt voor onderzoek naar de micro-economische funderingen van de macro-economie. De Nobelprijswinnaar van 2015, Angus Deaton, leverde bijvoorbeeld belangrijke methodologische en empirische bijdragen aan de analyse van consumptiekeuzen op zowel individueel als geaggregeerd niveau. Een ander succesvol toepassingsgebied van de micro-econometrie is micro-economische beleidsevaluatie (venster 8).

Heckman, J.J. (1979) Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, 47(1), 153–161.

McFadden, D. (1973) Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: P. Zarembka (red.), *Frontiers in Econometrics*. New York: Academic Press, 105–142.

## 3 MISSPECIFICATIE EN ROBUUSTHEID

Econometrische methoden zoals *maximum likelihood* (ML) of de gegeneraliseerde momentenmethode (GMM) worden gebruikt om de onbekende parameters in een economisch model te schatten. Zonder informatie over de statistische onzekerheid zijn dergelijke schattingen echter niet veel waard. Daarom is het belangrijk om standaardfouten bij schattingen te vermelden. De traditionele ML-standaardfouten zijn afgeleid onder de veronderstelling van correcte modelspecificatie: de data zijn afkomstig uit het veronderstelde model met een specifieke parameterwaarde. In de praktijk zijn we niet zo zeker over alle modelveronderstellingen (zoals normaliteit van storingen). Er is dus behoefte aan schatters en vooral standaardfouten die robuust zijn tegen milde vormen van misspecificatie.

Halbert White (1982) ontwikkelde hiervoor de benodigde theorie van *quasi maximum likelihood*, met in het

bijzonder een uitdrukking voor robuuste standaardfouten. In het geval van lineaire regressie leidde dit principe tot heteroskedasticiteitsconsistente standaardfouten die hij een paar jaar eerder had afgeleid. Maar hetzelfde principe kan bijvoorbeeld worden toegepast op modellen voor aantallen (*counts*) waarbij men niet zo zeker is van de Poisson-verdelingsaanname.

In modellen voor tijdreeksen kan misspecificatie er ook toe leiden dat er autocorrelatie optreedt in de storingen; dit risico geldt in het bijzonder voor modellen die zijn geformuleerd in termen van momentvoorwaarden. Zo kan een model impliceren dat de afgeleide van een doelstellingsfunctie verwachting nul heeft, maar niet dat die afgeleiden in verschillende perioden onafhankelijk zijn. Daarom worden in GMM-toepassingen op tijdreeksen vaak zogenaamde heteroskedasticiteits- en autocorrelatieconsistente standaardfouten gebruikt; de meest populaire versie daarvan werd ontwikkeld door Whitney Newey en Kenneth West (1987).

Newey, W.K. en K.D. West (1987) A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, 55(3), 703–708.

White, H. (1982) Maximum likelihood estimation of misspecified models. *Econometrica*, 50(1), 1–26.

## 4 NIET-STATIONAIRE TIJDREEKSEN

Empirisch onderzoek binnen de macro- en financiële economie is vaak gebaseerd op tijdreeksgegevens. Statistische tijdreeksmethoden veronderstellen dat variabelen stationair zijn en dus verdelingen hebben die niet afhangen van de tijd, wat bijvoorbeeld de mogelijkheid van een veranderende trend uitsluit. Toepassing van zogenaamde *unit-root*-toetsen leert echter dat veel economische reeksen wel degelijk een dergelijk trendmatig gedrag vertonen, redelijk beschreven door een *random-walk*-model. Econometrisch onderzoek op het gebied van unit-root-toetsen heeft



robuuste toetsen opgeleverd (die geen volledige specificatie van het model vereisen), maar ook toetsen met een hoger onderscheidingsvermogen.

Als variabelen in een economisch model trendmatig gedrag vertonen, dan is de volgende vraag hoe de relatie tussen deze variabelen het beste geanalyseerd kan worden. Een veel toegepaste oplossing is om de trend te verwijderen voor de analyse, bijvoorbeeld door het nemen van groeivoeten, of door de trend eruit te filteren. Maar Robert Engle en Clive Granger (1987) lieten zien dat daarmee de informatie over stabiele relaties tussen reeksen (bijvoorbeeld tussen de spot- en termijenkoersen op financiële markten) verloren gaat. Søren Johansen (1991) ontwikkelde een *maximum-likelihood*-procedure om deze zogenaamde co-integratiere relaties te analyseren, die tot de standaardgereedschapskist van toegepaste macro- en financieel economen is gaan behoren.

Naast co-integratie zijn er alternatieve modellen om niet-stationariteit te beschrijven. Veel daarvan zijn gebaseerd op parameters die variëren in de tijd. Als er continue (en geleidelijke) verandering plaatsvindt, dan biedt het Kalman-filter (Hamilton, 1994) een mogelijkheid om de trends te schatten en te analyseren. In andere gevallen lijkt de variatie beperkt tot een incidentele structurele verandering, zoals een koerswijziging in het monetaire beleid met het aantreden van een nieuwe centralebankpresident. Een populair model om de kans op een dergelijke regimeverandering te voorspellen werd ontwikkeld door James Hamilton (1994).

Engle, R.F. en C.W.J. Granger (1987) Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 50(2), 251–276.

Hamilton, J.D. (1994) *Time Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press.

Johansen, S. (1991) Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. *Econometrica*, 59(6), 1551–1580.

## 5 FINANCIËLE ECONOMETRIE

Centraal in de financiële economie staat de afweging tussen rendement en risico. De *Asset-pricing*-theorie probeert verschillen in verwacht rendement tussen aandelen te verklaren uit verschillen in risico. Om specifieke antwoorden op deze vraag, zoals het *Capital Asset Pricing Model*, te kunnen toepassen en toetsen zijn specifieke regressiemethoden ontwikkeld. Veel gebruikt zijn tweestapsmethoden: in de eerste stap wordt de gevoeligheid of bèta van individuele rendementen voor gezamenlijke risicofactoren geschat in tijdreeksregressies; in de tweede stap worden verschillen in de cross-sectie van gemiddelde rendementen verklaard uit verschillen in geschatte bèta's. Cochrane (2005) laat zien hoe beide stappen te combineren zijn in een GMM-procedure en hoe gecorrigeerd kan worden voor het feit dat in de tweede stap geschatte in plaats van werkelijke bèta's gebruikt worden.

Daarnaast heeft de financiële econometrie modellen ontwikkeld voor de tijdsvariatie in beleggingsrisico. Een centraal begrip hierbij is volatiliteitsclustering: tijdreeksen van aandelenrendementen laten zien dat perioden van gro-



te bewegingen in de markt worden afgewisseld met rustiger perioden. Robert Engle en Tim Bollerslev ontwikkelden daarvoor het GARCH-model (*generalized autoregressive conditional heteroskedasticity*), dat vervolgens in vele richtingen is uitgebreid; een overzicht wordt gegeven in Bollerslev *et al.* (1994).

Met de toegenomen beschikbaarheid van financiële data met een zeer hoge waarnemingsfrequentie (zoals koersveranderingen per seconde) zijn nieuwe methoden ontwikkeld, waarmee de ex post volatiliteit aan het eind van de dag gemeten kan worden. Met behulp van deze gerealiseerde volatiliteiten blijkt het beleggingsrisico ook beter (ex ante) voorspeld te kunnen worden. Het is nog te vroeg om te beoordelen of deze methoden hun weg zullen vinden naar de praktijk, zoals dat eerder wel met GARCH-modellen is gebeurd.

Bollerslev, T., R.F. Engle en D.B. Nelson (1994) ARCH Models. In: R.F. Engle en D.L. McFadden (red.), *Handbook of Econometrics*, volume IV. Amsterdam: Elsevier.

Cochrane, J.H. (2005) *Asset Pricing* (tweede editie). Princeton: Princeton University Press.

## 6 PANELDATA

In de econometrie onderscheiden we verschillende typen van gegevens: tijdreeksen worden vooral gebruikt in de macro-economie en financiering, terwijl cross-secties veel gebruikt worden in empirisch micro-economisch onderzoek. Vooral in empirisch micro-onderzoek wordt echter steeds meer gebruikgemaakt van paneldata. Daarin worden beide dimensies gecombineerd: we hebben dan herhaalde waarnemingen over dezelfde groep van huishoudens, bedrijven of landen (kortweg ‘individuen’). Het grote voordeel van paneldata boven cross-secties is dat het een mogelijkheid biedt om te corrigeren voor niet-waargenomen heterogeniteit: verschillen tussen individuen die niet volledig kunnen worden toegeschreven aan verschillen in waargenomen verklarende variabelen.

Deze individuele effecten kunnen als stochastische storingen (*random effects*) of als parameters (*fixed effects*) beschouwd worden; de keuze daartussen bepaalt welke schattingsmethode geschikt is. Het grote voordeel van fixed effects is dat toegelaten wordt dat deze effecten samenhangen met de verklarende variabelen. Daar staat tegenover dat het aantal te schatten parameters erg groot wordt. Vooral in dynamische modellen leidt dat tot een vertekening in fixed-effects-schatters, de zogenaamde Nickell-onzuiverheid (Nickell, 1981). Manuel Arellano en Steven Bond (1991) ontwikkelden een GMM-schatter voor lineaire dynamische paneldatamodelen die geen last heeft van deze onzuiverheid. De enorme populariteit onder economen van dynamische paneldatamodelen en de Arellano-Bond-schatter heeft ermee te maken dat het gedrag van individuen heel vaak een vorm van padafhankelijkheid vertoont, bijvoorbeeld vanwege aanpassingskosten.

In micro-economische panels is het vaak redelijk om te veronderstellen dat de individuen onafhankelijk van elkaar zijn. Paneldatamethoden worden echter ook toege-

past op macro-economische data waarbij de ‘individuen’ bijvoorbeeld landen of regio’s zijn. In dat geval is het zeer waarschijnlijk dat individuen afhankelijk zijn van gezamenlijke (globale) factoren, wat leidt tot cross-sectionele afhankelijkheid. Methoden om hiermee rekening te houden zijn ontwikkeld door Jushan Bai en Serena Ng (2002).

Arellano, M. en S. Bond (1991) Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297.

Bai, J., en S. Ng (2002) Determining the number of factors in approximate factor models. *Econometrica*, 70(1), 191–221.

Nickell, S. (1981) Biases in dynamic models with fixed effects. *Econometrica*, 49(6), 1417–1426.

## 7 DE LUCAS-KRITIEK EN STRUCTURELE MACRO-ECONOMETRIE

Tot zo’n veertig jaar terug was het gebruikelijk om macro-economisch beleid te evalueren op basis van historische relaties tussen macro-economische variabelen. Een belangrijk voorbeeld is de Phillips-curve, die stelt dat hogere inflatie samengaat met minder werkloosheid. De Phillips-curve leek te suggereren dat de werkloosheid verlaagd kan worden met beleid dat de inflatie aanjaagt. Het probleem is dat dit alleen werkt als je mensen systematisch kunt verrassen met hoge inflatie. Robert Lucas (1976) merkte op dat het waarschijnlijker is dat mensen hun verwachtingen aanpassen als de overheid nieuwe beleidsregels invoert. Historische relaties als de Phillips-curve veranderen daardoor met het beleid en zijn dus niet direct geschikt om de effecten daarvan te bepalen.

Lucas pleitte daarom voor het expliciet modelleren van macro-economische relaties in termen van zogeheten diepe parameters die het gedrag en de verwachtingen van individuele mensen en bedrijven bepalen, zoals de voorkeuren van consumenten, en die niet veranderen bij beleidswijzingen. In het bijzonder Thomas Sargent (1973) ontwikkelde econometrische methoden voor zulke modellen, vaak onder de aanname van rationele (modelconsistente) verwachtingen.

Christopher Sims (1980) nuanceerde het beeld dat het altijd nodig is om volledig op individueel gedrag gebaseerde modellen te gebruiken. Zijn ‘structurele vector-autoregressiemodellen’ (SVAR’s) voorspellen in beginsel simpelweg macro-economische variabelen als de productie, inflatie en rente in termen van diezelfde variabelen in eerdere perioden. Sims besteedde vervolgens bijzondere aandacht aan de ontleding van de bijbehorende voorspelfouten in de effecten van onafhankelijke structurele schokken. Het effect van een structurele schok in een beleidsinstrument als de rente op de modeluitkomsten kan vervolgens worden geïnterpreteerd als het effect van een tijdelijke, onverwachte beleidswijziging. Voordeel van SVAR’s is dat ze minder afhankelijk zijn van specifieke gedragsaannames. Ze zijn echter niet zo geschikt voor de evaluatie van meer systematische beleidswijzigingen, omdat die waarschijnlijk, via een effect op de verwachtingen, de SVAR veranderen. De benaderingen van Sargent en Sims vullen elkaar dus goed aan.

Lucas, R.E. (1976) Econometric policy evaluation: a critique. *Carnegie-Rochester conference series on public policy*, 1, 19–46.

Sargent, T.J. (1973) Rational expectations, the real rate of interest, and the natural rate of unemployment. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1973(2), 429–480.

Sims, C.A. (1980) Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48(1), 1–48.

## 8 MICRO-ECONOMISCHE BELEIDSEVALUATIE

Veel onderzoek in onder meer de arbeids- en ontwikkelingseconomie richt zich op de evaluatie van beleidsinterventies op individueel niveau. Neem bijvoorbeeld een programma dat training aanbiedt aan specifieke werklozen, met het doel deze aan een baan te helpen. Als er twee groepen werklozen zijn, één die altijd goede baankansen heeft en één die alleen met training zo succesvol is, dan is een programma dat alleen de tweede groep traint optimaal (mits de baten voor deze groep groter zijn dan de kosten). Met alleen gegevens van dit programma kan dit echter niet worden vastgesteld, want die laten geen verschillen in uitkomsten tussen getrainde en ongetrainde werklozen zien.

Micro-econometristen hebben hier verscheidene oplossingen voor aangedragen. Een programma dat training willekeurig aanbiedt aan werklozen, zoals een sociaal experiment, geeft direct informatie over het gemiddelde trainingseffect en daarmee het verschil tussen programma's die iedereen en niemand trainen. Met zogenaamde *matching*-methoden kan dit worden uitgebreid naar programma's die training toewijzen op basis van (door de onderzoeker) waargenomen eigenschappen van werklozen. Als training samenhangt met voorspellers van de uitkomsten die de onderzoeker niet waarneemt, dan wordt doorgaans gezocht naar een natuurlijk experiment: dat is hier een situatie met een bron van trainingsverschillen die *niet* samenhangt met de uitkomsten. Vervolgens kan bijvoorbeeld een

instrumentele-variabelenmethode worden gebruikt om het gemiddelde effect te schatten voor de werklozen die door dit natuurlijke experiment worden geraakt (Imbens en Angrist, 1994).

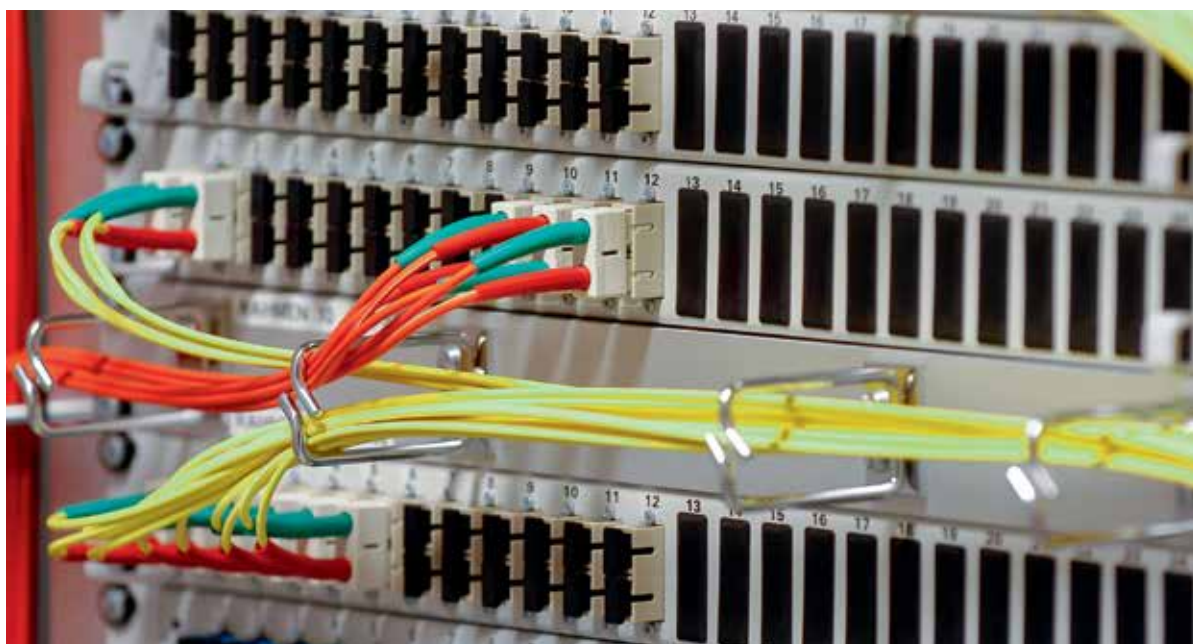
Voordeel van deze methoden is dat ze relatief weinig aannames maken. Nadeel is dat elke methode en natuurlijk experiment een ander gemiddeld effect schat. Ook geldt mogelijk een soort Lucas-kritiek (venster 7) als de individuele uitkomsten door evenwichtseffecten of verwachtingsvorming niet alleen afhangen van de individuele training, maar ook van het trainingsprogramma. Een meer structurele benadering, zoals in de macro-econometrie, lost dit op. Onder meer James Heckman en Angus Deaton wezen op het belang daarvan.

Imbens, G.W. en J.D. Angrist (1994) Identification and estimation of local average treatment effects. *Econometrica*, 62(2), 467–475.

## 9 ECONOMISCH REKENEN

De opkomst van de computer heeft de economische wetenschap de laatste veertig jaar fundamenteel veranderd. Numerieke analyse maakt het nu mogelijk problemen te onderzoeken die voorheen buiten het bereik van de toegepaste econoom lagen. Dit geldt zowel voor de toepassing van eenvoudige empirische methoden op steeds grotere gegevensverzamelingen als voor het gebruik van ingewikkeldere methoden. Simulatieprocedures als op Markov-ketens gebaseerde Monte-Carlo-simulatie en de *bootstrap*, maar ook veel andere numerieke procedures, worden nu routinematig gebruikt in de econometrie. Tegelijkertijd is het mogelijk geworden de uitkomsten van ingewikkelde economisch-theoretische modellen te kwantificeren (Judd, 1998).

Vooruitgang is in het bijzonder geboekt op het snijvlak van empirie en theorie, bij het empirisch kwantificeren



van economisch-theoretische modellen. Soms is dit meer te danken aan een slim perspectief op de economische modellen dan aan de inzet van geavanceerdere numerieke methoden. Zo kan de gegeneraliseerde momentenmethode (venster 1) worden gebruikt om dynamische consumptie-modellen te schatten op basis van de eerste-orde-voorwaarden, zonder daaruit de optimale consumptie te bepalen. Ook voor modellen van keuzen tussen een beperkt aantal alternatieven over de tijd (dynamische-discrete-keuzemodellen) zijn methoden ontwikkeld die het uitrekenen van de optimale keuzen zelf voorkomen. Dit is nuttig omdat het uitrekenen van optimale keuzen soms lastig is en veel rekentijd kan kosten.

Vaak moet een economisch-theoretisch model wel worden opgelost, al was het maar om het na schatting te gebruiken voor bijvoorbeeld beleidsevaluatie. Een slimme specificatie van de modellen is dan vaak het halve werk. Zo koos de structurele macro-econometrie (venster 7) in eerste instantie voor modellen die exact of bij benadering te herleiden zijn tot makkelijk te schatten lineaire SVAR's en specificerde John Rust (1987) zijn dynamische-discrete-keuzemodel zodat het relatief eenvoudig op te lossen is. Recenter is vooruitgang geboekt in de empirische analyse van situaties die als spel zijn te modelleren, zoals concurrentie tussen een beperkt aantal bedrijven. Bijzondere aandacht gaat daarbij uit naar het feit dat deze vaak meerdere, moeilijk uit te rekenen, oplossingen hebben.

Judd, K.L. (1998) *Numerical Methods in Economics*. Cambridge, MA: The MIT press.

Rust, J. (1987) Optimal replacement of GMC bus engines: an empirical model of Harold Zurcher. *Econometrica*, 55(5), 999–1033.

vraagcurve, die de vraag bij een gegeven prijs geeft, kunnen we daar niet direct uit aflezen, maar is bijvoorbeeld wel nodig om het effect op consumenten van een prijsverhoging te bepalen. Vroege econometristen als Jan Tinbergen onderzochten dan ook al hoe vraag- en aanbodcurven uniek bepaald (geïdentificeerd) kunnen worden uit waargenomen hoeveelheden en prijzen. Hiervoor gebruikten ze variabelen, anders dan de prijs, die alleen het aanbod of alleen de vraag beïnvloeden. Sims (1980) bekritiseerde deze aanpak, omdat zulke variabelen waarschijnlijk, via verwachtingen over toekomstige prijzen, zowel vraag als aanbod beïnvloeden (venster 7). Met zijn SVAR's richtte hij zich op de identificatie van de effecten van structurele schokken.

Zowel de klassieke literatuur als Sims kijkt naar lineaire modellen die tot op een eindig aantal onbekende parameters gespecificeerd zijn. Recenter onderzoek richt zich op identificatie zonder zulke tamelijk willekeurige veronderstellingen. In navolging van Charles Manski's werk (Manski, 2008) op het gebied van de 'gedeeltelijke identificatie' wordt onder meer gekeken wat data ons nog kunnen leren als alleen 'realistische' aannames worden gedaan die onvoldoende zijn voor volledige identificatie. Ook is er aandacht voor de uiteenlopende eisen die verschillende vragen aan de data en de modelspecificatie stellen (bijvoorbeeld in het werk van James Heckman). Zoals Jacob Marschak begin jaren vijftig al opmerkte, kan het antwoord op sommige vragen direct uit de data worden afgelezen en vergen andere vragen diepere kennis van de onderliggende structuur.

Specifieke identificatieresultaten zijn onder meer afgeleid voor micro-economische beleidsevaluatie (venster 8), vraaganalyse, duurmodellen, arbeidsmarktzoekmodellen, statische en dynamische-discrete-keuzemodellen, veilingen en de analyse van sociale interacties.

Manski, C.F. (2008) Partial identification in econometrics. In: S.N. Durlauf en L.E. Blume (red.), *The New Palgrave Dictionary of Economics* (tweede editie). Londen: Palgrave Macmillan.

Sims, C.A. (1980) Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48(1), 1–48.

**10 IDENTIFICATIE** Een klassieke identificatievraag betreft de vraag naar en aanbod van een goed bij verschillende mogelijke prijzen. In de praktijk nemen we maar één relatie tussen hoeveelheid en prijs waar, bijvoorbeeld de evenwichtsprijzen en hoeveelheden over een reeks jaren. De

# ESB canon van de economie

Onderwijseconomie ♦ Monetaire economie ♦ Internationale en ontwikkelingseconomie

♦ Ondernemerschap ♦ Woningmarkt ♦ Innovatie ♦ Arbeidsmarkt ♦ Openbare financiën ♦ Economische Geschiedenis

♦ Energie ♦ Gezondheidseconomie ♦ Milieueconomie ♦ Marketing ♦ Sociale zekerheid

♦ Internationale monetaire economie ♦ Personeel & Organisatie ♦ Gedragseconomie ♦ Pensioenen

♦ Technologie & Arbeidsmarkt ♦ Beleggingsleer ♦ Institutionele economie ♦ Groei & Conjunctuur

♦ **Econometrie** ♦ Ruimtelijke economie ♦ Marktordening

VOIGENDE KEER IN DE ESB CANON VAN DE ECONOMIE: **RUIMTELIJKE ECONOMIE**