

# Algemeen Evenwichtstheorie en de Nobelprijs

*P. Jean-Jacques Herings*

*Een groot aantal Nobelprijzen economie is toegekend aan het vakgebied van de algemeen evenwichtstheorie. Ik bespreek de belangrijkste bijdrages van Nobelprijswinnaars die direct aan dit vakgebied gerelateerd zijn: John Hicks, Kenneth Arrow, Wassily Leontief, Leonid Kantorovich, Tjalling Koopmans, Gérard Debreu, en Maurice Allais. Opmerkelijk genoeg heeft vrijwel elke toekenning betrekking op het klassieke model, waarbij markten zonder fricties hun werk kunnen doen en competitieve evenwichten Pareto efficiënt zijn. Belangrijke uitbreidingen van het klassieke model, zoals gevallen met onvolledige markten, prijsvorming onderhevig aan fricties, of ondeelbare goederen, zijn Nobelprijswaardig. Andere belangrijke uitbreidingen, doch minder uitgekristalliseerd, betreffen toenemende schaalopbrengsten, imperfecte competitie, rationaliteit, asymmetrische informatie, en begrensde rationaliteiten.*

## 1 Inleiding

Het werk van Adam Smith (1776) kan men beschouwen als de eerste poging om een theorie van het economisch systeem als geheel op te stellen. Centraal in het werk van Smith staat de gedachte dat het prijsmechanisme in een vrijemarkteconomie leidt tot een optimale coördinatie van consumptie- en productiebeslissingen. Het eerste volledig gespecificeerde algemeen evenwichtsmodel, een concept van evenwicht, en een eerste analyse van de vraag hoe een economie in een dergelijk evenwicht terecht komt, werd gegeven door Léon Walras (1874). De bijdrage van Pareto (1909) dient ook genoemd te worden. Pareto analyseerde het vraagstuk of consumptie en productie in een economie op optimale wijze geschieden, hetgeen leidt tot het criterium van Pareto-efficiëntie als maatstaf voor optimaliteit.

Op grond van hun bijdragen aan het algemeen evenwichtsmodel zou de Nobelprijs economie Smith, Walras en Pareto zeker ten deel zijn gevallen, ware het niet dat deze prijs pas voor het eerst in 1969 uitgereikt werd. Dit artikel bespreekt het werk van diegenen die wel een aan het algemeen evenwichtsmodel gerelateerde Nobelprijs gewonnen hebben, te weten John Hicks, Kenneth Arrow, Wassily Leontief, Leonid Kantorovich, Tjalling Koopmans, Gérard Debreu en Maurice Allais, en gaat vervolgens in op de voornaamste ontwikkelingen binnen de algemeen evenwichtstheorie die nog niet met een Nobelprijs beloond zijn. Hierbij valt te denken aan uitbreidingen van het basismodel met onvolledige markten, imperfecte prijsvorming, en ondeelbare goederen.

Paragraaf 2 beschrijft de Nobelprijswinnende bijdragen van John Hicks en Kenneth Arrow in combinatie met een schets van de belangrijkste ontwikkelingen van het algemeen

evenwichtsmodel voor wat betreft existentie en stabiliteit van het evenwicht. Paragraaf 3 behandelt het werk van de overige prijswinnaars op dit gebied. Paragraaf 4 gaat in op belangrijke uitbreidingen van het klassieke model. Paragraaf 5 bespreekt beleidsimplicaties van het algemeen evenwichtsmodel en Paragraaf 6 bevat de conclusie.

## 2 Ontwikkelingen binnen de Algemeen Evenwichtstheorie en de Eerste Nobelprijs

John Hicks en Kenneth Arrow waren de gelukkige winnaars van de Nobelprijs Economie in 1972 voor hun baanbrekende bijdragen aan de algemeen economische evenwichtstheorie en welvaartseconomie. In zijn boek *Value and Capital* dat in 1939 gepubliceerd werd, gaf Hicks een nieuwe impuls aan de theorie. In zijn boek presenteert Hicks een algemeen evenwichtsmodel met goederen, productiefactoren, krediet en geld. Hij had in het bijzonder aandacht voor dynamische aspecten van het algemeen evenwichtsmodel en introduceerde wiskundig gefundeerde stabiliteitscondities. Hicks onderscheidt een tijdelijk evenwicht, dat opgaat gedurende de beroemde week van Hicks, een periode gedurende welke prijzen geacht worden niet te veranderen, en een intertemporeel evenwicht als een evenwicht over de tijd waarbij verwachtingen over de toekomst correct zijn. Hicks maakte expliciet gebruik van ordinale nutsfuncties en voorkwam daarmee dat nutsfuncties van verschillende individuen met elkaar vergeleken worden. Hicks introduceerde in zijn boek ook de nog steeds van belang zijnde compositie van het prijseffect in een inkomenseffect en een substitutie-effect.

Een grote stap vooruit werd gezet dankzij het werk van Arrow, Debreu, en McKenzie. In tegenstelling tot Hicks, die veelal gebruik maakte van methodes uit de differentiaalanalyse, zochten deze auteurs hun toevlucht tot technieken uit de convexe analyse. Dit maakte een aanzienlijke generalisering, een elegantere presentatie en een eenvoudiger analyse van het algemeen evenwichtsmodel mogelijk.

Arrow (1951a) en Debreu (1951) toonden onafhankelijk van elkaar aan dat een Walrasiaans evenwicht altijd Pareto-efficiënt is. Als de economie in een Walrasiaans evenwicht verkeert, is het voor een centrale planner niet mogelijk om alle individuen in de economie erop vooruit te laten gaan, zonder dat anderen erop verliezen. Er zijn geen andere resultaten binnen de economische wetenschap met een grotere invloed op de organisatie van de samenleving.

Pareto-efficiëntie van het Walrasiaans evenwicht vormt een bijdrage aan zowel de algemeen evenwichtstheorie als de welvaartseconomie. Arrow en Hicks kregen hun Nobelprijs ook voor ander werk op het gebied van de welvaartseconomie. Hicks deed baanbrekend werk om te komen tot een correcte definitie van het consumentensurplus (Hicks, 1943, 1945). Arrow presenteerde zijn beroemde onmogelijkheidsstelling in Arrow (1951b): Het is onmogelijk om individuele voorkeuren te aggregeren tot sociale voorkeuren op een manier die voldoet aan de volgende drie eisen: Pareto-verbeteringen geven een hogere socia-

le voorkeur, irrelevante alternatieven hebben geen invloed, en geen van de individuen speelt de rol van dictator, waarbij enkel de voorkeuren van dat individu van belang zijn.

Een zeer belangrijke bijdrage betreft Arrow (1953). Hierin laat hij zien hoe het standaard algemeen evenwichtsmodel geschikt is om situaties met intertemporele keuzes onder onzekerheid te analyseren. Het volstaat om twee, verder identieke, goederen als verschillend te beschouwen als ze beschikbaar komen in een andere toestand van de wereld, waarbij het begrip toestand van de wereld gebruikt wordt om alle van belang zijnde informatie samen te vatten. Arrow toont aan dat het Walrasiaans evenwicht leidt tot een Pareto-efficiënte allocatie van goederen zolang er sprake is van een volledig stelsel van financiële markten, dat wil zeggen dat het mogelijk is om conditioneel op iedere mogelijke toestand van de wereld te handelen. Ook volgt het uit Arrow (1953) dat het volstaat om in een volledig stelsel van zogeheten Arrow effecten te kunnen handelen. Een Arrow effect belooft een uitbetaling van één eenheid geld conditioneel op één toekomstige toestand van de wereld. De resultaten van Arrow zijn ook van grote invloed geweest op de verdere ontwikkeling van de financieringstheorie.

Wald (1936) was de eerste die het vraagstuk van de evenwichtsexistentie zorgvuldig aanpakte. Op basis van een aantal beperkende aannames kon Wald aantonen dat een Walrasiaans evenwicht bestaat. Een belangrijke basis voor generalisatie van de aanpak van Wald werd gelegd in von Neumann (1937), het artikel dat de vastpuntstelling van Brouwer (1912) binnen de economische wetenschap introduceerde. Met behulp van de door Kakutani (1941) geformuleerde generalisatie van deze vastpuntstelling slaagden Arrow en Debreu (1954) en McKenzie (1954) erin een wiskundig bewijs te leveren voor het bestaan van een Walrasiaans evenwicht. Het doet enigszins wrang aan dat McKenzie hiervoor niet dezelfde waardering heeft ontvangen als Arrow en Debreu, terwijl zijn artikel gelijktijdig geschreven was, en eerder was ingediend en gepubliceerd bij het tijdschrift *Econometrica*, zie Weintraub (2011).

Debreu (1959) presenteert het algemeen evenwichtsmodel op zeer elegante en algemene wijze. Op fraaie wijze illustreert hij hoe de definitie van een goed afhankelijk is van zijn fysieke eigenschappen, plaats en tijdstip van beschikbaarheid, en toestand van de wereld op het moment van beschikbaarheid. Hierdoor is het mogelijk om het algemeen evenwichtsmodel te gebruiken als een theorie van internationale handel, van beslissingen over de tijd, en van keuze onder onzekerheid. Dit boek geeft een volledige en gedetailleerde uiteenzetting over het bestaan van een Walrasiaans evenwicht.

Evenwichtsexistentie is een fraai resultaat. Dat is echter nog geen garantie dat een Walrasiaans evenwicht tot stand komt. Het Walrasiaanse tâtonnement proces modelleert de aanpassing van prijzen van een economie buiten het Walrasiaans evenwicht, waarbij prijzen van goederen met vraagoverschotten stijgen en die met aanbodoverschotten dalen. Een belangrijke vraag is nu of een dergelijk prijsaanpassingsproces naar een Walrasiaans evenwicht leidt. In het geval er meerdere Walrasiaanse evenwichten zijn, verkrijgt men dan bovendien meer inzicht in de vraag welk Walrasiaans evenwicht uiteindelijk tot stand

komt. De eerste artikelen met condities waaronder het Walrasiaanse tâtonnement proces naar een Walrasiaans evenwicht convergeert, zijn Arrow en Hurwicz (1958) en Arrow, Block en Hurwicz (1959). Deze artikelen leiden positieve resultaten af voor gevallen waarin in het evenwicht geen handel plaatsvindt, relevant voor macro-economische modellen die uitgaan van een representatieve agent, gevallen waarbij de vraagfunctie aan het zwakke axioma van gebleken voorkeuren voldoet, het twee-goederen geval, en het geval waarin alle goederen bruto substituten van elkaar zijn. Ofschoon de aldus gevonden condities nog niet het algemene geval dekten, stemden deze resultaten toch hoopvol, zie Arrow en Hurwicz (1958), blz. 530: "On the other hand, none of the results so far obtained contradicts the proposition that under perfect competition, with the customary assumptions as to convexity, etc., the *system* specified is always stable."

Niet veel later echter introduceerde Scarf (1960) zijn beroemde voorbeeld van een economie die aan alle gebruikelijke veronderstellingen voldoet, maar waarin prijsaanpassing volgens het Walrasiaanse tâtonnement proces geen convergentie naar een Walrasiaans evenwicht tot gevolg heeft. In eerste instantie kon het tegenvoorbeeld van Scarf nog worden afgedaan als zijnde een uitzonderingsgeval. De resultaten van Sonnenschein (1972, 1973), Mantel (1973), en Debreu (1974), het SMD-theorema, laten zien dat de vraagoverschotfunctie van een economie willekeurig kan zijn, en daarmee dat alle vormen van gecompliceerd dynamisch gedrag kunnen optreden.

### **3 De Overige Nobelprijzen op het Gebied van de Algemeen Evenwichtstheorie**

Algemeen evenwichtstheorie is meer dan een elegante formulering van economische interacties met als belangrijkste doel om concepten scherp te krijgen en een heldere discussie mogelijk te maken. Door het algemeen evenwichtmodel te reduceren tot de productiekant met een lineaire structuur, waarbij vaste technologische coëfficiënten bepalen hoeveel van de diverse productiefactoren nodig zijn om tot één eenheid eindproduct te komen, leidt het algemeen evenwichtmodel tot de input-output methode. Wassily Leontief kreeg in 1973 de Nobelprijs voor de ontwikkeling van de input-output methode en haar toepassing op belangrijke economische problemen. De input-output methode is in detail uitgewerkt in Leontief (1936, 1941) voor de economie van de Verenigde Staten.

In 1975 werd de Nobelprijs uitgereikt aan Leonid Kantorovich en Tjalling Koopmans voor hun bijdragen aan de theorie van de optimale allocatie van hulpbronnen. Kantorovich wordt beschouwd als de grondlegger van de lineaire programmering. In Kantorovich (1939) wordt beschreven hoe deze technieken gebruikt kunnen worden om de economische doelstellingen zoals beschreven in het Derde Vijfjarenplan te realiseren. In tegenstelling tot het werk van Leontief (1936, 1941), laat Kantorovich toe dat de productie van een bepaald goed met meer dan één productieproces bereikt kan worden en er dus daadwerkelijke sprake is van optimalisatie van het productieproces. Kantorovich (1939) liet zien dat optimale oplossingen gepaard gaan met schaduw prijzen, was de eerste die gebruik

maakte van een scheidingsstelling om het bestaan van schaduw prijzen aan te tonen, liet zien hoe optimale oplossingen en schaduw prijzen berekend kunnen worden, en legde het verband tussen schaduw prijzen en marginale substitutievoeten.

Koopmans (1951) ontwikkelt het lineaire activiteiten model verder en gaat in op de rol van prijzen om de best mogelijke allocatie van hulpbronnen te bepalen, en in het bijzonder op het gebruik van prijzen om beslissingen te kunnen decentraliseren. Een activiteit specificeert vaste technologische coëfficiënten die het mogelijk maken om tot één eenheid van een bepaald eindproduct te komen. Als er meerdere manieren zijn om een bepaald eindproduct te fabriceren, levert elke manier één activiteit op. Om een optimale allocatie van hulpbronnen te realiseren dienen daadwerkelijk gebruikte activiteiten te leiden tot een winst van nul, is er geen enkele activiteit die tot positieve winst leidt, hebben goederen die in meer dan toereikende mate aanwezig zijn een prijs van nul, en is er geen enkel goed met een negatieve prijs. Dit soort relaties zijn ook een belangrijk onderwerp van Kantorovich (1959).

Een ander onderwerp waarvoor aan Koopmans de Nobelprijs is toegekend, betreft het onderwerp van optimale economische groei, zoals gepresenteerd in Koopmans (1965). In het bijzonder heeft Koopmans veel aandacht voor de keuze van de te optimaliseren doelstellingsfunctie. Twee prominente vragen zijn daarbij in welke mate het nut van toekomstige generaties verdisconteerd dient te worden en of het gaat om het nut per generatie of dat ook de omvang van een generatie mee moet spelen.

Gérard Debreu kreeg de Nobelprijs in 1983 voor het introduceren van nieuwe analytische methodes in de economische theorie en voor zijn rigoureuze herformulering van de algemeen evenwichtstheorie. Al eerder genoemd zijn de bijdragen van Debreu aan het aantonen van Pareto-efficiëntie (Debreu, 1951) en existentie (Arrow en Debreu, 1954) van een Walrasiaans evenwicht, de elegante uiteenzetting van de algemeen evenwichtstheorie (Debreu, 1959), en het feit dat de vraagoverschotfunctie van een economie willekeurig kan zijn (Debreu, 1974).

Een andere belangrijke bijdrage waarvoor Debreu de Nobelprijs heeft gekregen is het artikel Debreu en Scarf (1963). In het concept van een Walrasiaans evenwicht nemen economische actoren het prijssysteem als gegeven en formuleren op basis daarvan hun vraag naar en aanbod van goederen. Een andere aanpak betreft die van Edgeworth (1881), waarin groepen economische actoren onderling contracten kunnen afsluiten die elk van hen mogelijk meer nut oplevert dan een gegeven allocatie van goederen. In dat geval kunnen zij de gegeven allocatie van goederen blokkeren. Edgeworth beargumenteerde dat als er voldoende economische actoren zijn, enkel de Walrasiaanse evenwichtsallocaties niet geblokkeerd kunnen worden. De aanpak van Edgeworth komt overeen met het veel later in Gillies (1953) geïntroduceerde concept van de core. Debreu en Scarf (1963) laten zien dat de resultaten van Edgeworth onder zeer algemene aannames opgaan. Deze resultaten betekenen ook een vorm van stabiliteit voor het Walrasiaans evenwicht. Het is immers

niet mogelijk voor groepen van economische agenten een hoger nut te bereiken door zich uit de markt terug te trekken en onderling te handelen.

In 1988 werd de Nobelprijs economie toegekend aan Maurice Allais voor zijn baanbrekende bijdragen aan de theorie van markten en efficiënt gebruik van hulpbronnen. Ofschoon Allais in zekere zin de laatste Nobelprijswinnaar op het gebied van de algemeen evenwichtstheorie is, waren zijn bijdrages min of meer gelijktijdig met die van de eerste winnaar Hicks en vormde het de basis voor het werk van eerdere winnaar Debreu.

In het boek Allais (1943) richt Allais zich op het bewijs van de twee fundamentele welzijn stellingen: ieder Walrasiaans evenwicht is Pareto efficiënt en omgekeerd kan iedere Pareto efficiënte allocatie bereikt worden als een Walrasiaans evenwicht na een geschikte herverdeling van initieel bezit. Allais was de eerste die deze stellingen onder algemene voorwaarden wist af te leiden.

Omdat Allais de algemeen evenwichtstheorie graag wilde uitbreiden naar situaties met onzekerheid over de toekomst, legde hij zich toe op de theorie van keuze onder onzekerheid. In Allais (1953) toont hij zich zeer kritisch over de nog steeds gangbare verwachte nutstheorie. Het keuzeprobleem dat bekend staat als de Allais paradox laat zien dat individuen vaak afwijken van de voorspellingen van de verwachte nutstheorie. Essentieel voor de Allais paradox is dat mensen graag veilige keuzes maken en niet graag met kleine kans een bijna zeker lijkende aantrekkelijke uitkomst mislopen.

Deze selectie van Nobelprijswinnaars op het gebied van de algemeen evenwichtstheorie is enigszins willekeurig en er zijn vele andere Nobelprijswinnaars wier werk op zijn minst nauw aan de algemeen evenwichtstheorie gerelateerd is. Zo presenteerde Paul Samuelson een nog steeds gangbare wiskundige formulering van het Walrasiaanse tâtonnement proces en zijn de macro-economische modellen van Robert Lucas, Edward Prescott, en Thomas Sargent algemeen evenwichtsmodellen in de meest strikte zin van het woord.

#### **4 Belangrijke Uitbreidingen van het Klassieke Model**

Het is op zijn minst opmerkelijk te noemen dat de toegekende prijzen op het gebied van de algemeen evenwichtstheorie vrijwel zonder uitzondering betrekking hebben op het klassieke model, waarin fricties niet bestaan en als gevolg evenwichten Pareto-efficiënt zijn. Belangrijke uitbreidingen van het model zijn helaas niet met de Nobelprijs beloond.

Het klassieke model maakt het mogelijk om economieën met onzekerheid te analyseren, doch doet dit onder de aanname van een volledig stelsel van financiële markten. Een implicatie is dat economische actoren zich kunnen verzekeren tegen alle mogelijke risico's. Het moge duidelijk zijn dat dit een extreme aanname is en dat er vele schokken bestaan, zowel op micro- als macro-economisch niveau, waartegen verzekering onmogelijk is. Radner (1972) presenteerde de gangbare formulering van het algemeen evenwichtmodel

met onvolledige markten. Geanakoplos en Polemarchakis (1986) laten zien dat competitieve evenwichten in het geval van onvolledige markten inefficiënt zijn, zelfs ten opzichte van een efficiëntie concept dat de onvolledigheid van markten als uitgangspunt neemt. Dit soort resultaten rechtvaardigt overheidsingrijpen niet alleen op basis van herverdelingsmotieven maar ook op basis van efficiëntie-overwegingen. Recent werk op het gebied van modellen met onvolledige financiële markten richt zich op vraagstukken in hoeverre toekomstige financiële betalingen afdwingbaar zijn, hetgeen zowel relevant is op individueel als macro-economisch vlak, en modellen waarin faillissementen mogelijk zijn.

In het klassieke algemeen evenwichtsmodel zijn prijzen volledige flexibel en wordt ervan uitgegaan dat alle handel tegen Walrasiaanse evenwichtsprijzen plaatsvindt. In werkelijkheid zijn er allerlei rigiditeiten in de prijsvorming, hetzij door langdurige contracten, hetzij door het slechts incidenteel aanpassen van prijzen door bedrijven, of door direct overheidsingrijpen in bijvoorbeeld arbeids- en woningmarkt. Algemeen evenwichtsmodellen met prijsrigiditeiten zijn geïntroduceerd door Bénassy (1975) en Drèze (1975). Zoals Maskin en Tirole (1984) en Herings en Konovalov (2009) laten zien, geldt ook in dit geval dat competitieve evenwichten inefficiënt zijn, ook ten opzichte van efficiëntie begrippen die uitgaan van rigiditeiten in de prijsvorming. Wederom rechtvaardigen dit soort resultaten overheidsingrijpen op basis van efficiëntie-overwegingen.

De belangrijkste resultaten in de algemeen evenwichtstheorie zijn gebaseerd op convexiteitsaannames. Dergelijke aannames zijn veelvuldig bekritiseerd en in veel gevallen zijn niet-convexiteiten als toenemende schaalopbrengsten of ondeelbare goederen relevant. Dit laatste speelt een belangrijke rol bij zogenaamde matchingproblemen, waarbij te denken valt aan zeer uiteenlopende toepassingen zoals niertransplantaties, schoolkeuze, en huizenmarkt. Zogenaamde toewijzingsproblemen werden al bestudeerd in het tegenwoordig veel geciteerde werk van Koopmans en Beckman (1957). Opmerkelijk is dat Koopmans niet naar dit belangrijke artikel verwijst bij het uitspreken van zijn Nobelprijzrede.

De Nobelprijs van 2012 ging naar Lloyd Shapley en Alvin Roth. Roth werkte zowel aan de theorie als de toepassing van matchingmodellen en tal van de door hem behaalde resultaten zijn terug te lezen in het overzichtswerk Roth en Sotomayor (1990). Waar Gale en Shapley (1962) matchingmodellen analyseren waarin geld geen rol speelt, bekijken Shapley en Shubik (1972) matchingmodellen waarin geld wel van belang is, zoals bijvoorbeeld in de huizenmarkt. Ook laten zij zien dat in dit geval de gangbare oplossingsconcepten in de matchingtheorie overeenkomen met het Walrasiaans evenwicht. Dit laatste thema is het onderwerp van een inmiddels omvangrijke literatuur. Herings (2018) laat zien dat de gangbare oplossingsconcepten in de matchingmodellen waarin geld geen rol speelt, overeenkomen met het door Drèze (1975) geformuleerde evenwichtskoncept voor economieën met prijsrigiditeiten.

Waar op het gebied van ondeelbare goederen veel vooruitgang is geboekt, is zulks minder het geval voor de analyse van productietechnologieën met toenemende schaalopbreng-

sten. Dat is spijtig, zeker gezien recente ontwikkelingen op het gebied van de informatietechnologie, waar toenemende schaalopbrengsten eerder de regel dan de uitzondering zijn. Toenemende schaalopbrengsten gaan ook vaak gepaard met monopolie-macht en imperfecte competitie. Ofschoon er tal van algemeen evenwichtsmodellen ontwikkeld zijn met imperfecte competitie, is er hier geen sprake van een algemeen geaccepteerd model. Iets soortgelijks geldt voor algemeen evenwichtsmodellen met asymmetrische informatie.

Al de tot dusver genoemde modellen gaan uit van rationele verwachtingen, waarin economische actoren allen dezelfde verwachtingen hebben met betrekking tot de toekomst en waarin deze verwachtingen, conditioneel op de gerealiseerde toestand van de wereld, correct zijn. Deze rationaliteitsaannname is vanwege een groot aantal redenen aantrekkelijk, maar blijft tegelijkertijd extreem. Modellen met minder extreme aannames voor wat betreft het hebben van rationele verwachtingen omtrent de toekomst leiden tot het concept van tijdelijk evenwicht. Een belangrijke bijdrage hier is Grandmont (1977). De behoefte aan breed toepasbare theorieën van begrensde rationaliteit is groot en in de toekomst valt zeker nog veel onderzoek op dit terrein te verwachten.

## 5 Beleidsimplicaties

De invloed van de algemeen evenwichtstheorie op het te voeren economisch beleid is groot. Het in de afgelopen decennia ingezette beleid op het gebied van marktwerking, deregulering en wetgevingskwaliteit in vele sectoren van de samenleving is hierbij een in het oog springend voorbeeld en is in belangrijke mate ingegeven door de efficiëntie-eigenschappen van het Walrasiaans evenwicht in het klassieke algemeen evenwichtsmodel. Het gebruik van veilingen om schaarse goederen zoals spectrumfrequenties te verde-len is een ander voorbeeld, waarbij een juist gekozen opzet van de veiling leidt tot verkoop tegen Walrasiaanse prijzen met de bijbehorende aantrekkelijke efficiëntie-eigenschappen. Naarmate de economische situatie verder van het ideaalbeeld van het klassieke model verwijderd is, bijvoorbeeld door onvolledigheid van markten of imperfectie in de prijsvorming, kan overheidsingrijpen in het economisch proces gemakkelijker gemotiveerd op basis van de hiermee gepaard gaande inefficiëntie van het evenwicht. Concrete voorbeelden hierbij zijn succesvolle interventies bij de toewijzing van artsen aan ziekenhuizen in het National Resident Matching Program in de Verenigde Staten, leerlingen aan scholen, en nierdonoren aan nierpatiënten.

## 6 Conclusie

De algemeen evenwichtstheorie vormt een van de belangrijkste pijlers van de economische wetenschap en heeft geleid tot tal van Nobelprijzen. Het basismodel is algemeen en elegant, heeft sterke en duidelijke resultaten met betrekking tot existentie en efficiëntie van evenwicht, en is van grote invloed geweest op de economische inrichting van de samenleving. Het Nobelprijsc comité heeft tot nu toe weinig oog gehad voor de uitbreidingen



van het klassieke model, waarin evenwichten weliswaar bestaan, maar niet langer de gewenste efficiëntie-eigenschappen bezitten. Uitbreidingen van het basismodel zoals onvolledigheid van markten en imperfecties in de prijsvorming zijn inmiddels theoretisch voldoende uitgekristalliseerd om voor de Nobelprijs in aanmerking te komen.

### Auteur

P. Jean-Jacques Herings is hoogleraar Economie aan de Universiteit Maastricht.

### Literatuur

- Allais, M., 1943, A la Recherche d'une Discipline Economique – Première Partie – L'Economie Pure, Ateliers Industria, Paris.
- Allais, M., 1953, Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque: Critique des Postulats et Axiomes de l'École Américaine, *Econometrica*, vol. 21: 503-546.
- Arrow, K.J., 1951a, An Extension of the Basic Theorems of Classical Welfare Economics, in J. Neyman (ed.): *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Economics*, University of California, Press, Berkeley, pp. 507-532.
- Arrow, K.J., 1951b, *Social Choice and Individual Values*, John Wiley and Sons, New York.
- Arrow, K.J., 1953, Le Rôle des Valeurs Boursières pour la Répartition la Meilleure des Risques, *Econométrie, Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique*, vol. 40: 41-47; English version: 1964, The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk-Bearing, *Review of Economic Studies*, vol. 31: 91-96.
- Arrow, K.J. en G. Debreu, 1954, Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy, *Econometrica*, vol. 22: 265-290.
- Arrow, K.J., H.D. Block en L. Hurwicz, 1959, On the Stability of the Competitive Equilibrium, II, *Econometrica*, vol. 27: 82-109.
- Arrow, K.J. en L. Hurwicz, 1958, On the Stability of the Competitive Equilibrium, I, *Econometrica*, vol. 26: 522-552.
- Bénassy, J.-P., 1975, Neo-Keynesian Disequilibrium Theory in a Monetary Economy, *Review of Economic Studies*, vol. 42: 503-523.
- Brouwer, L.E.J., 1912, Über Abbildung von Mannigfaltigkeiten, *Mathematische Annalen*, vol. 71: 97-115.
- Debreu, G., 1951, The Coefficient of Resource Utilization, *Econometrica*, vol. 19: 273-292.
- Debreu, G., 1959, *Theory of Value*, Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- Debreu, G., 1974, Excess Demand Functions, *Journal of Mathematical Economics*, vol. 1: 15-21.
- Debreu, G., en H. Scarf, 1963, A Limit Theorem on the Core of an Economy, *International Economic Review*, vol. 4: 235-246.
- Drèze, J.H., 1975, Existence of an Exchange Equilibrium under Price Rigidities, *International Economic Review*, vol. 16: 301-320.
- Edgeworth, F.Y., 1881, *Mathematical Psychics*, Kegan Paul, London.
- Gale, D. en L.S. Shapley, 1962, College Admissions and the Stability of Marriage, *American Mathematical Monthly*, vol. 69: 9-15.
- Geanakoplos, J.D. en H.M. Polemarchakis, 1986, Existence, Regularity, and Constrained Suboptimality of Competitive Allocations when the Asset Market is Incomplete, in: W.P. Heller, R.M. Starr,

- and D.A. Starrett, (eds), *Uncertainty, Information and Communication: Essays in Honor of K.J. Arrow*, Vol. III, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 65-96.
- Gillies, D., 1953, *Some Theorems on n-Person Games*, PhD Dissertation, Princeton University, Department of Mathematics.
- Grandmont, J.-M., 1977, Temporary General Equilibrium Theory, *Econometrica*, vol. 45: 535-572.
- Herings, P.J.J., 2018, Equilibrium and Matching under Price Controls, *Journal of Economic Theory*, vol. 177: 222-244.
- Herings, P.J.J. en A. Konovalov, 2009, Constrained Suboptimality when Prices Are Non-competitive, *Journal of Mathematical Economics*, vol. 45: 43-58.
- Hicks, J.R., 1939, *Value and Capital*, Clarendon Press, Oxford.
- Hicks, J.R., 1943, The Four Consumer's Surpluses, *Review of Economic Studies*, vol. 11: 31-41.
- Hicks, J.R., 1945, The Generalised Theory of Consumer's Surplus, *Review of Economic Studies*, vol. 13: 68-74.
- Kakutani, S., 1941, A Generalization of Brouwer's Fixed Point Theorem, *Duke Mathematical Journal*, vol. 8: 457-459.
- Kantorovich, L.V., 1939, *Matematicheskie Metody Organizatii i Planirovanie Proizvodstva*, Leningrad State University Publishers, translated as Kantorovich, L.V., 1960, Mathematical Methods in the Organization and Planning of Production, *Management Science*, vol. 6: 366-422.
- Kantorovich, L.V., 1959, *Ekonomicheskii Raschet Nailuchshego Ispol'zovaniia Resursov*, Academy of Sciences, USSR, translated as Kantorovich, L.V., 1965, *The Best Use of Economic Resources*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Koopmans, T.C., 1951, An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities, in: T.C. Koopmans (ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation*, Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 13, Wiley, New York.
- Koopmans, T.C., 1965, On the Concept of Optimal Economic Growth, in: J. Johansen (ed.), *The Econometric Approach to Development Planning*, North Holland, Amsterdam.
- Koopmans, T.C. en M. Beckmann, 1957, Assignment Problems and the Location of Economic Activities, *Econometrica*, vol. 25: 53-76.
- Leontief, W.W., 1936, Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States, *Review of Economics and Statistics*, vol. 18: 105-125.
- Leontief, W.W., 1941, *The Structure of American Economy, 1919-1939: An Empirical Application of Equilibrium Analysis*, Oxford University Press, New York.
- Mantel, R.R., 1974, On the Characterization of Aggregate Excess Demand, *Journal of Economic Theory*, vol. 7: 348-353.
- Maskin, E.S. en J. Tirole, 1984, On the Efficiency of Fixed Price Equilibrium, *Journal of Economic Theory*, vol. 32: 317-327.
- McKenzie, L.W., 1954, On Equilibrium in Graham's Model of World Trade and Other Competitive Systems, *Econometrica*, vol. 22: 147-161.
- Neumann, J. von, 1937, Über ein ökonomisches Gleichungssystem und eine Verallgemeinerung des Brouwerschen Fixpunktsatzes, *Ergebnisse eines Mathematischen Kolloquiums*, vol. 8: 73-83.
- Pareto, V., 1909, *Manuel d'Économie Politique*, Giard & Brière, Paris.
- Radner, R., 1972, Existence of Equilibrium of Plans, Prices, and Price Expectations in a Sequence of Markets, *Econometrica*, vol. 40: 289-303.
- Roth, A.E. en M.A.O. Sotomayor, 1990, *Two-sided Matching, A Study in Game-theoretic Modeling and Analysis*, *Econometric Society Monographs No. 18*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Scarf, H., 1960, Some Examples of Global Instability of the Competitive Equilibrium, *International Economic Review*, vol. 1: 157-172.
- Shapley, L.S. en M. Shubik, 1972, The Assignment Game I: The Core, *International Journal of Game Theory*, vol. 1: 111-130.

- Smith, A., 1776, *Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, W. Strahan and T. Cadell, London.
- Sonnenschein, H., 1972, Market Excess Demand Functions, *Econometrica*, vol. 40: 549-563.
- Sonnenschein, H., 1973, Do Walras' Identity and Continuity Characterize the Class of Community Excess Demand Functions?, *Journal of Economic Theory*, vol. 6: 345-354.
- Wald, A., 1936, Über einige Gleichungssysteme der mathematischen Ökonomie, *Zeitschrift für Nationalökonomie*, vol. 7: 637-670.
- Walras L., 1874, *Éléments d'Économie Politique Pure*, Corbaz, Lausanne, Switzerland.