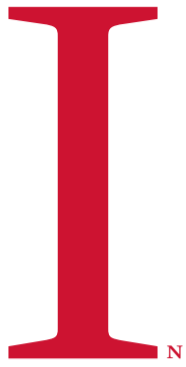


Schoonheid in de wetenschap

De voorkeur voor elegante theorieën in natuurkunde en economie

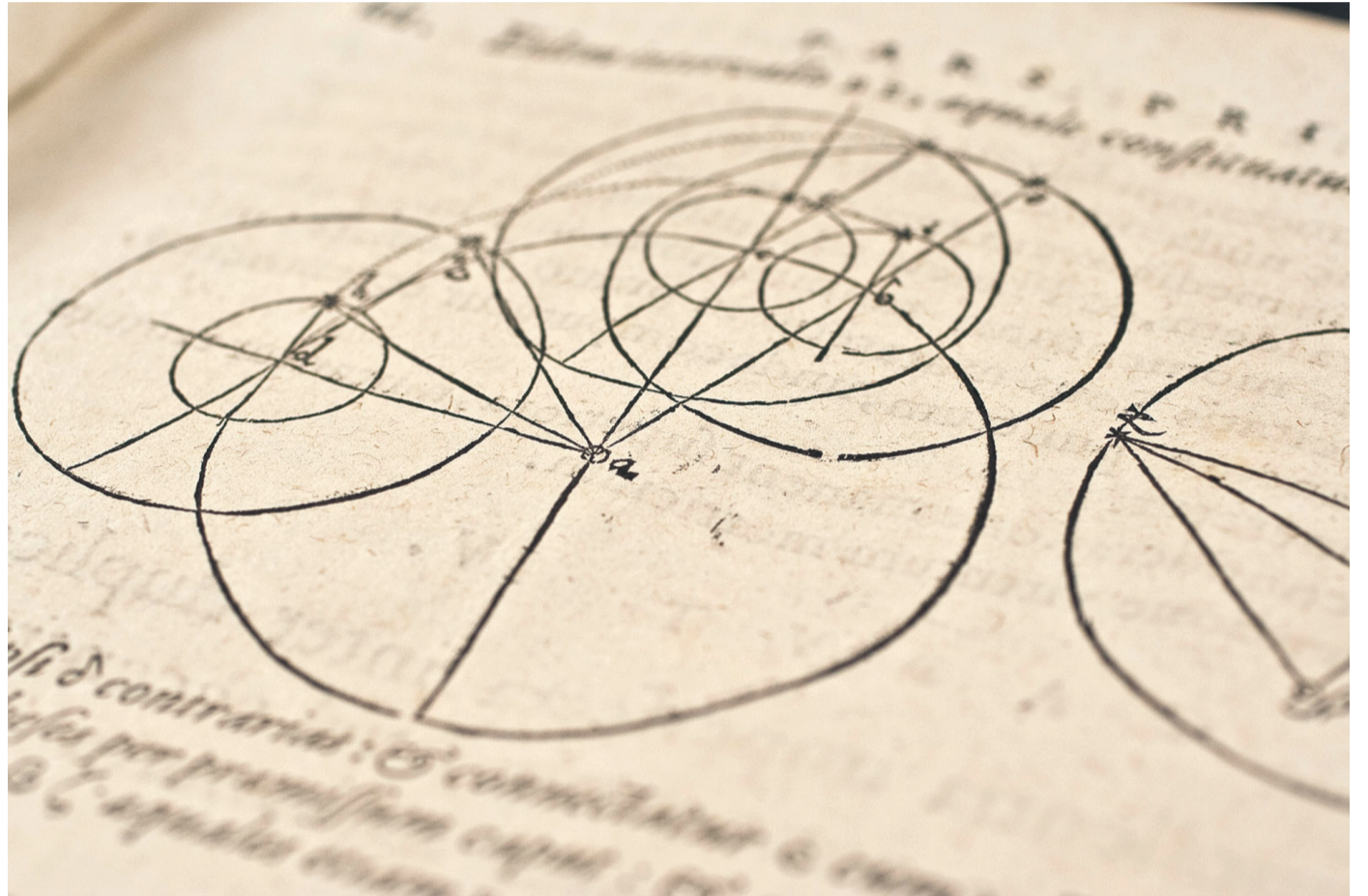
Schoonheid heeft altijd een rol gespeeld in de vorming van wetenschappelijke theorieën. De natuurwetenschap zette de toon met haar wiskundige modellen, maar de economie doet niet voor haar onder. Dat laatste pakt echter niet altijd goed uit. **Waarom? door Jelle de Boer**



1597 vroeg de jonge Johannes Kepler zich af wat voor orde het universum bezat. De onderlinge afstanden tussen de planeten, zat daar geen systeem in? Hij kwam op het lumineuze idee de vijf platonische lichamen erbij te halen. Deze driedimensionale regelmatige veelvlakken stonden bij de oude Grieken voor de verschillende elementen. Konden deze figuren nu niet zo in elkaar gepast worden dat elk van

‘Dat de planeten in cirkels bewogen was zo ongeveer een axioma in de astronomie: de planeten *moesten* wel in cirkels bewegen.’

hen correspondeerde met een zekere afstand tussen twee naast elkaar gelegen planeten? Kepler plaatste de kubus tussen Saturnus en Jupiter, de tetraëder tussen Jupiter en Mars, de dodecaëder tussen Mars en de aarde, de icoosaëder tussen de aarde en Venus, en de octaëder tussen Venus en Mercurius. Het leek aardig te kloppen, en het kwam ook mooi uit dat hij voor dit model elk van de platonsche lichamen slechts één keer hoefde te gebruiken: zo was ook meteen verklaard dat er precies zes planeten waren (Uranus en Neptunus wachtten nog op ont-

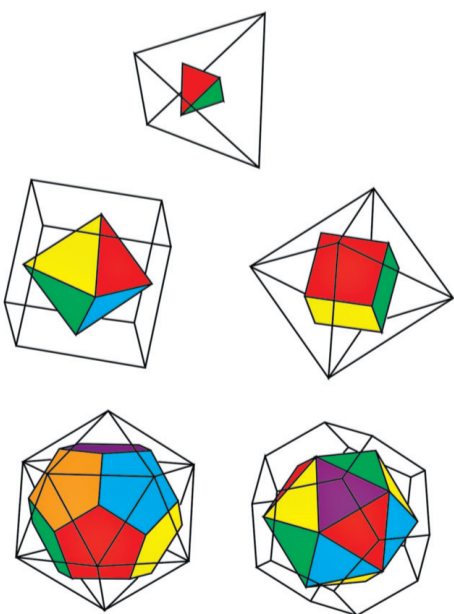


Alle hemellichamen moesten wel in cirkels bewegen.

dekking). Het duurde echter niet lang tot Kepler het vertrouwen in dit model begon te verliezen (er waren toch te veel afwijkingen) en op zoek ging naar een alternatief. Maar daarvoor, zo realiseerde hij zich, had hij eerst veel meer meetgegevens nodig. Hij moest eerst maar eens zo precies mogelijk alle planeetbanen in kaart gaan brengen, alvorens met een nieuwe theorie op de proppen te komen. Die meetgegevens vielen hem vervolgens al snel in de schoot door de toevallige dood van Tycho Brahe, die er al tientallen jaren astronomisch observatiewerk op had zitten, en sinds 1599 keizerlijk astronoom was aan het hof van Rudolf II. Kepler, sinds 1600 Brahes assistent, werd aangesteld als zijn opvolger. Hij ging met Tycho Brahes gegevens aan de slag en na veel zwoegen rolden daar de beroemde drie wetten van Kepler uit. De eerste wet stelt dat elke planeet een ellipsbaan beschrijft, met de zon in een van de brandpunten van die ellips. Volgens de tweede wet varieert de snelheid van de planeet met de afstand ten opzichte van de zon, en wel zodanig dat als we ons de lijn tussen de planeet en de zon als een bezem voorstellen, deze bezem voor twee dezelfde tijdsintervallen altijd een zelfde oppervlak zou wegvegen, een dikke piz-

ELEGANCE IN SCIENCE. THE BEAUTY OF SIMPLICITY
door Ian Glynn.
Oxford University Press. Oxford 2010.
256 pag. € 25,50

THE PUZZLE OF MODERN ECONOMICS. SCIENCE OR IDEOLOGY?
door Roger Backhouse.
Cambridge University Press.
Cambridge 2010. 214 pag. € 25,50



De platonische lichamen die Kepler gebruikte voor zijn model van het universum.

zapunt in de buurt van de zon, een heel dunne en lange punt aan de andere kant van de ellips. De derde wet, die wat later volgde, zegt dat voor iedere planeet het kwadraat van de omlooptijd recht evenredig is met de lengte van de langste as van de ellips tot de derde macht.

De planeetbanen in drie eenvoudige formules: *elegant economy indeed*, schrijft Ian Glynn in zijn boek *Elegance in Science. The Beauty of Simplicity*. De eerste wet, van de ellipsvormige banen, werd in de tijd van Kepler zelf echter helemaal niet zo gewaardeerd. Zij was strijdig met het ideaal van de perfecte cirkel, dat terugging op de oude Grieken. Dat de planeten in cirkels bewogen was zo ongeveer een axioma in de astronomie: de planeten *moesten* wel in cirkels bewegen. Copernicus introduceerde al voor Kepler, in 1543, het idee dat niet de aarde maar de

zon in het centrum van het universum stond, maar bleef vasthouden aan het klassieke idee van stelsels van cirkels om de planeetbanen te beschrijven. Glynn merkt op dat er eigenlijk weinig elegants is aan het systeem van Copernicus, en dat mag hij vinden, maar de tijdgenoten van Copernicus en ook nog van Kepler waren een andere mening toegedaan. De perfecte cirkel was een diep geworteld ideaal.

Glynn bespreekt een keur aan vondsten, bewijzen, experimenten en theorieën uit de geschiedenis van de wetenschap die volgens hem allemaal mooi en elegant zijn. Het gaat van het geometrische bewijs van de stelling van Pythagoras door middel van driehoeken en vierkanten, tot de theorieën en wetten van Kepler; van de gedachte-experimenten van Galileo tot het aantonen van stroomgeleiding in zenuwbanen en de ontdekking van de structuur van DNA. Glynn legt

telkens goed uit hoe een en ander in elkaar steekt en waar de problemen vandaan kwamen, en vertelt smakelijk over de wetenschappers zelf. Probleem is echter dat niet duidelijk is hoe het criterium van elegantie of schoonheid nu precies werkt. Het is daardoor geen sturend principe in dit boek, je krijgt de indruk van een subjectieve kapstok waar de auteur zijn min of meer toevallige verzameling *faits divers* uit de wetenschapsgeschiedenis aan ophangt.

Bij Kepler zie je al dat er verschillende vormen van schoonheid in het spel zijn. Zijn drie wetten vertonen *elegant economy*: we prijzen de eenvoud van drie compacte

‘Schoonheid is niet alleen veelzijdig maar ook context- en tijdsgebonden.’

wetten waarmee het gedrag van al die planeten beschreven kan worden; ze zijn bovendien ook abstract wiskundig geformuleerd. Zijn eerdere theorie, waarin hij de leer van de platonische lichamen toepast op iets nieuws, de ruimte tussen de verschillende planeten, heeft ook de E-factor, maar dan weer anders: het is een fraaie analogie.

Waarom is er eigenlijk plaats voor schoonheid in de wetenschap? Dit komt doordat het empirische criterium (of een theorie geschraagd wordt door de feiten) vaak niet volstaat. Dit is het geval als de theorie nog in het hypothetische stadium is en de eventueel bevestigende feiten dus nog ontbreken; maar ook als verschillende rivaliserende theorieën ongeveer even goed met de feiten overeenstemmen en de feiten zelf dus onvoldoende beslissen.

De wetenschapsfilosoof James McAllister, die in Leiden doceert, onderscheidt in zijn boek *Beauty and Revolution in Science* (1996) verschillende vormen of criteria van esthetiek in de wetenschap, zoals eenvoud, symmetrie, wiskundige abstractie en meer. Volgens hem worden verschillende criteria anders gewogen in verschillende tijdperken. Dat blijkt: de tijdgenoten van Copernicus hebben de symmetrie van de cirkel hoog in het vaandel, Ian Glynn vindt er weinig aan. Schoonheid is niet alleen veelzijdig maar ook context- en tijdsgebonden. In de regel, zegt McAllister, puttend uit een schat van historisch materiaal, is het een conservatief criterium. Theorieën die het op een bepaald moment goed doen, in voorspellende en beschrijvende zin, bepalen wat wetenschappers op datzelfde moment mooi vinden. Waarom heeft de cirkel vanaf de Oudheid tot aan de zestiende eeuw zo'n esthetisch appèl gehad? Voor een groot deel omdat systemen met cycli en epicycli het in de astronomie tot in de zestiende eeuw best goed deden. Esthetische criteria vormen zich volgens McAllister in een gemeenschap van wetenschappers onder invloed van het empirische succes van de dan vigerende



Standbeeld van Tycho Brahe en Johannes Kepler in Praag.

theorieën. Ideeën over schoonheid varen mee in het kielzog van empirisch succes.

Ian Glynn bespreekt in *Elegance in Science* een uitgebreide reeks voorbeelden uit de natuurwetenschappen, en ook McAllister beperkt zich tot de bètahoek. Hoe zou het werken in andere disciplines, bijvoorbeeld in de economische wetenschap? Economen, zo laat Roger Backhouse zien in *The Puzzle of Modern Economics. Science or Ideology?*, hechten ook sterk aan elegante theorieën. Voorbeelden zijn de

‘Wiskundige rigor in de economie is deels het gevolg van successen in een andere wetenschap, namelijk de natuurkunde.’

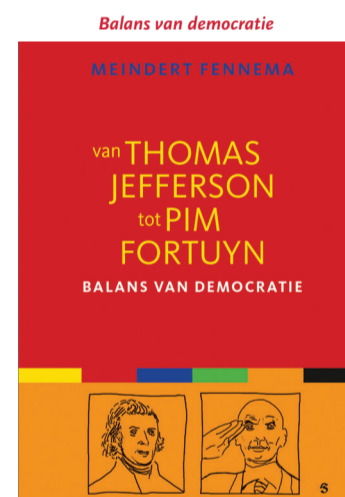
theorie van marktevenwicht, de axiomatische rationale-keuzetheorie, en de keynesiaanse macro-economische theorie. *Mathematical rigor* en eenvoud voeren de boventoon, en je hoeft niet ver te zoeken om ook symmetrie te ontwaren. Maar ja, denk aan de financiële crisis waar we nu nog steeds inzitten: die economen, overdrijven die niet een beetje? Op de eerste bladzijde van zijn boek citeert Backhouse de bekende econoom en columnist Paul Krugman, die in september 2009 in de *New York Times* naar aanleiding van de crisis schreef: ‘the economics profession went astray because economists, as a group, mistook beauty, clad in impressive-looking mathematics, for truth’. Dat ook bij economen elegantie en wiskun-

dige doorwrochttheid in het kielzog varen van empirisch succes is dus een stuk minder duidelijk, op zijn zachtst gezegd. Die wiskundige modellen mogen indrukwekkend zijn naar hun vorm, hun voorspellende waarde is dat niet. Niemand zag de wereldwijde crisis van 2008 aankomen en iedereen weet dat de werknemers van het CPB niet bovenmatig rijk zijn. Twee vragen dienen zich dus aan. Hoe komt het dat wiskundige modellen zo'n vlucht hebben genomen in de economie; en wanneer zijn economische theorieën nu eigenlijk *wel* empirisch succesvol en wanneer niet, en waar komt dat door?

Wiskundige *rigor* in de economie is deels het gevolg van successen in een andere wetenschap, namelijk de natuurkunde: die gold (en geldt nog steeds) als voorbeeld. Bij de oprichting van de *Econometric Society* in 1930 werd daar expliciet naar verwezen. Het doel was: ‘constructive and rigorous thinking similar to that which has come to dominate in the natural sciences’. Veel belangrijke economen in de jaren daarna hadden ook een sterke achtergrond in wiskunde. Maar er zijn ook inhoudelijke redenen. In een economie hangen verschillende grootheden op een systematische manier met elkaar samen. John Maynard Keynes' *The General Theory of Employment, Interest and Money* uit 1936 doet die samenhang op een voorbeeldige manier uit de doeken. Als gezinnen meer gaan consumeren neemt het nationaal inkomen toe. Als de rente daalt, stijgen de investeringen. Werkgelegenheid hangt af van de vraag naar goederen en diensten. Een vraagoverschot leidt tot inflatie. Enzovoorts. Die samenhang kun je uitleggen met een verhaal, maar een stelsel wiskundig geformuleerde vergelijkingen doet dat eleganter: preciezer en in één klap. De theorie van Keynes gaf dan ook

een *boost* aan wiskundig modelleerwerk. Een andere inhoudelijke reden vloeit voort uit de theorie van algemeen marktevenwicht – een tweede belangrijke pijler van de moderne economische wetenschap. Bij een goed functionerende markt komen door prijsaanpassingen vraag en aanbod met elkaar in evenwicht. Aan de ene kant heb je consumenten met beperkte budgetten die hun behoeften zo goed mogelijk willen bevredigen, aan de andere kant producenten die streven naar winstmaximalisatie. Voor beide kanten is optimalisatie het credo: dan kun je mooi met strakke differentiaalvergelijkingen aan de slag.

Empirisch succes en falen illustreert Backhouse door een viertal cases uit de toegepaste economie onder de loep te nemen, en zich vooral te richten op de net genoemde theorie van marktevenwicht. Die theorie werkt eigenlijk vooral goed, betoogt hij, in heel nauw omschreven situaties, en het allerbeste in situaties die zich laten *keden* naar de veronderstellingen van de economische theorie. Backhouse geeft daar twee voorbeelden van. Een voorbeeld is het creëren van een markt, door de Amerikaanse overheid in de jaren negentig, in verhandelbare emissierechten om de totale uitstoot van giftige stoffen door elektriciteitscentrales te beperken. Aanvankelijk kregen alle centrales dezelfde hoeveelheid rechten. Elektriciteitscentrales die innovatiever waren en tegen relatief lage kosten de uitstoot konden beperken zouden hun emissierechten verkopen, was het idee, en cen-



Van Thomas Jefferson tot Pim Fortuyn

MEINDERT FENNEMA

Meindert Fennema volgt in deze 'glasheldere analyse van twee eeuwen democratedebat' (Piet de Rooy) de ontwikkeling van de theorievorming over de moderne democratie aan de hand van de 5 democratische revoluties van het einde van de 18e tot in het begin van de 20 eeuw: de 4 Atlantische in de Verenigde Staten, Nederland, Frankrijk en Haiti en de revolutie in Rusland.

In acht hoofdstukken bespreekt hij de opvattingen van een twintigtal politiek filosofen uit die periode over hoe een democratische samenleving eruit moet zien en wie daarin zeggenschap mag hebben.

De lezer maakt kennis met de originele teksten, die voor een beter begrip in hun sociaalpolitieke context zijn geplaatst. In het nieuwe hoofdstuk 9 bespreekt hij het populisme (altijd al wezenskenmerk van democratische bewegingen) als reactie op het multiculturalisme.

In het laatste hoofdstuk, de Epiloog, bespreekt Fennema de achterliggende democratie-opvattingen van een aantal politieke vernieuwingsbewegingen die in het midden van de twintigste eeuw een rol hebben gespeeld. In dit laatste hoofdstuk gaat Fennema ook in op de vorm die de democratie in de huidige West-Europese multiculturele samenlevingen heeft gekregen.

9789055893058 – Eur 25

www.spinhuis.nl

trales waarvoor dat duurder was, zouden ze kopen. Zo zou er een optimale allocatie ontstaan met een vermindering van de totale uitstoot. Het werkte. Een ander voorbeeld is de verkoop in 2000 door de Britse overheid van radiofrequenties aan telecombedrijven. Die vond plaats door middel van een ingenieuze veiling en het werkte, en niet zo zuinig ook: de opbrengst was 39 miljard, tien keer meer dan verwacht. *Mechanism design* heet deze jonge loot aan de stam van de economische wetenschap – haar beoefenaren vinden haar mooi en elegant, en zijn er terecht trots op.

In andere situaties werken theoretisch elegante oplossingen echter minder goed. In 1991 zette Boris Jeltsin de overgang in van de planeconomie uit de Sovjettijd naar een markteconomie naar westers model. Een team economen met bollebozen van Harvard en de London School of Economics adviseerde shocktherapie. Onmiddellijk loslaten van het oude systeem van centraal gedicteerde prijzen, gecombineerd met snelle en grootschalige privatiseringen zou concurrentie tot stand brengen. Meer efficiëntie en hogere welvaart lagen in het verschiet. Het pakte rampzalig uit. Een langdurige recessie, hyperinflatie en ook sterk toegenomen

ongelijkheden waren het gevolg. Iedere econoom weet wel dat er factoren kunnen zijn waardoor markten niet zo soepel werken, en dat de instituties onderliggend aan een markt op orde moeten

‘Het geloof in een heilzame vraag-, aanbod- en prijsdynamiek onder de voorwaarde van vrije concurrentie was te sterk.’

zijn, maar deze inzichten, schrijft Backhouse, werden in de shocktherapie in feite veronachtzaamd. Het geloof in een heilzame vraag-, aanbod- en prijsdynamiek onder de voorwaarde van vrije concurrentie was te sterk.

Anders dan in de astronomie en de natuurkunde lijkt het erop dat in de economie ideeën over elegantie en schoonheid te vaak doorschieten en dus *niet* netjes in het kielzog blijven van empirisch

succes. Toch is Backhouse wijs genoeg om niet de vloer aan te vegen met *mathematical rigor* in de economie. Simplificerende modellen blijven nodig, alleen al omdat de beste kritiek op een economisch model vaak de vorm aanneemt van een *concurrerend* model. Zeggen dat een of andere vooronderstelling niet klopt, bijvoorbeeld dat in een gegeven markt niet alle partijen even goed geïnfomeerd zijn, is niet overtuigend genoeg. Je moet laten zien hoe zoiets uitpakt, hoe een aanpassing van zo’n vooronderstelling door zou kunnen werken. Daar heb je dus ook weer een model voor nodig. En met betrekking tot de factor empirisch succes is er reden om licht optimistisch te zijn. In de afgelopen jaren zit empirisch onderzoek in de economie weer in de lift. Er zijn steeds meer economen die kijken naar hoe specifieke markten echt werken – eventueel dus, zoals bij *mechanism design*, omdat ze op een bepaalde manier al worden ontworpen. Ook worden in toenemende mate experimenten gedaan, onder meer naar hoe echte mensen keuzes maken in een laboratoriumsetting.

Halverwege de twintigste eeuw verzuchtte de Nederlandse invloedrijke econoom Tjalling Koopmans dat economen

tot dan toe te veel bezig waren geweest alleen maar data te verzamelen: men zat nog te veel in wat hij het ‘Kepler-stadium’ noemde, er was meer theorie nodig om het geobserveerde te structureren. Maar, zo weten we zestig jaar later, daar kun je ook in doorschieten. De geschiedenis moet het leren: misschien zijn we nu getuige van een Kepler-*revival* in de economische wetenschap.

Jelle de Boer is postdoc onderzoeker ethiek aan de afdeling Wijsbegeerte van de Universiteit van Amsterdam. Tevens doceert hij wetenschapsfilosofie aan de Technische Universiteit Delft.

Literatuur

— John Maynard Keynes. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. MacMillan Cambridge University Press. Cambridge 1936.

— James W. McAllister. *Beauty and Revolution in Science*. Cornell University Press. Ithaca, NY 1996 (paperback: 1999).

— James W. McAllister. ‘Waarheid en schoonheid in de wetenschap’, *Algemeen Nederlands Tijdschrift voor Wijsbegeerte* 91 (1999): 153-167.