



Pleidooi voor meer pragmatisme

Auteur(s):

Groeneveld, R.

*De auteur is verbonden aan de leerstoelgroep Milieu-economie en Natuurlijke Hulpbronnen van Wageningen Universiteit.***Verschenen in:**

ESB, 87e jaargang, nr. 4344, pagina 73, 25 januari 2002

Rubriek:**Trefwoord(en):**

wiskunde

In de natuurwetenschappen wordt pragmatischer met wiskunde omgesprongen dan in de economie. De voordelen hiervan zijn groot. Realisatie vereist evenwel een cultuuromslag onder economen.

Het kan geen kwaad zo nu en dan in andermans keuken te kijken. Dat moeten de economen en fysici hebben gedacht toen zij in 1987 op het Santa Fe Instituut een workshop hielden¹. Het moet daar een klein Babylon geweest zijn. De economen waren geschokt te zien hoe nonchalant fysici met wiskunde omspringen. De fysici op hun beurt begrepen maar niet waarom die economen zoveel waarde hechtten aan formele wiskundige bewijzen. Zo antwoordde de fysicus Per Bak toen een econoom naar zijn bewijzen vroeg: "Iedereen kan theorema's in elkaar flansen, maar ik laat dat liever aan de wiskundigen over". De economen waren geschokt: hoe kun je zó wetenschap bedrijven! Op een andere sessie presenteerden de fysicus Richard Palmer en de econoom John Geneakoplos hun oplossingen van één en hetzelfde probleem. Ofschoon hun conclusies hetzelfde waren, verschilden hun methoden enorm: Geneakoplos had het probleem met pen en papier opgelost, Palmer had het antwoord benaderd met een computersimulatie.

Het valt mij als onderzoeker in een multidisciplinair vakgebied als de milieueconomie wel vaker op dat onderzoekers in de natuurwetenschappen pragmatischer met wiskunde omgaan dan economen. Economen zijn geneigd hun analyses te presenteren in formele stellingen en bewijzen, een werkwijze die wel deductie wordt genoemd. Aan de andere kant zijn bijvoorbeeld fysici vaak al tevreden als hun modellen in een groot aantal verschillende berekeningen dezelfde resultaten opleveren.

Er is dan ook kritiek op de rol van deductie in de economie. Zo stelt Deirdre McCloskey dat de waarden van de zuivere wiskunde de economie zijn gaan domineren, omdat economen meer geïnteresseerd zijn in het formele bewijs van een stelling dan in haar maatschappelijke en wetenschappelijke relevantie². In dit artikel sluit ik mij bij deze kritiek aan door voor meer pragmatisme in economisch onderzoek te pleiten. Om te illustreren hoe pragmatisme de economie verder kan helpen, beschrijf ik drie numerieke methoden, die al langer door natuurwetenschappers gebruikt worden en veel voor de economie kunnen betekenen.

Ik zal eerst dieper ingaan op het verschil in werkwijze tussen economen en natuurwetenschappers. Daarna zal ik de numerieke methoden kort beschrijven zoals die zijn gepresenteerd door Kenneth Judd³. Tenslotte bespreek ik de potentiële rol van numerieke methoden ten opzichte van deductie.

Grenzen aan deductie

Stel dat we willen weten of economische groei tot meer milieuvervuiling leidt. We zouden dit kunnen onderzoeken door een model te formuleren waarin productiestijgingen enerzijds tot meer milieuvervuiling leiden, en anderzijds mensen met hogere inkomens meer geld over hebben voor een schoon milieu. De deductieve manier om dit model te analyseren is door een aantal stellingen af te leiden, bijvoorbeeld 'Economische groei leidt alleen in arme landen tot meer milieuvervuiling'. De stelling wordt vervolgens formeel bewezen, bijvoorbeeld door aan te tonen dat als de stelling niet waar zou zijn er ergens in het model een tegenstelling zou ontstaan.

Om het probleem in wiskundige stellingen en bewijzen op te kunnen lossen, moeten veronderstellingen worden gedaan met betrekking tot de productie- en nutsfuncties in het model. Uiteraard moet een veronderstelling zo realistisch mogelijk zijn, maar wel zodanig dat de stelling formeel kan worden bewezen. Deze bewijsbaarheid kan dus ernstige beperkingen leggen op de realiteitszin van het model.

Natuurwetenschappers hechten meer waarde aan het realiteitsgehalte van de analyse en ontwikkelen liever een zo natuurgetrouw mogelijk model. Dat men met deductie dan niet ver meer komt, hebben bijvoorbeeld astronomen al gemerkt. Omdat deductie alleen modellen met één zon en één planeet kan oplossen, lossen zij complexere modellen numeriek op. Dankzij deze pragmatische opstelling kunnen zij nu ook het gedrag van bijvoorbeeld ons eigen zonnestelsel verklaren.

Waarom hechten economen dan wel zo sterk aan deductie? Vaak wordt gewezen op het gebrek aan empirische gegevens in de economie: omdat economen niet of weinig kunnen experimenteren, moeten ze vertrouwen op wiskundige grondigheid in plaats van op hun intuïtie. Zij vergeten daarbij dat bijvoorbeeld astronomen alleen maar kunnen dromen van de hoeveelheid gegevens die economen tot hun beschikking hebben. Desondanks hebben astronomen al veel observaties kunnen verklaren - met behulp van de numerieke methoden waar dit artikel over gaat. Een andere reden om op deductie te vertrouwen is dat een formeel bewijs een stelling letterlijk net zo waar maakt als $1+1=2$. Maar wat is eigenlijk bewezen als hiervoor allerlei sterke veronderstellingen nodig zijn? Veel economische modellen zijn

alleen oplosbaar onder specifieke veronderstellingen met betrekking tot de productiefuncties en het gedrag van consumenten en producenten. Met name de veronderstellingen met betrekking tot consumentengedrag zijn nog steeds aanleiding tot kritiek, omdat mensen minder rationeel en goed geïnformeerd zijn dan in economische modellen wordt aangenomen. In reactie op deze kritiek zijn modellen ontwikkeld die menselijk gedrag beter beschrijven, maar deze modellen zijn niet met deductie op te lossen.

Numerieke methoden

Als economen modellen willen gebruiken die complexer en meer natuurgetrouw zijn, zullen zij dus moeten omzien naar andere methoden dan deductie ⁴. Omdat natuurwetenschappers in zo'n situatie tal van numerieke methoden gebruiken, lijkt het logisch dat deze methoden ook voor economen van belang kunnen zijn. Ik zal in deze paragraaf drie numerieke methoden kort uitleggen.

Benaderingsmethoden

Het komt in interdisciplinair onderzoek nogal eens voor dat de modellen die door de ene discipline worden gebruikt nauwelijks bruikbaar zijn voor andere disciplines. Als we het verband tussen de concentratie koolstofdioxide en temperatuurstijging in een economisch model willen opnemen, bijvoorbeeld voor het doorrekenen van economische scenario's van reductie van koolstofdioxide-uitstoot, kunnen we niet direct gebruik maken van de uiterst complexe klimaatmodellen waar klimaatdeskundigen mee werken.

Deze modellen kunnen wel voor verschillende koolstofdioxideconcentraties de verwachte opwarming berekenen. Zij kunnen derhalve een grote hoeveelheid gegevens genereren, waar vervolgens een eenvoudigere functie op kan worden gebaseerd. Het schatten van een functie op basis van een verzameling punten is precies wat benaderingsmethoden doen. De functie die hierbij gebruikt wordt is de polynoom: een functie met meerdere termen. Iedere term bevat een bewerking van de verklarende variabele en een parameter die wordt geschat aan de hand van de gegenereerde gegevens. Dit gebeurt via interpolatie, waarbij de functie precies op de data past, of door middel van regressie, waarbij een zekere afwijking van de gegevens wordt toegelaten.

In principe benadert een polynoom een functie beter naarmate ze meer termen bevat. Sterke correlatie tussen de afzonderlijke termen kan echter problemen leveren. Deze worden in benaderingsmethoden omzeild door zogenaamde orthogonale polynomen te gebruiken, die niet met elkaar correleren.

Projectiemethoden

Wat benaderingsmethoden met data doen, doen projectiemethoden met vergelijkingen. In veel economische problemen moet een functie worden gevonden die aan bepaalde eisen voldoet. Zo worden bijvoorbeeld niet-lineaire optimaliseringsproblemen opgelost door de eerste-ordecondities af te leiden. Deze condities vormen een stelsel van vergelijkingen. De optimale oplossing moet daaraan voldoen. Een ander voorbeeld zijn modellen die bestaan uit differentiaalvergelijkingen waarin de stijging van een variabele afhankelijk is van de waarde van deze variabele een periode eerder. Denk hierbij aan het bnp in jaar 2, dat een functie is van het bnp in jaar 1. Om het bnp in jaar 33 te berekenen, zou een onderzoeker dus 33 keer dezelfde berekening moeten uitvoeren. Een model waarbij dit niet hoeft, zou een uitkomst zijn voor de onderzoeker.

Om een functie te vinden die bij benadering aan de eisen voldoet, maken projectiemethoden gebruik van hetzelfde soort polynomen als benaderingsmethoden. Deze polynomen worden geprojecteerd op een stelsel van vergelijkingen in plaats van op een aantal punten, zoals bij benaderingsmethoden gebruikelijk is.

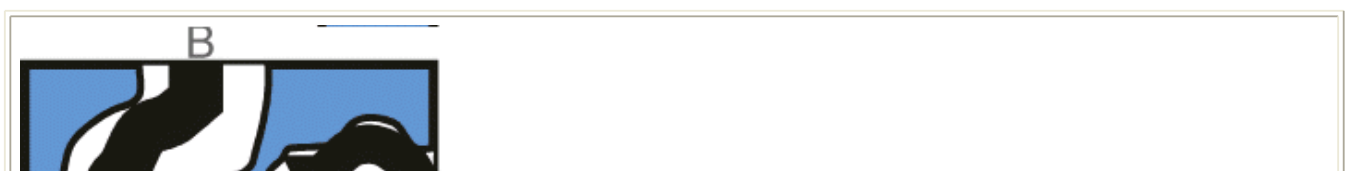
Verstoringmethoden

Soms is een onderzoeker niet alleen geïnteresseerd in een evenwichtssituatie, maar ook in situaties die daar net buiten vallen. Hij heeft bijvoorbeeld een marktevenwicht berekend uit een vraagcurve en een aanbodcurve, en wil daarna weten wat de invloed van een belasting op dit marktevenwicht is ⁵. De gebruikelijke comparatiefstatische analyse die hier vaak voor gebruikt wordt, is in wezen een uiterst eenvoudig voorbeeld van een verstoringmethode. De onderzoeker kan alle variabelen uitdrukken als functie van de belasting T . Voor $T=0$ is het evenwicht al berekend. Vervolgens worden gevallen bekeken voor iets grotere waarden van T . De meeste toepassingen van verstoringmethoden zijn uitgebreider dan dit voorbeeld. Het idee is evenwel eender: bekijk de directe omgeving van een functie met benaderingen ervan.

Numerieke versus deductieve methoden

Judd geeft aan dat vooral het gebruik van berekeningen in plaats van formele bewijzen weerstand oproept bij collega-economen, en legt daarom uit hoe numerieke methoden zich verhouden tot deductieve methoden. Enerzijds kunnen de veronderstellingen die nodig zijn om een stelling te bewijzen tot gevolg hebben dat stelling en bewijs hun maatschappelijke en wetenschappelijke relevantie verliezen. Anderzijds kunnen numerieke methoden een stelling niet bewijzen en hebben sommige numerieke methoden een start-oplossing nodig, die alleen met deductie kan worden gevonden.

Het analyseren van een vraagstuk kan worden vergeleken met het verkennen van een onbekend terrein zoals in [figuur 1](#). Een deductieve oplossing loopt als lijn BC of DE door de materie: de oplossing is navolgbaar, maar slechts op een klein deel van de mogelijke situaties van toepassing. Ze is als een rivier waarover de onderzoeker het terrein binnenvaart: een gemakkelijke manier om een gebied te verkennen, maar de waarnemingen blijven beperkt tot wat men vanaf de rivier kan zien.





Figuur 1. Het verschil tussen deductieve en numerieke methoden is als het verschil tussen het verkennen van een gebied vanaf een rivier (via BC dan wel DE) en het maken van een satellietfoto

Het doorrekenen van een natuurgetrouw model voor verschillende situaties is in deze geografische metafoor te vergelijken met het maken van satellietfoto's: ze kunnen in principe overal komen, maar ze kunnen niet verklaren hoe die verschillende punten met elkaar in verbinding staan. De verstoringmethode verkent het gebied rond de deductieve oplossing, zoals het gebied binnen de stippellijnen rond BC en DE: de onderzoeker gaat te voet het gebied in, maar blijft zich op de rivier oriënteren.

Het gebruik van numerieke methoden hoeft dus geenszins ten koste van deductie te gaan: numerieke en deductieve methoden vullen elkaar juist aan. Een deductieve analyse kan een theorie verkennen en formele bewijzen leveren voor de meest eenvoudige gevallen. Numerieke methoden kunnen de theorie verder uitwerken en inzicht verschaffen in de complexere gevallen.

Toepassing

Hier en daar worden numerieke methoden al toegepast in economisch onderzoek, vooral in toegepaste algemeen-evenwichtmodellen. In het toegepast onderzoek zijn kwantitatieve analyses immers belangrijker dan theoretische bewijzen. Daar ligt precies de kracht van numerieke methoden. Ook voor theoretisch onderzoek kunnen numerieke methoden van grote betekenis zijn, omdat economen met numerieke methoden minder gebonden zijn aan het strakke keurslijf dat nodig is voor deductie.

Een goed voorbeeld van de bijdrage die numerieke methoden kunnen leveren aan economisch onderzoek is een onderzoek begin jaren negentig naar de beloning van topmanagers. Empirisch onderzoek in de Verenigde Staten door Jensen en Murphy wees uit dat het marginale inkomen van topmanagers over het algemeen niet meer dan drie dollar per duizend dollar winst bedroeg⁶. Volgens de auteurs zou dit te weinig zijn om managers de juiste financiële prikkel te geven. Een afkeer van riskante beslissingen (risicoaversie) bij managers kon de uitkomst volgens hen niet verklaren. Risiconeutrale managers zouden een dollar per dollar winst moeten verdienen, en extreem ('oneindig') risico-averse managers zouden een vast bedrag moeten ontvangen, onafhankelijk van de winst. Omdat risiconutraliteit waarschijnlijker is dan oneindige risicoaversie, zou het optimale contract dichter bij een dollar per dollar winst moeten liggen dan bij een vaste vergoeding. Gevallen daartussenin, waar de manager een beetje risico-avers is, zijn te complex om met deductie te kunnen oplossen. De econoom Haubrich berekende een aantal numerieke oplossingen voor een model dat qua structuur en parameterwaarden zoveel mogelijk overeen kwam met dat van Jensen en Murphy. Deze hadden hun resultaten vergeleken met wat de theorie in het algemeen over de extremen van risicohoudingen vermeldt. Haubrich nam empirische schattingen van risico-aversie uit de literatuur en rekende de optimale beloning uit voor een groot aantal parameterwaarden met betrekking tot de risico-aversie, de verwachte winst en de variatie in de verwachte winst⁷. De financiële prikkel bedroeg tussen de nul en tien dollar per duizend dollar winst. De berekeningen lieten zien dat reeds een klein beetje risico-aversie al kon leiden tot de lage financiële prikkels die in de praktijk worden waargenomen.

Conclusie

Het zou natuurlijk kunnen dat natuurwetenschappers zorgvuldiger met hun bewijzen moeten omgaan, maar de successen in met name de natuurkunde suggereren dat economen naast deductieve analyses ook ruimte moeten bieden aan meer pragmatische benaderingen. Het heeft dan wel niet de charme van een elegante oplossing, maar beleid en wetenschap hebben er een stuk meer aan

1 R. Pool, Strange bedfellows, *Science*, 1989, blz. 700-703.

2 D. McCloskey, *De zondeval der economen: over wetenschappelijke zonden en burgerlijke deugden*, Amsterdam University Press, Amsterdam, 1997.

3 Tijdens de NAKE-workshop 2001 aan de Vrije Universiteit Amsterdam.

4 Deze sectie is gebaseerd op K.L. Judd, Computational economics and economic theory: substitutes or complements?, *Journal of Economic Dynamics and Control*, blz. 907-942.

5 Dit voorbeeld komt uit K.L. Judd, Approximation, perturbation, and projection methods in economic analysis, in: H.M. Amman, D.A. Kendrick en J. Rust, *Handbook of computational economics*, Elsevier, Amsterdam, 1996.

6 M.C. Jensen en K.J. Murphy, Performance pay and top-management incentives, *Journal of Political Economy*, 1990, blz. 225-264.

7 J.G. Haubrich, Risk aversion, performance pay, and the principal-agent problem, *Journal of Political Economy*, 1994, blz. 258-276.