

Nobelprijs: twee loten aan dezelfde stam

Op 8 oktober 2018 kondigde de Zweedse Academie van Wetenschappen aan dat de prijs van de Zweedse Rijksbank voor economie ter nagedachtenis aan Alfred Nobel gedeeld zou worden tussen William D. Nordhaus 'for integrating climate change into long-run macroeconomic analysis' en Paul M. Romer 'for integrating technological innovations into long-run macroeconomic analysis'.

MARK SANDERS
Universitair hoofd-
docent aan de
Universiteit Utrecht

Wat bijzonder is aan de prijs dit jaar is niet zozeer dat deze eminente economen voor hun werk de prijs ontvangen, maar dat ze die delen. Voor zover ik weet hebben

Nordhaus en Romer nooit samengewerkt en op het eerste gezicht heeft hun werk misschien niet veel gemeen. Romer is de vader van de endogene groeitheorie. Dit gebied van de economie gebruikt elegante, gesloten analytische modellen en Romer toont in twee, meer dan 25.000 keer geciteerde artikelen in de *Journal of Political Economy* (Romer, 1986; 1990) aan dat langetermijngroei in algemeen evenwicht mogelijk is als we monopoliewinsten inzetten om kennisontwikkeling en innovatie te financieren. Nordhaus daarentegen is de vader van de *integrated assessment models* (IAM's). Dit gebied van de economie gebruikt vrij complexe, data-intensieve, numeriek gekalibreerde en gesimuleerde modellen. Nordhaus beschreef deze eerder in boeken en manuals (Nordhaus, 1994; Nordhaus en Sztorc, 2013) en introduceerde in zijn modellen als eerste de economische

effecten van klimaatverandering om zo te kunnen rekenen aan de optimale reducties van broeikasgasemissies. Er zijn blijkbaar meerdere wegen naar Stockholm.

Ondanks hun verschillen in focus, methode en stijl, zijn Nordhaus en Romer wel twee loten aan dezelfde stam. Zowel Nordhaus als Romer raakte gefascineerd door economische groei op de lange termijn. In zekere zin behandelen ze beiden dezelfde vraag: "Hoe is positieve langetermijngroei mogelijk?" Vanuit die gedeelde startpositie hebben beide heren in heel verschillende richtingen en op verschillende manieren naar antwoorden gezocht, maar in beide richtingen ontstonden invloedrijke, vruchtbare en zonder twijfel innovatieve onderzoeksvelden.

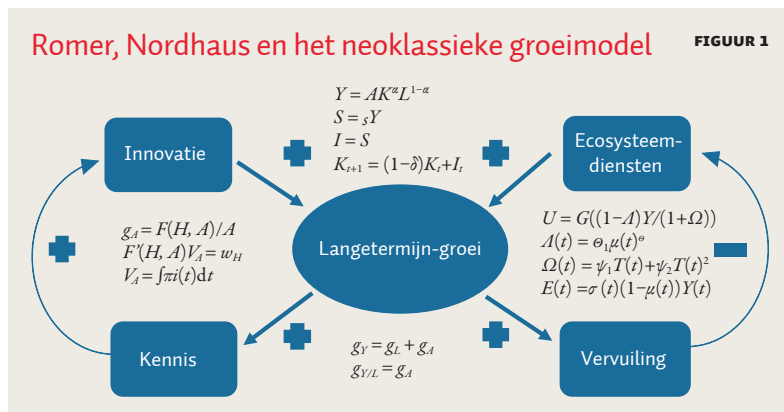
ROMER

Romer bracht innovatie in de langetermijnanalyse van macro-economische groei. Hij deed dat door de ideeën van Arrow over kennis en kennisaccumulatie te combineren met de modellen van monopolistische concurrentie. Het idee dat technologische innovatie belangrijk was voor economische ontwikkeling, was natuurlijk niet nieuw. Eigenlijk had Adam Smith het al over innovatie als bron van productiviteitsgroei. Het bleek alleen bijzonder lastig om die innovatie te modelleren.

Het standaard-langetermijnmacromodel, het zogeheten Solow-Swan-model, beschrijft de accumulatie van kapitaal en de dynamiek van sparen, investeren en economische groei. In dat model, in figuur 1 opgeschreven in vier vergelijkingen midden boven, brengen producenten goederen en diensten, Y , voort volgens de standaard Cobb-Douglas-productiefunctie in kapitaal, K , en arbeid, L . Uit die productie of uit het inkomen dat daaruit voortkomt, sparen consumenten een vast percentage, s , en de besparingen, S , zijn in het langetermijnevenwicht gelijk aan de bruto-investeringen, I , in kapitaal. Vervolgens neemt de voorraad kapitaalgoederen, K_t , toe met I_t , terwijl deze ook onderhevig is aan een lineaire afschrijving, δK_t . Omdat in dit langetermijnmodel de besparing uit de extra productie vanwege extra kapitaal uiteindelijk gelijk is aan de extra afschrijving, is in het evenwicht de groei van het inkomen per hoofd van de bevolking 0. Het neoklassieke model kon zo de empirisch belangrijke verschillen in groei slechts verklaren door verschillen in een veronderstelde productiviteitsstijging, g_A . Niets in het standaardmodel kon verklaren waar die productiviteitsstijging dan vandaan kwam.

Romer, Nordhaus en het neoklassieke groeimodel

FIGUUR 1



Romer (1986, 1990) slaagde erin om aan dat model de positieve feedbackloop links in figuur 1 toe te voegen. Zoals vaak met briljante ideeën, ziet het er verbazend simpel uit als het er eenmaal staat. Romer veronderstelde dat producenten monopolist zijn en dat substitutie tussen hun producten beperkt mogelijk is. Dat gaf ruimte voor monopoliewinsten, $\pi_i(t)$, en het vooruitzicht op dergelijke winsten kon bedrijven en individuen aanzetten tot het ontwikkelen van nieuwe ideeën en betreden van de markt, waar de winsten vervolgens de initiële investeringen in R&D (met rente) goedmaken. Met een competitieve R&D-sector die menselijk kapitaal inhuurt om nieuwe ideeën te produceren en ze te verkopen aan ondernemers die daarvoor hun gehele stroom van verwachte monopoliewinsten betalen, $F(H,A)V_A = w_H$, is het model netjes gesloten. Door de productie van nieuwe ideeën, $g_A = F(H,A)/A$, afhankelijk te maken van het aantal reeds geproduceerde ideeën in de economie, A , voorspelt het model een stabiele, positieve groei van het per capita inkomen op de lange termijn voor elk niveau van R&D, H . Zo kan dit model ook verschillen tussen economieën verklaren en heeft het model duidelijke beleidsimplicaties, bijvoorbeeld voor de bescherming van intellectueel eigendom en de ondersteuning van R&D.

Met slechts twee papers in de *Journal of Political Economy* veroorzaakte Romer een lawine van onderzoek in de macro-economie. Zijn werk hielp anderen bij het ontwikkelen van geavanceerdere en complexere groei modellen, waarin de combinatie van monopolistische concurrentie en de externaliteiten in de productie van kennis het motorblok vormden. Verfijningen, verbredingen, verdieping en empirische toetsing brachten grote sprongen in het macro-economische denken. Romer kraakte de noot, die Solow voor hem had neergelegd.

NORDHAUS

Nordhaus benaderde het vraagstuk van de langetermijngroei van een hele andere kant. Zijn ongemak met het standaardmodel van Solow lag niet in het feit dat innovatie als manna uit de hemel neerdaalde, maar dat groei in productie gelijkgesteld werd met groei in nut en welvaart. Nordhaus wees daarbij vooral op de mogelijk negatieve effecten van vervuiling en klimaatverandering, en bouwde modellen die een negatieve feedbackloop van groei naar vervuiling naar toekomstige groei konden beschrijven.

In figuur 1 rechts staat de feedbackloop die Nordhaus met Sztorc (2013) modelleerde. Hij verbreedde daartoe eerst het welvaartsbegrip van productie, Y , tot nut, U . Hij maakte dit nut afhankelijk van de productie minus de kosten voor schone productie, $1-\Lambda(t)$, en verdisconteerde de verslechtering van het milieu en later specifiek het klimaat, $1/(1+\Omega(t))$. Vervolgens maakte hij veel werk van het schatten van de emissiereductie-functie, $\Lambda(t)$, die beschrijft hoe de kosten toenemen met de reductie van emissies, $\mu(t)$, en een schadefunctie, $\Omega(t)$, die beschrijft hoe de economische schade kwadratisch toeneemt met de gemiddelde temperatuur stijging, $T(t)$. Ten slotte sloot hij zijn model met een emissievergelijking, $E(t)$, waarin de emissies per eenheid productie afhangen van de investeringen in emissiereductie.

Klimaatwetenschappers hielpen hem aan de modellen die de endogene emissies uit zijn economische model kon-

den vertalen in geschatte mondiale temperatuurstijgingen over de tijd en zo maakte Nordhaus als eerste de cirkel langs de andere kant rond. Nordhaus was de eerste die, met zijn DICE- en RICE-modellen, op een betekenisvolle manier de simulatiemodellen van klimaat- en natuurwetenschappers wist te integreren in het macro-economische standaardmodel en legde daarmee de basis onder de IAM's, die nu een zo fundamentele rol spelen bij het formuleren van ons klimaatbeleid.

Toch is Nordhaus niet erg populair bij de klimaat- en duurzaamheidswetenschappers. Hij kreeg het al vroeg aan de stok met de Club van Rome en in de beroemde *discounting controversy* betoogde Nordhaus dat je niet zomaar een lage discontovoet kunt kiezen omdat de uitkomst met een hogere je niet bevalt. Hij rekent vervolgens voor dat 'Parijs' meer welvaart kost dan efficiënt is. Maar langs Nordhaus' optimale pad loopt de gemiddelde wereldtemperatuur vervolgens wel met drie graden Celsius op. Dat dit in zijn model niet tot problemen leidt, zit hem niet in zijn hoge discontovoet, maar in de manier waarop Nordhaus zijn schadefunctie heeft gespecificeerd. Zijn kwadratische functie is netjes tweemaal differentieerbaar en continu, maar is tevens gebaseerd op een aanname en gekalibreerd met data uit het verleden. Klimaatwetenschappers waarschuwen echter voor de mogelijkheid dat drie graden een kettingreactie teweeg kan brengen, waarbij de temperatuur snel verder stijgt en de schade exponentieel toeneemt. Die discontinuïteit is lastig in een numeriek simulatiemodel, maar daarom niet minder relevant. Nordhaus' schadefunctie zal dus veel beter onderbouwd moeten worden. Tot die tijd is er veel voor te zeggen om de opwarming tot 1,5 graden te beperken.

Ten slotte past de optimistische blik van Romer uitstekend bij het werk van Nordhaus. Waar Romer liet zien dat groei mogelijk is als we kennisontwikkeling van economische prikkels voorzien, wijst Nordhaus ons erop dat die kennisontwikkeling moet worden gericht op het creëren van duurzame waarde met inachtneming van milieu- en klimaatschade. Een volgende Nobelprijs wacht op degene die endogene technologische vooruitgang, in de stijl van Romer, weet te integreren in de IAM's, de Nordhaus-stijl. Want iedereen voelt op zijn klompen aan dat (endogene) technologische vooruitgang de uitkomsten van de IAM's aanzienlijk kan veranderen. Zoals Romer het zelf al zei bij de aankondiging van de prijs der prijzen: "It's entirely possible for humans to reduce carbon emissions. There will be some trade-offs, but once we try we will find that it wasn't as hard as we thought it would be." (Romer, 2018)

LITERATUUR

- Nordhaus, W.D. (1994) *Managing the global commons: the economics of climate change*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Nordhaus, W. en P. Sztorc (2013) *DICE 2013R: introduction and user's manual*. Te vinden op www.econ.yale.edu.
- Romer, P.M. (1986) Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037.
- Romer, P.M. (1990) Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71–102.
- Romer, P.M. (2018) Nobel Prize for the economics of innovation and climate change stirs controversy. *Science*, 8 oktober.