

DE GESCHENKEN VAN PALLAS ATHENA

Discussiedossier over kenniseconomie en economische groei

Debate: The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy

In dit discussiedossier staat het recente werk van Joel Mokyr, The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy (Princeton 2002) centraal. De kern van het boek gaat over de cruciale rol van de (West-Europese) kenniseconomie in de ontwikkeling van de Industriële Revolutie. Volgens Mokyr was de moderne economische groei die op de Industriële Revolutie volgde slechts mogelijk doordat de vele nieuwe technologische ideeën via een enorm uitgebreid netwerk van wetenschappers en technici door konden sijpelen naar de dagelijkse praktijken in het bedrijfsleven en in de maatschappij. De toegang tot het brede arsenaal van kennis en mogelijke toepassingen was opmerkelijk vrij; de kosten van die toegang waren relatief gezien zeer laag. Dat bevorderde een brede variatie aan toepassingen van technologische vindingen die de productiviteit in de westerse wereld enorm verhoogde.

De deelnemers is het debat tornen geen van allen aan dit fundamentele inzicht. Wel zijn er elementen in Mokyr's betoog die zij op een andere manier zouden willen benaderen. Wilfred Dolfsma en Hugo van Driel (Bedrijfskunde, Erasmus Universiteit Rotterdam) willen bij de spreiding van kennis een grotere rol toekennen aan de vraagzijde. Ook menen zij dat de opkomst van de fabriekmatige productie nog nader dient te worden onderzocht. Wiebe Bijker (Cultuurwetenschappen, Universiteit van Maastricht) bespreekt de gebruikte terminologie: *useful knowledge*, *usable knowledge*, 'bruikbare' kennis of 'nuttige' kennis? Karel Davids (Geschiedenis, Vrije Universiteit Amsterdam) betwijfelt of Mokyr bij het punt van aanvaarding van nieuwe kennis niet teveel in het neoklassieke model van de vrije markt is blijven hangen. Als laatste reageert Joel Mokyr op de kritiek.

Wilfred Dolfsma en Hugo van Driel

Grenzen aan de verklaringkracht van ‘kennis’

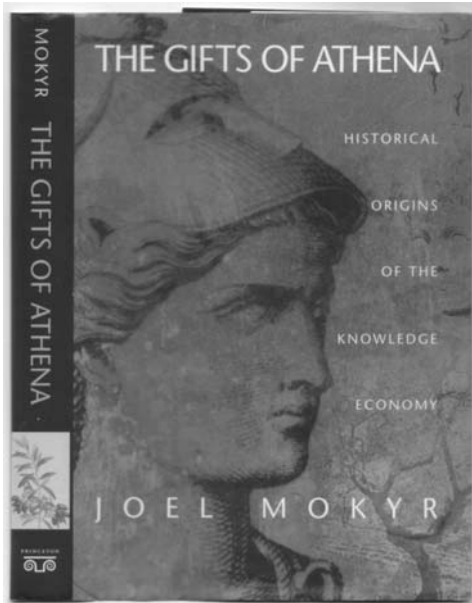
Joel Mokyr staat bekend om onder meer zijn onderzoek naar de Industriële Revolutie. Op grond hiervan ontwikkelde hij ideeën over de rol van technologie in economie en samenleving die ook een breder publiek bereikten.¹ Hier stelde hij de vraag naar de *plaats* van de Industriële Revolutie. Doordat hij zich in zijn studie van de Industriële Revolutie ook richtte op het uitblijven ervan in Nederland, werd niet alleen de rol van de nieuw ontwikkelde kennis en technieken duidelijk, maar ook de wijze waarop verspreiding ervan plaatsvond. Op dit punt gaat *Gifts of Athena* door: Mokyr vraagt zich nu vooral af waarom de Industriële Revolutie juist *toen* plaatsvond.² Bij een groots thema als dit past een rijke inhoud. Daarin voorziet Mokyr. Hierbij wisselt hij theoretische argumenten af met wiskundige, en adstrueert voortdurend met goedgekozen voorbeelden uit een rijk arsenaal aan anekdotes over de rol van technologie en kennis in de samenleving. Wij willen hier graag twee van de thema's bespreken die Mokyr aansnijdt – de rol van kennis in het ontstaan van aanhoudende economische groei en van het fabriekswezen – om zo de wellicht al te grote afzonderlijke verklarende kracht die Mokyr aan kennis stelt ter discussie te stellen.

De Industriële Revolutie is in zekere zin een toevalligheid. Mokyr geeft aan dat er soms in een ver verleden evenzogoed grootse innovaties gedaan werden die breuken in de geschiedenis markeren ('macro-innovaties'). Dat de bakermat van de Industriële Revolutie lag in het Verenigd Koninkrijk is in zekere zin ook een toevalligheid – de meeste en de meest tot de verbeelding sprekende innovaties werden destijds immers op het continent gedaan. Volgens Mokyr is het niet commerciële expansie (Smith-groei) of toenemende kapitaalvoorraden (Solow-groei) die vooral economische groei verklaren, maar de hoeveelheid kennis die in een samenleving aanwezig is; hij vernoemt de samenhangende groei naar Schumpeter.

Savants ontwikkelden een stroom aan propositionele (wetenschappelijke) kennis in de brede zin van het woord, Mokyr geeft dit aan met een Ω . Het is nuttige kennis over hoe de natuur te manipuleren, en omvat om die reden bijvoorbeeld ook kennis over hoe en waar mineralen te vinden zijn. λ Is dan voorschrijvende kennis, eerder kunde, en het zijn de *fabricants* die hierover beschikken. Mokyr stelt dat communicatie binnen de groepen van respectievelijk de *savants* en de *fabricants* zowel Ω als λ vergroot. Een lineair verband tussen propositionele en voorschrijvende kennis bestaat echter niet. De om-

1. Joel Mokyr, *The Lever of Riches* (Oxford 1990).

2. Joel Mokyr, *The Gifts of Athena: Historical origins of the knowledge economy* (Princeton NJ 2002).



standigheden in Engeland net voorafgaand aan en tijdens de Industriële Revolutie, ofwel tijdens de 'Industriële Verlichting', stimuleerde kennisuitwisseling beter dan elders, waardoor er de groei aan kennis opvallend genoeg aanhield en niet, zoals daarvoor gebruikelijk was, op een gegeven moment stilviel. Niet zozeer het gemiddelde kennisniveau binnen een land is echter van belang, maar wie die kennis heeft en wat zij er mee doen. Mokyr zet zich hier mee af tegen de zogenaamde *New Growth Theory* die binnen de economische wetenschappen furore maakt. Lezingen door wetenschappers tijdens bijeenkomsten georganiseerd door vrijmetse-laarsloges, de *Society of Arts*, of gewoonweg in restaurants verlaagden de toegangskosten tot kennis drastisch. De rol van encyclopedieën was eveneens belangrijk.

Op grond van Ω zijn meerdere technieken mogelijk; enkele daarvan worden daadwerkelijk ontwikkeld. De breedte en diepte van Ω , maar niet in de laatste plaats de mate waarin Ω geïntegreerd (*tight*) is, bepalen het geloof dat men heeft in de wetenschappelijke kennis en daarmee de bereidheid te investeren in ontwikkelingen die kunnen leiden tot nieuwe producten. Uiteraard weerhield het de acceptatie van de aspirine niet dat het bij de ontwikkeling in 1912 niet bekend was waarom het werkte. Dat was in de jaren zeventig van de vorige eeuw pas duidelijk. Daar staat echter tegenover dat in 1763 al werd gewezen op de bast van de wilg en haar mogelijk heilzame werking, maar medische kennis was toen dusdanig 'losjes' dat niemand verder tijd en geld investeerde. De kennis dat men geen ziekten kreeg door een kwaadriekende lucht, maar door voor het oog onzichtbare bacteriën, was niet gestoeld op voldoende geïntegreerde Ω . Daarmee kreeg de idee dat chirurgisch materiaal gesteriliseerd moest worden, of dat artsen hun handen moesten wassen wanneer zij van een sectie naar een bevalling gingen, geen voet aan de grond. Achteraf is nu te zeggen dat niet alleen mensen gedurende decennia onnodig stierven, maar dat ook de productiviteit van chirurgen al veel eerder drastisch verhoogd had kunnen worden en de inrichting van ziekenhuizen anders had moeten. De beschikbare Ω -kennis was onvoldoende en onvoldoende geïntegreerd om te zorgen dat het voorschrift (λ -kennis) te steriliseren en handen te wassen geaccepteerd zou worden.

Het ontstaan van de spiraal waarbij ontwikkelingen in Ω en λ elkaar wederzijds versterkten verklaart Mokyr door te wijzen op een fenomeen dat hij 'Industriële Verlichting' noemt. Voor het eerst werd in relatief brede lagen

met name ‘nuttige’ kennis uitgewisseld waarbij vooroordelen niet langer in de weg stonden. Een wetenschappelijke methode, mentaliteit en cultuur zijn hierin de bouwstenen. De idee dat de wereld geordend is volgens voorspelbare lijnen die door middel van systematisch en rationeel onderzoek te achterhalen waren was nieuw. Het ter discussie willen stellen van conventies en doctrines was ongebruikelijk en werd voor het aanbreken van de Industriële Verlichting algemeen als ongewenst beschouwd. De noodzaak van empirisch onderzoek, gedeelde en accurate meeteenheden als de meter en de minuut, en gemeenschappelijke taal (wiskunde, statistiek) waren essentieel binnen de zich ontwikkelende methode. De gedachte dat kennis ten dienste moest worden gesteld aan commerciële en industriële doeleinden was een nieuw fenomeen. In China, dat tot de vijftiende eeuw technisch gelijkwaardig of zelfs superieur was aan het Westen, ontwikkelde deze gedachte zich niet; in Frankrijk ten tijde van de Industriële Revolutie beduidend minder dan in Engeland.

Opvallend is wel dat Mokyr lijkt te stellen dat kennis zich niet paradigmatisch ontwikkelt.³ Maar kennis lijkt min of meer automatisch tot stand te komen wanneer maar voldoende gecommuniceerd wordt. Wanneer de kennisbasis voldoende stevig is en geen onoverkomelijke gaten vertoont, en de toegangskosten laag zijn, laat een ieder zich overtuigen. Blijvende interpretatieverschillen verdwijnen in deze wereld door onweerlegbare bewijzen en feiten. Het realiteitsgehalte van deze veronderstelling lijkt pas op de bijzonder lange termijn hoog. Bovendien lijkt Mokyr's argument dat de toegangskosten tot kennis doorslaggevend zijn voor de mate waarin kennis zich verspreidt afhankelijk van de aanwezigheid van een ‘Industriële Verlichting’; hoe laag de toegangskosten tot (technische) kennis ook zijn, wanneer men niet de behoefte voelt de kennis op te doen dan blijven ontwikkelingen alsnog uit. Een *lumper*⁴ als Mokyr zal deze kanttekeningen wellicht niet deren, maar wie kennis zo centraal stelt in zijn betoog moet ook aandacht besteden aan de ‘vraagzijde’.

Eén van de instituties die voor een sterke daling van de toegangskosten voor technische informatie zorgden, waren de fabrieken die opkwamen tijdens de Industriële Revolutie. Voor Mokyr is de verschuiving van de productie van de woningen van arbeiders naar een grootschalige locatie buitenshuis kenmerkend voor de Industriële Revolutie, en niet zozeer het sterk toegenomen gebruik van (centraal aangedreven) machines. Hij hanteert zodoende een vloeiend onderscheid tussen de manufactuur of werkplaats (‘manufactory’) en de fabriek (‘mill’). In zijn kennisgedreven verklaring rijgt Mokyr verschillende (aanbod)elementen aaneen: de grote technische complexiteit van

3. Zie: G. Dosi, ‘Technological paradigms and technological trajectories’, in: *Research Policy* 11 (1982) 147-162.

4. Het Britse tijdschrift *The Economist* (5 September 2000 ‘Big-picture history’) onderscheidt *lumpers* en *splitters* onder historici.

de nieuw in gebruik gestelde machines, de hoge vaste kosten en (soms) de schaalvoordelen waarmee dit gepaard ging, de toegenomen specialisatie van taken en de daaruit voortvloeiende behoefte aan het bijeenbrengen en uitwisselen van kennis (vaak met een *tacit* karakter), en het direct monitoren van werknemers (inclusief de afweging stukloon versus tijdloon) – deze stimuleerden in onderlinge wisselwerking het stichten van fabrieken. Kortom, de fabriek ontstond omdat de nieuwe technologie ‘teamproductie’ vereiste: ‘As the minimum competence requirements in manufacturing increased after 1760, efficient production required more knowledge than a single household could possess.’⁵ De nieuwe technologie had daarmee vooral een indirect effect.

Mokyr benadrukt dat de stijging van het benodigde kennis- of competentieniveau niet de enige verklaring is voor de opkomst van het fabriekswezen, maar spreekt van een tot dusver onderbelichte factor, die interacteerde met andere in de literatuur genoemde belangrijke oorzaken. Toch suggereert Mokyr dat toenemende technische complexiteit op zichzelf de belangrijkste aanleiding was voor het ontstaan van fabrieken.⁶ Dit is in de historische literatuur zonder meer een originele invalshoek. Een specialist als Landes gaat bijvoorbeeld bij lange na niet zover.⁷ En men zal ook tevergeefs zoeken naar een uitgesproken hint in die richting in de relevante delen van het overzichtswerk *Geschiedenis van de Techniek in Nederland*.⁸

Voor de historische onderbouwing van zijn interpretatie moet Mokyr het doen met schaars beschikbare gegevens. Hij haalt Engelse gegevens aan waaruit blijkt dat negentiende-eeuwse fabrieken er een onderhoudsstaf van specialisten (machinisten en ingenieurs) op nahielden. Dit fenomeen wijst echter niet ondubbelzinnig in de richting van de noodzaak tot teamproductie: het kan ook rechtstreeks verklaard worden uit het feit dat fabrieken nu eenmaal waren uitgerust met – in enigermate complexe – machines die onderhoud nodig hadden. Hier blijkt dat het zeer lastig is het vereiste kennisniveau c.q. de behoefte aan teamproductie als *afzonderlijke* verklarende factor te identificeren. Mokyr noemt geen concreet voorbeeld van een bedrijfstak waar voornamelijk de behoefte aan teamproductie aanleiding gaf tot het stichten van fabrieken, waarbij andere gangbare verklarende factoren *geen* belangrijke rol speelden.

5. Mokyr, *Gifts*, 139.

6. *Ibidem*, 144-145.

7. David Landes, ‘What do bosses really do?’, in: *Journal of Economic History* 46 (1986) 585-623. Dit artikel was bedoeld om de ‘marxistische’ visie van Marglin onderuit te halen, die stelt dat de fabriek primair een middel was van in feite nutteloze werkgevers, die de arbeiders nog meer wensten te disciplineren dan al het geval in de thuisindustrie: Stephen A. Marglin, ‘What do bosses do? The origins and functions of hierarchy in capitalist production’, *The Review of Radical Political Economics* 6 (1974) 60-112.

8. H.W. Lintsen e.a. (eds.), *Geschiedenis van de techniek in Nederland* (Zutphen 1993-1994): deel II (papier en druk), deel III (katoen, baksteen en ijzer) en deel IV (machinebouw en chemie).

Voor die andere factoren zijn wel voorbeelden van ‘monocausaliteit’ te geven. Zo zijn er de bevindingen van Rienk Vermij in het onlangs verschenen laatste deel van *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*.⁹ Verrassend genoeg werd in het Interbellum de ultieme vorm van fabrieksmatige productie uit die tijd, de lopende band, in Nederland vooral toegepast in juist de confectie-industrie (goed voor de helft van het totale aantal aan dergelijke installaties in Nederland in 1940). Technisch gezien is dit moeilijk verklaarbaar: door de elkaar snel afwisselende modes was het in deze bedrijfstak niet mogelijk langdurig dezelfde uniforme producten te produceren. Vermij’s conclusie dat het de werkgevers hier vooral ging om het disciplineren van de arbeid(st)ers is dan ook aannemelijk. In een bedrijfstak als de confectie-industrie zal een benodigd hoog kennisniveau daarentegen geen belangrijke rol hebben gespeeld voor het ontstaan van fabrieksmatige productie. Aanwijzingen daarvoor zijn te vinden in een door Mokyr aangeboden, uniek overzicht van de verhouding tussen fabrieksarbeiders en thuiswerkers per bedrijfstak in Frankrijk in 1906. In deze lijst is de kledingnijverheid met 67 procent namelijk goed voor het hoogste aandeel thuiswerkers: er was blijkbaar weinig drang tot fabrieksmatige productie. Met andere woorden: in tegenstelling tot de situatie ‘kledingindustrie Nederland anno 1940’, lijkt de situatie ‘kledingindustrie in Frankrijk in 1907’ goed verenigbaar met een kennisgedreven verklaring van het ontstaan van fabrieken. In een nadere analyse van de Franse gegevens ligt dan ook een mogelijkheid de redenering van Mokyr te testen.

Vooralsnog concluderen wij dat het niet mogelijk is de behoefte aan het delen van kennis als afzonderlijke verklarende factor voor de *opkomst* van fabrieken te identificeren. Dit neemt niet weg dat het delen en ontwikkelen van kennis natuurlijk wel een belangrijk, tot dusver onderbelicht aspect van fabrieksmatige productie is geweest; een element dat er vermoedelijk mede voor gezorgd heeft dat deze manier van produceren dominant werd in veel bedrijfstakken. Ook het relatief weinig benadrukken van de schaalvoordelen van fabrieksmatige productie door Mokyr is verfrissend. Het sluit onder meer goed aan bij de stemming in Nederland in het interbellum, toen economen en ondernemers niet zoveel waarde bleken te hechten aan de schaalvoordelen die industriële productie op bedrijfsniveau met zich mee zou kunnen brengen.¹⁰

Onze algemene conclusie is dat de ontwikkeling van kennis en de verlaging van kosten om toegang tot kennis te krijgen als belangrijkste verklaring voor economische groei in het algemeen en de Industriële Revolutie in het bijzonder door Mokyr te sterk is aangezet. Maar juist daardoor is hij is er in geslaagd op treffende wijze uit te beelden hoe belangrijk het is dat een samenleving in

9. R. Vermij, ‘Schaalvergroting en haar idealen’, in: J.W. Schot e.a., *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw. Deel VII* (Zutphen 2003) 105-139, aldaar 115.

10. Vermij, ‘Schaalvergroting’, 113-117.

staat is de giften van Pallas Athene (te weten kennis) te ontvangen – hoewel hij, paradoxaal genoeg, aan de ontwikkeling van de vraag naar producten waarvoor nieuwe praktische kennis nodig was maar weinig aandacht besteedt.

Wiebe E. Bijker

Joel Mokyr's Sociale Constructie van Economische Groei

Joel Mokyr identificeert in zijn boek kennis, het geschenk van de Griekse godin Athene aan de mensen, als belangrijkste oorzaak van economische groei.¹¹ Dat lijkt een weinig schokkende bewering in een tijd waarin etiketten als 'kenniseconomie' en 'informatiemaatschappij' te pas en te onpas worden gebruikt om onze moderne samenleving te duiden.¹² Niets is echter minder waar. Techniek- en wetenschapssociologen, waartoe ik mijzelf reken, hebben deze vraag naar de verklaring van economische groei nooit gesteld – waarschijnlijk omdat we het antwoord als triviaal 'ja' aannamen, maar ook omdat de laatste decennia de aandacht vooral uitging naar vragen over techniekontwikkeling op microschaal. Economen van neoklassieke snit beschouwden wetenschap en technologie als exogene variabelen, die naar believen beschikbaar waren voor economische groei, maar op die manier ook buiten de analyse bleven. Recent werk vanuit een evolutionair-economisch perspectief probeert techniek wel als endogene variabele te beschouwen – en Mokyr citeert deze auteurs dan ook ruim – maar de relatie met wetenschappelijke kennis staat bij hen niet hoog op de agenda.¹³ En techniek- en economisch historici, tenslotte, hebben wel veel werk verricht dat raakt aan de grote vraag naar economische groei, maar de meeste bewegen zich net als de technieksociologen op een lager aggregatieniveau.¹⁴ Bij nader inzien is Mokyr's agenda dus een heel originele en ambitieuze.

11. Joel Mokyr, *The Gifts of Athena: Historical origins of the knowledge economy* (Princeton, 2002).

12. Zie voor een kritische beschouwing hiervan: Rein de Wilde, *De kenniscultus: over nieuwe vormen van vooruitgangsgeloof (Oratie)* (Maastricht 2001).

13. Voor een overzicht, zie bijvoorbeeld: G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, en L. Soete (eds.), *Technical Change and Economic Theory* (London 1988²).

14. Zie bijvoorbeeld E. Homburg, *Speuren op de tast. Een historische kijk op industriële en universitaire research (Oratie)* (Maastricht 2003). De vraagstelling van het laatste deel van de monumentale serie TIN-20 is duidelijk ambitieuzer, maar per definitie is de analyse beperkt tot de twintigste eeuw en tot Nederland: J.W. Schot, H.W. Lintsen, A. Rip, en A. A. Albert de la Bruhèze, *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw. Deel 7: Techniek en modernisering: balans van de twintigste eeuw* (Eindhoven en Zutphen 2003); zie vooral het hoofdstuk door P. Baggen, J. Faber, en E. Homburg, 'Opkomst van een kennismaatschappij', 141-173.

Mokyr's *The Gifts of Athena* is een duizelingwekkend boek. Het begint met een eigen kennistheorie, en past die toe op de Industriële Revolutie in Engeland en de daarop volgende tweede en derde Industriële Revoluties in Europa en Amerika. Dan volgt een analyse van de rol van technologie en kennis in twee belangrijke domeinen, de industriële fabrieksproductie en het huishouden. Mokyr's theorie postuleert geen eenvoudige lineaire toename van kennis met daaraan gerelateerde economische groei — hij stelt ook de vraag waarom kennis en technologie soms *niet* worden toegepast. Mokyr betoogt dat beschikbaarheid van kennis en technologie geenszins vanzelfsprekend tot toepassing hoeft te leiden. Vergelijkbare omstandigheden in termen van beschikbare kennis kunnen soms tot heel verschillende uitkomsten leiden, zoals een vergelijking van de nucleaire energieproductie in Nederland en België laat zien: respectievelijk 4 en 56 procent van de totale energieproductie. Hij concludeert daarom: 'Much as economists might deplore the fact, therefore, the acceptance of innovation is more than an economic phenomenon, and certainly far more than a pure advance in productive knowledge.' (220)¹⁵ Het boek eindigt daarom met een politiek-institutionele theorie die ook de *weerstand* tegen technologie en tegen het toepassen van kennis wil verklaren.

Mokyr's kennistheorie concentreert zich op 'bruikbare kennis' (*useful knowledge*).¹⁶ Bruikbare kennis omvat twee vormen van kennis: propositionele kennis (beantwoordt de vraag 'wat?': Ω -kennis) en prescriptieve kennis (beantwoordt de vraag 'hoe?': λ -kennis). Zijn kennisbegrip is expliciet sociaal en constructivistisch:

'It seems pointless [...], to argue about whether components of Ω are "correct" or not. Theories and observations about nature may have been of enormous practical influence and yet be regarded today as "incorrect." As long as they are believed to be true by some members of society, they will be in Ω .' (6)

Doordat hij zich verre houdt van de klassieke filosofische vragen naar de geldigheid van (wetenschappelijke) kennis en naar de relatie tussen kennis en empirie, kan Mokyr losjes langs mogelijke ontologische problemen heen wandelen: 'The planet Neptune and the structure of DNA [...] were already there prior to discovery, whether we knew it or not.' (13)

'Bruikbare kennis' lijkt een voor de hand liggend begrip als we vragen willen beantwoorden over technische ontwikkeling en economische groei. Maar concepten zijn nooit onschuldig; ze benadrukken bepaalde interpretaties en

15. De nummers tussen haakjes verwijzen naar Mokyr, *Gifts*.

16. Wilfred Dolfsma en Hugo van Driel vertalen, in hun bijdrage aan dit discussiedossier, *useful knowledge* als 'nuttige kennis.' Ik kom hier nog op terug.

sluiten andere uit, ze maken sommige vragen mogelijk en andere niet. Wat zijn de implicaties van het gebruik van het concept 'bruikbare kennis'?

Vergeleken met alternatieven zoals wetenschappelijke kennis of geldige kennis, heeft bruikbare kennis een specifieke normatieve lading. (Niet *meer* normatieve lading, maar een *andere* normatieve lading.) Zo introduceerde Peter Boskma hetzelfde begrip in zijn oratie, om de ethisch-politieke toelaatbaarheid van bepaalde technologieën bespreekbaar te maken: een discussie over kernfysica, nucleaire technologie en de verspreiding van kernwapens besloot hij aldus: 'Het maakt duidelijk hoe zeer de bruikbaarheid van huidige of toekomstige kennis gediend zou zijn met een vroegtijdige en nauwkeurige evaluatie van effecten.'¹⁷ Boskma hanteerde het concept 'bruikbare kennis' in een pleidooi voor politisering van technologie en voor *technology assessment*. Een dergelijk pleidooi was veel lastiger te houden voor de in 1976 nog alom als waardevrij beschouwde 'wetenschappelijke' en 'geldige' kennis. Introductie van 'bruikbare kennis' bood de benodigde opening.

Welke opening schept Mokyr zichzelf met het begrip 'bruikbare kennis'? In eerste instantie lijkt het hem vooral om technologie te doen te zijn: '[...] useful knowledge throughout this book deals with natural phenomena that potentially lend themselves to manipulation, such as artifacts, materials, energy, and living beings.' (3) Dat zou de vraag kunnen doen rijzen, of het onderscheid tussen Ω -kennis en λ -kennis niet overbodig is: alleen de laatste vorm van kennis, grofweg synoniem aan technologie, is dan immers nodig. Maar het is juist de wisselwerking tussen Ω -kennis en λ -kennis, door Mokyr vaak met '*feedback*' aangeduid, die een centrale rol speelt in zijn analyses. Zoals in het hele boek, geeft Mokyr talrijke illustraties. Een mooi voorbeeld van positieve terugkoppeling van λ -kennis naar Ω -kennis is de vooruitgang in glas slijpen en daarmee van optische instrumentenbouw (λ -kennis) die leidde tot nieuwe ontdekkingen in de astronomie en biologie (Ω -kennis).

'Indeed, the widespread use of glass in lenses and instruments in the West was itself something coincidental, a "giant accident," possibly a by-product of demand for wine and different construction technology. It seems plausible that without access to this rather unique material, the development of propositional knowledge in the West would have taken a different course.' (98)

De conceptuele winst van Mokyr's benadering zit voor mij in deze wisselwerking van λ -kennis en Ω -kennis. Mokyr ontsnapt hierdoor aan een te eenvoudig lineair model van kennisgroei naar economische groei. Hij kan ermee uitleggen dat de Industriële Revolutie in Engeland helemaal niet tot grote econo-

17. P. Boskma, *Over kennis (Oratie)* (Enschede 1976).

mische groei leidde. Grote ontdekkingen, en zelfs ‘macro-uitvindingen,’ zijn vaker gedaan in de geschiedenis, maar zelden hadden ze blijvende economische gevolgen. Dat veranderde in de tweede helft van de negentiende eeuw doordat ‘the co-evolution of Ω - and λ -knowledge by this time had settled on a different dynamic, one that eventually led to a fundamental instability of the set of useful knowledge.’ (95) De drijvende kracht achter economische vooruitgang is aldus niet alleen dat de basis aan Ω -kennis toeneemt, maar ook dat instituties en cultuur zodanig veranderen dat die interactie met λ -kennis beter verloopt. Het was juist deze interactie die in de negentiende eeuw in Europa en de Verenigde Staten zo sterk toenam. Het creëerde positieve terugkoppelingen die voordien nooit bestaan hadden — ‘not among the scientists of the Hellenistic world, not among the engineers of Song China, and not even in seventeenth-century Europe.’ (117) Als econoom haalt Mokyr daarin dan vooral de lagere toegangskosten naar voren:

‘The significance of the information revolution is not that we can read on a screen things that we previously read in the newspaper or looked up in the library, but that marginal access costs to codified knowledge of every kind have declined dramatically. The hugely improved communications, the decline in storage and access costs to knowledge, may turn out to be a pivotal event.’ (113)

Om dit algemene punt nader te onderzoeken, ontwikkelt Mokyr een eenvoudig mathematisch model dat de relatie tussen huishoudtechnologie, gezondheid en consumptiegedrag formaliseert. Hij concludeert dat de uitkomsten van het model suggereren dat

‘there does not necessarily have to be a “true” value of the optimal consumption, or that if there is, it may not be knowable. What counts, above all, is what people *believe* to be true about the material world around them and how their actions and the way they run their lives affect their physical state.’ (179, cursief in origineel)

Aldus is de sociale constructie van kennis en technologie een hoeksteen van Mokyr’s analyse. Hij kan dan ook, in het laatste hoofdstuk, een analyse van technische vooruitgang en weerstand tegen technische innovatie geven, die ‘symmetrisch’ is: onpartijdige aandacht voor succesvolle en falende technologie, en een verklaring van techniekontwikkeling die geen beroep doet op het werken van de techniek.¹⁸ De vraag is dan ook hoe de term ‘*useful knowledge*’

18. Zie voor een bespreking van dit symmetrieprincipe: W.E. Bijker, *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs. Toward a theory of sociotechnical change, inside technology* (Cambridge, Mass. 1995).

vertaald moet worden: ‘nuttig’ lijkt iets meer een positieve connotatie te hebben dan ‘bruikbaar’ — dat laatste woord staat meer symmetrie toe in het analyseren van kennisgebruik voor zowel nutte en onnutte doelen. Evenzeer kunnen we echter aan Joel Mokyr vragen of in het Engels de term ‘*usable knowledge*’ niet beter de beoogde connotatie benadert dan ‘*useful knowledge*.’

Al met al is Mokyr's boek de eerste studie van economische ontwikkeling die een constructivistische interpretatie van kennis en techniek echt serieus neemt en integreert in de eigen theorievorming: ‘Science and technology, as the constructivist school insists, are social processes. This approach is not as remote from the thinking of economists as they believe.’¹⁹ (287)

Karel Davids

Aan de oever van de Rubicon

Kennis, markt en vooruitgang in Mokyr's The Gifts of Athena

The Gifts of Athena is een voor economisch-historici uitzonderlijk boek. Waagde Joel Mokyr zich in *The Lever of Riches* zich al *unverfroren* op een terrein – technologische creativiteit – dat de meeste van zijn vakbroeders het liefst luchtdicht opgeborgen in een *black box* laten zitten, in *The Gifts of Athena* gaat hij weer enthousiast een stap verder.²⁰ Hij onderzoekt nu de rol van kennis in economische groei in het algemeen.

Anders dan in *The Lever of Riches*, dat de relatie tussen technologische creativiteit en economische vooruitgang over een breed front door de hele menselijke geschiedenis heen bestrijkt, ligt in dit nieuwe boek de nadruk meer op theorie-ontwikkeling en analytische verfijning dan op sectoriële variatie of geografische en chronologische reikwijdte. De kernvraag van *The Gifts of Athena* luidt, hoe nieuwe kennis heeft bijgedragen tot de huidige welvaart en materiële cultuur. Daarbij kijkt Mokyr vooral naar de ontwikkeling van de industriële techniek, met name in Engeland, Frankrijk en Duitsland, vanaf de achttiende eeuw tot heden. Na in het eerste hoofdstuk van zijn boek een algemene theorie over de ontwikkeling van ‘nuttige’ kennis te hebben geïntroduceerd en toegelicht, analyseert hij aan de hand van deze theorie in hoofdstuk 2 en 3 het ontstaan van de Industriële Revolutie en latere golven van tech-

19. ‘They’ is hier dubbelzinnig; het kan zowel naar de constructivisten als naar de economen verwijzen. Wat mij betreft had Mokyr ‘both’ mogen gebruiken.

20. Joel Mokyr, *The Lever of Riches. Technological creativity and economic progress* (New York/Oxford 1990).

nische vernieuwing alsmede de gevolgen daarvan voor de groei van productiviteit, ontleedt daarna het verband tussen kennisontwikkeling en veranderingen in bedrijfsorganisatie, gezondheid, hygiëne en huishoudelijk werk (hoofdstuk 4 en 5) en rondt het betoog af met een theoretische en historische beschouwing over de politiek-institutionele context waarbinnen de groei en verspreiding van ‘nuttige’ kennis kan plaatsvinden (hoofdstuk 6 en 7). De voornaamste concepten en argumenten die Mokyr in *The Gifts of Athena* ontwikkelt, worden al samengevat in de stukken van Bijker, Dolfsma en Van Driel. Hun commentaar richt zich voornamelijk op de economische en epistemologische facetten van het boek. Mijn bijdrage aan het discussiedossier zal zich concentreren op de historische en politiek-institutionele aspecten.

De intellectuele spankracht die uit dit boek spreekt is fenomenaal. Er zitten zoveel uitdagende ideeën, prikkelende stellingen en fraaie vondsten in *The Gifts of Athena*, dat historici, economen en sociologen (en niet te vergeten, politici) er jaren mee vooruit kunnen. Als er één boek is dat het debat over de ‘kenniseconomie’ een kwaliteitsimpuls geeft, dan is het wel *The Gifts of Athena*. De theorie over ‘propositionele’ en ‘prescriptieve’ kennis en de relatie tussen deze twee sferen in loop van de tijd, die Mokyr in hoofdstuk 1 uiteenzet, of zijn analyse van het hoe en waarom van weerstand tegen vernieuwingen (en het verband met *Cardwell’s Law*) in hoofdstuk 6 zal stellig een golf van nieuw onderzoek uitlokken. Naast zijn vernieuwende aanpak van problemen op ‘macro-niveau’, zal ook Mokyr’s originele en inventieve benadering van vraagstukken op ‘micro-niveau’, zoals de ratio van het fabriekstestelsel of de oplossing van het ‘Ruth Schwartz Cowan-probleem’, vakgenoten en anderen inspireren om nieuwe vragen te stellen, nieuwe antwoorden te bedenken, nieuwe bronnen aan te boren of een totaal andere these te presenteren.²¹ Kortom, *The Gifts of Athena* is een prestatie van Schumpeteriaanse allure.

Hoe grensverleggend het boek ook is, ik kan mij niet aan de indruk onttrekken dat de schrijver halt houdt op een punt waar het betoog nog radicaler zou kunnen worden. Hij is aan de oever van de Rubicon gekomen, maar steekt hem niet over. Hoe ver hij het neoklassieke model intussen ook achter zich heeft gelaten,²² hij lijkt zijn baanbrekende analyses (nog) niet tot de uiter-

21. Onder *Cardwell’s Law*, genoemd naar de techniekhistoricus D.S.L. Cardwell, verstaat Mokyr de empirische wetmatigheid dat ‘no nation has been (technologically) very creative for more than an historically short period’ (*The Lever of Riches*, 207). Met het ‘Ruth Schwartz Cowan-probleem’ bedoelt hij de paradox – gesignaleerd in het boek *More Work for Mother* (New York 1983) van de gelijknamige auteur – dat ‘homemakers worked longer hours in their homes in the century after 1870, despite the growing mechanization of household activities’ (Mokyr, *The Gifts of Athena*, 198-199).

22. Vergelijk de analyse van de ontwikkeling van Mokyr’s werk sinds de verschijning van zijn eerste boek, *Industrialization in the Low Countries* (New Haven 1976) in J.W. Drukker, *De revolutie die in haar eigen staart beet. Hoe de economische geschiedenis onze ideeën over economische groei veranderde* (Utrecht 2003) 270-271.

ste consequentie door te willen voeren. Het volgende commentaar is als een uitnodiging aan de auteur bedoeld, om toe te lichten waarom hij op dit punt stopt, dan wel om alsnog de oversteek te maken.

In zijn analyse gaat Mokyr van tenminste drie vooronderstellingen uit. Een eerste vooronderstelling is, dat 'technology makes people more powerful in exploiting nature, but how and for what purpose they do so remains indeterminate' (297).²³ Techniek opent deuren, 'it does not force society to walk through them' (162). Technische *ontwikkeling* op zich is voor Mokyr identiek aan technische *voortgang*. De termen zijn in het boek in feite onderling verwisselbaar. Als er misbruik van techniek wordt gemaakt, zo luidt de volgende vooronderstelling, dan ligt dat aan de omstandigheid dat – 'the capacity of humans for intolerance, stupidity, and selfishness has not declined as their technological power has increased' (297). Verzet tegen technologische verandering, zo zegt een derde fundamentele veronderstelling, is echter op zich geen bewijs van irrationeel gedrag; integendeel, 'technological inertia was usually the outcome of rational behavior by utility-maximizing individuals' (232-232).

De vraag rijst, of deze vooronderstellingen onderling verenigbaar of empirisch houdbaar zijn. Is technische ontwikkeling op zich werkelijk 'progressief', of op zijn minst neutraal? Het is waar dat techniek door mensen wordt gemaakt en uit zichzelf niets 'doet', maar suggereert Mokyr's formulering toch niet een te grote onafhankelijkheid en waardevrijheid? In de eerste hoofdstukken van zijn boek betoogt de auteur immers, a) dat elke techniek – oftewel elk element in het domein van 'prescriptieve kennis' (λ) – berust op 'a known set of natural phenomena and regularities that support it' in het domein van 'propositionele kennis' (Ω) (13-14), b) dat Ω -kennis niet per se waar is (althans alleen elementen bevat die nu als 'waar' worden beschouwd) (6) en c) dat de interactie tussen deze twee domeinen vanaf de 'Industriële Verlichting' sterk toenam, waarbij ook steeds meer *feedback* plaatsvond van λ naar Ω (20-21, 54-56). Daaruit valt af te leiden dat technologie (λ -kennis) 'vervuild' kan raken door 'niet-ware' kennis in het Ω -domein, terwijl het Ω -domein weer gevoed kan worden met 'niet-ware' kennis uit de sfeer van de techniek. Het zou natuurlijk kunnen zijn dat het Ω -domein sinds de 'Industriële Verlichting' geen 'onware' kennis meer bevat – de voorbeelden van 'pieces of Ω that are no longer accepted' die Mokyr op bladzijde 6 noemt, namelijk de humoraalpathologie en de phlogistontheorie, dateren beide van vóór 1800! –, maar dat strookt niet met de feiten. De 'kennis'-ontwikkeling in de periode sinds de Verlichting heeft de mensheid per slot van rekening onder meer de frenologie, de rassenleer en de eugenetica bezorgd, die aanvankelijk in brede kring werden aanvaard maar inmiddels tot dezelfde status zijn gedegradeerd als de humoraalpathologie en de phlogistontheorie. Even-

23. De nummers tussen haakjes verwijzen naar de bladzijden in *The Gifts of Athena*.

als deze laatste staaltjes van Ω -kennis zijn ze de basis geweest voor allerlei vormen van manipulatie in het λ -domein, maar dan met consequenties die voor grote groepen mensen onvergelijkelijk veel negatiever zijn geweest.²⁴

De mogelijk schadelijke neveneffecten die de groei van Ω en λ -kennis (en hun toenemende interactie sedert de Industriële Verlichting) voor welvaart en welzijn kunnen hebben, zijn niet zonder belang voor de analyse van de politiek-institutionele context van kennisontwikkeling. Mokyr is van mening dat, ook al zijn niet alle ‘free-enterprise economies [...] necessarily technologically creative’, ook al is ‘some role for a government in the direction of technological progress warranted’ en ook al zijn ‘not all command economies [...] technologically stagnant’, technische vooruitgang niettemin ‘a better chance in the long run’ heeft in ‘free, self-organizing market societies than in command economies’ (223). De sleutel tot ‘technological progress’ is in zijn visie namelijk ‘overcoming the built-in resistance’ tegen vernieuwing (224). Hoezeer Mokyr ook (meer dan menig collega) oog heeft voor het feit dat aanvaarding van vernieuwingen niet alleen een economisch maar ook een politiek fenomeen is (220-221, 231), het grootste deel van hoofdstuk 6 over ‘The political economy of knowledge’ is toch gericht op het analyseren van het hoe en waarom van *weerstand* tegen de invoering van nieuwe kennis (232-282). Als de tweede vooronderstelling van de auteur klopt, is er echter geen reden om *weerstand* tegen technische vernieuwing problematischer te vinden dan *aanvaarding* van nieuwe kennis in de Ω en λ -sfeer. Wanneer aanvaarding van nieuwe kennis kan voortkomen uit het onverminderde vermogen van mensen ‘for intolerance, stupidity, and selfishness’ (ook na de Verlichting), terwijl *weerstand* ‘usually’ als het resultaat van ‘rational behavior by utility-maximizing individuals’ kan worden beschouwd, is er dan zelfs niet aanleiding om het hoe en waarom van *aanvaarding* nader te analyseren en de vraag te stellen of de vrije markt inderdaad de best mogelijke context biedt voor technische vooruitgang? Zeker, afgezien van Fidel Castro en Kim Jung Il zal niemand nog beweren dat een bevelsconomie de mensheid naar het paradijs voert (in plaats van naar het kerkhof). Maar kan tussen markt en coördinatie niet ergens een optimale mix gevonden worden?

Gelet op de technische ontwikkeling van de afgelopen decennia, dringt zich ten slotte de vraag op, in hoeverre de creatie en selectie van grensverleggende nieuwe technieken ook in de westerse geïndustrialiseerde wereld eigenlijk nog wel plaatsvindt – of zelfs *kan* plaatsvinden – in een context waar bij het primaat geheel bij de markt ligt en de overheid hoogstens slechts een

24. Voor een minder bekend voorbeeld daarvan (de toepassing van eugenetica in de Scandinavische landen tussen de jaren twintig en de jaren vijftig van de 20e eeuw), zie Gunnar Broberg en Nils Rohl-Hansen, *Eugenics and the Welfare State. Sterilization policy in Denmark, Sweden, Norway and Finland* (East Lansing 1996).

ondersteunende rol speelt. Macro-inventies die in hoge mate bepalend zijn voor de huidige welvaart en materiële cultuur, zoals het internet of plaatsbepaling met GPS, zijn immers voortgekomen uit het militaire apparaat.²⁵ Ze zijn oorspronkelijk als instrumenten in het kader van de wapenwedloop en ruimtewedloop tijdens de Koude Oorlog ontwikkeld. *E-commerce* was niet de eerste toepassing waar de *top brass* aan dacht. De markt verscheen pas later in beeld.

The Gifts of Athena is een briljant boek. In het bovenstaande commentaar heb ik aangegeven, dat het niet alleen vol zit met allerlei schitterende ideeën en uitdagende inzichten over technische en economische ontwikkeling, maar impliciet ook boeiende vragen oproept over de neveneffecten van technische vooruitgang en de wenselijkheid van het primaat van de vrije markteconomie. De auteur neemt, naar mijn inschatting, bij zijn analyse op deze punten een meer terughoudende positie in dan zijn eigen uitgangspunten en het empirische materiaal mogelijk maken. Hij heeft zijn tenten opgeslagen aan de oever van de Rubicon. Zal hij hem oversteken?

Joel Mokyr

Kennis, vooruitgang, en verandering in de economische geschiedenis

The Gifts of Athena is gebaseerd op het idee dat moderne economische groei, die omstreeks 1800 op gang kwam, steunde op de groei van nuttige kennis. Wat was nu precies ‘nuttig’ aan die kennis? Wat ik bedoelde was meer een ‘kennis der natuur’ – het soort kennis van natuurlijke verschijnselen en regelmatigheden waar technieken, die de natuur exploiteren, op kunnen berusten. Eigenlijk is het concept ontleend aan het werk van Simon Kuznets. Het is interessant te constateren dat in de jaren vijftig Kuznets de term *useful knowledge* (nuttige kennis) nog afwisselde met de term *testable knowledge* (toetsbare kennis), die hij kennelijk als evenredig beschouwde. In zijn Nobelprijzrede van 1971 komt het tweede concept niet meer voor.²⁶ Dat is ook wel beter: toetsbare kennis lijkt me een riskant concept: toetsbaar door wie, en op basis van welke maatstaven?²⁷

Het onderscheid tussen propositionele kennis en voorschrijvende kennis is de grondslag van mijn theorie. Maar waar misschien niet genoeg nadruk op is gelegd, is het evolutionaire karakter van de kennisverandering, namelijk dat

25. Zie over de ontwikkeling van het internet: Janet Abbate, *Inventing the Internet* (Cambridge, Mass. 1999).

26. Zie Simon Kuznets, *Economic Growth and Structure* (New York 1965) en idem, *Modern Economic Growth: Findings and Reflections. Nobel Prize Lecture* (Singapore 1971); ook op <http://www.nobel.se/economics/laureates/1971/kuznets-lecture.html>. [15 februari 2004]

beide soorten kennis voortdurend bloot staan aan selectie. Kennis verandert door middel van een dynamisch proces dat in sommige opzichten als ‘evolutionair’ kan worden bestempeld. Nieuwe ideeën en technieken verschijnen als variaties op, en combinaties en verbeteringen van bestaande technieken. Er is een artificiële selectie aan de gang: mensen kiezen kennis.²⁸ Technieken worden gekozen door producenten en consumenten op basis van criteria, die weer bepaald zijn door bestaande voorkeuren betreffende prijs, kosten, kwaliteit, politieke en milieu-eigenschappen van een specifieke techniek of product. Die keuze vindt overduidelijk plaats: op ieder moment staan een enorm aantal technieken tot de beschikking van een economie, maar slechts weinigen worden uitgevoerd. Een techniek wordt wel of niet toegepast, het is een binaire keus.²⁹

Met propositionele kennis ligt dat anders. Men zou selectie van propositionele kennis als ‘geaccepteerd’ kunnen definiëren – dit is in ieder geval de definitie die in de literatuur van evolutionaire epistemologie wordt gehanteerd. Echter, deze aanpak is voor mijn doeleinden ongeschikt.³⁰ Geaccepteerd – door wie? door hoeveel? op basis van welke autoriteit? en met hoeveel zekerheid? Hierbij speelt de retorica van kennis een grote rol: hoe overtuigen innovators van de propositionele kennis zichzelf, hun collega’s, en uiteindelijk ook het publiek en de overheid, dat een propositie ‘waar’ is? Wanneer en hoe geldt iets als ‘bewezen’ of ‘weerlegd’? Met dit soort vragen en keuzes is de sociale constructie van de technologie een onmisbaar onderdeel bij de verklaring van economische groei.

Toch heeft de econoom hier nog wel wat in de melk te brokkelen. Niet alle soorten kennis zijn natuurlijk gelijk. Hoewel het ongepast is om sommige soorten kennis als ‘juist’ of ‘waar’ te bestempelen, is het wel duidelijk dat sommige technieken die berusten op bepaalde ideeën ‘beter werken’ dan andere. Zo zou men kunnen zeggen dat de epistemische basis voor aderlaten (de

27. Wiebe Bijker vertaalt *useful knowledge* als ‘bruikbare’ kennis, maar dat negeert het verschil tussen *useful* en *useable*. Ik moet toegeven dat ik oorspronkelijk vooral aansluiting zocht bij de terminologie zoals die door Kuznets en Fritz Machlup werd gehanteerd. Zie ook Fritz Machlup, *Knowledge: Its Creation, Distribution and Economic Significance* (3 Vols.) (Princeton, NJ 1980–1984).

28. Voor nadere details, zie mijn ‘Useful knowledge as an evolving system: the view from economic history’, in: Larry Blume en Steven Durlauf (eds.), *The Economy as an Evolving Complex System* (Vol. 111) (Oxford 2003) (te verschijnen).

29. Deze keuze wordt in een simpel economisch model in een isoquant aangegeven, die aantoont dat alle technieken op en boven deze kromme *mogelijk* zijn, maar slechts een weinigtal (in limiet slechts één) wordt in de praktijk gebracht.

30. De literatuur die de wetenschappelijke veranderingen analyseert met een evolutionair model, de zogenaamde *evolutionary epistemology literature*, is nu volwassen en heeft veel invloed. Bijvoorbeeld: Franz Wuketits, *Evolutionary Epistemology and Its Implications for Humankind* (Albany 1990); Michael Bradie, ‘Assessing Evolutionary Epistemology’, in: *Biology and Philosophy* 1 (1986) 401–459.

humorale theorie van ziekte) en die van penicilline (microbe theorie) niet op dezelfde schaal kunnen worden gerangschikt. Toch is de tweede meer 'effectief', als tenminste het genezen van een ziek persoon een legitiem doeleinde is. Propositionele kennis die een bepaalde techniek steunt, en die keer op keer werkt, lijkt toch aantrekkelijker. Iedere keer dat een vliegtuig opstijgt, wordt het geloof van de passagiers in de aëronautische theorieën, waarop het ontwerp van moderne vliegtuigen berust, weer bevestigd. In principe is dat geen logisch bewijs dat deze kennis nu 'waar' is, maar technisch succes maakt de kennis wel 'strakker' (tighter), dat wil zeggen een groter aantal mensen beschouwt deze kennis als waarschijnlijk. Of ze juist is of niet, de kwantumtheorie in de natuurkunde vormt de epistemische basis voor elektronische technieken. Als zodanig is deze kennis effectief.³¹ De keuze tussen twee alternatieve elementen van kennis in Ω zal in veel gevallen berusten op de vraag in hoeverre deze kennis effectief is. Davids heeft gelijk als hij zich zorgen maakt dat 'onware' kennis alom geaccepteerd zou worden, want onware kennis kan effectief zijn.³² Effectieve kennis mag af en toe eens onwaar zijn, maar op die basis kan het toch worden aanvaard.³³ Het gaat er dan minder om of een stukje schei- of natuurkunde overeenstemt met andere kennis of geloof, het gaat er om of de technieken die er op berusten 'het doen'.

De groei van de propositionele kennis, zoals Kuznets al opmerkte, is centraal voor de economische groei en de welvaart. In tegenstelling tot de interpretatie van Dolfsma en Van Driel is er geen sprake van dat *Gifts of Athena* zou beweren dat 'kennis [...] min of meer automatisch tot stand lijkt te komen wanneer er maar voldoende gecommuniceerd wordt.' Nieuwe kennis is endo-geen: in het sociale systeem geproduceerd door particulieren of organisaties. Economen gaan er van uit dat de motivatie van *innovators* voornamelijk materieel is; anderen vinden dat de motivatie ruimer bekeken moet worden: eerezucht (vaak gecorreleerd aan een economische motivatie, zoals in de uitdrukking *finding fortune and fame*) en ook nieuwsgierigheid spelen een rol, evenals meer sociaal-geïnspireerde motivaties als nationalisme en altruïsme. Juist omdat de motivaties van vernieuwers gecompliceerd zijn, spelen de instituties die de samenleving reguleren een belangrijke rol. Deze instituties regelen

31. Dit argument ontbreekt in *Athena* maar kan in detail worden geraadpleegd in mijn 'Long-term economic growth and the history of technology', in: Philippe Aghion en Steven Durlauf (eds.), *Handbook of Economic Growth* (Amsterdam 2004) (te verschijnen).

32. Een voorbeeld is de *polygraphmachine* of leugendetector, die berust op een uiterst smalle en slappe epistemische basis, maar die enorm veel wordt gebruikt in de vs met, volgens deskundigen, gemengde maar vrij goede resultaten. Zie Kenneth Alder, 'A social history of untruth: lie detection and trust in twentieth-century America', *Representations* 80 (2002) 1-33; idem, 'To tell the truth: the polygraph exam and the marketing of American expertise', *Historical Reflections* 24 (1998) 487-525.

33. Dit argument is ontleend aan Jack Cohen en Ian Stewart, *The Collapse of Chaos: discovering simplicity in a complex world* (New York 1994) 54.

namelijk de prikkels voor innovatieve activiteit, en daarmee het voortbrengen of tegenhouden van kennisgroei. Wordt men beloond met rijkdom en roem, of riskeert men te worden beschuldigd van ketterij? Instituties zijn voorts van belang voor de ondernemer die zijn tijd en geld investeert in een nieuw product of procédé. Ook al is de techniek zelf succesvol, hoe waarschijnlijk is het dat hij zijn winsten zal afschermen van de belastingontvangers en andere *rent-seekers*? Hier is het effect van de achttiende-eeuwse Verlichting van belang.³⁴ Volgens de achttiende-eeuwse philosophes moesten gilden, belastingen, internationale and nationale handelsrelaties en de manier waarop innovaties werden aangemoedigd worden gerationaliseerd. De ondernemer had de vrijheid om zich te verrijken door middel van een nieuw en productief idee, en had er recht op zijn winst te behouden en de eerbied van zijn landgenoten te verdienen. De ideologie van de Industriële Verlichting werd niet zozeer beheerst door de tirannie van de markt en een *laissez-faire* aanpak, als wel door de gedachte dat de overheid rijkdom moet helpen scheppen in plaats van het alleen maar te herverdelen, zoals ten tijde van de mercantilistische *Weltanschauung*. De invloed van dit soort ideologie op de lange termijn was even belangrijk als de andere elementen van de Industriële Verlichting. Ook werd de verhouding tussen de *savants* en de *fabricants* steeds hechter. Het prestige van wetenschappers werd langzamerhand groter; steeds vaker vroeg men hen advies en hulp. Ingenieurs als Roberts en de Brunels, of natuur- en scheikundigen als Davy, Faraday, Chevreul en Berthollet, werden steeds meer geëerd en soms zelfs rijk. Mensen met talent, energie en creativiteit konden lonende en bevredigende carrières vinden in het vergroten van de propositionele kennis.

De snelheid en omvang van de technologische verandering is ten dele een functie van de breedte en diepte van de epistemische basis, of dat deel van de propositionele kennis waarop een techniek berust. De epistemische basis kan breed of smal zijn; hoe breder deze is, des te waarschijnlijker verdere vooruitgang. Het is per slot van rekening duidelijk dat hoe meer men weet *hoe* en *waarom* een techniek werkt, hoe makkelijker de kleine, cumulatieve verbeteringen en adaptaties aan te brengen zijn, de pijlers immers van de productiviteitsgroei. Dit staat eigenlijk nog apart van de kosten die gemoeid zijn met de toegang tot *bestaande* kennis. Het probleem is echter dat hoe breder de epistemische basis is, des te minder waarschijnlijk het is dat één persoon het kan beheersen. Daarom zijn juist de toegangskosten zo belangrijk. Met de dalende toegangskosten van de Industriële Verlichting kon een uitvinder of technicus makkelijker nagaan of er een wetenschappelijke basis bestond voor een moge-

34. Zie mijn *Mercantilism, the Enlightenment, and the Industrial Revolution*, Paper presented to the Conference in Honor of Eli F. Heckscher (Stockholm 2003), <http://www.faculty.econ.northwestern.edu/faculty/mokyr/papers.html./stockholm.pdf> [15 februari 2004]

lijke uitvinding.³⁵ Daarnaast moet men in de gaten houden dat Ω ook de *volle catalogus* van de bekende elementen in λ bevat, zodat uitvinders en ingenieurs zich kunnen informeren over wat elders in gebruik is. Op die manier kunnen ze het risico voor duplicatie ('het wiel opnieuw uitvinden') minimaliseren. Bovendien bestaat een groot gedeelte van succesvolle uitvindingen uit het analogisch en combinatorisch denken over reeds bestaande technieken.

De feedback tussen Ω en λ kennis die de dynamiek van technische processen beheerst, is een reden waarom de ontwikkelingen in de laatste twee eeuwen steeds meer non-ergodisch zijn.³⁶ Evenwichtsmodellen, zo geliefd in economische kringen, zijn daarom weinig relevant in de verklaring van economische groei. Wiebe Bijker schenkt mij hier trouwens meer krediet dan mij toekomt: Kuznets stelde het in zijn Nobelrede al beter en bondiger dan wie dan ook:

'Many production plants in developed countries can be viewed as laboratories for the exploration of natural processes and as centers of research on new tools [...]. Thus, modern economic growth reflects an interrelation that sustains the high rate of advance through the feedback from mass applications to further knowledge [...] it provides a mechanism for self-sustaining technological advance to which [...] there are no obvious proximate limits.'³⁷

De moderniteit van de periode na de Industriële Verlichting bestaat dus gedeeltelijk in het steeds belangrijker worden van de feedback tussen de twee soorten kennis. Maar verder is de Ω -set zoveel gegroeid en is de epistemische basis voor de gebruikte technieken zoveel breder geworden sinds het natuurwetenschappelijk onderzoek zich steeds meer heeft gericht op kennis met mogelijk nuttige toepassingen. Dat wil niet zeggen dat pure (niet-toepasbare) kennis (bijvoorbeeld paleontologie of de bestudering van de oorsprong van het heelal) volkomen zijn opgegeven, maar een steeds groter gedeelte van het onderzoek wordt direct of indirect gefinancierd door mogelijke toepassingen en toepassingen. Daarom is de keuze van onderwerpen steeds pragmati-

35. Een fraai voorbeeld is de brief die de grote uitvinder Richard Trevithick rond 1799 schreef aan zijn vriend, de physicus Davies Gilbert, waarin hij hem vroeg 'what the loss of power would be in working an engine by the force of steam raised to the pressure of several atmospheres [if] instead of consensing we let the power escape.' Gilbert wist het antwoord: precies één atmosfeer. Na het ontvangen van dit antwoord beschreef Gilbert de reactie van Trevithick: 'I never saw a man more delighted.' Anthony Burton, *Richard Trevithick: giant of steam* (Londen 2000) 59.

36. Non-ergodisch: een technische term uit de wiskunde. Het betekent min of meer dat het verleden weinig informatie inhoudt voor de toekomst of zelfs voor de huidige situatie, omdat het historische proces zo radicaal veranderd is.

37. Kuznets, *Modern Economic Growth*, 4.

scher geworden. Samen met het feit dat de technieken van het onderzoek zelf efficiënter zijn geworden, biedt deze theorie een scherper inzicht in de kwestie hoe en waarom de propositionele kennis zowel breder, effectiever en meer toegankelijk is geworden. Daarin zit de kern van de moderne groei.

Maar, verzucht Karel Davids, is dát nu werkelijk vooruitgang? Het gaat hier om meer dan het cliché of een glas nu half vol of half leeg is. Het gaat om een historische evaluatie van de technologische vooruitgang. Materiële behoeftes zijn de grondslag. Men kan berekenen dat onder de technische landbouwkunde van een eeuw geleden, het merendeel van de hedendaagse bevolking zou sterven van de honger.³⁸ Het is ongetwijfeld misleidend om technologische verandering gelijk te stellen met technologische vooruitgang. Maar het gaat me te ver om weerstand en aanvaarding van nieuwe technologie symmetrisch te bekijken. Per slot van rekening wordt de grote meerderheid van alle nieuwe ideeën al verworpen, lang voordat ze aan het publiek zijn voorgesteld. Dat kan gebeuren omdat ze óf minder efficiënt of betrouwbaar zijn, óf esthetisch of moreel onaanvaardbaar, óf om een andere reden falen. De vindingen die het zo ver brengen dat ze aan het publiek worden voorgelegd moeten dan nog de toetsing door de markt winnen en het ook nog politiek halen. Zoals hoofdstuk 6 in *Athena* uiteenzet, is het primaat van nieuwe technieken bijna nooit alleen bij de markt te vinden. De aanvaarding van nieuwe technieken die goedkoper en beter werken, die oplossingen verschaffen voor problemen waar de mensheid al lang mee kampt, lijkt me op zichzelf weinig problematisch, ook al ontmoet ze vaak weerstand van groepen, die hun eigen economische belangen in gevaar zien komen. Het is duidelijk dat de markt alle nieuwe technieken die ondubbelzinnig inferieur zijn a-priori verwerpt. Diegenen waar men weerstand tegen biedt zijn die technieken die het misschien in de vrije markt zouden halen of voor politici acceptabel zijn, maar die om andere redenen twijfelachtig zijn. Zulke technieken komen veel voor, en daarom is het ook belangrijk de politieke economie van de technologische verandering en de selectie van dergelijke technieken te beschrijven. Maar een schonere of zuinigere benzinemotor, een snellere microprocessor, of een geneesmiddel met minder negatieve bijverschijnselen worden over het algemeen zonder meer aanvaard, en zo hoort het ook. Als een symmetrie tussen aanvaarding en weerstand het oversteken van de Rubicon betekent, blijf ik liever aan deze kant.

Natuurlijk bestaan er voorbeelden van kennisvermeerdering die de mensheid misschien beter had kunnen laten. Of de voorbeelden van kennis die Davids kiest nu meer 'onwaar' zijn dan, bijvoorbeeld, de Freudiaanse psychiatrie, laat ik in het midden. Maar enkele voorbeelden van kennis, die 'voor grote groepen mensen onvergelijkkelijk negatief' waren, zoals hij dat uitdrukt,

38. Zie Giovanni Federico, *An Economic History of Agriculture* (Princeton 2005) hoofdstuk 10 (te verschijnen).

komen wel voor in *Athena*. De groei van nuttige kennis, zoals ieder evolutionair proces, is niet gestroomlijnd, het is inefficiënt, soms zelfs verkwistend in de manier waarop hard mensenwerk, talent en vindingrijkheid op grote schaal worden verworpen en afgedankt. Het is onvermijdelijk dat er grove fouten worden gemaakt. Soms is de fout een bijverschijnsel van iets dat op zichzelf een vooruitgang is. Soms is de kennis zelf gewoon onvolledig: had men toen geweten dat de CFK's de ozonlaag beschadigen, dan was men wel minder enthousiast geweest over de toepassing van een gas dat oorspronkelijk zo onschadelijk leek. Soms is de hele uitgangspositie verkeerd, zoals bij de zogenaamde wetenschappelijke rassenbiologie. Soms moeten er zoveel details worden gecorrigeerd dat het vele jaren duurt voordat de techniek kan worden toegepast. Een enkel keertje komen er harde morele vragen aan te pas, zoals met klonen of stamcel-onderzoek.

Dolfsma en Van Driel wijzen er terecht op dat mijn aanpak minder aandacht besteedt aan de vraagzijde en geheel beheerst wordt door aanbodfactoren. 'Wanneer men niet de behoefte voelt de kennis op te doen dan blijven ontwikkelingen alsnog uit', schrijven zij. Zo'n redenering lijkt onweerlegbaar, iedere econoom weet tenslotte dat markten worden beheerst door vraag- en aanbodfactoren. Maar na een zorgvuldige examinatie van dit probleem smelt de overeenkomst weg.³⁹ Ten eerste: wie zijn eigenlijk die 'men' in deze zin? Als het de ondernemers en de *fabricants* zijn die deze 'behoefte' moeten voelen lijkt het me een weinig aanneembare stelling. In een concurrerend vroeg-kapitalistisch marktsysteem – en niemand twijfelt eraan dat West-Europa dat was in de tijd van de Industriële Revolutie – is het niet nodig dat alle, of zelfs de meeste, fabrikanten de nieuwe technieken willen gebruiken. Als er maar een paar bereid zijn een voortrekker te zijn, zullen de anderen moeten volgen, mits de nieuwe technieken inderdaad superieur zijn en de instituties en overheid er niet te vijandig tegenover staan. De dieper liggende kwestie is of de samenleving als geheel 'geïnteresseerd is' in de toepassing van nuttige kennis op het productieproces. Deze vraag kan zeker niet altijd bevestigend worden beantwoord. Maar juist daarom is de Industriële Verlichting zo centraal, vanwege het besef bij ondernemers en fabrikanten, dat er wat te leren viel van de 'toegepaste wijsbegeerte', zoals het toen heette. Of dit een vraag- of aanbodfactor is lijkt me op zichzelf geen goede vraag, want het gaat hier minder om marktgedrag dan om een ideologische verandering.

De les voor de economen is dat intellectuele factoren centraal zijn in de economische geschiedenis, hetgeen Max Weber al stelde. Voor economen, die getrouw aan hun tradities, nooit veel interesse hebben gehad in wat mensen

39. Zie ook mijn 'Demand vs. supply in the Industrial Revolution', *Journal of Economic History* 37 (1977) 981-1008; herdrukt in Joel Mokyr (ed.), *The Economics of the Industrial Revolution* (Totowa, NJ 1985) 97-117.

weten, denken en geloven, is dit inzicht onmisbaar. Dat kennis niet alles is en dat er ‘grenzen zijn aan de verklaringskracht’ zoals Dolfsma en Van Driel het uitdrukken, kan niet worden betwijfeld. Het is maar één gedeelte van een moeilijk en gecompliceerd verhaal. Het grote gevaar in het schrijven van de geschiedenis, schreef J.S. Mill ooit aan Jeremy Bentham, is niet het verwisselen van een onwaarheid met de waarheid, maar het verwarren van een *deel* van het verhaal met het *geheel*. De moderne economische groei en het Europese ‘wonder’ van de laatste twee eeuwen kan niet in één enkel boek worden verklaard. Mijn doel in *Athena* was datgene te belichten, dat mijn collega’s in de economie tot dusverre hadden verwaarloosd. Kennis speelde een grote rol; maar het stond *verre* van alleen op het toneel van economische verandering.⁴⁰

Over de auteurs

Wiebe Bijker (1951) studeerde natuurkunde in Delft, en promoveerde in de techniekgeschiedenis en -sociologie aan de Universiteit Twente. Hij is hoogleraar Techniek & Samenleving aan de Universiteit Maastricht. Zijn onderzoek richt zich op de relaties tussen technologie, kennis en maatschappij. Twee recente boeken zijn, met R. Bal en R. Hendriks, *Paradox van wetenschappelijk gezag. Over de maatschappelijke invloed van adviezen van de Gezondheidsraad, 1985-2001* (Den Haag 2002); en met B. Peperkamp, *Geëngageerde geesteswetenschappen. Perspectieven op cultuurveranderingen in een digitaliserend tijdperk* (Den Haag 2002).

Adres: Universiteit Maastricht, Faculteit der Cultuurwetenschappen, Postbus 616, 6200 MD Maastricht, e-mail: W.Bijker@tss.Unimaas.nl

Karel Davids (1952) studeerde geschiedenis aan de Rijksuniversiteit Leiden, waar hij in 1986 promoveerde op *Zeewezen en wetenschap. De wetenschap en de ontwikkeling van de navigatietechniek in Nederland tussen 1585 en 1815*. Thans is hij als hoogleraar economische en sociale geschiedenis verbonden aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Hij houdt zich in het bijzonder bezig met de geschiedenis van ondernemerschap, technologie en instituties in de vroegmoderne tijd en de twintigste eeuw.

Adres: vU, Afdeling Geschiedenis, De Boelelaan 1105, 1081 HV Amsterdam, e-mail: ca.davids@let.vu.nl

40. Voor een nieuwe kijk op de functie van instituties en cognitieve verandering in het verklaren van economische verandering, zie Douglass North, *Understanding the Process of Economic Change* (Princeton 2004) (te verschijnen).

Wilfred Dolfsma (1970) is econoom en filosoof. Hij promoveerde op een proefschrift waarin hij de opkomst van popmuziek in de jaren vijftig en zestig vanuit institutioneel-economisch perspectief analyseerde. Op het moment werkt hij aan de Erasmus Universiteit Rotterdam en aan de Universiteit Maastricht (MERIT). Zijn academische interesses lopen uiteen van economie & management van technologie & innovatie, geschiedenis van het economisch denken, consumptiegedrag, naar feministische economie en media industrieën (zie ook <http://web.eur.nl/fbk/dep/dep6/members/dolfsma>).

Adres: Erasmus Universiteit Rotterdam, Faculteit Bedrijfskunde, Postbus 1738, 3000 DR Rotterdam, e-mail: w.dolfsma@fbk.eur.nl

Hugo van Driel (1962) studeerde maatschappij-geschiedenis aan de Erasmus Universiteit Rotterdam (EUR). Sinds 1985 is hij werkzaam aan de Faculteit der Bedrijfskunde van de EUR en specialiseerde zich daar op de haven- en transportsector (promotie 1990). Hij vervulde tevens twee postdoc-schappen in het kader van het project 'Techniek in Nederland in de Twintigste Eeuw' (1998-2000, Universiteit Twente) en in het kader van een Vlaams-Nederlands onderzoeksproject over havenconcurrentie tussen Rotterdam en Antwerpen 1880-2000 (2001-2002, EUR) (zie ook <http://web.eur.nl/fbk/dep/dep2/Staff/people/hdriel>).

Adres: Erasmus Universiteit Rotterdam, Faculteit Bedrijfskunde, Postbus 1738, 3000 DR Rotterdam, e-mail: h.driel@fbk.eur.nl

Joel Mokyr is Robert H. Strotz Professor of Arts and Sciences en Professor of Economics and History aan de Northwestern University in Evanston, Illinois (vs). Hij promoveerde in 1974 aan Yale op *Industrialization in the Low Countries, 1795-1850*. Hij schreef vele boeken en artikelen op het gebied van de economische geschiedenis. Hij is hoofdredacteur van de *Oxford Encyclopedia of Economic History* (5 delen, New York 2003). Zijn nieuwe project is *The Enlightened Economy: The Economic History of Britain, 1700-1850* dat zal verschijnen als deel III van de nieuwe *Penguin Economic History of Britain* (zie ook <http://www.faculty.econ.northwestern.edu/faculty/mokyr>)

Adres: Northwestern University, Department of Economics, 2003 Sheridan Rd., #3214, Evanston, IL 60208, USA. e-mail: j-mokyr@northwestern.edu