

De kenniseconomie de maat genomen

W.A. Dolfsma, L. Leydesdorff
en G. van der Panne

*Dolfsma is verbonden aan de faculteit Bedrijfskunde van de Erasmus Universiteit Rotterdam en MERIT van de Universiteit Maastricht; Leydesdorff aan de Amsterdam School of Communications Research (ASCoR) van de Universiteit van Amsterdam en Van der Panne aan de vakgroep Economie van innovatie van de TU Delft.
wdolfsma@rsm.nl*

De belangrijkste bronnen voor de kennisbasis van de Nederlandse economie blijken in de medium-tech sectoren te liggen. De entropiebenadering laat zien dat de dienstverlening minder bijdraagt aan de kenniseconomie.

In zijn discussie over industriële districten spreekt Alfred Marshall over kennis en ideeën alsof die ‘in de lucht’ zouden zitten. Deze uitspraak geeft de ongrijpbaarheid van de bijdrage van kennis aan economische ontwikkeling aan. Onder ‘kenniseconomie’ verstaan wij dat deel van de economie dat voor haar ontwikkeling is gedreven door het gebruik van en de ontwikkeling in kennis. Met behulp van de informatietheorie is het mogelijk om de ongrijpbare fenomenen meetbaar te maken in termen van de entropie van een innovatiesysteem (Theil, 1972). Hierbij benadrukken we de structurele aspecten van een economisch systeem, zoals dat ook in de literatuur over de kennisbasis van innovatiesystemen gebeurt (Foray & Lundvall, 1996). In deze bijdrage laten wij zien wat de meest belangrijke bronnen zijn voor de kennisbasis van de Nederlandse economie (zie ook Leydesdorff et al., 2004). Hiermee krijgt de discussie over (nationale) innovatiesystemen een nieuwe inbreng (Balzat & Hanusch, 2004).

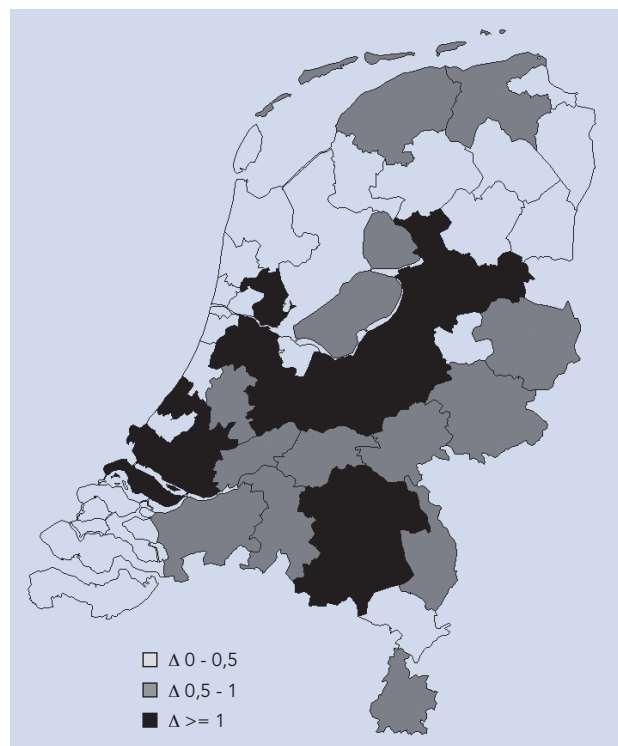
Drie dimensies

Kennis kan zowel een publiek als een privaat goed zijn en zowel bewust als onbedoeld worden uitgewisseld tussen bedrijven. We stellen dat de mate waarin dat gebeurt afhankelijk is van de eigenschappen die bedrijven hebben en de wijze waarop die eigenschappen zijn verdeeld. We onderzoeken de interactie tussen drie dimensies die voor de discussie over de kenniseconomie en vanuit de literatuur over nationale innovatiesystemen het meest relevant zijn: geografie, kennis/technologie en organisatie (Storper, 1997). Voor deze dimensies gebruikten we de volgende indicatoren: de postcode (te aggregeren tot regio of provincieniveau – afgekort met ‘g’), de sectorcode (aangeduid met een ‘t’ voor technologie; Vonortas, 2000) en de grootte van de organisatie (‘o’), omdat deze samenhangt met de manier waarop en de mate waarin binnen en tussen organisaties informatie wordt uitgewisseld (bijvoorbeeld Pugh et al., 1969). Als data gebruikten we de volledige set van in Nederland bij de Kamers van Koophandel geregistreerde organisaties (1.131.668 bestanden voor het tweede kwartaal van 2001). Als maat voor de synergie op systeemniveau gebruiken we de zogenoemde ‘configurationele informatie’, oftewel transmissie in drie dimensies. In het tekstkader over probabilistische entropie bij dit artikel wordt deze maat gedefinieerd. Deze transmissie kan negatief worden en dus kan onzekerheid worden gereduceerd op systeemniveau zonder dat dit kan worden toegerekend aan een specifieke actor of een

specifieke relatie tussen actoren.

Wanneer we de Nederlandse economie als een systeem beschouwen, dan blijkt het een systeem te zijn met een negatieve waarde voor deze entropiemaat (-0,034; zie tabel 2). Dit wijst er op dat uitwisseling van informatie tussen de verschillende organisaties binnen het systeem langs de gedefinieerde dimensies de onzekerheid in het systeem reduceert. Interessant is het om te zien welke van de dimensies het meest bijdragen aan de kenniseconomie van Nederland. Naar de geografische dimensie bekeken blijken Zuid-Holland, Utrecht, Gelderland, Noord-Brabant en, in mindere mate, Noord-Holland bovengemiddeld bij te dragen. Ook het meer gedetailleerde beeld met de bijdragen per regio (figuur 1) laat nog geen opvallend nieuwe bevindingen zien (Van der Panne & Dolfsma, 2003). Voor Zuid-Holland is het vooral de regio Rotterdam die voor de gunstige score zorgt.

Figuur 1. Bijdrage aan de kenniseconomie, op regionaal / NUTS-3-niveau, in transmissie (T) tussen drie dimensies uitgedrukt in millibits informatie



Tabel 1. Classificatie van sectoren (Eurostat/OECD; OECD, 2001)^a

Hightech maakindustrie	Kennis-intensieve diensten
30 Manufacturing of office machinery and computers	61 Water transport
32 Manufacturing of radio, television and communication equipment and apparatus	62 Air transport
33 Manufacturing of medical precision and optical instruments, watches and clocks	64 Post and telecommunications
	65 Financial intermediation, except insurance and pension funding
	66 Insurance and pension funding, except compulsory social security
	67 Activities auxiliary to financial intermediation
	70 Real estate activities
	71 Renting of machinery and equipment without operator and of personal and household goods
	72 Computer and related activities
	73 Research and development
	74 Other business activities
	80 Education
	85 Health and social work
	92 Recreational, cultural and sporting activities
	Sectoren 64, 72 and 73 zijn hightech diensten.

a. De sectorbenamingen zijn onvertaald gelaten om verwarring met Nederlandstalige, andere indelingen te voorkomen.

Datzelfde geldt voor de regio rond Eindhoven binnen Noord-Brabant en de agglomeratie Amsterdam in Noord-Holland. Utrecht, de Veluwe en het noordelijk deel van Overijssel leveren ook een bovengemiddelde bijdrage aan de negatieve entropiescore voor Nederland als geheel.

High- en medium-tech productiebedrijven of diensten?

Voor de dimensie technologie, waarbij de sectorcodes als indicator werden gebruikt, kunnen we opvallende bevindingen presenteren. Utrecht en Noord- en Zuid-Holland zijn qua verdeling van hun bedrijvigheid over de verschillende sectoren meer gespecialiseerd dan de andere provincies. Er is in Flevoland weinig spreiding qua grootte en soort bedrijvigheid. Deze structuur is ongunstig voor synergie in de economie en lijkt vooral te worden veroorzaakt doordat de economie er nog relatief onvolgroeid is. Voor Groningen en Drenthe geldt iets vergelijkbaars, maar in tegengestelde zin. Deze provincies doen er mogelijk goed aan de basis van hun economie te verbreden en een meer diverse opbouw naar bedrijfs grootte na te streven. Diversiteit in de samenstelling van de economische activiteiten in een regio is immers aan te bevelen (Frenken et al., 2005).

Medium-tech sectoren dragen sterk bij aan de kenniseconomie

Enkele van de meest welvarende provincies in ons land, Noord- en Zuid-Holland, zijn in de onderste regionen van de Europese ranglijst terug te vinden waar het gaat om werkgelegenheid in *high-tech* en *medium-tech* sectoren van de economie. Nederland als geheel laat op deze indicator zelfs alleen Luxemburg, Griekenland en Portugal achter zich. De werkgelegenheidsstatistieken wijzen erop dat sommige provincies zich specialiseren op hetzij kennisintensieve diensten dan wel high-tech industrie. Zuid-Holland heeft bijvoorbeeld de meeste high-tech bedrijven binnen haar grenzen. Flevoland spant in relatieve zin de kroon: van het relatief geringe aantal bedrijven in deze provincie zijn er relatief veel in high-tech sectoren (6,2% tegenover 4% voor Nederland als geheel). Ook de provincie Utrecht, met 5,4%, kent betrekkelijk veel high-tech bedrijvigheid.

Met behulp van statistische decompositieanalyse van de gebruikte informatiematen van Theil kunnen we bepalen welke type sectoren (dienstverlening, medium- of high-tech) het meest bijdragen aan de kenniseconomie in Nederland (Theil, 1972). Daartoe groeperen we eerst de sectoren volgens tabel 1, om ons onderzoek vergelijkbaar te maken met dat van anderen die ook deze indeling van de OESO hanteerden. In tabel 2 is de bijdrage van de verschillende clusters van sectoren aan de dynamiek van de Nederlandse kenniseconomie weergegeven in termen van de entropiescores.

Gegeven de discussie in de academische literatuur en in beleidskringen ligt de verwachting dat high-tech sectoren een belangrijke bijdrage leveren aan de kenniseconomie voor de hand. Hun bijdrage is inderdaad gunstiger dan die voor de Nederlandse economie als een aggregaat van bedrijven; zij dragen negatieve entropie bij aan het systeem (tabel 2). Het valt echter op dat wanneer de bijdrage van medium-tech bedrijvigheid aan de kenniseconomie wordt bestudeerd, de waarden een orde van grootte gunstiger zijn. Medium-tech sectoren dragen dus sterk bij aan de kenniseconomie en vooral in de provincies Noord-Holland, Utrecht en Zuid-Holland. Diffusie van kennis over de totale populatie van bedrijven – iets waar vooral medium-tech sectoren sterk aan bijdragen – is voor de kennisbasis

Tabel 2. Probabilistische entropiewaarden, naar type sector (in millibits informatie)

alle Sectoren		high- & medium-tech manufacturing			kennisintensieve diensten			high-tech diensten		
T_{gto}	N	T_{gto}	% ^a	n	T_{gto}	% ^a	n	T_{gto}	% ^a	n
-0,034	1131668	-0,219	-544,0	13422	-0,024	+27,3	581196	-0,034	0,0	41002

N / n duidt op het aantal bedrijven in de betreffende sectoren.
a. Percentuele verandering t.o.v. de T_{gto} -waarde voor 'alle sectoren'.

Probabilistische entropie

Informatietheorie biedt de mogelijkheid de configuratieve informatie, oftewel transmissie, tussen dimensies van een systeem te analyseren. Probabilistische entropie is een maat voor onzekerheid. Analyse van interactie tussen drie dimensies is mathematisch hanteerbaar (McGill, 1954; Abramson, 1963; Jakulin & Bratko, 2004). In geval van drie dimensies kunnen complexe patronen van interactie ontstaan; onzekerheid in het systeem kan zowel af- als toenemen (Schumpeter, 1964: 213-4).

De onzekerheid in bijvoorbeeld de dimensie t voor technologie (bijvoorbeeld) is volgens Shannon (1948):

$$H_t = - \sum_i p_i^2 \log p_i \quad (1)$$

De interactie tussen twee variabelen t en o (voor organisatie) kan dan met de volgende formule bepaald worden:

$$T_{to} = H_t + H_o - H_{to} \quad (2)$$

waarin $H_{to} = - \sum_t \sum_o p_{to}^2 \log p_{to}$, in essentie een co-variantie maat is. Door de $^2 \log$ te nemen zijn alle waarden in bits informatie uitgedrukt.

Met Abramson (1963: 129) kunnen we nu aan de hand van de volgende formule voor de interactie in drie dimensies de entropiewaarde van een systeem als volgt bepalen:

$$T_{gto} = H_t + H_o + H_g - H_{to} - H_{tg} - H_{og} + H_{tog} \quad (3)$$

Bilaterale relaties tussen dimensies zorgen altijd voor reductie van de onzekerheid, maar de interactie in drie dimensies (H_{tog}) verhoogt de onzekerheid en beïnvloedt op ongunstige wijze de entropiewaarden. Negatieve entropiewaarden duiden op een synergie in het systeem. De hoogte van deze waarden.

van de Nederlandse economie wellicht belangrijker dan het verdiepen van de kennisbasis.

Dienstverlening maakt het leeuwendeel van de Nederlandse economische activiteit uit; meer dan de helft van het totaal aantal bedrijven bevindt zich in deze sectoren. Zuid-Holland is een regio in Europa met veel werkgelegenheid in kennisintensieve diensten, zij het minder aan de high-tech kant binnen deze cluster. Kennisintensieve dienstverleners leveren in Nederland echter geen gunstige bijdrage aan de kenniseconomie op regionaal niveau met uitzondering van de Kop van Noord-Holland, die entropiewaarde van -0,024 is ongunstiger dan die voor Nederland als geheel. De verklaring dat dienstverlening niet plaatsgebonden is, maar mobiel, ligt voor de hand. Het high-tech deel van de kennisintensieve dienstverleners is vooral sterk vertegenwoordigd in de provincies Utrecht en Flevoland, en nauwelijks aanwezig in de provincies Zeeland, Friesland en Drenthe. Dit gedeelte levert wel een bijdrage aan de lokale kenniseconomie in regio's, maar met een entropiewaarde van -0,034 niet gunstiger dan gemiddeld. Men kan daarbij denken aan gelokaliseerde r&d-faciliteiten.

Conclusie

Informatietheorie biedt de mogelijkheid de kenniseconomie de maat te nemen in termen van een entropiemaat die in andere contexten nuttig is gebleken. De geografische indicatie van de kenniseconomie komt overeen met de verwachting; dit wijst op de validiteit van de gebruikte methode. Wat vooral opvalt, is welke sectoren bijdragen aan de dynamiek binnen de kenniseconomie. Vooral bedrijven in medium-tech sectoren doen dat en wel een factor tien meer dan de high-tech sectoren (die overi-

gens wel degelijk een gunstige bijdrage leveren). Bedrijven in medium-tech sectoren verdienen meer aandacht dan ze krijgen, bijvoorbeeld vanuit het Innovatieplatform. High-tech productiebedrijven zijn wellicht meer gericht op bedrijfsinterne processen enerzijds en wereldwijde ontwikkelingen anderzijds om een al te groot lokaal effect te kunnen verwachten.

Het beeld voor dienstverlenende bedrijven is gemengd. High-tech dienstverleners leveren een gunstige bijdrage aan de economische dynamiek, zij het niet meer dan gemiddeld. High-tech dienstverleners zijn echter niet sterk vertegenwoordigd in Nederland. Kennisintensieve dienstverleners, inclusief adviesbureaus van allerlei aard, dragen minder dan gemiddeld bij aan de versterking van de kenniseconomie in de regio's. Weliswaar gaat het bij deze sectoren om een groot aantal bedrijven en veel werkgelegenheid, maar in termen van bijdrage aan de kenniseconomie kan vanuit het perspectief van regionale ontwikkeling van hen niet te veel worden verwacht. ■

Wilfred Dolfsma, Loet Leydesdorff en Gerben van der Panne

Literatuur

- Abramson, N. (1963) *Information Theory and Coding*. New York: McGraw-Hill.
- Balzat, B. & H. Hanusch (2004) Recent trends in the research on national innovation systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 14(2), 197-210.
- Foray, D., B.-A. Lundvall (1996) The Knowledge-Based Economy: From the Economics of Knowledge to the Learning Economy. In *OECD Documents: Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy*. Parijs: OECD, 11-32.
- Frenken, K., F.G. van Oort & T. Verburg (2005) Het gelijk van variëteit. *ESB*, 3 juni, 247-9.
- Jakulin, A. & I. Bratko (2004) *Quantifying and Visualizing Attribute Interactions: An Approach Based on Entropy*, from <http://arxiv.org/abs/cs.AI/0308002>.
- Leydesdorff, L. (2003) The Mutual Information of University-Industry-Government Relations. *Scientometrics*, 58 (2), 445-467.
- Leydesdorff, L., W. Dolfsma & G. van der Panne (2004) Measuring the Knowledge Base of an Economy in terms of Triple-Helix Relations among Technology, Organization, and Territory. ERIM Working paper ERS-2004-34-ORG; zie http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=594968.
- McGill, W. J. (1954) Multivariate Information Transmission. *Psychometrika*, 19(2), 97-116.
- OECD (2001) *Science, Technology and Industry Scoreboard*. Parijs: OECD.
- Pugh, D. S., D. J. Hickson & C.R. Hinings (1969b) An empirical taxonomy of structures of work organizations. *Administrative Science Quarterly*, 14(1), 115-126.
- Schumpeter, J. (1964) *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of Capitalist Process*. New York: McGraw-Hill.
- Shannon, C. E. (1948) A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379-423 en 623-356.
- Storper, M. (1997) *The Regional World - Territorial Development in a Global Economy*. New York: Guilford Press.
- Theil, H. (1972) *Statistical Decomposition Analysis*. Amsterdam/ London: North-Holland.
- Panne, G. van der & W. Dolfsma (2003) The Odd Role of Proximity in Knowledge Relations: High-Tech in the Netherlands. *Journal of Economic and Social Geography*, 94(4), 451-460.
- Vonortas, N.S. (2000) Multimarket Contact and Inter-firm Cooperation in R&D. *Journal of Evolutionary Economics*, 10(1-2), 243-271.