

Kenniseconomie in evolutionair perspectief

Koen Frenken

De evolutionaire economie biedt in potentie een veelomvattend raamwerk om de verschillende facetten van de hedendaagse kenniseconomie te begrijpen. Dit artikel bespreekt eerst de kern van evolutionaire economie en de toepassingen op het gebied van bedrijfsstrategie, industriële organisatie en groeitheorie. Vervolgens wordt uitgewerkt hoe evolutionaire economie kan worden gebruikt voor de bestudering van de evolutie van kennis en de rol van kennis in de economie. Er wordt ingegaan op vragen als: wat is de evolutionaire oorsprong van nieuwe kennis? Wat is de rol van sociale netwerken in de ontwikkeling en verspreiding van kennis? En: waarom ontstaan bepaalde doorbraken in het denken in bepaalde steden van de wereld?

1 Inleiding

Mijn leerstoel beslaat het vakgebied ‘economie van innovatie’. In dit vakgebied bestuderen we de determinanten van innovatie en de effecten van innovatie op de economie. Met innovatie wordt hier bedoeld de succesvolle toepassing van een uitvinding in een nieuw product, proces en dienst.

Ik heb ervoor gekozen om het vakgebied te benaderen vanuit de evolutionaire economie. Deze theorie heeft zich de laatste dertig jaar ontwikkeld tot een coherent raamwerk om innovatie te bestuderen. In mijn rede zal ik eerst een korte inleiding geven op de evolutionaire economie. Hierna wil ik specifiek ingaan op ons eigen onderzoeksprogramma dat zich toespitst op het thema ‘kenniseconomie’. De grootste uitdaging zal zijn om tot een evolutionaire theorie van kennisproductie te komen. Ik zal daartoe enkele uitgangspunten en onderzoeksvragen formuleren.

2 Evolutionaire economie

Innovatie is de motor achter economisch welvaren. Technologische en organisatorische verbeteringen hebben geleid tot een continue stijging in arbeidsproductiviteit. Moderne transport- en communicatiemiddelen hebben wereldwijde handel mogelijk gemaakt. Een continue stroom van nieuwe producten en diensten heeft geleid tot een ongekende keuzevrijheid voor consumenten. Hoewel deze ontwikkelingen enkele eeuwen teruggaan, is het vakgebied van de economie van innovatie

relatief nieuw. Zo is het aantal leerstoelen in dit vakgebied in Nederland op één hand te tellen en in de curricula van economische faculteiten is pas sinds kort serieus aandacht voor innovatievraagstukken.

Er zijn mijns inziens twee redenen aan te wijzen voor de late opkomst van het vakgebied. Ten eerste is men er lang van uitgegaan dat technologische ontwikkeling een min of meer autonoom proces zou zijn. Om die reden hebben economen innovatie opgevat als een exogene variabele, dat wil zeggen, als een proces dat zich onafhankelijk voltrekt van economische processen. Ten tweede is innovatie lastig te vatten in de economische standaardtheorie. Economen gaan er doorgaans van uit dat actoren rationele keuzen maken op basis van verwachte kosten en verwachte baten. Aangezien de baten van investeringen in innovatie van tevoren niet berekend kunnen worden, kan innovatie niet goed worden ingepast binnen de economische standaardtheorie.

Het onderzoek in de economie van innovatie is tot bloei gekomen met de opkomst van een alternatieve economische theorie die doorgaans wordt aangeduid als de evolutionaire economie (Boschma et al. 2002). In deze theorie wordt economische ontwikkeling opgevat als een historisch proces waarin technologische, economische en institutionele ontwikkelingen op elkaar inwerken.

Het spraakmakende boek van Nelson en Winter *An Evolutionary Theory of Economic Change* uit 1982 vormde het vertrekpunt van de evolutionaire economie (Nelson en Winter 1982). Anders dan de theorie van rationele keuze stellen deze auteurs dat economische actoren hun beslissingen baseren op ervaringen in het verleden. Dat wil zeggen, economische actoren handelen doorgaans routinematig. Zolang deze routines tot een gewenst resultaat leiden, zien zij weinig reden om hun routines aan te passen. Pas na een reeks van negatieve ervaringen hebben actoren de neiging om hun routines aan te passen.

Zoals individuen routinematig gedrag vertonen, zo vertonen bedrijven dat ook. Een bedrijf dat lange tijd dezelfde technologie gebruikt, weet deze technologie steeds efficiënter in te zetten; een fenomeen dat bekend staat als *learning-by-doing* (Arrow 1962). In dit leerproces worden technologie en organisatie steeds beter op elkaar afgestemd. Juist omdat een bedrijf zo vertrouwd raakt met een technologie, zal het niet snel overstappen op een geheel nieuwe technologie. Pas na negatieve ervaringen – zoals bij aanhoudende bedrijfsverliezen – zullen bedrijven op zoek gaan naar een nieuwe technologie.

Een bedrijf kan op twee manieren op zoek gaan naar een nieuwe technologie: bedrijven kunnen een technologie imiteren van een succesvolle concurrent of ze kunnen zelf een technologie ontwikkelen door middel van innovatie. De imitatiestrategie ligt het meest voor de hand. Immers, door te imiteren profiteert een bedrijf van technologie zonder voor de ontwikkelingskosten van de technologie te hoeven opdraaien. Toch is imitatie niet in alle gevallen een logische strategie. Een imiterend bedrijf zal een technologie niet meteen zo efficiënt kunnen gebruiken als het geïmiteerde bedrijf dat kan, omdat het imiterende bedrijf nog geen ervaring heeft met de technologie in kwestie. En soms is de technologie gepatenteerd en dient het imiterende bedrijf een hoge prijs te betalen voor het gebruik ervan. Om deze rede-

nen verkiezen veel bedrijven ervoor om zelf innovaties te ontwikkelen. Om de kans op succes zoveel mogelijk te vergoten, bouwen bedrijven vaak voort op de kennis die zij eerder hebben opgedaan. De meeste innovaties zijn dan ook incrementele innovaties. Ook wanneer bedrijven een diversificatiestrategie volgen, zien we het principe van incrementele innovatie terug. Bedrijven die diversifiëren doen dat doorgaans in gerelateerde producten, zodat zij kunnen terugvallen om eenzelfde kennisbasis.

Het evolutionaire karakter van de economie is er in gelegen dat door concurrentie relatief efficiënte technologieën zich verspreiden en relatief inefficiënte technologieën verdwijnen. Tevens is het proces evolutionair in de zin dat de meeste innovaties incrementele variaties zijn van bestaande technologie, gelijk mutaties in biologische evolutie. Het proces van innovatie en diffusie is dan ook nauw verwant aan het proces van variatie en selectie in de biologie. Een verschil is wel dat nieuwe genetische variaties in biologische populaties ontstaan door toevallige mutaties in DNA, terwijl bedrijven welbewust innovaties ontwikkelen. Toch heeft innovatie ook een toevallige component, omdat bedrijven nimmer perfect kunnen inschatten of een innovatie zal aanslaan. Een ander verschil tussen biologische en economische evolutie is dat één bedrijf kan uitgroeien tot een monopolist. In dat geval is er geen sprake meer van variatie en selectie. Monopolies zijn echter maar tijdelijk, omdat de monopoliewinsten een prikkel vormen voor nieuwe bedrijven om toe te treden tot een markt.

Na de publicatie van het boek van Nelson en Winter in 1982 is de evolutionaire economie verder uitgewerkt in wiskundige modellen (Dosi et al. 1988; Pyka en Hanusch 2007). Het bleek al snel dat bepaalde wiskundige principes uit de biologie ook toegepast konden worden in economische modellen. Zo kan onder bepaalde veronderstellingen het concurrentieproces tussen bedrijven worden beschreven aan de hand van de beroemde Fishervergelijking uit de biologie. Om het innovatieproces van een bedrijf te beschrijven wordt tegenwoordig het concept van fitnesslandschap gebruikt (Frenken 2006). In een fitnesslandschap wordt een fitnesswaarde toegekend aan elke mogelijke combinatie in een meerdimensionale zoekruimte. Net zoals een combinatie van genen leidt tot een bepaalde fitnesswaarde, zo leidt een combinatie van technieken tot een bepaalde economische prestatie.

Het gebruik van biologische modellen in de economische wetenschap is niet onomstreden. Critici menen dat evolutie in de economie enkel een metafoor is, die niet te lichtzinnig gebruikt mag worden. In mijn ogen verwarren zij biologische evolutie met het algemeen wiskundig principe van evolutie. Zoals met computermodellen al meermalen is aangetoond, is evolutie een algemeen algoritmisch principe en daarmee niet specifiek biologisch of economisch. In de woorden van Stan Metcalfe (1998, p. 36): *“Evolutionary theory is a manner of reasoning in its own right quite independently from the use made of it by biologists; They simply got there first.”*

3 Toepassingsgebieden

Om een indruk te geven van de reikwijdte van de huidige evolutionaire economie, zal ik kort ingaan op een aantal toepassingsgebieden. Omwille van de tijd beperk ik me tot drie gebieden: bedrijfsstrategie, industriële organisatie en groeitheorie. Deze drie gebieden vormen mijns inziens de kern van de evolutionaire economie door de verbinding tussen het micro-, meso- en macroniveau. Voor een meer uitvoerig overzicht verwijs ik u naar mijn leerboek over evolutionaire economie, dat ik samen met Ron Boschma en Jan Lambooy heb geschreven (Boschma et al. 2002).

In de managementwetenschappen heeft de evolutionaire economie aan de voet gestaan van een nieuwe kijk op bedrijfsstrategie. Volgens het evolutionaire perspectief hebben succesvolle bedrijven unieke kerncompetenties die hun in staat stellen te excelleren op een bepaald gebied (Prahalad en Hamel 1990; Teece et al. 1997). De strategie van een bedrijf zal daarom gebaseerd moeten zijn op de kerncompetenties van een bedrijf. Enerzijds dient een bedrijf die markten te betreden waarmee het zijn kerncompetenties het beste kan benutten. Door meerdere producten aan te bieden die alle gebaseerd zijn op dezelfde kerncompetenties, behaalt een bedrijf breedtevoordelen. Anderzijds dient een bedrijf middels innovaties de kerncompetenties steeds verder te verfijnen om zo de uniciteit ervan te waarborgen. Potentiële concurrenten liggen immers op de loer. De evolutionaire kijk op bedrijfsstrategie – ook wel *inside-out* genoemd – staat tegenover de traditionele benadering van Michael Porter – ook wel aangeduid met *outside-in*. In dit model hangt strategie af van de concurrentieverhoudingen op afzetmarkten en binnen de bedrijfskolom (Porter 1980). Tegenwoordig wordt Porter's traditionele benadering overigens vaak gecombineerd met de kerncompetentiebenadering.

Ook op het gebied van de industriële organisatie heeft de evolutionaire economie een nieuw perspectief ontwikkeld. Kern van het onderzoek is de analyse van industriële dynamiek aan de hand van geboorte- en sterftecijfers van bedrijven. Een terugkerend patroon is dat het aantal bedrijven in een bedrijfstak eerst snel toeneemt om vervolgens weer snel af te nemen. Dit patroon kan worden herleid tot het eerder genoemde principe van *learning-by-doing*, waarbij vroege toetreders een relatief voordeel hebben boven late toetreders in een markt (Klepper 1996). Zij die te laat toetreden, gaan dan ook weer snel failliet. Pas met de introductie van een nieuw technologisch paradigma, dat gebaseerd is op nieuwe technologische principes, zijn er weer kansen voor nieuwe bedrijven om toe te treden (Dosi 1982; Anderson en Tushman 1990). Immers, bestaande bedrijven hebben dan geen automatisch voordeel meer ten opzichte van nieuwe toetreders. Of, in Eindhovens transitie-jargon: tijdens een technologische transitie is er ruimte voor nieuwkomers die voorheen enkel in niches konden overleven.

Meer recent onderzoek besteedt vooral aandacht aan spin-offbedrijven. Spin-offs zijn bedrijven die worden opgericht door ondernemers die voorheen als werknemer in dezelfde bedrijfstak werkten. Uit studies blijkt dat spin-offs een systematisch hogere overlevingskans hebben dan andere bedrijven (Klepper 2002; Boschma en Wenting 2007; Dahl en Reichstein 2007). Dit kan worden verklaard uit het

feit dat spin-offs kunnen voortbouwen op de competenties die zij al eerder hadden verworven als werknemer. Ook blijkt dat goed presterende bedrijven meer spin-offs voortbrengen dan slecht presterende bedrijven. Deze uitkomsten laten dus zien dat competenties kunnen worden overgedragen tussen generaties van bedrijven volgens een darwiniaans evolutionair proces. Hoe succesvoller een bedrijf, hoe meer nakomelingen in de vorm van spin-offs en hoe succesvoller deze nakomelingen zijn.

Een derde gebied waarin de evolutionaire economie zich heeft ontwikkeld, is economische groeitheorie. Uitgangspunt hierbij is dat het ontwikkelingsproces van landen padafhankelijk is, dat wil zeggen, in hoge mate afhankelijk van de reeds bestaande economische activiteiten in een land (Hidalgo et al. 2007). Een van de inzichten uit dit onderzoek is, dat de economische groei van landen niet gebaat hoeft te zijn bij specialisatie. Dit idee was lang gemeengoed en gaat terug naar Ricardo's theorie van comparatieve voordelen. Hoewel op korte termijn specialisatie voordelen kan bieden, is een economie op lange termijn juist gebaat bij variëteit (Saviotti en Frenken 2008; Hidalgo en Hausmann 2009). Technologische variëteit leidt namelijk tot een hoger innovatiepotentieel. Nieuwe technologieën ontstaan namelijk vaak door recombinitie van onderdelen van bestaande technologieën in nieuwe configuraties. Het potentieel aan mogelijke nieuwe technologieën stijgt dus exponentieel met het aantal reeds aanwezige technologieën. Het achterblijven van sterk gespecialiseerde ontwikkelingslanden zou dus deels te wijten kunnen zijn aan dit elementaire recombinitie principe. Empirisch onderzoek van Hidalgo en van Neffke wijst inderdaad in deze richting.

4 Kenniseconomie in evolutionair perspectief

In dit hoofdstuk zal ik een aantal algemene uitgangspunten formuleren van de wijze waarop de kenniseconomie bestudeerd kan worden vanuit een evolutionair perspectief. Waar mogelijk zal ik kort aanstippen hoe dit perspectief zich verhoudt tot de onderzoeksprogramma's van mijn onderzoeksgroep: ICT, intellectueel eigendom, globalisering en de relatie tussen wetenschap en technologie.

In economische zin kan kennis worden opgevat als een productiefactor, net als andere productiefactoren als arbeid, kapitaal en natuurlijke hulpbronnen. Hoe meer kennis een bedrijf bezit, hoe meer het kan produceren. Kennis heeft echter wel een unieke eigenschap: terwijl de economische waarde van productiefactoren normaliter afneemt naarmate het vaker gebruikt wordt, neemt de waarde van kennis juist toe naarmate het vaker gebruikt wordt. Eerder duidde ik dit fenomeen al aan met *learning-by-doing*. Daarnaast bepaalt de kennis die je bezit voor een groot deel de kennis die je opdoet. Leerprocessen zijn dus cumulatief en padafhankelijk (Dosi 1982).

Zoals genen worden doorgegeven van generatie op generatie, zo wordt kennis ook doorgegeven van generatie op generatie. In het eerste geval spreken we van biologische evolutie en in het tweede geval van culturele evolutie. Kennis in bedrij-

ven wordt overgedragen van werknemer op werknemer door herhaaldelijke *face-to-face* interactie. Dit is een proces van imitatie waarin werknemers kennis aanleren door het van elkaar af te kijken. Op deze wijze wordt *know-how* overgedragen van generatie op generatie. In die zin is het proces van kennisoverdracht binnen bedrijven niet fundamenteel anders dan de manier waarop bijvoorbeeld primaten hun kennis overdragen aan hun nakomelingen. In beide gevallen is er sprake van een proces van culturele evolutie dat zich parallel aan het proces van genetische evolutie voltrekt.

Wat menselijke samenlevingen onderscheidt van andere samenlevingen is dat kennis niet alleen via imitatie wordt overgedragen, maar vooral ook via communicatie. Mensen hebben complexe talen tot hun beschikking waarmee kennis op heel nauwkeurige en abstracte wijze kan worden uitgedrukt. Kennis die via taal gecommuniceerd kan worden heet gecodificeerde kennis: het betreft kennis die vervat is in een bepaalde code. Dit kan een gewone taal zijn, zoals Nederlands of Chinees, maar ook een programmeertaal, of wiskundige formules, of het economenjargon. Pas als mensen dezelfde taal spreken kunnen ze van elkaar leren. (Cowan et al. 1997).

In economisch opzicht vormen de overdrachtskosten het belangrijkste verschil tussen gecodificeerde kennis en *know-how*. *Know-how* moet altijd via een proces van herhaaldelijke *face-to-face* interactie overgebracht worden. Zo moeten nieuwe werknemers langdurig worden ingewerkt voordat ze volwaardig meedraaien in het productieproces. Een student moet vele uren maken in het laboratorium om een goede natuurwetenschapper te worden. Om *know-how* over te dragen is dus veel tijd en geld nodig. Gecodificeerde kennis daarentegen kan als informatiepakketje bijna kosteloos verspreid kan worden. Per e-mail stuur je tegenwoordig met één druk op de knop een document naar duizenden mensen tegelijk. Door een pagina te openen op het Internet krijgt de hele wereld toegang tot gecodificeerde kennis. Daarom is de ICT-revolutie onlosmakelijk verbonden met de transitie naar een kenniseconomie (Foray 2002).

Toch zal in het ICT-tijdperk *face-to-face* interactie niet minder belangrijk worden. De opkomst van Internet heeft er helemaal niet toe geleid dat mensen minder zijn gaan reizen. Een flink deel van de werkende bevolking is weliswaar gaan telewerken, maar doet dat doorgaans maar een keer per week. En hoewel bedrijven via Internet gemakkelijk kunnen communiceren met bedrijven in het buitenland, komen ze toch bij elkaar als ze een contract moeten afsluiten.

Waarom is *face-to-face* interactie in de kenniseconomie toch zo belangrijk? Ten eerste kan overdracht van gecodificeerde kennis alleen plaatsvinden tussen personen die dezelfde code hanteren. Om die code te leren is *face-to-face* interactie nodig. Ten tweede wordt gecodificeerde kennis economisch pas waardevol op het moment dat het gecombineerd wordt met *know-how*. Voor de overdracht van *know-how* is *face-to-face* interactie noodzakelijk. Het is daarom niet verwonderlijk dat, ondanks de exponentiële stijging in het aantal wetenschappelijke artikelen, octrooien en websites, de arbeidsproductiviteit gewoon lineair blijft stijgen. *Know-how* is

nog even schaars als pakweg twintig jaar geleden. Technologie is en blijft gewoon mensenwerk.

Hoewel gecodificeerde kennis heel andere eigenschappen heeft dan *know-how*, kan ook het proces van gecodificeerde kennisproductie worden opgevat als een evolutionair proces. Dit laat zich mogelijk het beste illustreren door te kijken hoe wetenschappelijke kennisproductie verloopt. Wetenschappers die tot een nieuw inzicht zijn gekomen, codificeren hun bevindingen in de vorm van wetenschappelijke artikelen. In hun artikelen staan ook verwijzingen naar oudere artikelen. Deze verwijzingen, of citaties, geven aan op welke bestaande ideeën een nieuw artikel voortborduurt. De meeste nieuwe inzichten zijn immers kleine variaties op bestaande thema's. Met citatiegegevens kun je dan tekstuele stambomen in kaart brengen, waarbij de afkomst van een artikel wordt weergegeven door de geciteerde artikelen die zelf weer afstammen van andere artikelen, en zo verder. Zo kun je elk nieuw wetenschappelijk artikel dus opvatten als een recombinaatie van ideeën die vervat zijn in oudere artikelen.

Tegelijkertijd geven de citaties ook het evolutionaire succes aan van ideeën. Sommige artikelen worden heel vaak in andere artikelen geciteerd. De ideeën in zulke artikelen hebben zich dus succesvol weten te verspreiden onder de populatie van wetenschappers. De meeste artikelen worden echter niet of nauwelijks geciteerd. Deze artikelen worden dus genegeerd en allengs vergeten. Er is dus sprake van een continu proces van variatie en selectie (Leydesdorff 1995).

Op soortgelijke wijze kunnen ook citaties tussen octrooien worden onderzocht of hyperlinks tussen websites. In al deze gevallen kan de ontstaansgeschiedenis van nieuwe ideeën gereconstrueerd worden als een evolutionair proces van recombinaatie, zoals dat wordt weergegeven door een stamboom. Een verschil tussen tekstuele en biologische stambomen is dat er geen sprake is van generaties van documenten in strikte zin. Een nieuw document kan voortbouwen op alle documenten die ooit in het archief zijn opgeslagen. Zo kan het dus gebeuren dat heel oude ideeën herontdekt worden en opnieuw worden geïnterpreteerd in het licht van de meer recente kennisontwikkelingen. In de evolutie van kennis wordt de geschiedenis telkens weer herschreven.

Een interessante onderzoeksvraag is of succesvolle ideeën andere stamboomstructuren hebben dan mislukte ideeën. Met andere woorden, komen doorbraken in ons denken op een specifieke manier tot stand? Een van de hypothesen die men kan ontwikkelen is dat de meer interessante ideeën tot stand komen door een recombinaatie van meer verschillende ideeën. Immers, de combinatie van heel verschillende inzichten leidt als vanzelf ook tot iets nieuws. Zo ontstaan nieuwe vakgebieden vaak op het snijvlak van twee of drie disciplines en blijkt dat innovatieteamen in bedrijven creatiever zijn als mensen met verschillende achtergronden bij elkaar worden gezet. Dit is een hypothese die aan de hand van citatiegegevens beantwoord zou kunnen worden.

Een tweede vraag is waarom bepaalde personen creatiever zijn in het ontwikkelen van nieuwe kennis dan anderen. Het beeld van de eenzame genie die op zolder een *eureka*-moment beleeft past niet goed in een evolutionair perspectief. Kennis-

productie is juist een gezamenlijke onderneming. Juist omdat nieuwe kennis altijd voortbouwt op bestaande kennis, zijn sociale netwerken van groot belang voor creativiteit. Steeds meer artikelen en octrooien komen tot stand via coauteurschappen. Aan de hand van gegevens over coauteurschappen kan het sociale netwerk van wetenschappers en ingenieurs in kaart worden gebracht. Op basis van de sociologische netwerktheorie is te verwachten dat mensen met een centrale netwerkpositie eerder in staat zullen zijn om doorbraken in kennis tot stand te brengen. Een centrale positie stelt hun in staat verschillende typen kennis samen te brengen in een geheel nieuwe configuratie (Fleming et al. 2007).

Een derde vraag is waarom bepaalde doorbraken in het denken nu juist in bepaalde steden van de wereld ontstaan. Zoals gezegd zijn doorbraken zeldzaam, omdat hiervoor de juiste personen met de juiste voorkennis bij elkaar moeten komen. Dat zal veel eerder voorkomen in steden waar veel kenniswerkers verblijven (zoals in Eindhoven) dan in steden waar maar weinig kenniswerkers zijn (zoals in Luik). Daarom is kritische massa van belang voor kennisproductie. Een recente studie heeft aan de hand van *scaling laws* inderdaad aangetoond dat kennisproductie meer dan evenredig plaatsvindt in de grootste steden (Pumain et al. 2006).

Ook tussen landen bestaan grote verschillen in de aard en omvang van kennisproductie. Nederland doet het heel goed op het gebied van wetenschap, maar veel minder goed op het gebied van *Research and Development* (NOWT 2010). Op het niveau van landen ligt het meer voor de hand om verschillen in kennisproductie te relateren aan nationale instituties. Nationale innovatiesystemen verschillen in de wijze waarop bedrijven, universiteiten en overheidsinstellingen samenwerken in een land. Innovatiesystemen beschrijft men doorgaans door de interacties tussen bedrijven, universiteiten en overheidsinstellingen in kaart te brengen. Vervolgens kunnen internationale verschillen in de aard en het aantal innovaties in verband worden gebracht met verschillen in nationale instituties, bijvoorbeeld ten aanzien van subsidieprogramma's, intellectueel eigendom, regulering en overlegstructuren.

Spin in het web van innovatiesystemen zijn de zogenaamde *knowledge-intensive business services*, afgekort KIBS (Miles et al. 1995). Deze dienstverleners staan bedrijven bij in hun innovatieprocessen. Voorbeelden van KIBS zijn ingenieursbureaus, adviesbureaus en softwarebedrijven. Technische universiteiten nemen ook steeds vaker deze ondersteunende rol op zich. KIBS zijn zo belangrijk omdat zij een kijkje in de keuken krijgen bij veel bedrijven. De inzichten die worden opgedaan in het ene bedrijf kunnen weer worden toegepast in andere bedrijven. KIBS verspreiden dus ideeën die anders buiten bereik van bedrijven zouden blijven.

Een andere belangrijke ontwikkeling is dat kennisproductie zich in rap tempo internationaliseert. Nationale innovatiesystemen kunnen dus niet worden begrepen zonder de mondiale context in ogenschouw te nemen. Je zou zelfs kunnen beweren dat het hele idee van een nationaal innovatiesysteem achterhaald is. Universiteiten en multinationals opereren in een internationale context en de meeste innovatieve bedrijven zijn doorgaans ook exportbedrijven.

In het proces van internationalisering speelt harmonisatie van arbeidsvoorwaarden, van octrooiwetgeving, van technische standaarden en van kwaliteitskeurmerken een grote rol. Dit juridische standaardisatieproces creëert als het ware een mondiaal speelveld waarin kennis zich gemakkelijk verspreidt. Tegelijkertijd kent dit proces winnaars en verliezers. Elk bedrijf zal lobbyen voor regelgeving die juist de eigen technologie bevoordeelt. Denk hierbij bijvoorbeeld aan certificering van biobrandstoffen of octrooien op genetisch gemodificeerde landbouwproducten. Deze regelgeving biedt multinationals de kans om hun kerncompetenties mondiaal te verzilveren ten koste van lokale bedrijven. Een belangrijke vraag is dan hoe het besluitvormingsproces omtrent standaardisatie zo kan worden georganiseerd, dat particuliere lobby's niet de overhand krijgen.

Ook de snel toenemende internationalisering van de arbeidsmarkt voor kenniswerkers verdient onze aandacht. In de Verenigde Staten vertegenwoordigen immigranten inmiddels meer dan de helft van de promovendi. Op Europese universiteiten is eenzelfde trend zichtbaar onder invloed van het Europese integratieproces. Ook de R&D-afdelingen van multinationale ondernemingen rekruteren hun werknemers steeds vaker uit het buitenland. Voor landen die een kennisachterstand hebben, vormt de emigratie van hun talenten een probleem. Zij zien hun menselijk kapitaal vertrekken. Dit fenomeen wordt ook wel aangeduid met *brain-drain*. Tegelijkertijd laat recent onderzoek zien dat emigratie op termijn ook kansen biedt, omdat veel emigranten op latere leeftijd weer terugkeren naar het moederland. In dat geval is er sprake van *brain-gain*. Het zijn vaak remigranten die zorgen voor de geografische overdracht van kennis en deze kennis vervolgens toepassen in de lokale context (Saxenian 2006). We praten niet meer over *brain-drain* en *brain-gain*, maar over *brain circulation*. Een interessante onderzoeksvraag is vervolgens onder welke voorwaarden migranten bereid zijn tot remigratie en welke beleidsinstrumenten landen kunnen ontwikkelen om deze remigratiestromen te vergroten.

5 Samenvatting

De evolutionaire economie biedt in potentie een veelomvattend raamwerk om de verschillende facetten van de hedendaagse kenniseconomie te begrijpen. Het is mijn streven om de komende jaren met mijn collega's te werken aan onderwijs en onderzoek op dit terrein. De ervaringen van het afgelopen jaar met mijn collega's in de leerstoelgroep zijn erg positief. Tevens biedt de inbedding van mijn leerstoel in de *School of Innovation Sciences van de TU Eindhoven* unieke mogelijkheden voor vernieuwend interdisciplinair onderzoek. Op geen enkele plek in de wereld vindt u zes innovatiedisciplines onder één dak: filosofie, geschiedenis, psychologie, sociologie, recht en economie. Voor een atypische econoom als ikzelf, die graag over de grenzen van zijn vakgebied kijkt, is dit een waar walhalla. Ik kijk dan ook uit naar een lange periode van vruchtbare samenwerking.

Auteur

Prof.dr. Koen Frenken is per 1 mei 2009 benoemd tot voltijdhoogleraar Economics of Innovation and Technological Change aan de School of Innovation Sciences van de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e). Koen Frenken (1972) studeerde economie aan de Universiteit van Amsterdam. Vervolgens promoveerde hij cum laude aan dezelfde universiteit en aan de Universiteit van Grenoble. Hij werkte tien jaar als universitair docent en universitair hoofddocent aan de Universiteit Utrecht bij de secties innovatiestudies en economische geografie. In 1997 ontving Frenken een Marie Curiebeurs van de Europese Commissie en in 2007 een Vidi-beurs van NWO. In zijn onderzoek bestudeert hij kennisproductie en technologische ontwikkeling vanuit een evolutionair perspectief. Hij is auteur van het boek *Innovation, Evolution and Complexity Theory* (2006) en van zo'n veertig wetenschappelijke artikelen op het gebied van complexiteitstheorie, evolutionaire economie, economische geografie, scientometrie en innovatiestudies. Homepage: <http://home.ieis.tue.nl/kfrenken>; Email: k.frenken@tue.nl

Literatuurlijst

- Anderson, P. en M.L. Tushman, 1990, Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical model of technological change, *Administrative Science Quarterly*, vol. 35(1): 604-33.
- Arrow, K.J., 1962, The economic implications of learning by doing, *Review of Economic Studies*, vol. 29(3): 155-73.
- Balconi, M., A. Pozzali en R. Viale, 2007, The “codification debate” revisited: a conceptual framework to analyze the role of tacit knowledge in economics, *Industrial and Corporate Change*, vol. 16(5): 823-49.
- Boschma, R.A., K. Frenken en J.G. Lambooy, 2002, *Evolutionaire Economie. Een Inleiding*. Bussum: Coutinho.
- Boschma, R.A. en R. Wenting, 2007, The spatial evolution of the British automobile industry. Does location matter?, *Industrial and Corporate Change*, vol. 16(2): 213-38.
- Cowan, R., P.A. David en D. Foray, 2000, The explicit economics of knowledge codification and tacitness, *Industrial and Corporate Change*, vol. 9(2): 211-53.
- Dahl, M.S. en T. Reichstein, 2007, Are you experienced? Prior experience and the survival of new organizations, *Industry and Innovation*, vol. 14(5): 497-511.
- Dosi, G., 1982, Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change, *Research Policy*, vol. 11(3): 147-62.
- Dosi, G., C. Freeman, R.R., Nelson, G. Silverberg en L. Soete (eds), 1988, *Technical Change and Economic Theory*, London: Pinter.
- Fleming, L., S. Mingo en D. Chen, 2007, Collaborative brokerage, generative creativity, and creative success, *Administrative Science Quarterly*, vol. 52(3): 443-75.
- Foray, D., 2004, *The Economics of Knowledge* (Cambridge MA: MIT Press).
- Frenken, K., 2006, *Innovation, Evolution and Complexity Theory*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Hanusch, H. en A. Pyka, 2007, *Elgar Companion of Neo-Schumpeterian Economics* Cheltenham: Edward Elgar.
- Hidalgo, C.A. en R. Hausmann, 2009, The building blocks of economic complexity, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106(26): 10570-75.
- Hidalgo, C.A., B. Klinger, A.L. Barabasi en R. Hausmann, 2007, The product space conditions the development of nations, *Science*, vol. 317: 482-87.
- Klepper, S., 1996, Entry, exit, growth, and innovation over the product life cycle, *American Economic Review*, vol. 86(3): 562-83.
- Klepper, S., 2002, The capabilities of new firms and the evolution of the U.S. automobile industry, *Industrial and Corporate Change*, vol. 11(4): 645-66.
- Leydesdorff, L., 1995, *The Challenge of Scientometrics. The Development, Measurement, and Self-organization of Scientific Communications*. Leiden: DSWO Press.
- Metcalf, S., 1998, *Evolutionary Economics and Creative Destruction*. London: Routledge.
- Miles, I., N. Katrinos, K. Flanagan, R., Bilderbeek, P. den Hertog, W. Huitink en M. Bouman, 1995, Knowledge intensive business services: their role as users, carriers and sources of innovation, EIMS publication 15, Innovation Program, DGXIII, Luxembourg.
- Nelson, R.R. en S.G. Winter, 1982, *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- NOWT, 2010, *Wetenschaps- en Technologie-Indicatoren 2010*, Den Haag: Ministerie van OCW.

- Porter, M.E., 1980, *Competitive Strategy*, New York: Free Press.
- Prahalad, C.K. en G. Hamel, 1990, The core competence of the corporation, *Harvard Business Review*, vol. 68(3): 79-91.
- Pumain, D., F. Paulus, C Vacchiani-Marzucco en J. Lobo, 2006, An evolutionary theory for interpreting urban scaling laws, *Cybergeo*, 1-20 (electronic journal)
- Saviotti, P.P. en K Frenken, 2008, Trade variety and economic development of countries, *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 18(2): 201-18.
- Teece, D., G. Pisano en A Shuen, 1997, Dynamic capabilities and strategic management, *Strategic Management Journal*, vol. 18(7): 509-33.