

Technologische levenscycli & wetenschap- en technologiebeleid

Derde midterm 'Knowledge Based Economy' collegejaar 2008 / 2009

Auteur: Tomas Zwinkels – Studentnummer: 0529923

Inleiding

Dit essay is de derde en laatste toetsingsopdracht voor het vak 'Knowledge Based Economy' aan de UvA in het collegejaar 2008 / 2009. In het eerste deel zal aandacht besteed worden aan de technologische levenscyclus. Hierbij komen achtereenvolgens het ontstaan, het voortbestaan en de vergankelijkheid van technologie (en technologische systemen) aan bod. In het tweede deel zal (gedeeltelijk op basis van de theorie uit deel één) worden ingegaan op de - al dan niet beperkte - mogelijkheden tot (politieke)interventie op technologische ontwikkelingsprocessen. Overigens wijk ik daarbij enigszins af van de structuur van de opdracht¹.

In relatie tot de eerste opdracht (waarin de nadruk lag op technologie, innovatie en de interactie tussen technologie, wetenschap, economie en het sociaal/institutionele systeem) zal er in dit stuk sterker de nadruk gelegd worden op evolutionaire verklaringen van technologische ontwikkelingsprocessen. Daarbij wordt tevens aandacht besteed aan de eventuele mogelijkheid tot sociaal/politieke invloed in relatie tot het zelforganiserende karakter van deze systemen.

¹ Vraag 1 wordt in deel 1 beantwoord, vraag drie in de eerste helft van het tweede deel en vraag 2 in de rest van het tweede deel.

1. De selectieomgeving: over het ontstaan, voortbestaan en de vergankelijkheid van technologie

Inleiding

Een technologische systeem is opgebouwd uit verschillende technologieën, technologie is op haar beurt weer opgebouwd uit verschillende technieken. Een techniek valt te definiëren als *een toepasbare methode of een toepasbaar middel om een bepaald doel te bereiken*, technologie is *een samenhangend geheel van technieken die relatief autonoom een doel realiseren*. Een technologisch systeem is *een geheel van samenhangende technologieën die onder selectiedruk doelen bereiken met dat wat bereikbaar of beschikbaar is*². Technologie omhelst ook niet fysieke technologie. Deze definitie heeft veel overeenkomst met het idee van 'routines' (Nelson en Winter in Belt en Rip, 1987).

Ik tracht een analytisch onderscheid te maken tussen het *ontstaan* en het *voortbestaan* van technologie. Daarbij operationaliseer ik het ontstaan als de *totstandkoming van het 'idee'* en het voortbestaan als enerzijds *de tijd waarover het idee achter de techniek voortleeft* en anderzijds de (globale) *verspreiding van de technologie*.

Het voortbestaan van een techniek/routine (bijvoorbeeld het verkrijgen van energie uit de splitsing van waterstof) is afhankelijk van haar opname in een technologie (een waterstof auto) waarvan het voortbestaan op haar beurt weer afhankelijk is van de opname in een breder technologisch systeem (een 'waterstof economie'). We kunnen de processen, waarlangs deze opname plaatsvindt, conceptualiseren door te denken in termen van selectieomgevingen. Voorbeelden hiervan zijn: economische selectie, politiek/normatieve selectie en dergelijke. De interactie tussen deze selectieomgevingen valt vervolgens ook weer te conceptualiseren (in termen van 'triple helix', nationale innovatiesystemen, nexus e.t.c.).

Niet alleen het *voortbestaan* van technologie is verre van triviaal, ook het *ontstaan* ervan is een zeer complex proces waarin de interactie tussen verschillende social loci en/of (selectie)omgevingen een belangrijke rol speelt.

Deze selectieomgevingen zijn bovendien *reflexief*: actoren in de systemen anticiperen op toekomstige veranderingen in de algehele selectieomgeving. Op basis van *prospective structures*, passen zij hun handelingen aan. Hiermee beïnvloeden ze zowel de toekomst als elkaars handelingen.

In dit hoofdstuk zal getracht worden om deze complexe dynamiek te duiden.

² Zie mijn eerste midterm opdracht voor KBE

Ontstaan van een techniek: creatieve synthese en emergentie

Een (fysiek stuk) techniek ontstaat niet zomaar. Er is een idee voor nodig. Bijvoorbeeld het idee om wetenschappelijke kennis te gaan uitwisselen met hypertext documenten (internet), om staal dusdanig te manipuleren dat er spiraalvormen ontstaan die in elkaar kunnen draaien (schroefdraad), of om waterstof te splitsen om daaruit energie te verkrijgen (de waterstof motor).

Om op ideeën te komen is kennis nodig en om op specifieke ideeën te komen is specifieke kennis nodig. Nieuwe technologie komt tot stand door het combineren van reeds bestaande technieken en ideeën³. Van den Belt en Rip zien dit als het voornaamste verschil tussen technische en biologische evolutie. Zij citeren Jon Maynard Smith, (een vliegtuigenieur en bioloog):

"In the organic world, once two lineages have diverged for some time, they cannot rejoin. In engineering, two inventions, first developed to perform different functions in different kinds of machine, can be brought together in a single machine; the trolley-bus is a "hybrid" between a bus and a tram" (Smith in Belt en Rip, 1987)

Belt en Rip spreken in dit kader over *creatieve synthese*. Het ontstaan van technologie valt uitstekend met dit kernbegrip te karakteriseren. De nieuwe techniek / het nieuwe idee is creatief en emergent: hoewel de ideeën die aan de totstandkoming van de techniek ten grondslag liggen reeds bestaande ('externe') ideeën als ontstaansvoorwaarde hebben, kan de nieuwe techniek niet tot deze oorspronkelijke gedachtes gereduceerd worden⁴. Er is sprake van synthese, maar dit betreft meer dan het slechts het 'op elkaar stapelen' van al bestaande cognitieve bouwstenen: er ontstaat immers iets nieuws.

Deze bouwstenen (dat wat gesynthetiseerd wordt) zijn echter wel ontstaansvoorwaarden voor de nieuwe techniek⁵. Dosi noemt de gehele verzameling aan gedachtes die voor synthese beschikbaar is de *range of notional possibility's*.

³ Deze technieken hoeven op zichzelf dus niet per definitie 'uit de wetenschap' afkomstig te zijn (het hier gepresenteerde framework is dus geen 'lineair model' (Freeman en Soete, 1983). Er zijn verschillende historische voorbeelden – bijvoorbeeld in het geval van de stoommachine en het vliegtuig – waar de wetenschappelijke 'theorie' achter bepaalde technologie pas ontwikkeld is nadat de technologie zelf al in gebruik was genomen (Dosi et al, 2006)

⁴ Zoals koolstofatomen zich alleen in zeer specifieke omstandigheden omvormen tot een diamant, een object wat vervolgens eigenschappen heeft die op geen enkele manier te reduceren zijn tot de eigenschappen van het koolstofatoom. Zo ontstaan er in mensen ideeën over nieuwe technieken, die op geen enkele manier te reduceren zijn tot de reeds bestaande technieken die aan de originele/emergente technieken ten grondslag liggen.

⁵ Historische verslagen van belangrijke technologische ontwikkelingen lijken dan ook vaak een creatieve combinatie van een kookboek en een reisverslag. Er wordt beschreven 'wat er allemaal samen moest komen' om de ontwikkeling te laten slagen en welke zoektocht (of welk toeval!) voor deze samenkomst nodig was.

Dit is:

“A large set of possibility’s of directions of development, notionally allowed by science” (Dosi in Belt en Rip, 1987)

Reeds tijdens het ontstaan van technologie vindt er dus selectie plaats: slechts dat wat *bedenkbaar* is op basis van het beschikbare (cognitieve / technologische) basismateriaal kan ontstaan⁶.

Sturing op de creatieve synthese als een noodzakelijk coördinatiemechanisme

Als we technologische ontwikkelingsprocessen over een langere periode aanschouwen, dan valt het op hoe weinig creatief deze processen eigenlijk zijn. Reeds een kleine stap van creatieve synthese verwijderd, zijn het patronen die de overhand krijgen. Naast dat wat *bedenkbaar* is komt immers al heel snel de vraag bovendrijven wat hiervan ook *haalbaar* is. Tijdens deze selectieslag valt er - reeds op het niveau van de werkvloer of het instituut - verschrikkelijk veel van dat wat *bedenkbaar* is af, omdat het niet *haalbaar* is. Hierdoor wordt menig idee niet eens geuit: dit is *zelfselectie*: een naar binnen geslagen conceptie van hoe de omgeving op het idee zal reageren op basis waarvan uiten van het idee als niet zinvol wordt gezien. Er is niet alleen sprake van selectie door *bedenkbaarheid* maar men stelt zichzelf ook een *haalbaarheidsvraag* (Belt en Rip, 1987). Dit is een niet te verwaarlozen feedback van ‘het sociale’ op ‘het individu’. Deze (zelf)selectie vervult een belangrijke rol als coördinatiemechanisme, het draagt bij aan de zelforganisatie op dit systeemniveau.

Een cruciaal element in het toetsingskader van de *haalbaarheidsvraag* is het - sociaal geconstrueerde - *doel* van de technologie. Deze *doeldefinitie* is radicaal afhankelijk van de sociale en technologische omgeving. Voor de waterstofauto is dit doel bijvoorbeeld: zorg dat ze een snelheid en actieradius kan halen vergelijkbaar met die van de benzineauto. De sociale omgeving wenst een auto die even snel is en even ver kan komen als een benzine auto (anders is men niet bereid over te stappen), een economische component is hierin onmiskenbaar aanwezig. Onderzoek dat niet direct in lijn ligt met de (opgelegde / gezamenlijke) doeldefinitie of *onderzoeksagenda* wordt gezien als een afwijking van de norm. Dit wordt *bootlegging* genoemd en uit empirische onderzoek blijkt overigens dat het met enige regelmaat voorkomt in R&D afdelingen (Freeman & Soete, 1997 . p245).

Als het *overall doel* eenmaal gedefinieerd is dan kunnen er specifieke verbeteringen gedaan worden om dit doel te bereiken. Nathan Rosenberg spreekt in dit kader over *focussing devices* en *inducement mechanisms* (Rosenberg, 1976), dit zijn de ‘inherent logische’ punten waarop een technologie te verbeteren valt. Volgens Rosenberg zijn deze mechanismen de voornaamste kracht achter technologische ontwikkeling. Thomas Hughes (1987) spreekt in dit kader over *reversed salients* (de bottlenecks) : dat wat verbeterd wordt is meestal dat wat ‘het meeste achterliep ten opzichte van de

rest van de technologie' / het technologische systeem. Contact met gebruikers (waarover later meer) is vaak belangrijk om vast te stellen welke verbeteringen *marktkans* hebben (Lundvall, 1988, p 352)⁷.

Naast de doeldefinitie zijn er ook nog belangrijke andere coördinatiemechanismen die invloed hebben op het *ontstaan* van bepaalde technieken en technologie. Van Lente (1998) wijst ons op het belang van zogenaamde *prospective structures*: tussen hen die deelnemen aan interactie ontstaat er een gezamenlijke definitie van de toekomstige structuur. Deze structuren gaan in de loop der tijd een belangrijke rol spelen voor het ontwikkelingsproces. Sahal (1985) spreekt over een *possibility space* waarin *guideposts* de actoren de weg wijzen door *innovation avenues*. Bepaalde actoren (*translator spokesman*, Callon 1986) werpen zichzelf op als de visionairen van deze toekomst. Zij schetsen een toekomstige *actor world* waarin de werking van de technologie reeds in relatie tot de gehele samenleving is gedefinieerd. Aangezien deze toekomstige structuren vanzelfsprekend veel invloed hebben op gevestigde en toekomstige belangen, is deze toekomstdefinitie niet zelden onderwerp van conflict (Freeman & Soete, 1997, p263).

Bovenstaande begrippen beschrijven patronen die een sterk selectieve werking hebben op het ontstaan van technologie. Ideeën die niet direct relevant zijn voor de prospective structure, blijken een sterk verkleinde kans tot ontstaan te hebben. Immers: als gevolg van de prospective structure vind er agenda-setting plaats. In het kader hiervan wordt bepaalde kennis verzameld en bepaalde kennis niet. Belt en Rip (1987) beschrijven hoe ook het zoeken naar oplossingen en nieuwe technologie als een routine / technologie gezien kan worden (op deze routines zelf werkt overigens ook weer selectiedruk, zie hier een voorbeeld van de reflexiviteit van de selectieomgevingen). Welke informatie wel en niet wordt 'gezocht' heeft dus grote invloed op de specifieke creatieve syntheses die zich kunnen voordoen. Een specifieke synthese heeft immers bepaalde kennis als ontstaansvoorwaarde. Wanneer deze kennis niet is geproduceerd of verzameld dan kunnen bepaalde syntheses simpelweg niet plaatsvinden.

Naast gedeelde doelstellingen en toekomstvisies heeft ook de markt grote invloed op het ontstaan van nieuwe technologieën. Om bepaalde *possibility spaces* te kunnen verkennen moeten immers resources (manuren / instrumenten e.t.c.) vrijgemaakt worden. Hiervoor is interactie met het management en de geldschieter nodig. Zij zullen de *haalbaarheidsvraag* meestal in een overtreffende trap stellen.

Interactie geeft vorm aan de handelingen van individuele actoren en stuurt deze dusdanig dat ze aan het maatschappelijk gedefinieerde doel zullen bijdragen. Het heeft echter wel tot gevolg dat bepaalde creatieve syntheses (op een bepaald moment in de tijd) simpelweg niet zullen plaatsvinden. Alhoewel we hier niet per definitie een moreel oordeel aan hoeven te hangen zullen er in het tweede deel van deze opdracht enkele cultuurelementen en beleidsinstrumenten behandeld worden die er (impliciet dan wel expliciet) op gericht zijn om de *range of notional possibility's* uit te breiden.

⁷ Als gevolg hiervan kunnen we enige vraagtekens zetten bij het idee dat deze inducement mechanisms zuiver 'technologisch' zijn.

Een specifieke technologie kan ontstaan wanneer

- hij 'bedenkbaar' is. Oftewel: er (cognitieve)ruimte is waarin de creatieve synthese van de specifieke ideeën waarop de technologie gebaseerd is mogelijk is. Beschikbare resources spelen hierin een cruciale rol.
- het idee achter de technologie niet dusdanig in strijd is met het idee van *haalbaarheid* zodat het idee, in een proces van zelfselectie, niet geuit wordt.

Voortbestaan: van klein naar groot(s)

Zoals in de inleiding reeds aangehaald is, is het voortbestaan van een techniek (*de tijd waarover het idee achter de techniek voortleeft* en anderzijds de (globale) *verspreiding* van de techniek) afhankelijk van haar opname in een technologie, waarvan het voortbestaan op haar beurt weer afhankelijk is van de opname in een breder technologisch systeem. We kunnen de processen waarin deze opname plaatsvindt conceptualiseren door te denken in termen van selectieomgevingen. In voorafgaande paragrafen is reeds aandacht besteed aan selectiemechanismen die invloed hebben op welke technologie *ontstaat*. In deze paragraaf komen de selectiemechanismen aan bod die invloed hebben op het *voortbestaan* van technologie. Achtereenvolgens worden behandeld: de economische selectieomgeving, de politieke selectieomgeving en de kennissector als selectieomgeving.

De economische selectieomgeving

Het idee van de economie als *selectiemechanisme* wordt uitvoerig beschreven door Rosenberg in *the direction of technological change* (Rosenberg, 1976). De economie heeft volgens Rosenberg niet zozeer invloed op het ontstaan van technologieën (dit is volgens haar voornamelijk een 'intrinsiek logisch traject') als wel op het voortbestaan ervan. De basisgedachte hierachter is eenvoudig: voor het voortbestaan van een technologie is het cruciaal dat zij verspreid wordt; deze verspreiding kan plaatsvinden door aankoop. Economisch denkende actoren zullen een technologie slechts dan aankopen wanneer deze een kostenbesparing tot gevolg heeft, dan wel kan voorzien in een (al dan niet latente) behoefte waarin andere technologieën niet (of minder goed) kunnen voorzien. Deze verbeterde behoeftebevrediging heeft vaak de vorm van een verbeterde omzetting. Immers het doel van een technologie is vaak omzetting (bijvoorbeeld waterstof in energie). Tijdens technologische ontwikkelingen worden dan de 'omzetratio's' verbeterd. (Positieve) trends in omzetratio's veranderen de relatieve beschikbaarheid van bepaalde resources (de 'doelstoffen' van de omzetting) en hebben daarmee ook een sterke economische relevantie (Sahal, 1981). Kern van de economische selectieomgeving is de selectie van technologieën met als uitgangspunt kostenbesparing en/of superieure behoeftebevrediging.

Dit is niet slechts een lineair proces waarin de economie selecteert op dat wat tijdens het ontstaan beschikbaar is gekomen. Het investeringsgedrag van economische actoren heeft immers tevens veel invloed op het *ontstaan* van technologieën. Joseph Smookler (1962) heeft laten zien dat er sprake is van een *lead-lag*. Technologische ontwikkelingen (door hem geoperationaliseerd als het aantal patenten in

een bepaald domein) lopen achter op de investeringen in dit domein. Dit suggereert dat economische ontwikkelingen meer oorzaak dan gevolg zijn van technologische ontwikkelingen. Uit de rest van dit essay valt op te maken dat dit een wat overgesimplificeerde benadering is. In aanvulling hierop zijn er vraagtekens te zetten bij deze 'patent operationalisering' van technologische ontwikkeling.

Bepaalde technologieën kunnen moeilijk naast elkaar geproduceerd dan wel gebruikt worden. Er is dan ook nog een derde set aan theoretische begrippen die de aandacht verdient waar het de economische selectieomgeving betreft. Dit betreft theorieën over *lock-ins* en padafhankelijkheid. Een voorbeeld hiervan is een videoformaat (de afspeelapparatuur moet 'matchen' met de datadrager) of een software pakket dat een bepaald besturingssysteem vereist. Er is sprake van een situatie waarin de (sociale)omgeving zich dusdanig heeft ingesteld op het gebruik van een bepaalde technologie, dat het gebruik van een alternatieve technologie onmogelijk is (of zeer hoge 'transactiekosten' met zich meebrengt). Deze lock-in (of padafhankelijkheids) effecten vormen een cruciaal element in de economische selectieomgeving. Ze zorgen er enerzijds voor dat ogenschijnlijk succesvolle producten toch weggeselecteerd worden, omdat ze door lock-in effecten 'uit de markt gedrukt worden' . Anderzijds kunnen nieuwe technologieën/producten vaak moeilijk voet aan de grond krijgen door reeds bestaande lock-ins op andere (oudere) producten (Leydesdorff, van den Besselaar 1998). Voor hun voortbestaan zijn deze technologieën aangewezen op overleven in een niche-markt, of op een algehele systeem omwenteling (technologische paradigma shift, met *lock-out*), waarna zij eventueel de nieuwe standaard kunnen worden (hierover later meer). Niet iedere technologie is overigens even gevoelig voor lock-in effecten.

Een technologie kan op (een van) de volgende manier voortbestaan onder de druk van de economische selectieomgeving.

- Gebruik van de technologie voorziet (beter dan een andere technologie) in een (latente) behoefte.
- Implementatie van de technologie heeft een kostenbesparing tot gevolg

Indien het een 'lock-in gevoelige' technologie betreft dan moet zij tevens:

- een dominante lock-in op de eigen standaard zien te realiseren
- of overleven in een niche markt.

De politieke selectieomgeving

In de meest nauwe definitie stelt de politieke selectieomgeving (op basis van wetgeving) de kaders waarbinnen de andere selectieomgevingen kunnen opereren. Het politieke systeem definieert bijvoorbeeld de handelswetgeving en stelt wetgeving op die overtreding van handelsregels sanctioneert.

Meer specifiek kan zij bepaalde ontwikkelingen als 'moreel onwenselijk' definiëren en daarmee kan de politiek in enkele gevallen zeer veel invloed uitoefenen op de ontwikkeling van technologie; een voorbeeld hiervan is het (overigens recent opgeheven) verbod op stamcelonderzoek in de Verenigde Staten⁸.

Een veel gebruikte illustratie van een meer fijnmazige werking van de politieke selectieomgeving betreft het patentsysteem. Van de Belt en Rip (1987) beschrijven in *The Nelson-Winter-Dosi model and synthetic dye chemistry* uitvoerig hoe de veranderingen in het Duitse patentsysteem gezien kunnen worden in relatie tot veranderingen in de chemische industrie. De aard van industriële ontdekkingen aldaar was dusdanig dat deze onder de oude patentwetgeving niet meer beschermd was. In het nieuwe patentsysteem was dit wel zo. Het nieuwe patentsysteem was een 'sociale prestatie die zorgde voor oplossingen voor een nieuw probleem' (Belt en Rip, 1987, p155). Opvallend in dit verhaal is de reflexiviteit van het politieke systeem. Belt en Rip laten zien dat wetgeving weliswaar als kader functioneert nadat zij is vastgesteld, maar dat zij alles behalve in een vacuüm tot stand komt.

Patentwetgeving is ook om andere redenen interessant. We zien hier hoe de politieke selectieomgeving vorm probeert te geven aan de economische selectieomgeving: omdat er sprake is van een onvermijdelijke *overflow of spil*' van kennis tussen bedrijven onderling is er behoefte aan wetgeving die bedrijven in staat stelt om initiële investeringskosten terug te verdienen. Het patent-systeem poogt een *free-riders* probleem op te lossen met de verwachting de markt hierdoor beter te laten functioneren⁹. Belt en Rip zien patenten als een *nexus*. Zij definiëren een nexus als een sociaal instituut dat als doel heeft om de interactie tussen *trajectory* en selectieomgeving vorm te geven. Het is een systeem-innovatie, een sociale technologie die ontwikkeling en selectie met elkaar in harmonie brengt.

Alhoewel de politieke selectieomgeving dus kaders stelt, wordt zij zelf ook sterk beïnvloed door andere (selectie)omgevingen. Het politiek/sociale systeem en technologische ontwikkeling dienen zich in hun ontwikkeling constant op elkaar aan te passen. Omdat er sprake is van reflexiviteit en interactie tussen de verschillende selectieomgevingen ontstaat er een complexe 'triple helix' dynamiek (Mowery, 2005)¹⁰.

⁸ <http://www.elsevier.nl/web/Nieuws/Buitenland/Obama-heft-beperkingen-stamcelonderzoek-op.htm>

⁹ Overigens kunnen we ons tenzeerste afvragen of bedrijven indien deze overflow niet zou bestaan (en ze dus in staat zouden zijn om een technologische monopoly zouden behouden) nog geprikkeld zouden worden tot innovatie (Callon, 1998).

¹⁰ Overigens is het gehele tweede deel van dit essay geweid aan meer specifieke voorbeelden en mogelijkheden tot politieke 'sturing' van technologische ontwikkelingsprocessen.

Een technologie heeft kans om te overleven in de politieke selectieomgeving:

- Indien haar ontwikkeling/gebruik niet in strijd is met de huidige (en toekomstige) wetgeving.
- Indien zij 'past' binnen het (politieke) systeem in die zin dat er geen al te grote aanpassingen aan het politieke systeem nodig zijn om de technologie succesvol (op grote schaal) te gebruiken of
- Indien het politieke systeem in staat is om een 'nexus' te creëren die de trajectory, waarlangs de technologie zich ontwikkelt, mogelijk maakt binnen de verschillende selectieomgevingen.

De kennissector als selectieomgeving

Onder de kennissector versta ik verschillende sociale loci, waaronder: de universiteit en het private onderzoekslaboratorium¹¹.

In het eerste deel van dit hoofdstuk is uiteengezet dat de meest stringente selectiedruk in de kennissector betrekking heeft op het *ontstaan* van nieuwe ideeën en technologieën. Als gevolg van agenda-setting binnen de 'kennissector' is de range van *notional possibility* klein.

Waar het de rol voor het *voortbestaan* van technologieën in de kennissector betreft, kan grotendeels dezelfde argumentatie opgezet worden als voor het *ontstaan*. *Focussing devices* en *inducement mechanisms* spelen een belangrijke rol waar het de keuze betreft welke technologieën wel en niet de kans krijgen om verder te ontwikkelen. Hierin zijn ook *prospective structures* opnieuw zeer belangrijk. Het voortbestaan van een technologie is cruciaal afhankelijk van de mogelijkheid van deze technologie om een positie te krijgen in een technologisch systeem. Ook hier is het veelal de markt die definieert voor welk 'opname proces' wel en geen resources beschikbaar worden gesteld.

¹¹ Dit zijn niet de enige sociale loci waar zich technologische ontwikkelingsprocessen voordoen overigens: ook de ontwikkeling van nieuwe technologieën 'op de werkvloer' en door beleidsmedewerkers is zeer belangrijk. Toch is er wel sprake van een 'hiërarchie' in die zin dat volgens de maatschappelijke 'functionele definitie' het vooral de taak van de wetenschapper en het onderzoekslaboratorium is om nieuwe technologieën te produceren. Hoewel individuele actoren – vooral waar het incrementele innovatie betreft zeker een rol spelen, is er in praktijk sprake van een scheiding tussen inventie en gebruikersomgeving (van den Besselaar, 1998). Deze scheiding is minder sterk waar het private onderzoekslaboratoria betreft (Steinmueller, 2002) en is tevens niet vrij van kritiek (Lundvall, 1988).

Een technologie /routine kan in de kennisector overleven wanneer

- zij deel uitmaakt (of met enige creativiteit uit zou kunnen maken) van reeds bestaande 'onderzoeksagenda's'
- er specifieke resources beschikbaar zijn die nodig zijn om die de opname van de techniek in een technologie en vervolgens in een technologische systeem te realiseren.

Vergankelijkheid: (creatieve) destructie

Het voortbestaan van technologie duurt niet eeuwig. Ook technologie kent een levenscyclus en deze levenscyclus eindigt met de *creatieve destructie* van de technologie (Schumpeter, 1943). Er heeft een proces van creatieve synthese plaatsgevonden, waardoor er een nieuwe technologie is ontstaan die 'beter' is dan de oude. De opkomst van deze nieuwe technologie maakt de oude technologie *functioneel overbodig* en heeft daarmee haar destructie tot gevolg. Een goed voorbeeld hiervan zien we in de opeenvolgende ontwikkeling van audiodragers (de creatieve destructie van de LP door de cassette, die op haar beurt weer uit de markt werd geduwd door de opkomst van de compact disk (CD)). Zowel de oude als de nieuwe technologie opereert in een selectieomgeving waarin zich lock-in effecten voordoen en hebben voortgedaan. Echter, hoe (snel) de creatieve destructie verloopt en in welke domeinen van het sociale systeem zij als eerste en als laatste optreedt, is sterk afhankelijk van zowel de reeds bestaande integratie van de oude technologie (lock-ins) in het technologische systeem, als van de exacte functionele opbouw van de nieuwe en oude technologie. De oude technologie heeft mogelijk nog bepaalde functionaliteiten, zoals bijvoorbeeld betrouwbaarheid, die haar voortbestaan in een bepaalde niche markt nog enige tijd kan zekerstellen.

Freeman en Perez (1988) en Barras (1989) maken inzichtelijk dat het ontstaan van bepaalde 'alomvattende' technologie (zoals elektriciteit, de verbrandingsmotor, de microprocessor) dusdanige grote systeem veranderingen tot gevolg heeft (met bijbehorende economische consequenties), dat op grote schaal zelf gesproken kan worden van creatieve destructie door elkaar opvolgende technoeconomische paradigma's (Freeman en Perez, 1988, p 47).

Conclusie deel 1

Technologie ontstaat uit de creatieve synthese van reeds bestaande technologische kennis. Technologie kan ontstaan wanneer er een (cognitieve)ruimte is waarin de creatieve synthese van de specifieke ideeën waarop de technologie gebaseerd mogelijk is. De voornaamste selectiedruk tijdens het ontstaan betreft de *bedenkbaarheid (possibility spaces)* en zelfselectie door een naar binnen geslagen sociale conceptie van *haalbaarheid*. Welke creatieve syntheses zich voordoen is afhankelijk van de kennis die verzameld wordt (en die middelen die daarvoor beschikbaar zijn). Een cruciaal element voor dit toetsingskader is de gezamenlijke doeldefinitie van de technologie en het technologische systeem. *Prospective structures* spelen hierin een belangrijke rol.

Het voortbestaan van een techniek is afhankelijk van haar opname in een technologie, waarvan het voortbestaan vervolgens weer afhankelijk is van de opname in een technologisch systeem. De processen waarlangs deze opname wel of niet plaatsvindt, zijn te conceptualiseren door te denken in selectieomgevingen. Als het doel van de techniek niet bijdraagt aan het doel van de technologie zal het niet worden opgenomen. Als de technologie niet bijdraagt aan de doelen van het technologische systeem, zal deze niet worden opgenomen. Technologie kan voortbestaan in de economische selectieomgeving wanneer zij een kostenbesparing tot gevolg heeft en/of (beter) voldoet aan (latente) behoeftes. Indien het lock-in gevoelige technologie betreft, dan kan zij slechts voortbestaan in een niche-markt of door een lock-out. In de politieke selectieomgeving moet zij niet in strijd zijn met (toekomstige) wetgeving, voor meer alomvattende technologie is het voortbestaan afhankelijk van de politieke mogelijkheid om een nexus te creëren tussen trajectory en selectieomgeving. De kennissector is de sociale loci waar voornamelijk het *ontstaan* van technologie plaatsvindt.

Zowel het ontstaan als het voortbestaan gebeurt in een strenge selectieomgeving; deze is cruciaal als coördinatiemechanisme. De compatibiliteit tussen techniek, technologie en technologisch systeem is geen statische waarde. Immers: de samenleving en haar technologische systemen evolueren (in de gedefinieerde selectieomgeving). Soms zijn er dusdanig grote veranderingen in het gehele systeem nodig (omdat padafhankelijke processen uit het verleden tot lock-ins op sterk verouderde technologie hebben geleid) dat creatieve destructie van een volledig technologisch systeem nodig is om 'een stap verder' te komen in de ontwikkeling.

2. Kennis, wetenschap en technologie beleid (van micro tot macro)

Inleiding

In het eerste deel van dit essay is er uitgebreid aandacht besteed aan de levenscyclus van technologieën. Er is inzichtelijk gemaakt dat zich een complexe evolutionaire dynamiek voordoet die van belang is voor het *ontstaan* alsmede het *voortbestaan* van bepaalde technologieën. Deze theorieën (voornamelijk de sociaal constructivistische theorieën) schrijven relatief veel macht toe aan menselijke agency. Op basis van deze theorieën valt te verwachten dat rationele menselijke interventie op de technologische ontwikkelingsprocessen mogelijk zijn (van Lente, in Besselaar 1998). In dit tweede deel behandel ik de mogelijkheid (en wenselijkheid) van deze (politieke) interventie op technologische ontwikkelingsprocessen. Er zal duidelijk worden dat er een ruimte/tijd dimensie aan interventie kleeft: niet op alle niveaus en niet overal in het sociale systeem is succesvolle interventie even goed mogelijk. Succesvol ingrijpen, blijkt tevens afhankelijk van de fase waarin het technologische ontwikkelingsproces zich bevindt, over dit alles later meer.

De reflecties in dit hoofdstuk bewegen zich van klein naar groot: we beginnen met organisaties (en manieren waarop zij hun kennisbasis kunnen vormgeven) en we eindigen op wereldschaal. Op ieder niveau zullen verschillende in de literatuur behandelde beleidsinstrumenten beschreven worden en aan het eind van ieder deel volgt een korte uiteenzetting van mogelijkheden tot politieke interventie aldaar. Ik zal tevens de relaties schetsen met het in deel één beschreven theoretische werk.

Kennis, wetenschap- en technologie beleid op micro-niveau

Voor het ontstaan van technologie is de creatieve synthese van bepaalde gespecialiseerde kennis nodig. In tegenstelling tot algemeen gedistribueerde *common-sense knowledge* (Garfinkel in Scott, 2001) is gespecialiseerde kennis een selectief gedistribueerd fenomeen. Gespecialiseerde kennis zit in bepaalde hoofden (Nonaka in Biggiero, 2001, pp 211 ; Dosi et al, 2006, pp 1452), staat op specifieke stukken (digitaal)papier of zit in beperkt toegankelijke databases (Hansen et al, 1999). De gespecialiseerde kennis waartoe een organisatie toegang heeft, kan gedefinieerde worden als haar *kennisbasis*. Niet alle kennis is dus overal. Uit deze vanzelfsprekende observatie volgen een drietal logistieke vragen: hoeveel gespecialiseerde kennis heeft een specifieke organisatie nodig, hoe wordt de kennisuitwisseling binnen de organisatie georganiseerd en hoe wordt kennisuitwisseling met de omgeving georganiseerd?

Het benodigde formaat van de kennisbasis

Hoe groot de kennisbasis van een organisatie dient te zijn, is afhankelijk van het soort organisatie. Ik behandel als ideaaltypische voorbeelden: de onderneming, NGO's en universiteiten.

Voor ondernemingen is het benodigde formaat van de kennisbasis afhankelijk van de specifieke *innovatiestrategie* die ze wensen te hanteren (Freeman & Soete, 1997). Bij een *offensieve strategie* (een strategie die erop is gericht om marktleider te zijn daar waar het nieuwe producten betreft) heeft de onderneming een grote en goed georganiseerde kennisbasis nodig. Deze ondernemingen moeten aan fundamenteel onderzoek doen. Zowel om 'kennis die niet extern beschikbaar is' zelf te creëren (Freeman & Soete, 1997, p268), als om zichzelf toegang te verlenen tot belangrijke kennisnetwerken (Rosenberg, 1990). Voor ondernemingen die een *defensieve strategie* hanteren is de benodigde kennisbasis kleiner: deze ondernemingen investeren 'slechts' in R&D als een soort verzekering met betrekking tot toekomstige ontwikkelingen. Echter, 'als de tijd rijp is' dan dient de kennisbasis afdoende te zijn om 'mee te kunnen komen'. Indien een onderneming een *imitatie- en/of afhankelijke strategie* hanteert dan is zij voor haar kennisbasis afhankelijk van de kennisbasis van de grote ondernemingen waaraan zij levert. Er is overigens een tendens te zien waarin grote ondernemingen in toenemende mate technische ondersteuning leveren aan hun 'first-tie' leveranciers (Freeman en Soete, 1997, p281).

Met betrekking tot het formaat van de kennisbasis van ondernemingen is politieke interventie zowel lastig als overbodig; het valt te verwachten dat marktwerking hierin de juiste prikkels geeft tot een optimaal formaat van kennisbasis.

Ook voor andere - niet commerciële - organisaties spelen efficiëntie-overwegingen een belangrijke rol. NGO's hebben idealiter een grote kennisbasis, maar zullen deze kennisbasis onvermijdelijk toespitsen op die kennis die zij relevant achten om hun doelstellingen te bereiken.

Aangezien universiteiten streven naar de productie van nieuwe en hoogwaardige kennis zal voor hen voornamelijk gelden: hoe groter de kennisbasis hoe beter. In ons ideaalbeeld is de universiteit een instituut van universele kennis. Waar het betrekking heeft op het wetenschappelijke veld zouden overheden ervoor moeten waken dat hun universiteiten een zo breed mogelijk kennisbasis behouden. Dit is voornamelijk een zaak van voldoende financiering om universiteiten daartoe in staat te stellen.

Vormgeven van de kennisuitwisseling in de organisatie

Binnen iedere kennisintensieve organisatie is er sprake van arbeidsdeling en specialisatie waar het de opslag en productie van gespecialiseerde kennis betreft. De *kennisbasis* van een organisatie is de kennis waartoe zij mogelijk toegang heeft, maar ook binnen organisaties zit niet alle kennis in een ieders hoofd. In deel één is uiteengezet hoe de creatieve synthese van specifieke kennis nodig is om bepaalde technologieën (oplossingen voor bepaalde problemen) te laten ontstaan. Het probleemoplossend vermogen van een organisatie is voor een belangrijk deel gebaseerd op haar vermogen om bepaalde kennis samen te brengen (Dosi, 1982). Om in termen van het eerdere hoofdstuk te spreken: de wijze waarop een organisatie het veld van *bedenkbare* oplossingen (notional possibility's) kan vergroten, is een logistiek vraagstuk: 'hoe de juiste kennis op de juiste plaats te krijgen?'

Ba

Biggiero beschrijft het concept 'Ba' dat door verschillende Japanse auteurs gebruikt wordt om een succesvolle 'atmosfeer van kennisfusie' te beschrijven.

“‘Ba’ is the context shared by those who interact with each other; through such interactions, those who participate in ‘ba’ and the context itself evolve through selftranscendence to create knowledge. In other words, ‘ba’ is an emerging relationship among individuals, and between an individual and the environment” (Nonaka in Biggiero, 2001)

In de door mij gehanteerde definities ontstaat Ba wanneer er sprake is van opeenvolgende succesvolle creatieve synthese die tot emergente ideeën en technologieën leiden.

Gepersonaliseerde versus gecodificeerde kennisbasis

Hansen maakt een onderscheid tussen het *gepersonaliseerd* en *gecodificeerd* vormgeven van de kennisbasis (Hansen et al, 1999). Beide zijn erop gericht om creatieve synthese tot stand te brengen. Organisaties wiens producten om een sterk probleemoplossend vermogen vragen, forceren kennisuitwisseling door het gebruik van geavanceerde ICT systemen **of** forceren de dialoog tussen verschillende actoren in hun organisatie. In een kennisbasis die gebaseerd is op gepersonaliseerde kennisuitwisseling wordt de kennisuitwisseling vormgegeven door directe 'face-to-face' interactie.

Bij een gecodificeerde strategie is er sprake van kennisuitwisseling door het vergaande gebruik van ICT systemen. Werknemers worden dan opgeleid om reeds ontwikkelde technologieën (waarvan zij het ontwerp uit een database kunnen trekken) te 'fitten' op de problemen waar hun cliënten mee te maken hebben (Hansen et al, 1999). Lundvall (1988) vult hierop aan dat de 'codificeerbaarheid' (en daarmee de mogelijk tot 'communicatie over afstand') van technologische kennis afhankelijk is van de fase van haar ontwikkeling. Voornamelijk gestandaardiseerde en relatief stabiele technologie leent zich voor gecodificeerde communicatie (Lundvall, 1988, p 355).

Als we deze classificatie toepassen op kennisuitwisseling in de academische context dan kunnen we grofweg stellen dat (digitale) tijdschriften de domeinspecifieke gecodificeerde kennisbasis voor een onderzoeksdiscipline vormen¹² en dat wetenschappelijke congressen het voornaamste instituut zijn waarlangs gepersonaliseerde kennisuitwisseling wordt vormgegeven. Met de komst van internet zijn daar natuurlijk nog allerlei - voornamelijk gecodificeerde - kanalen bovenop gekomen.

¹² Het feit dat academici de kennisbijdrage van hun collega's (co-auteurschap) en vakgenoten (in de vorm van citaties) codificeren in de artikelen die zij publiceren, maakt academische publicaties daarmee een razend interessante databron voor onderzoek naar kennisuitwisseling.

Mode 2 onderzoek

Ook de literatuur over het zogenaamde *mode 2* onderzoek beschrijft een *modus* waarin kennisuitwisseling plaatsvindt. Dit 'probleemgerichte' en 'transdisciplinaire' mode 2 onderzoek komt tot stand om oplossingen te zoeken voor problemen die niet met kennis uit één vakgebied opgelost kan worden. Er is een creatieve synthese van zowel fundamentele als toegepaste, zowel disciplinair als interdisciplinaire en zowel expliciete als *tacit* kennis nodig om tot de oplossingen van deze problemen te komen. Hiervoor is een 'dramatic increase of communication density' nodig (Gibbons, 1994).

Democratisering van technologische ontwikkelingsprocessen op het niveau van de organisatie

De actoren die deel uit maken van een organisatie geven deze organisatie vorm. Echter niet al deze actoren zijn 'kenniswerkers', noch is kennis het enige dat zij uitwisselen. Actoren in een organisatie staan dan ook niet alleen in een *kennisrelatie* tot elkaar maar ook in een *machtsrelatie*. Van het gebruik van technologie gaat een sterke machtswerking uit, niet alleen naar de bredere samenleving, maar ook in kleinschalige menselijke interactie (zoals in organisaties) (Willems, 1989). Op basis hiervan valt te verwachten dat zich in een organisatie naast patronen voor kennisuitwisseling er ook structuren ontstaan om vorm te geven aan machtsuitwisseling. Specifieke met betrekking tot technologische ontwikkelingen zijn hiervan enkele interessante observaties gedaan. Zo beschrijft Besselaar (1998) in zijn essay over technologische democratiseringsprocessen verschillende pogingen van (vakbond)intellectuelen om het proces van technologische ontwikkeling te 'democratiseren'. Een voorbeeld hiervan betreft *participatory design* projecten waarbij arbeiders / gebruikers betrokken worden bij de ontwikkeling van nieuwe technologieën (dit betrof veelal inspraak van gebruikers op de ontwikkeling van ICT projecten). Hoewel van den Besselaar sceptisch is over de mogelijkheden tot sturing van technologische ontwikkelingsprocessen op hogere niveaus, geeft hij wel voorbeelden van enkele min of meer succesvolle technologische democratiseringsprojecten op het niveau van organisaties.

Op basis van bovenstaande uiteenzetting kunnen we uitspraken doen over eventueel succesvolle politieke interventies op het niveau van organisaties. Probleemoplossend vermogen is niet voor iedere organisatie even belangrijk. Voor organisaties waarvoor het wel belangrijk is (zoals universiteiten en private onderzoekslaboratoria), is het realiseren van creatieve syntheses cruciaal. Politieke interventie zou hierbij de vorm kunnen hebben van het stimuleren van het gebruik van (gepersonaliseerde dan wel gecodificeerde) *interfaces* waarlangs kennisuitwisseling kan worden vormgegeven.

Aangezien tot dusver is gebleken dat democratisering van technologische ontwikkelingsprocessen het meest succesvol is op het niveau van organisaties (Besselaar, 1999), is er tevens iets voor te zeggen om eventuele (politieke)interventies op dit niveau te laten plaatsvinden. Hoewel dit nog geen zekerheid biedt voor de kwaliteit van deze betrokkenheid, zou de staat inspraakwetgeving tot stand kunnen brengen die de betrokkenheid van *stakeholders* bij technologisch ontwikkelingsprocessen zeker stelt.

Kennis, wetenschap- en technologie beleid op mezzo-niveau

Zodra we het niveau van de organisatie verlaten komen we (binnen de kaders die ik hiervoor hanteer) op het mezzo-niveau. Het voorliggende vraagstuk betreft de manier waarop kennisuitwisseling tussen organisaties wordt vormgegeven en de mogelijkheid tot (politieke)interventie op technologische ontwikkelingsprocessen die uit intra-organisationale kennisuitwisseling voortkomen.

Kennisuitwisseling tussen organisatie en omgeving

Niet alleen de kennisuitwisseling binnen een organisatie, maar ook de kennisuitwisseling met de omgeving is cruciaal voor het probleemoplossend vermogen van een organisatie.

De onderneming

Voor een kennisintensieve onderneming is kennisuitwisseling met andere ondernemingen van groot belang. In hoogmoderne productiesystemen is er immers niet alleen sprake van arbeidsdeling tussen werknemers maar ook van arbeidsdeling tussen organisaties. Dit vraagt om vergaande coördinatie tussen organisaties onderling. Een voorbeeld hiervan wordt gegeven door Biggiero (2001), die de relaties tussen productiebedrijven in de Italiaanse 'biomedische vallei' beschrijft. Voor een succesvolle en concurrerende productie zijn deze ondernemingen genoodzaakt tot intensieve onderlinge communicatie. Biggiero maakt inzichtelijk dat de 'cruciale' kennisuitwisseling hierbij niet via geïnstitutionaliseerde kanalen verloopt maar in zogenaamde *hyper-netwerken*. In het empirisch 'bewijs' dat hij aanhaalt, is overigens wel zichtbaar dat de actoren die deze hyper-netwerken vormen, over het algemeen hoog in de onderneming zitten¹³. Er zijn verschillende sectoren, waarin veel kennisuitwisseling tussen ondernemingen plaatsvindt. Een specifiek voorbeeld hiervan is zichtbaar bij outsourcing van delen van het ontwikkelingsproces naar 'satelliet ondernemingen'. Dit vraagt om intensieve kennisuitwisseling tussen moederbedrijf en haar onderaannemers (van de Belt en Rip, 1987).

Voor innovatieve ondernemingen is ook de kennisuitwisseling met hun 'gebruikers' van groot belang (Besselaar, 1998). Tijdens het gebruik van de technologieën doen consumenten immers belangrijke kennis op over het gebruik hiervan. Lundvall noemt dit *learning by using* effecten (1988,p350). Uitsluitend door goed contact met gebruikers, kan deze kennis gebruikt worden voor verdere (incrementele)product innovaties (Lundvall, 1988, p350). Als opgedane gebruikerskennis niet afdoende wordt gebruikt tijdens het innovatieproces, dan kunnen we spreken over *unsatisfactory innovation*. Overheidssteun aan *gebruikersorganisaties* kan een methode zijn om dit tegen te gaan (Lundvall, 1988, p 356)

¹³ Dit plaatst vraagtekens bij de claim dat er vooral 'tacit' en technische kennis wordt uitgewisseld: hoeveel technische kennis hebben de managers van deze ondernemingen?

Zoals al kort aangestipt kan het voor bepaalde ondernemingen van belang zijn om ook kennisuitwisseling met het academische veld te realiseren. Een niet verwaarloosbaar deel van de kennisuitwisseling vindt momenteel simpelweg plaats door het aannemen van academisch geschoold personeel (Terry & Erwin, 2006). Wanneer een academicus in een onderneming aan het werk gaat zal deze niet alleen zijn opgedane vaardigheden inzetten voor de verwerking en creatie van nieuwe kennis. De (academische) kennis die hij/zij heeft wordt door het aannemen van deze werknemer onderdeel van de kennisbasis van een organisatie. Kennis is immers gepersonaliseerd. Wanneer ondernemingen naast het aantrekken van academisch geschoold personeel ook een meer directe toegang tot academische kennis wensen te hebben, dan kunnen zij daartoe zelf fundamenteel onderzoek doen. Ondernemingen doen dit vooral om zich toegang tot 'externe' kennisnetwerken te verschaffen (Rosenberg, 1999).

De universiteit

De academische wereld is zo vormgegeven dat universiteiten onderling zeer veel kennis uitwisselen. Deze kennisuitwisseling vindt plaats via verschillende communicatiekanalen. Het klassieke kanaal betreft het uitvoerige gebruik van disciplinespecifieke (digitale) tijdschriften. Omdat deze tijdschriften disciplinespecifiek en niet universiteitsspecifiek zijn, lezen vakgenoten van verschillende universiteiten over de gehele wereld elkaars wetenschappelijke artikelen.

Door het sterk toegenomen gebruik van databases en de opkomst van internet is hier overigens een volledig nieuwe dimensie aan toegevoegd. De gehele academische kennisbasis van de afgelopen 10 jaar (en in toenemende mate ook van daarvoor) is direct beschikbaar voor degene die de juiste zoekopdracht weet te formuleren. Dat deze kennis *gecodificeerd* ligt opgeslagen, betekent echter nog niet dat al deze kennis voor iedereen die er toegangsrechten toe heeft, ook echt even toegankelijk is. Immers (in aanvulling op vaardigheid in het formuleren van de juiste zoekopdrachten) voor het *decodificeren* (begrijpen en waarderen) van deze kennis is andere gespecialiseerde (vakspecifieke) kennis nodig.

Zoals reeds benoemd zouden we wetenschappelijke congressen kunnen zien als de instituties waarlangs de *gepersonaliseerde* kennisuitwisseling wordt vormgegeven. Universiteiten zijn als instituut dus zowel ingericht op *creatieve synthese* als op globale kennisdeling¹⁴.

Een bijkomend punt is dat de universiteit van alle instituten waar nieuwe ideeën en technologieën kunnen ontstaan, vooralsnog het meest is vrijgesteld van omgevingsdruk (Shinn & Jamy, 2006). Echter,

¹⁴ Taalbarrières zijn daarin overigens nog steeds een beperkende factor (Ping & Leydesdorff, 2006)

de toenemende coördinatie tussen universiteit, bedrijfsleven en overheid¹⁵ draagt het risico in zich om de maatschappelijke 'range of notional possibilities' nog verder te verkleinen (Mowery & Sampat, 2005).

De universiteit heeft nog een andere systeemfunctie waar ik nog graag bij stil wil staan. Dit betreft het doen van 'hoog risicovolle' verkenningen. Een vaste voet financiering, die niet direct gericht is op winstgevend resultaat, stelt academische actoren in staat om gebieden te verkennen waar een privaat onderzoekslab niet aan zou beginnen. Recente ontwikkelingen in de bio-industrie zijn hier een sprekend voorbeeld van. Biotechnologische verkenningen worden gedaan voor risico van de universiteit / de professor. Zodra de verwachting ontstaat dat een technologie succesvol kan zijn, worden de patenten aangekocht door commerciële partijen (*bron, uit college Olga*).

Ook op mezzo niveau zien we pogingen tot strategische besluitvorming met betrekking tot technologische ontwikkelingsprocessen, zowel door grote ondernemingen als – in toenemende mate – door de overheid.

In de jaren zeventig en tachtig is er een intellectuele beweging ontstaan die streeft naar zogenaamde *human centered system*. De kern van hun benaderingen is dat technologische ontwikkelingen en sociale ontwikkelingen op elkaar moeten worden afgestemd teneinde te zorgen dat technologische vooruitgang ook tot sociale vooruitgang leidt (van den Besselaar, 1998). Hieruit zijn een tweetal beleidsparadigma's ontstaan. In de 'Technology Assesment' (TA) en 'Constructive Technology Assesment' (CTA) literatuur speelt uitvoerige analyse van de sociale gevolgen van bepaalde technologische ontwikkelingen een belangrijke rol. Men streeft naar het creëren van *early warning mechanism* die eventuele onwenselijke *bijeffecten* kunnen zien aankomen. CTA voegt daar een sociaal constructivistische noot aan toe en is voornamelijk gericht op de *gezamenlijke vormgeving* van het ontwikkelingsproces door *stakeholders*¹⁶.

Besselaar is kritisch over het succes van dergelijke TA en CTA trajecten. Door het onvoorspelbare karakter van technologische ontwikkelingsprocessen blijkt het erg moeilijk om goede voorspellingen te doen. Goede voorspellingen kunnen meestal pas gedaan worden als het ontwikkelingsproces reeds in een vergevorderd stadium is en dan "is het al te laat" (hebben zich al allerlei *lock-in* effecten voortgedaan). Daarnaast blijkt het gehele beleidsproces tot veel normatieve discussies te leiden. Handelingen op basis van de verwachte resultaten hebben altijd betrekking op *wenselijkheid* en zijn daarmee onvermijdelijk normatief.

Hoe nu wetenschap- en technologiebeleid op mezzo niveau rationeel vorm te geven? Politieke interventie (waar het de kennisuitwisseling tussen organisaties betreft) zou de vorm kunnen hebben van

¹⁵ Er lijkt sprake te zijn van een toename in zogenaamde 'mode 2' onderzoek (Gibbons, 1994). Of zoals in de inleiding voor dit vak stond te lezen: 'het nieuwe sociale contract tussen universiteit en de bredere samenleving wordt in veel specifiekere termen geschreven dan het oude'.

¹⁶ De relatie met de – in deel één aangestipte - actor-world theorieën is hierin onmiskenbaar aanwezig.

het opzetten en stimuleren van communicatiekanalen tussen organisaties (ondernemingen onderling, NGO's, universiteiten e.t.c.). TA en CTA trajecten (met normatieve discussie) zouden daar deel van uit kunnen maken. De politiek hoeft daarbij niet als passieve speler te opereren. Door deze interfaces voor bepaalde technologische ontwikkelingen wel te creëren en voor andere niet kan zij enigszins vormgeven aan zowel richting als tempo van de technologische ontwikkelingen. De overheid dient er tevens zorg voor te dragen dat ook NGO's (en andere niet 'power players') een stem hebben in dit proces.

Omdat universiteiten verschillende belangrijke maatschappelijke functies hebben (waaronder het realiseren van creatieve synthese tussen zeer uiteenlopende kennis, het vormgeven van globale kennisuitwisseling en het doen van hoogrisicovolle verkenningen en het opleiden van kenniswerkers), zouden overheden er naar kunnen streven om de financiering van universiteiten dusdanig op te zetten dat zij in staat worden gesteld (en geprikkeld) om deze functies optimaal te vervullen.

Regionaal wetenschap- en technologie beleid

Gelocaliseerde karakter van kennis

De productie van kennis (de creatieve synthese) is een geografisch gelokaliseerd proces. Kennis moet er immers voor samengebracht worden. Het realiseren van kennisinteractie heeft daarmee een sterk ruimtelijk element (Frenken, 2008)¹⁷. Hij zet uiteen hoe geografische nabijheid de kans op 'reproductie van een kennisclaim' vergroot. Empirisch onderzoek laat zien dat er sprake is van een 'geografische bias': instituten die bij elkaar in buurt liggen citeren elkaar vaker in hun publicaties. Tussen 1980 en 1990 is deze bias niet kleiner geworden (ondanks het goedkoper worden van vliegtickets en de groei van internet). Op basis van deze gegevens zou men verwachten dat er *agglomeratie voordelen* bestaan voor de productie van kennis¹⁸.

Technopoly, de voordelen en de inrichting

De staat heeft relatief veel invloed op de ruimtelijke inrichting van haar grondgebied. Deze bestaande invloed in combinatie met de ruimtelijke dimensie van kennisproductie opent de mogelijkheid tot politieke interventie op technologische ontwikkelingsprocessen door middel van invloed op ruimtelijke ontwikkeling. Het creëren van zogenaamde *technopoly* (specifieke regio's met een zeer hoge

¹⁷ De andere vormen van 'ruimtelijkheid (cognitief / sociaal) die Frenken onderscheidt zijn naar mijn inzicht simpelweg slechte metaforen (ze wekken suggesties van patronen die zich in werkelijkheid niet voordoen en werken niet verhelderend).

¹⁸ Hierbij kan naar mijn inzicht wel de kanttekening geplaatst worden deze data inmiddels bijna 20 jaar verouderd is en dat er momenteel een onmiskenbare toename te zien is in de hoeveelheid kennis die via internet wordt uitgewisseld. Hiermee zijn de agglomeratievoordelen van kennisproductie stukke kleiner geworden. Hoeveel kleiner blijft een empirische vraag.

concentratie kennisintensieve ondernemingen en andere kennis- en technologie gerelateerde organisaties) en *science parks* maakt dan ook deel uit van het industriële beleid van bijna alle OECD landen (Lundvall, 1988, pp 364). Het enthousiasme waarmee deze technopoly uit de grond zijn gestampt is niet op de laatste plaats te begrijpen als een reactie geïnspireerd op het grote succes van een aantal exemplarische technopoly zoals het - op ICT gerichte¹⁹ - high-tech industriegebied Silicon Valley in Californië.

Beleidsinstrumenten die van deze ruimtelijke benadering uitgaan hebben voornamelijk betrekking op het vergroten van de waarschijnlijkheid van positieve creatieve syntheses. Door kennis te concentreren wordt immers de kans vergroot dat ideeën elkaar tegenkomen. Een succesvolle technopoly vraagt dan ook om een specifieke ruimtelijke inrichting. Op basis van de *creatieve synthese theorie* zouden overheden moeten zorgen voor de aanwezigheid van fysieke ruimtes waarin 'botsing' tussen kennis tot stand kan komen. Denk aan: congrescentra, een wetenschapscafé, horeca in de buurt van high-tech industrie en dergelijke. Een belangrijke aanvulling hierop wordt gegeven door Richard Florida. Volgens hem zijn er bepaalde mensen die de 'experts van de kennisbotsing' genoemd kunnen worden, de zogenaamde *creatieve klasse*

"The distinguishing characteristic of the creative class is that its members engage in work whose function is to "create meaningful new forms." The super- creative core of this new class includes scientists and engineers, university professors, poets and novelists, artists, entertainers, actors, designers, and architects, as well as the "thought leadership" of modern society: nonfiction writers, editors, cultural figures, think-tank researchers, analysts, and other opinion-makers" (Florida, 2002)

Florida stelt vervolgens dat het economische succes van steden en regio's grotendeels staat of valt met het succes om deze 'experts van de creatieve synthese' aan zich te binden. Aangezien deze creatieve klasse bepaalde eisen stelt aan de leefomgeving (zij moet 'kort door de bocht gesteld' inspirerend en tolerant zijn), doen overheden er – ook economische gezien - dus goed aan om regio's dusdanig in te richten dat ze deze creatieve klasse aanspreken.

Naast het 'vergroten van de kans op botsing van belangrijke kennis' zijn er ook nog allerlei andere (economische) argumenten voor overheden om een technopoly te willen creëren. Of deze bedrijven er nou daadwerkelijk van profiteren (in de vorm van kennisbotsing) of niet, de vestiging van een hoogtechnologische onderneming veroorzaakt in ieder geval allerlei positieve externalities.

Naast de mogelijkheid van technologische kennis om zich door een gecodificeerd of gepersonaliseerd kanaal 'van wetenschap naar industrie' te bewegen is er nog een derde vorm van *incubation* van wetenschappelijk kennis die veel aandacht geniet: de zogenaamde *spin-off* ondernemingen. Kort samengevat zijn dit bedrijven die worden opgericht door academici 'met een goed idee'. Als verdere

¹⁹ Hier gaat enige logica van uit met in het achterhoofd dat de microchip / informatietechnologie als meeste recente alomvattende techno-economische paradigma gezien wordt (Barras, 1989).

ontwikkeling van bepaalde - in een academische context tot stand gekomen – technologie om zeer veel kennis vraagt, dan kan het (ook maatschappelijk gezien) efficiënt zijn om de academici zelf te laten pogen hun technologie verder te ontwikkelen en op de markt te zetten. *Spin-off* ondernemingen doen het beter dan grote ondernemingen waar het *radicale* uitvindingen betreft. Tevens hebben zij het voordeel dat ze flexibel zijn en dat de interne communicatie over het algemeen zeer goed verloopt. Daarnaast spelen motivatie, lage kosten, voorsprong qua beschikbare tijd en ontwikkelingswerk een rol. Risico's zijn o.a. beperkte toegang tot financiële middelen, problemen in de omgang met overheidregulering en een gebrekkige expertise op het gebied van management (Freeman & Soete, 1983). Voor het opdoen van deze kennis kunnen spin-off ondernemingen hierbij geholpen worden door zogenaamde *incubator facilities*. Naast management expertise kunnen dergelijke faciliteiten ook bepaalde diensten betreffen (kantoorruimte, secretariële ondersteuning) en - niet te vergeten - toegang tot een netwerk met economische actoren²⁰. Idealiter worden technopoly's gevuld met *spin-offs*. Beleid om spin-offs te stimuleren kan relatief succesvol zijn blijkt uit een case-study naar het – op wetenschapsgebied vergevorderde - Engelse graafschap *Oxfordshire* (Lawton-Smith & Ho, 2006).

Regionale lock-ins

Lock-in effecten (zoals die zich op het niveau van technologieën voordoen) (b)lijken ook voor te komen op het niveau van regio's. Bepaalde technologie wordt in een bepaalde regionale omgeving ontwikkeld. Bestaande agglomeratie voordelen en demografische factoren (zoals beschikbare hoogopgeleide bevolking etc. leiden er vervolgens toe dat het erg moeilijk is voor bepaalde landen om een concurrerend (productie)systeem op te zetten. Leydesdorf en Fritsch (2006) hebben overigens inzichtelijk gemaakt dat het belang van deze regionale effecten verschilt van sector tot sector. Zo bleken specifiek high-tech en kennisintensieve onderneming minder geografisch gebonden zijn. Voor medium-tech (productie) bestaat dit effect echter wel²¹.

Waar dergelijke lock-in effecten zich wel voordoen kan overheidsingrijpen gewenst zijn, Lundvall stelt hierover dat:

“Policy strategies, putting all the emphasis upon flexibility through the market mechanism and minimizing the role of the government in the proces of adjustment, seem to be somewhat off the point when rigidities are produced and reproduced within the markets themselves” (Lundvall, 1988, p 357)

²⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Business_incubator

²¹ Mogelijk is dit te begrijpen in het licht van de codificeerbaarheid van high-tech dan wel medium-tech kennis. De laatste betreft naar verwachting meer 'tacit' en op 'learning by doing' gebaseerde (en dus 'gepersonaliseerde') kennis. Deze kennis is daarmee mogelijk moeilijker los te koppelen van geografische gebondenheid.

Een fenomeen dat regionale lock-ins in de hand werkt is *braindrain*: Wanneer hoogopgeleiden wegtrekken (en wegblijven) uit bepaalde regio's, omdat zij elders betere carrièrekansen hebben. dan ontstaan er zogenaamde 'braindrain'. Braindrain is een vloek geweest voor de recente ontwikkeling van bepaalde landen (Saxenian, 2000). Dergelijke regio's hebben de eventuele mogelijkheid om gebruik te maken van de affectieve gebondenheid van hun (ex)burgers en kunnen economische prikkels geven (zoals terugkeerbonussen) om braindrain tegen te gaan en juist te profiteren van de kennis die hun hoogopgeleide burgers in het buitenland hebben opgedaan. Als men hierin slaagt dan kan *braindrain* omgezet worden in *brain circulation*.

Kennisproductie is een ruimtelijke proces. Aangezien overheden relatief veel invloed hebben op de ruimtelijke ontwikkeling opent dit de mogelijkheid om wetenschap- en technologiebeleid te bedrijven door ruimtelijke beleid. Zij kan technopoly (met een specifieke ruimtelijke inrichting) opzetten om kennisbotsing te stimuleren en agglomeratievoordelen te realiseren. De bredere regio waarin deze technopoly ligt moet dusdanig zijn ingesteld dat ze de *creatieve klasse* aanspreekt. Het ontstaan van spin-offs is relatief goed te stimuleren en is een waardevolle toevoeging. Specifiek in landen waar *braindrain* van bepaalde regio's een risico is, is het van belang om stimuleringsmaatregelen te realiseren die *braincirculation* tot gevolg hebben.

Kennis, wetenschap- en technologie beleid op macro-niveau

Nationaal

Kennisontwikkeling over nationaal wetenschap- en technologie beleid dreigt gemangeld te worden tussen belangrijke regionale ontwikkelingen aan de ene kant en globalisering aan de andere kant. Door de opkomst van transnationale ondernemingen lijkt het nationale niveau steeds meer ruimte te moeten inleveren als waardevolle analyse eenheid voor STS studies (Freeman en Soete, 1997). Er zijn echter goede motivaties om de mogelijkheden tot politieke interventie op nationaal niveau toch uitvoerig te behandelen. OECD standaardisering heeft ertoe geleid dat veel data op nationaal niveau beschikbaar is. Belangrijker is echter de concentratie van politieke macht op het niveau van natiestaten. Politieke interventie vindt daarmee 'logischerwijs' voornamelijk op nationaal niveau plaats.

(Nationale) doeldefinitie

In deel 1 van dit essay heb ik aandacht besteed aan het belang van *gezamenlijke doeldefinities* als coördinatiemechanismen tijdens het ontstaan en voortbestaan van technologie. De staat heeft de mogelijkheid om *nationale doelen* te stellen. Dit is de eerste set van beleidsmaatregelen waar ik graag bij wil stilstaan. Een nationaal doel, met daaraan gekoppeld het vertrouwen dat de staat dit doel duurzaam zal nastreven, definieert de toekomstige situatie (het vormt een betrouwbare *prospective structure*). Dit reduceert onzekerheid, zorgt voor een toename in de afstemming van handeling van voor de technologie relevante actoren en verkleint marktonzekerheid waardoor het in de lijn der verwachting

ligt dat private investeringen toenemen. Het technologisch succes van Japan in de periode 1960 / 1990 kan dan ook voor een belangrijk deel dan ook worden toegeschreven aan sterke nationaal-technologische doeldefinities (Yamauchi, 1986). Een aantal nuances zijn hierbij wel op zijn plaats. Moderne democratieën kenmerken zich door snelle doorloop van 'machtshebbers'. Dit reduceert de 'betrouwbaarheid' van een nationale doeldefinitie (wie weet draait het volgende kabinet de maatregelen weer terug?!) Een tweede nuance betreft de daadwerkelijke definiërende macht die een overheid heeft. Volgens van den Besselaar (1996) wordt de politieke macht over het algemeen overschat. Bovendien is de overheid niet de enige actor die bezig is om de toekomstige 'actor wereld' te definiëren (Callon, 1986). Een derde kanttekening valt te plaatsen door te wijzen op het evolutionaire en padafhankelijke karakter van technologische ontwikkelingsprocessen als gevolg waarvan er 'een groot verschil kan ontstaan tussen doel en werkelijkheid' (van den Besselaar, 1996).

Kortom: een nationale doeldefinitie helpt voor afstemming en reductie van onzekerheid tijdens technologische ontwikkelingsprocessen. De overheid is echter niet de enige actor die *prospective structures* definieert. Bepaalde lock-ins hebben een sterke reductie van handelingsruimte tot gevolg.

Het evolutionaire karakter van technologische verandering vraagt tevens om een lange termijn visie. Terwijl op korte termijn padafhankelijke lock-ins de overhand hebben, doen zich op lange termijn techno-economische paradigma veranderingen voor (Besselaar, 1996). Vooral tijdens deze fases van verandering kan een heldere nationale doelstelling veel uitmaken.

Deze lock-ins zijn overigens net zo goed oplossing als dat ze probleem zijn. Nationale specialisaties op de ontwikkeling van bepaalde technologische trajectory's geven tevens enige hints in welke richting nationale doelstellingen gezocht zouden kunnen worden. Nationale kennisconcentratie en het bestaan van een *competente gebruikersbasis* - waarmee goede communicatie over *learning by doing* kennis mogelijk is - kennen echter ook een belangrijke valkuil: specialisatie leidt immers tot sociale verzonkenheid van deze technologie en daarmee tot een sterke lock-in daarop. Tijdens een periode van techno-economische paradigma shifts kunnen lock-ins (op oude 'nationale' doelen / techno-economische paradigma's) de ontvankelijkheid van het systeem voor transitie sterk beperken.

Alertheid op benodigde sociale innovaties

Techno-economische systemen zijn aan constante verandering onderhevig. In deel één hebben we gezien dat *creatieve destructie* een onvermijdelijk deel van technologische ontwikkelingsprocessen uitmaakt. De verschillende selectieomgevingen waarin technologieën zichzelf staande dienen te houden, hebben tot gevolg dat technologische ontwikkeling sterk gebonden is aan sociale ontwikkeling.

Het schoolvoorbeeld van de relatie tussen sociale innovaties en technologische ontwikkelingsprocessen betreft de patent wetgeving; hier heb ik reeds in deel één aandacht aan besteed. Een gerelateerd thema, wat in de recente jaren veel aandacht heeft gekregen, betreft de (wettelijke) mogelijkheden voor universiteiten om uitvindingen die door hun staf zijn gedaan 'op de markt' te brengen. Vooral de

zogenaamde Bayhle Doyle act (de aanpassingen in de Amerikaanse intellectuele eigendomswetgeving die universiteiten de volledige mogelijkheid geeft om uitvindingen 'zelf' te exploiteren) heeft veel aandacht gekregen (Mowery en Sampat, 2005). Mede door de uitvoerige literatuur over het 'succes' van Bayhle Doyle hebben verschillende nationale overheden deze wetgeving grotendeels overgenomen. Mowery en Sampat (2005) zetten uiteen hoe de overname van wetgeving zonder oog voor lokale, institutionele, economische en culturologische structuren vooralsnog weinig effect heeft gesorteerd.

In plaats van het klakkeloos overnemen van elkaars 'best practices' zouden overheden alert moeten zijn op technologische ontwikkelingsprocessen in de eigen invloedssfeer en de sociale innovaties waarom deze vragen. Overheden zouden als het ware *een defensieve innovatiestrategie* (Freeman & Soete, 1997, p268) op sociale inventies moeten hanteren. Ze zouden globale ontwikkelingen in de gaten moeten houden en moeten investeren in mogelijkheden om 'snel te kunnen handelen' wanneer de tijd rijp is voor sociale inventie. De tweede set aan mogelijkheid tot interventie betreft dan ook de optie om bepaalde sociale innovaties wel door te voeren en andere niet. Hiermee kan de overheid direct vormgeven aan de politieke selectieomgeving. Indirect vormt zij daarmee ook de economische en de academische selectieomgeving.

Bovenstaande sets van beleidsmaatregelen hebben betrekking op pogingen tot 'directe' sturing: door het stellen van nationale doelstellingen en het doen van sociale innovaties hebben overheden enige invloed op technologische ontwikkelingsprocessen. Hoewel deze invloed voor moderne democratieën 'per tijdseenheid' relatief klein is (van den Besselaar, 1996) kan de invloed van dergelijk direct ingrijpen op lange termijn erg groot zijn.

Nationale en regionale netwerken en interfaces

Bovenstaande sets van maatregelen betreffen pogingen tot directe invloed. Er is echter ook indirecte invloed mogelijk. In plaats van pogingen om *te organiseren* kunnen overheden er naar streven om het sociaal-politieke systeem dusdanig in te richten dat het *zichzelf organiseert*. Een belangrijk voordeel van een zelforganiserend systeem is dat het in staat is om sneller te reageren op verandering.

Zelforganisatie is een proces waarbij in een chaotisch systeem spontaan structuren ontstaan. In een sociaal systeem ontstaan deze structuren door de uitwisseling van macht en kennis. Alhoewel technologische ontwikkelingsprocessen inherent onvoorspelbaar zijn, ligt het in de lijn der verwachting dat interdependentie, die de overheid creëert door het stimuleren van interfaces, onder bepaalde omstandigheden 'vanzelf' oplossingen voor maatschappelijke problemen tot gevolg zal hebben.

Voor zelforganisatie is communicatie nodig en voor communicatie zijn interfaces nodig. De manier waarop interfaces tussen organisaties kunnen worden vormgegeven is relatief uitvoerig behandeld in de paragraaf over beleidsmaatregelen op micro-niveau en mezzo-niveau. De toevoeging die ik hierop nog

wens te maken is dat maatregelen van bestuur en wetten veelal op nationaal niveau tot stand komen (Lundvall, 1988, pp 354).

Eigen afname en directe financiering

De vierde set aan nationale beleidsmaatregelen die worden behandeld heeft betrekking op de (directe) overheidsfinanciering van technologische ontwikkelingstrajecten. Dosi et al (2006) beschrijft de poging van de Europese landen om met bovenstaande methodes – zij noemt dit ‘de netwerkbenadering’ - innovatie op gang te helpen. Dosi et al claimt dat deze benadering in de Europese context gefaald heeft. Ze laat aan de ene kant zien dat het Europese hoger onderwijs systeem relatief zwak is (lage investeringen, een lage impactfactor en een relatief laag percentage hoogopgeleiden) aan de andere kant beschrijft ze de algehele zwakte van de Europese industrie.

Alhoewel het bestaan van kennisnetwerken inderdaad leidt tot een grotere range van notional possibilities is de range van ‘actual possibility’ nog steeds klein als er vervolgens geen geld beschikbaar is voor verdere verkenning. Een voorbeeld hiervan betreft de ICT innovaties van Cambridge University. De hieruit voortgekomen technologie is veelal in de handen van niet Europese ondernemingen terecht gekomen.

Dosi et al benadrukt tevens dat Europa relatief slecht scoort waar het ontwikkelingen in het domein van de nieuwe techno-economische paradigma’s betreft. Op basis van bovenstaande analyse concludeert Dosi dat de EU meer steun zou moeten geven aan fundamenteel onderzoek en tevens eigen grootschalige projecten zou moeten opstarten. Leydesdorf en Fritch (2006), maken een vergelijkbare claim wanneer zij stellen dat ‘het bestaan van geschikte interfaces voor communicatie weliswaar een ontstaansvoorwaarde zijn voor succesvolle innovatie, maar dit niet automatisch tot gevolg hebben’ (Leydesdorf & Fritch, 2006). Pp xx). Alhoewel Freeman en Soete dus een punt hebben wanneer zij stellen dat “relaties tussen ondernemingen van cruciaal belang zijn voor innovatie” (1983, hfst 12), is de valkuil van deze benadering dat ze het belang van ‘harde investeringen’ onderschat.

Een aanvullend – en reeds aangestipt - beleidsinstrument betreft de mogelijkheid tot fiscale voordelen aan bedrijven die bepaalde technologieën gebruiken. De overheid heeft daarmee invloed op gebruikskosten van bepaalde technologieën (en dus op de behoeftebevrediging die er van uit gaat). Op deze manier kan zij enige invloed uitoefenen op de afname van bepaalde technologieën (en daarmee ook op hun ontwikkelingsprocessen). Vooral tijdens transitieperiodes, waarin technologieën ‘strijden’ om een lock-in, kunnen dergelijke stimuleringsmaatregelen van doorslaggevend belang zijn. Temeer daar transities naar nieuwe techno-economische paradigma’s vaak om dusdanig heftige investeringen vragen dat overgang naar het nieuwe systeem zeer langzaam verloopt (of mogelijk helemaal niet plaatsvindt) zonder overheidstimulering. Een snelle transitie kan landen en/of regio’s op termijn competitieve voordelen opleveren (Freeman & Soete, 1983).

Een derde beleidsinstrument in deze categorie betreft de mogelijk voor overheden om zelf als 'belangrijke afnemer' van bepaalde technologie te functioneren. De eerste reden hiervoor schuilt in een lange aanlooptijd van nieuwe techno-economische paradigma's (met zelfs een potentieel marktfalen) als gevolg van reeds bestaande lock-in effecten (Barras, 1989). Door bepaalde technologieën aan te kopen (bijvoorbeeld waterstof auto's voor eigen gebruik) kan de overheid het voortbestaan van de technologie zeker stellen door een niche-markt te creëren tijdens de periode dat de oude lock-in nog dominant is (Besselaar, 1996, p8). In aanvulling daarop komen er door aankoop tevens resources vrij die verdergaande creatieve synthese, op de *trajectory* waarlangs de technologie zich ontwikkelt, mogelijk maken. Omdat gebruikersinformatie van cruciaal belang is tijdens de ontwikkelingfase van een nieuwe technologie, doet de overheid er goed aan om zichzelf op te stellen als een *kritisch en competent gebruiker* met lange termijn perspectief (Lundvall, 1988, pp 366). Last but not least geeft de afname van de technologie de overheid de mogelijkheid om bepaalde maatschappelijke eisen te stellen aan de technologie en de maatschappelijk effecten die van haar totstandkoming uitgaan. Tevens kan de kennis die overheid opdoet tijdens het gebruik van de technologie zeer bruikbaar blijken voor eventueel TA en CTA trajecten.

Internationaal

Aangezien er geen wereldregering is heeft internationale 'interventie' al snel de vorm van 'internationale' instituties (zoals de OECD en de World Trade Organisation) die proberen om nationale overheden te overtuigen van implementatie van bepaald beleid. Alhoewel er zo te bezien dus niet echt zoiets bestaat als internationale interventie zijn er toch nog enkele internationale 'issues' die de moeite waard zijn om kort onder de aandacht te brengen.

Lock-in effecten en ontwikkelingslanden

Zo hebben nationale systemen veel invloed op technologische verandering en als gevolg daarvan op de economische groei van bepaalde landen. De globale inkomensverdeling was voor de industriële revolutie homogener dan daarna. Een opvallende macro-economische trend is dan ook het sterk toegenomen verschil, waar het economische groei betreft, tussen landen. Gedeeltelijk kan de oorzaak hiervan gezocht worden in het bestaan van bepaalde 'developmental constrains', zoals beperkte grondstoffen of politieke problemen in ontwikkelingslanden (Freeman en Soete, 1983). Belangrijke oorzaken van deze geografische verschillen zijn echter ook padafhankelijke ontwikkelingen met lock-ins op bepaalde andere industriële locaties. Om succesvol 'mee te kunnen komen' zouden de achterblijvende landen een inhaalslag moeten maken. De internationale verspreiding van technologie lijkt cruciaal om bepaalde naties los te krijgen uit hun techno-economische achterstand. Het risico voor deze staten is een *lock-in* op lage technologie, lage inkomsten / laag opgeleide bevolking en dergelijke. 'Kapitaal' heeft een vicieuze cirkel effect: kennis is nodig voor nieuwe kennis, vaardigheden zijn nodig voor nieuwe vaardigheden etc. Een gevolg hiervan is dat ongelijkheid min of meer een 'systeem

eigenschap' is. Tijdens periodes van wisselen van technologische paradigma's is er echter een 'window of opportunity' voor ontwikkelingslanden om toegang tot nieuwe industrieën te krijgen. Zij kunnen daarbij het voordeel hebben dat ze minder pad-afhankelijkheidseffecten van reeds bestaande 'alomvattende' technologie hebben (Freeman en Soete, 1983).

Globale problemen / globale oplossingen?

Niet alleen inkomensongelijkheid komt voort uit technologische ontwikkelingsprocessen. Er is ook sprake van een groot en belangrijk duurzaamheidsvraagstuk. Nationale overheden moeten er rekening mee houden dat nationaal 'van strategisch belang' kan zijn op internationale schaal tot zeer hoge maatschappelijke kosten kan leiden (Freeman en Soete, 1983).

Organisaties zoals de OECD en de WTO zullen zichzelf bewust moeten worden van de morele last die op hun schouders rust. Op basis van ethische grondbeginselen zoals utiliteit en rechtvaardigheid zouden zij moeten streven naar een duurzame en eerlijke wereldeconomie. Processen van technologische transfers kunnen daarin een zeer belangrijke rol spelen, maar zullen tevens om veel sociale inventies op het nationale niveau vragen.

3. Conclusie

De hoofdvraag van dit tweede deel luidde: wat zijn de mogelijkheden voor (politieke) interventie op technologische ontwikkelingsprocessen? Voor het concrete antwoord keer ik terug naar het eerder gebruikte voorbeeld van de waterstofauto. Stel de politiek wil de transitie naar een waterstofeconomie realiseren. Welke beleidsmaatregelen moet zij dan nemen en welk effect mag zij hiervan verwachten?

Deze vraag valt in termen van het theoretische kader van dit paper te herformuleren tot: welke beleidsmaatregelen kan een overheid nemen om het ontstaan, voortbestaan en verspreiden van waterstoftechnologie in de verschillende selectieomgevingen optimaal te stimuleren? We zullen zien dat overheden veel kunnen doen, maar dat de benodigde inspanning (en daarvoor benodigde financiële middelen) niet gering is.

Allereerst doet zij er goed aan om een nationale doelstelling te formuleren: de transitie naar een waterstofeconomie. Deze doelstelling en de daarmee gepaard gaande stimuleringsmaatregelen dient zij dusdanig te framen dat (economische) actoren de indruk hebben dat commitment van de overheid aan deze technologie duurzaam is. Om onzekerheid te reduceren kan zij tevens, in samenspraak met stakeholders, zoveel mogelijk een toekomstige actorwereld definiëren.

Ruimtes en interfaces

Omdat voor het ontstaan van waterstoftechnologie de creatieve synthese van waterstof technologie gerelateerde kennis nodig is, kan de overheid (cognitieve) *ruimtes* en *interfaces* stimuleren waarin en

waarlangs deze kennis kan samenkomen. Tevens moet zij ervoor zorgen dat er vergaande financiële middelen ter beschikking zijn om verdere verkenning van dit kennisgebied mogelijk te maken.

Voor NGO's moet afdoende budget beschikbaar zijn om een voor de doelstelling relevante kennisbasis op te bouwen. De staat zou eventueel het bestaan van specifieke universitaire onderzoeksgroepen naar brandstofcel technologie kunnen stimuleren. Het is wel belangrijk dat deze onderzoeksgroepen onderdeel blijven uitmaken van de universiteit, immers de kracht van de universiteit is nou juist haar 'universele' kennisbasis. En isolatie daarvan zou het karakter van het onderzoek volledig kunnen veranderen. Ook de risicovolle verkenning van volledig nieuwe benaderingen (een brandstofcel gebaseerd op een compleet nieuw elektrolyt bijvoorbeeld) kan als een systeemfunctie van de universiteit worden gezien.

Zowel voor de kennisuitwisseling binnen organisaties als tussen organisaties onderling kunnen overheden het gebruik van *interfaces* stimuleren waarlangs deze 'waterstofkennis' samenkomt. Gedacht kan worden aan een *gecodificeerde* nationaal toegankelijke database met onderzoeksdata, voortgangsrapporten, roadmaps en dergelijke. Een voor iedereen toegankelijke database met daarin een overzicht van relevante actoren die met waterstoftechnologie bezig is, is in ieder geval van cruciaal belang. Het bijdragen aan deze nationale kennispool moet sterk gestimuleerd worden (eventueel zelfs met sancties voor actoren die 'niet bijdragen').

Tevens dient de overheid zorg te dragen voor het forceren van intensieve *gepersonaliseerde* kennisuitwisseling tussen relevante actoren. Dit kan de vorm hebben van domeinspecifieke *expertmeetings* of *taskforces*, maar ook het organiseren van wetenschappelijke congressen (wat ook kennisuitwisseling met buitenlandse wetenschappers en ondernemingen tot gevolg heeft) kan daar deel van uitmaken. Ook kan gedacht worden aan het subsidiëren van overleg tussen strategische allianties op technologische thema's die een relatie hebben met de nationale doelstelling(en).

De grote maatschappelijke betekenis van de technologische omwenteling die men tracht te realiseren, leidt ertoe dat deze ontwikkeling niet in een democratisch vacuüm kan plaatsvinden. Er zullen interfaces gecreëerd moeten worden, waarlangs democratische inspraak op het ontwikkelingsproces vorm krijgt.

Omdat de productie van kennis een belangrijke ruimtelijke component heeft, kan men ook door middel van ruimtelijke ontwikkelingsprocessen de ontwikkeling, het voortbestaan en de verspreiding van de technologie, stimuleren. Hierbij kan gedacht worden aan de realisatie van een waterstof auto specifieke *technopoly* waar universiteiten, private onderzoeksinstituten en dependenties van de autoindustrie worden samengebracht om aan de verdere ontwikkeling van de technologie te werken. De ruimtelijke inrichting van deze technopoly dient dusdanig te zijn dat ze de creatieve klasse aanspreekt en de mogelijkheid tot relevante creatieve synthese vergroot wordt.

In dergelijke technopoly kunnen tevens brandstofcel gerelateerde spin-offs worden gevestigd. Spin off's hebben, indien goed begeleid (bijvoorbeeld in de vorm van *incubator facilities*), veel kans van slagen en zijn een uitstekende manier om academische kennis 'op de markt te krijgen'.

'Vormgeven' van de (nationale)selectieomgeving

De overheid kan de aan haar beschikbare gestelde machtsmiddelen aanwenden om de (toekomstige) selectieomgeving dusdanig vorm te geven, dat ze het voortbestaan en de verspreiding van de technologie faciliteert. Met betrekking tot de economische selectieomgeving kan dit bijvoorbeeld de vorm hebben van een toezegging voor toekomstige subsidies (5000 euro aankooppremie voor een waterstof auto). Hiermee kan de overheid een toekomstige markt definiëren en daarmee private investeringen stimuleren (ze maakt daardoor bepaalde technologieën eerder kostenbesparend).

Aangezien de waterstofauto een lock-in gevoelige technologie betreft, moet de overheid tevens nadenken over methodes waarop zij de hegemonie van de oude lock-in (op fossiele brandstof transport) kan doorbreken. In dit concrete geval kan gedacht worden aan stevige subsidies voor benzinstations waar het 'tanken' van waterstof mogelijk is, of het gefaseerd invoeren van milieuwetgeving die het gebruik van fossiele brandstoffen steeds minder aantrekkelijk maakt. In de aanloop naar de algehele transitie moet de overheid er zorg voor dragen dat er niche-markten bestaan, waarin de waterstof auto zichzelf kan bewijzen en waarin kennis kan worden opgedaan voor haar verdere ontwikkeling. Dit zou de vorm kunnen hebben van de volledige transitie van het openbaar vervoer naar op waterstoftechnologie gebaseerd transport.

Met betrekking tot de politieke selectieomgeving moet de overheid er zorg voor dragen dat ze alert is op eventuele benodigde sociale innovaties (of *nexus*) die benodigd zijn om ontwikkeling en verspreiding van de technologie mogelijk te maken. In het geval van waterstoftechnologie heeft dit mogelijk betrekking op het herformuleren van (verkeers)veiligheid wetgeving, milieuwetgeving rondom het gebruik van bepaalde zware metalen, herscholing van auto-industrie gerelateerde fabrieksarbeiders en dergelijke.

Discussie

Bovenstaande conclusie is te lezen als een 'kookboek oplossing' voor politieke interventie op technologische ontwikkelingsprocessen. Politieke interventie op technologische ontwikkelingsprocessen lijkt hierin goed mogelijk. We hebben gezien dat doelstellingen op ieder systeem niveau moeten worden geformuleerd en dat de overheid veel invloed kan uitoefenen op deze doelstellingen. Indien een overheid een technologie wil laten voortbestaan, dan moet zij haar invloed uitoefenen om de selectieomgevingen dusdanig in te richten dat het voortbestaan van de technologie mogelijk is. Goed overheidsingrijpen is een gevolg van timing en betrouwbaarheid (lange termijn visie). Het voorliggende vraagstuk heeft betrekking op de maakbaarheid van de selectieomgeving. Omdat overheden niet alleen

als politieke actor, maar ook als economische actor kunnen opereren, hebben zij de macht om grote invloed uit te oefenen op technologische ontwikkelingsprocessen.

In dit kader zijn er twee belangrijke nuances waarmee ik zou willen afsluiten. Allereerst is overheidsingrijpen ook gebaseerd op theoretische reflecties hierover en daarmee onvermijdelijk gekleurd en vaak simpelweg fout. Als men een demand pull benadering hanteert dan ligt een laissez-faire policy al snel voor de hand (Lundvall, 1988, p 358). Zodra een samenvatting wordt gegeven van de beleidsvoorstellen die in het (constructivistische) theoretische werk van STS naar voren komt, dan komt daar al snel een beeld uit naar voren van een 'gereedschapskist vol instrumenten' die we moeten toepassen om technologie de juiste kant op te sturen. In de praktijk echter blijkt overheidsbeleid op technologische ontwikkelingsprocessen moeilijk.

De twee, en afsluitende, nuance betreft de wenselijkheid en noodzaak van de overheid als sturend orgaan op technologische ontwikkelingsprocessen. Dat de overheid de mogelijkheid heeft om stevig te interveniëren op deze processen betekent niet dat ze dat per definitie ook moet doen. Er zijn in de historie zowel voorbeelden te vinden van succesvolle als onsuccesvolle 'nationale projecten' (NASA versus Concorde - om maar twee willekeurige zwaargewichten te noemen).

De overheidsinvesteringen die met deze projecten gepaard gaan zijn gigantisch en de onvoorspelbaarheid van hun resultaat maken het een maatschappelijk risicovolle investering. Leveren die bestedingen inderdaad optimale utiliteit (breed gedefinieerd) op? Volledig 'op de achtergrond' blijven en uitgaan van het zelforganiserende karakter van het systeem, kan op termijn echter ook een zeer risicovolle strategie blijken. Lock-in effecten leiden er immers toe dat suboptimale situaties zeer lang kunnen voortbestaan. Het laten voortbestaan van deze situaties kan op termijn een gigantisch negatieve utiliteitsfunctie opleveren (denk bijvoorbeeld aan problemen zoals klimaatverandering). De in dit paper beschreven beleidsmaatregelen schipperen enigszins tussen deze twee uitersten. In de praktijk zal de juiste keuze op dit continuüm zowel technologiespecifiek, als systeemspecifiek, als tijdsgebonden zijn. Voor het maken van goede politieke keuzes hierover is kennis over de werking van dergelijke systemen cruciaal.

Literatuur

Van den Belt, Henk & Arie Rip, The Nelson-Winter-Dosi model and synthetic dye chemistry. Pp. 135-158 in: Wiebe Bijker, Thomas P. Hughes, Trevor Pinch (eds.), *The social construction of technological systems* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1987).

van den Besselaar, Peter Democracy and Technological Change: Limits to Steering, in: R. Chatfield, S. Kuhn, M. Muller (Eds.), *PDC 98 Proceedings of the Participatory Design Conference*. Seattle, WA, USA, November 1998.

Callon, Michel, The sociology of an actor network: the case of the electric vehicle, pp. 19-34 in: Michel Callon, John Law, Arie Rip (eds.), *Mapping the dynamics of science and technology* (London: MacMillan, 1986).

Callon, Michel, An Essay on Framing and Overflowing: Economic Externalities Revisited by Sociology, pp. 244-269 in: *The Laws of the Market*. (Oxford: Blackwell, 1998)

Dick Willems, Foucault over wetenschap en Macht in Boon Louis en Gerard de vries. *Wetenschapstheorie: de empirische wending*.(Wolters Noordhof: Groningen, 1989)

Dosi, Giovanni, Technological paradigms and technological trajectories, *Research Policy* 11 (1982) 147-162.

Dosi, Giovanni, Patrick Llerena, and Mauro Sylos Labini, The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called 'European Paradox', *Research Policy* 35(10) (2006) 1450-1464.

Florida, Richard The Rise of the Creative Class, *Washington Monthly*, May 2002, at <http://www.washingtonmonthly.com/features/2001/0205.florida.html>.

Freeman, Chris & Carlota Perez, Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour, pp. 38-66 in: Giovanni Dosi *et al.* (eds.), *Technical Change and Economic Theory* (London: Pinter, 1988).

Freeman, Chris & Soete, Luc *The Economics of Industrial Innovation* (London: Pinter, 1997)

Gibbons, Michael, et al., Evolution of Knowledge Production, Chapter 1 of *The New Production of Knowledge* (London, etc.: Sage, 1994), pp. 17-45.

Hansen, Morten T., Nitin Nohria, & Thomas Tierny, What's your strategy for managing knowledge? *Harvard Business Review*, March-April 1999, 106-116.

Hughes, Thomas P., The evolution of large technological systems. Pp. 51-82 in: Wiebe Bijker, Thomas P. Hughes, Trevor Pinch (eds), *The social construction of technological systems* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1987).

Lawton-Smith, Helen, and Kawai Ho, Measuring the performance of Oxford University, Oxford Brookes University and the government laboratories' spin-off companies, *Research Policy* 35(10) (2006) 1554-1568.

Van Lente, Harro & Arie Rip, Expectations of Technological Developments: An Example of Prospective Structures to be Filled in by Agency, pp. 203-229 in: Cornelis Disco & Barend van der Meulen (Eds.), *Getting New Technologies Together: Studies in Making Sociotechnical Order*. Berlin/New York: Walter de Gruyter, 1998.

Leydesdorff, Loet and Fritsch, Michael Measuring the Knowledge Base of Regional Innovation Systems in Germany in terms of a Triple Helix Dynamics. *Research Policy*, 35(10) (2006) 1538-1553.

Leydesdorff, Loet & Peter van den Besselaar, Competing Technologies: Lock-ins and Lock-outs, *Proceedings of the American Institute of Physics*, Vol. 437, pp. 309-323. (Woodbury, NY.: American Institute of Physics, 1998).

Lundvall, Bengt-Åke, Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. Pp. 349-69 in: Giovanni Dosi *et al.* (eds.) *Technical Change and Economic Theory* (London: Pinter, 1988).

Mowery, David C., and Bhaven N. Sampat, The Bayh-Dole Act of 1980 and University-Industry Technology Transfer: A Model for Other OECD Governments? *Journal of Technology Transfer*, 30(1/2) (2005) 115-127.

Rosenberg, Nathan, The direction of technological change: inducement mechanisms and focusing devices, pp. 108-25 in: *Perspectives on Technology* (Cambridge: Cambridge University Press, 1976)

Rosenberg, Nathan, Why do firms do basic research (with their own money)? *Research Policy* 19 (1990), pp. 165-174.

Sahal, Devendra, Alternative conceptions of technology, *Research Policy* 10 (1981) 2-24.

Sahal, Devendra, Technological guideposts and innovation avenues, *Research Policy* 14 (1985) 61-82.

Saxenian, AnnaLee, The Bangalore Boom: From Brain Drain to Brain Circulation? In K. Kenniston and D. Kumar (eds.) *Bridging the Digital Divide: Lessons From India*. Bangalore: National Institute of Advanced Studies, 2000; at http://www.sims.berkeley.edu/~anno/papers/bangalore_boom.html.

Schmookler, Joseph, Economic sources of inventive activity, *Journal of Economic History* 22 (1962) 1-20.

Schumpeter, Joseph, The Process of Creative Destruction, in: *Socialism, Capitalism and Democracy* (London: Allen & Unwin, 1943), pp. 81-86.

Scott, W., Early Institutionalists in Scott, W. *Institutions and organizations*. (Thousand Oaks: Sage publications, 2001)

Shinn, Terry, & Lamy, Erwin (2006). Paths of Commercial Knowledge: Forms and Consequences of University-Enterprise Synergy in Scientist-Sponsored Firms. *Research Policy*, 35(10) (2006), 1465-1476.

Steinmueller, W. Edward, Knowledge-based economies and information and communication technologies, *International Social Science Journal* 54 Issue, 171 (2002) 141-153.

Yamauchi, Ichizo, Long Range Strategic Planning in Japanese R&D, in: C. Freeman (ed.), *Design, Innovation and Long Cycles in Economic Development* (London: Pinter, 1986).

Zhou, Ping, and Loet Leydesdorff, The emergence of China as a leading nation in science. *Research Policy*, 35(1) (2006) 83-104.