

# TECHNIEK EN TOEKOMST

Reader bij het college WM0908TU

Docent:

Dr.ir. Karel F. Mulder

Technische Universiteit Delft,

Faculteit Techniek Bestuur en Management,

Sectie Technology Assessment,

Jaffalaan 5

2628 BX Delft

tel 015-27 81043

e-mail: [k.f.mulder@tbm.tudelft.nl](mailto:k.f.mulder@tbm.tudelft.nl)

## INHOUDSOPGAVE

|   |     |
|---|-----|
| <b>WAAROM DIT COLLEGE?</b> .....  | 4   |
| <b>TECHNIEK EN TOEKOMST, KAREL MULDER</b> .....   | 5   |
| <b>TECHNOLOGICAL FORECASTING: 1970-1993', JOSEPH F. COATES, JOHN B. MAHAFFIE, AND ANDY HINES TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE, NO. 7, PP. 23-33 (1994)</b>   | 12  |
| <b>AUTONOME TECHNOLOGIE-ONTWIKKELING EN TECHNOLOGISCH DETERMINISME, KAREL MULDER</b> .....  | 24  |
| <b>DE SOCIALE CONSTRUCTIE VAN TECHNIEK. JAN VAN DEN ENDE, WIM RAVESTELJN, DIRK DE WIT, BEWERKING: KAREL MULDER.</b> .....   | 26  |
| <b>ECONOMISCHE THEORIEËN VAN TECHNOLOGISCHE VERANDERING, JAN VAN DEN ENDE</b>   | 34  |
| <b>VHS, MS-DOS, QWERTY, SPELINGEN VAN HET LOT GERBEN BAKKER, INTERMEDIAIR 22 MEI, 33E JAARGANG, NO. 21, PP. 47-51</b> .....   | 38  |
| <b>DE ECONOMISCHE KRACHT VAN NEDERLAND. EEN TOEPASSING VAN PORTER'S BENADERING VAN DE CONCURRENTIEKRACHT VAN LANDEN, D.JACOBS, P.BOEKHOLT, W.ZEGVELD, 1990, SMO, PG. 9-23, SAMENVATTING PG. 6-13.</b> .....       | 46  |
| <b>METHODEN VAN TECHNOLOGISCH VERKENNEN, KAREL MULDER</b> .....   | 61  |
| <b>OPZET VAN EEN VERKENNING, KAREL MULDER</b> .....   | 80  |
| <b>CROSS IMPACT ASSESSES CORPORATE VENTURES, ANONIEM, CHEMICAL &amp; ENGINEERING NEWS, 16 APRIL 1973, PP. 8-9</b> .....   | 85  |
| <b>MEMO AKZO ZOUT CHEMIE-NED. A'-DAM 74-5228</b> .....  | 88  |
| <b>POLYTECHNISCH WEEKBLAD NR. 11, 19 MAART 1993, PG. 4.</b> .....   | 91  |
| <b>THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP), IN FORECASTING AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, ALAN L.PORTER, A.T.ROPER, T.W.MASON, F.ROSSINI, J.BANKS, 1991, JOHN WILEY &amp; SONS, INC. NEW YORK, PP. 363-366.</b> ..... | 92  |
| <b>TREND EXTRAPOLATION, IN: FORECASTING AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, ALAN L.PORTER, A.T.ROPER, T.W.MASON, F.ROSSINI, J.BANKS, 1991, JOHN WILEY &amp; SONS, INC. NEW YORK, P. 169-175, 185-187.</b> .....         | 95  |
| <b>CROSS-IMPACT ANALYSIS, IN: FORECASTING AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, ALAN L.PORTER, A.T.ROPER, T.W.MASON, F.ROSSINI, J.BANKS, 1991, JOHN WILEY &amp; SONS, INC. NEW YORK, P. 223-228.</b> .....                | 102 |
| <b>KSIM, IN: FORECASTING AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, ALAN L.PORTER, A.T.ROPER, T.W.MASON, F.ROSSINI, J.BANKS, 1991, JOHN WILEY &amp; SONS, INC. NEW YORK, P. 241-246.</b> .                                     | 107 |
| <b>OPDRACHTEN PRACTICUM OPDRACHTEN PRACTICUM</b> .....  | 112 |
| <b>ZIENERS IN LOONDIENTST, BART VAN OOSTERHOUT, INTERMEDIAIR, 37E JAARGANG, NO. 3, 18-01-2001, PP. 34-39</b> .....  | 114 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>JAARVERSLAG STICHTING TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK 1994, PP. 5-7 EN 12-22. . . . .</b>  | <b>119</b> |
| <b>HOE LEVEN WE OVER TIEN JAAR? EUROPA ONDERZOCHT DE TOEKOMST RIANNE<br/>LINDTHOUT TIJDSCHRIFT VOOR WETENSCHAP, TECHNOLOGIE EN SAMENLEVING, NR. 5,<br/>2000, P. 166,167 . . . . .</b>                | <b>127</b> |
| <b>VERKENNINGEN EN ONDERZOEKSAGENDERING: VERKENNINGEN BIJ EN DOOR DE AWT<br/>VÉRONIQUE TIMMERHUIS TIJDSCHRIFT VOOR WETENSCHAP, TECHNOLOGIE EN<br/>SAMENLEVING, NR. 5, 2000, P. 168-170 . . . . .</b> | <b>129</b> |
| <b>WEBSITES . . . . .</b>  | <b>133</b> |

## **WAAROM DIT COLLEGE?**

Technologie is een zeer bepalende factor voor onze welvaart en ons welzijn. Technologie heeft het mogelijk gemaakt dat wij in de Westerse wereld een tot nu toe ongekend welvaartsniveau hebben bereikt. Veel van onze huidige maatschappelijke problemen, zoals het milieuprobleem, worden echter ook vaak toegeschreven aan technologische ontwikkelingen. Bedrijven zijn voor hun voortbestaan vaak afhankelijk van investeringen in technologie. Landen zien hun economie in de problemen komen als hun technologisch niveau onvoldoende is. Overheden en bedrijven doen er daarom verstandig aan op de juiste wijze te investeren in technologische ontwikkelingen. Daarvoor moet men echter een beeld hebben van de toekomst. Wat zijn de belangrijke technologische en maatschappelijke ontwikkelingen in de toekomst? Wat zijn de gevolgen van die ontwikkelingen voor de maatschappij? Kan de maatschappij (overheid, burgers) daar invloed op uitoefenen?

Ingenieurs die wat breder met hun vak bezig willen zijn zullen geconfronteerd worden met deze vragen. In dit college komt aan de orde in hoeverre we deze vragen kunnen beantwoorden en welke hulpmiddelen we kunnen gebruiken om een antwoord te formuleren.

## TECHNIEK en TOEKOMST, Karel Mulder

### Ontstaan

Na de industriële revolutie van de 18e/begin 19e eeuw vond er rond 1900 een volgende belangrijke verandering plaats in de industriële productiewijze: de vernieuwing van producten en productieprocessen was tot aan deze periode meestal een zaak geweest van individuele uitvinders die hun technisch inzicht vaak koppelden aan een ondernemende instelling. Het grote voorbeeld hiervan is uiteraard Thomas Edison. Vanaf 1900 wordt hun functie echter grotendeels overgenomen door industriële laboratoria. Bekende voorbeelden zijn de laboratoria van de chemische (Bayer, BASF, Hoechst, Du Pont, en iets later het Nederlandse AKU) en de elektrotechnische industrie (General Electric, Westinghouse, Siemens, Philips)<sup>1</sup>. In deze laboratoria werd gebruik gemaakt van wetenschappelijke inzichten en gewerkt volgens wetenschappelijke methoden. Deze laboratoria waren soms zeer succesvol (bijv. de uitvinding van nylon en synthetisch rubber door Du Pont, de vacuümbuis door General Electric, aspirine door Bayer). Tussen de beide wereldoorlogen steeg het aantal onderzoekers in dienst van de industrie daarom enorm, zelfs na de depressie van 1929. In de USA steeg het aantal industriële onderzoekers van 8000 in 1920, tot 17000 in 1927 en 42000 in 1938<sup>2</sup>.

In de twintiger en dertiger jaren waren er steeds grotere bedragen gemoeid met de ontwikkeling van nieuwe technologieën. Wetenschappelijke ontwikkelingen op verschillende terreinen speelden daarin een steeds belangrijker rol. Het was daarom niet meer zo eenvoudig om op basis van het oordeel van één expert te komen tot betrouwbare inschattingen omtrent toekomstige technologische ontwikkelingen. Technologisch verkennen, een activiteit die daarvoor dus veelal impliciet door veel managers en ambtenaren was beoefend, werd een meer gespecialiseerde activiteit. Verschillende technologische opties (met mogelijk verschillende kansen op succes) moesten tegen elkaar worden afgewogen. Daardoor kon men Research & Development op de meest kansrijke technologieën richten. Het was meestal ofwel militair relevant (te denken valt aan nieuwe militaire opties die de technologie creëerde) ofwel commercieel relevant (waarbij valt te denken aan technologische doorbraken die een hele range aan commerciële mogelijkheden openen, zoals bijvoorbeeld televisie).

Technologisch verkennen werd voor het eerst op grote schaal beoefend in de Verenigde Staten. De verkenningen die tot stand kwamen waren vaak puur wetenschappelijk/technologisch: zij beoogden de technologische ontwikkeling 'an sich' te voorspellen, los van maatschappelijke en/of economische ontwikkelingen. Zo werden vaak voorspellingen gedaan omtrent het tijdstip van de mogelijkheid van bemande ruimtevluchten (naar de Maan, Mars, etc.), het beschikbaar komen van afdoende behandelingsmethoden voor belangrijke aandoeningen, de toekomstige auto, het toekomstige huis, etc. Men hanteerde daarbij meestal (impliciet) een deterministische visie op technologie, dat wil zeggen een visie die impliceerde dat technologische ontwikkelingen een eigen dynamiek zouden hebben en onafhankelijk zouden zijn van maatschappelijke en economische ontwikkelingen. Technologische ontwikkelingen hebben in een deterministische visie dus geen maatschappelijke oorzaken maar uitsluitend maatschappelijke gevolgen. Echter,

---

<sup>1</sup> Karel F. Mulder, 1992, *Choosing the corporate future. Technology networks and choice concerning the creation of high performance fiber technology*, Proefschrift, Groningen.

<sup>2</sup> David S. Landes, 1969, *The unbound Prometheus, technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present*, Cambridge: Cambridge University Press, p. 482.

technologische verkenningen waren er meestal niet, of slechts in zeer beperkte mate, op gericht deze maatschappelijke gevolgen van technologische ontwikkelingen te voorzien. Het voornaamste doel was vooral een technologische toekomst te schetsen waarop managers/beleidmakers hun strategie zouden kunnen afstemmen.

In een enkel geval werden technologische en maatschappelijke ontwikkelingen wel duidelijk geïntegreerd in een verkenning. Zo formuleerde in 1944 Theodore Von Karman het rapport *Towards New Horizons* waarin hij niet alleen de technologische mogelijkheden voor een straalvliegtuig verkende (gebaseerd op de ontwikkeling van de gasturbine) maar deze combineerde met verwachtingen omtrent het politiek en organisatorisch perspectief waarin de US Air Force na afloop van de tweede wereldoorlog diende te functioneren<sup>3</sup>.

Na de Tweede Wereldoorlog nam het technologisch verkennen een enorme vlucht. Er ontstonden grote instituten die zich toeleiden op toekomst onderzoek<sup>4</sup>. Deze zogenaamde denktanks, waarvan RAND en HUDSON de bekendste waren, vatten vrijwel altijd de door hun voorziene technologische ontwikkelingen als volstrekt onproblematisch op. De maatschappelijke wenselijkheid van een specifieke nieuwe technologie stond vrijwel nooit ter discussie. Meestal werd impliciet verondersteld dat de ontwikkeling van nieuwe technologie geen 'zero-sum game' was (dat wil zeggen dat de totale som van alle voor- en nadelen van die techniek altijd op nul uit komt) maar dat de maatschappij als geheel erop vooruit gaat. Uiteraard waren er wel eens nadelen verbonden aan nieuwe technologieën, zoals verlies van arbeidsplaatsen of machtsposities. Deze nadelen werden in deze visie geaccepteerd als prijs van de vooruitgang. Doordat nieuwe technologie in deze beschouwing vrijwel synoniem was voor maatschappelijke vooruitgang was de inhoud van nieuwe technologieën onomstreden verklaard: je kon er doodeenvoudig niet tegen zijn.

In de zestiger jaren ontstond er veel kritiek op dit soort toekomststudies. Zij werden bij uitstek gezien als de exponent van de vertechnocratisering van de samenleving: met name geplande steden en nieuwbouwwijken waarin via een efficiënt systeem in de fysieke menselijke behoeften werd voorzien maar waar ook een grote mate van vervreemding ging ontstaan werden voor velen het afschuwwekkend voorbeeld. Hiertegen ontstond verzet vanuit een humanistisch en sociaal-democratisch georiënteerd perspectief (uiteraard was uiterst links geen alternatief, daar deze een zeker zo rigide planning nastreefde, denk maar eens aan de enorme planbureaus in de voormalige communistische landen)<sup>5</sup>.

In de jaren zestig veranderde echter ook het perspectief op technologie zelf aanmerkelijk: technologie bleek vaak ook onverwachte en ongewilde gevolgen te hebben, niet alleen voor de gebruikers van verouderde technologie maar soms ook voor de maatschappij als geheel. Nieuwe technologie had soms slechts voordelen voor degene die het ontwikkelde, maar bleek bij massale verspreiding grote nadelen te hebben. Dit bleek bij uitstek bij de ontwikkeling van (kern)wapentechnologie, waar nieuwe wapens weliswaar de veiligheid vergroten van het land dat ze ontwikkelde, maar waardoor de wereld als geheel in feite steeds onveiliger werd. Nieuwe industriële productie bracht welvaart en werkgelegenheid met zich mee, maar vernietigde door vervuiling vaak een groot stuk welzijn<sup>6</sup>. Het was dus maar de vraag of nieuwe technologie altijd een positief maatschappelijk effect had. De 'positive sum' game ging niet altijd op. Daarmee was het

---

<sup>3</sup> A.M.J. Kreykamp, H. Van Praag, B. van Steenberg (redactie), 1972, *Toekomstonderzoek, theorie en praktijk* (1.2.2.), november, Deventer: Kluwer.

<sup>4</sup> Zie bijv.: Robert Jungk, 1954, *Tomorrow is already here. Scenes from a Man-made World*, London: Hart Davis.

<sup>5</sup> Waskow, geciteerd in A.M.J.Kreykamp, H.van Praag, B.van Steenberg (redactie), 1974, *Toekomstonderzoek, theorie en praktijk* (supplement 10, 1.5.2.), november, Deventer: Kluwer.

<sup>6</sup> Met name het boek *Silent Spring* van R.L.Carson en L.Darling, (1962, Riverside Press, Cambridge, Mass.) was van grote invloed.

de vraag wie de 'kosten' moest opbrengen van een nieuwe technologie en wie de 'baten' van technologische ontwikkeling opstreek. En als de totale 'kosten' niet opwogen tegen de 'baten', hoe moest dan worden gehandeld?

De negatieve gevolgen van technologische ontwikkeling waren vaak tweede of derde orde effecten, dat wil zeggen effecten die niet waren beoogd, maar waren ontstaan doordat mensen hun gedrag aanpasten als gevolg van de invoering van die technologie.

Het eerste orde effect van de invoering van 'de pil' was een betrouwbaarder en prettiger voortplantingsregulering dan met behulp van het condoom. Daarmee droeg het aanmerkelijk bij aan een grotere seksuele vrijheid, een tweede orde effect. Een derde orde effect is dan de toename van de verspreiding van geslachtsziekten. Dit was voor velen aanleiding tot een terugkeer naar het (inmiddels verbeterde) condoom, een vierde orde effect.

Vanuit deze inzichten was het niet a-priori duidelijk hoe nieuwe technologie maatschappelijk beoordeeld moest worden. In hoeverre waren alle maatschappelijke gevolgen van een nieuwe technologie te voorzien?

Ook werd duidelijk dat technologische ontwikkelingen wel degelijk sterk beïnvloed konden worden door maatschappelijke veranderingen (denk bijvoorbeeld aan de oliecrisis als oorzaak van veel energiebesparingsonderzoek). Als effecten van technologie te voorzien zouden zijn, hoe kon er dan ingegrepen/bijgestuurd worden in de technologische ontwikkeling? Een nieuw soort studies werd hiervoor geïntroduceerd om een antwoord te geven op deze vragen: *Technology Assessment* (TA). Wat TA precies zou moeten zijn was lange tijd niet geheel duidelijk.

***Technology assessment is an attempt to establish an early warning system to detect, control, and direct technological changes and developments so as to maximize the public good while minimizing the public risks.***<sup>7</sup>

In deze definitie was TA met name een instrument ten behoeve van het (kritische) publiek. Echter in andere definities werden de politieke voetangels en klemmen die in de begrippen 'public good' en 'public risk' verscholen waren nadrukkelijk aan besluitvormers overgelaten. Emilio Daddario, die het wetsvoorstel voor de oprichting van het US Congress Office of Technology Assessment indiende definieerde TA nog het meest als beleidsinstrument:

***Technology Assessment is a form of policy research which provides a balanced appraisal to the policymaker. Ideally, it is a system to ask the right questions and obtain correct and timely answers. It identifies policy issues, assesses the impact of alternative courses of action and presents findings. It is a method of analysis that systematically appraises the nature, significance, status, and merit of a technological program.***<sup>8</sup>

Hoewel deze definities zeer verschillend zijn in de afgrenzing van TA ten opzichte van politieke besluitvorming hebben ze ook een duidelijk gemeenschappelijke noemer voor wat betreft de afgrenzing ten opzichte van technologische verkenningen. TA onderscheidt zich op twee manieren van technologisch verkennen:

- ze is niet primair geïnteresseerd in de ontwikkeling van technologie zelf, maar in de

---

<sup>7</sup> Marvin J.Cetron, Lawrence W.Connor, 1972, "A method for planning and assessing technology against relevant national goals in developing countries", in: Marvin J.Cetron, Bodo Bartocha, *The Methodology of Technology Assessment*, New York.

<sup>8</sup> E.Q.Daddario, in *Subcommittee on Science, research and Development of the Committee on Science and Astronautics, US House of Representatives, 90th Congress, 1st Session, Ser. 1*, (Washington DC, US Government Printing Office, Revised August 1968), p. 10.

ontwikkeling van technologie in relatie tot de maatschappelijke context, dat wil zeggen de wijze waarop in de ontwikkeling van technologie maatschappelijke keuzes gemaakt zijn (en nog gemaakt zullen worden) en de waardering door maatschappelijke groepen van (on)mogelijkheden van de nieuwe technologie.

- ze is in meerdere of mindere mate gericht op het aangeven van mogelijkheden ter beïnvloeding van de technologische ontwikkeling, zowel in positieve als in negatieve zin, en dus niet op het zo adequaat mogelijk voorspellen van de technologische toekomst. Of daarbij TA zelf een norm moet stellen (minimizing public risks) of deze zo veel mogelijk moet overlaten aan besluitvormers is omstreden.

Technologisch verkennen is zeker beïnvloed door het ontstaan van TA en de kritiek op de traditionele wijze van technologisch verkennen. Tegenwoordig worden technologische verkenningen vaak uitgevoerd binnen het kader van een ruimer gedefinieerde TA vraagstelling. Daarom zal hier nog wat nader worden ingegaan op TA. Dat wil echter zeker niet zeggen dat technologisch verkennen alleen nog voor TA relevant is.

### Soorten Technology Assessment

Al naar gelang de fasering van de TA studie in relatie tot besluitvorming zijn een aantal TA studies te onderscheiden:

**ATA, Awareness TA**, verkenning van mogelijkheden. Kan in principe worden uitgevoerd los van bestaande politieke verhoudingen. Overeenstemming over onderwerpen is niet vereist. Forecasting methoden, zoals Delphi, spelen hierin belangrijke rol.

**STA, Strategic TA**, is bedoeld om een specifieke actor te informeren over zijn strategische opties in relatie tot technologische potenties. Beperkt zich in zijn analyse niet tot het actorbeleid maar analyseert zo mogelijk een gehele sector.

bevat: analyse van potenties/bedreigingen

doelstellingen waaraan potenties kunnen bijdragen  
randvoorwaarden die hieraan verbonden zijn  
barrières in het systeem  
socio-institutionele innovaties

**CTA, Constructieve TA**, is gericht op het verbeteren van het proces van technologische vernieuwing. Sociale relaties worden opgebouwd, potenties voor technische verandering worden aangegeven. Het is niet bedoeld om maatschappelijk nuttige producten te ontwikkelen maar om mogelijkheden aan te geven voor het opbouwen en versterken van relaties tussen verschillende betrokkenen.

- bijdragen aan ontstaan infrastructuur
- experimenten en proefprojecten ter bevordering wisselwerking R&D- toepassing
- verzamelen informatie relevante experimenten om bij te dragen aan leerprocessen.

Grenzen aan CTA doordat:

- onvoorspelbare effecten de overhand kunnen hebben.
- niet over alles consensus valt te bereiken: over sommige gevaren is bijv. geen



- vergelijk te vinden en dus is er geen modaliteit voor CTA.
- er in interactieprocessen niet altijd sprake is van dialoog, en men dus langs elkaar heen blijft werken
- niet iedere gewenste technologie ook financieerbaar is (verschil maatschappelijke en koopkrachtige vraag)

**Back casting.** Dit is een TA studie met een zeer specifieke doelstelling: er wordt een situatie gedefinieerd die men op een bepaald tijdstip wenst te bereiken. Aan de hand daarvan wordt geanalyseerd hoe tot deze situatie kan worden gekomen: Welke relaties dienen te worden opgebouwd, welke technologische ontwikkelingen zijn wenselijk, welke niet. De mate waarin de gedefinieerde situatie verschilt van de bestaande bepaalt het aantal verschillende mogelijkheden om de verandering te bewerkstelligen.

## TA instituten

Overheidsinstellingen die in principe sturend kunnen optreden zijn zelf ook technologieontwikkelaars. De strategische informatie omtrent gevolgen van technologische ontwikkelingen speelde daarom ook met name een rol in territorium conflicten tussen wetgevende (parlementen) en uitvoerende machten (regeringen). Informatie omtrent maatschappelijke gevolgen van technologische ontwikkelingen was voor parlementen zeer relevant daar zij aanleiding kon zijn om vroegtijdig tot wetgeving over te gaan. Voor de uitvoerende macht was dit aspect niet gewenst daar ontwikkelingen die normaal niet tot het domein van parlementaire besluitvorming hadden behoord, nu in het politiek debat konden worden ingebracht. Daardoor was het vrijwel vanzelfsprekend dat het parlement met de sterkste positie (in het technologisch meest voorop lopende land) als eerste een TA orgaan opzette: het Office of Technology Assessment dat een stafbureau werd van het Amerikaanse Congres<sup>9</sup>. Aan de oprichting van de OTA is de naam van Senator Emilio Q. Daddario verbonden die niet alleen het wetsvoorstel aanvaard wist te krijgen, maar in 1972 ook de eerste OTA directeur werd. Zijn werk was aanvankelijk geen succes daar hij voortdurend politiek controversiële onderwerpen vermeid om Congres leden, waarvan de OTA afhankelijk was voor het voortbestaan, niet voor het hoofd te stoten<sup>10</sup>. Later wist de OTA (onder andere leiding) een zeer goede reputatie op te bouwen. Dit kon echter niet verhinderen dat zij in 1995 onder druk van een grote bezuinigingsoperatie sneuvelde.

Technology Assessment kwam in de meeste Europese landen (en in de EG) pas in de tachtiger jaren van de grond. Initiatieven in de zeventiger jaren waren er wel, maar sneuvelden veelal doordat in de Europese parlementaire traditie (waarin de scheiding van wetgevende en uitvoerende macht vrijwel niet bestaat) TA vaak werd opgevat als een versterking van het parlement ten opzichte van de regering en dus als een versterking van de oppositie<sup>11</sup>. In Nederland ontstond in 1986 de Nederlandse Organisatie voor Technologisch Aspectenonderzoek (NOTA)<sup>12</sup> In 1994

<sup>9</sup> Lewis Gray, 1982, "On 'Complete' OTA Reports", *Technological Forecasting and Social Change* 22, 3 and 4, pp. 299-319.

<sup>10</sup> D. Dickson, 1984, *The new politics of science*, Pantheon New York.  
Zie voor werkwijze OTA: Fred B. Wood, 1982, "The Status of Technology Assessment, A view from the congressional Office of technology assessment", *Technological Forecasting and Social Change* 22, 3 & 4, pp. 211-222.

<sup>11</sup> Ruud Smits, Jos Leyten, 1991, *Technology Assessment, waakhond of speurhond? Naar een integraal technologiebeleid*, Zeist, Kerckebosch.

<sup>12</sup> Ruud Smits, Arie Rip, 1988, "De opkomst van TA in Nederland", *Wetenschap & Samenleving* 40, no. 5, pp. 7-16.

doopte deze organisatie zich om in het "Rathenau Instituut". Daarnaast bestaan op dit moment in Europa onder andere FAST (EG), STOA (Europees Parlement), OPECST (Frankrijk), TAU (Oostenrijk), SERV (Vlaanderen), TAB (Duitsland), POST (Groot Brittannië), Technologi Naevnet (Denemarken), IFS (Zweden)<sup>13</sup>.

#### TA en verkennen in het bedrijfsleven

TA verwierf zich ook een plaats in het bedrijfsleven. Hier lagen diverse oorzaken aan ten grondslag: verkennen op zich bleek vaak ontoereikend. Langzamerhand bleek dat niet alles wat aan 'technische vooruitgang' mogelijk was, ook winstgevend was. Zo bleek de Concorde technologisch wel tot de mogelijkheden te behoren. Echter de opkomst van de 'wide body' maakte lagere vluchtprijzen mogelijk. De stijgende olieprijs troffen dit kerosine-slurpende vliegtuig extra hard. Bovendien waren landingsrechten voor het vliegtuig moeilijk te verkrijgen door de milieuvervuiling die het veroorzaakte. Hierdoor werd de Concorde een commerciële mislukking. Al deze ontwikkelingen waren in feite te voorzien geweest. Dit was wel een van de duidelijkste voorbeelden waaruit de noodzaak bleek technological forecasts te verbreden zodanig dat ook sociale en economische ontwikkelingen een rol konden spelen<sup>14</sup>.

In bedrijfs-TA ging het vooral om maatschappelijke effecten van bedrijfsproducten en mogelijkheden voor het ontwikkelen van nieuwe producten die zouden voorzien in een nieuwe behoefte of deze konden creëren. Ook het voorzien van overheidsop treden, schaarste situaties etc. was van groot belang. Deze TA speelde zich vrijwel geheel in stilte af, daar het hier niet gaat om verbreding van besluitvorming door informatieverspreiding maar juist vaak om het verkrijgen van voordeel door een informatievoorsprong<sup>15</sup>.

#### TA en verkennen

De claims die in de gegeven TA definities besloten liggen, bleken in de praktijk duidelijk te hoog gegrepen. Langzamerhand ontstond er ernstige twijfel of het principieel mogelijk was om een redelijk betrouwbaar **early warning system** voor technologische ontwikkelingen op te zetten. Bovendien was het voorzien van (alle) maatschappelijke gevolgen van technologische ontwikkelingen (ook 3e en 4e orde effecten) vrijwel onmogelijk, met name bij de soms zeer snel wisselende maatschappelijke omstandigheden. Zo doorkruiste de oliecrisis heel wat TA analyses. Als reactie hierop werden de doelstellingen van TA studies vaak sterk vernauwd. Deze inzichten waren aanleiding om een nieuwe vorm van TA te definiëren, in onderscheid tot traditionele TA. De verschillen werden als volgt weergegeven<sup>16</sup>

---

Maarten Evenblij, 1989, "Technology Assessment", *Intermediair* 25, nr. 7, 17 februari, pp. 33-37.

<sup>13</sup> R.E.H.M.Smits, 1990, *State of the art of Technology Assessment in Europe*, A report to the 2nd European Congress on Technology Assessment Milan, 14-16 November 1990.

<sup>14</sup> Harry Jones, Brian C. Twiss, 1978, *Forecasting technology for planning decisions*, The Macmillan Press Ltd., London/Basingstoke.

<sup>15</sup> A.Simonse, W.Kerkhoff, A.Rip (edit), 1989, *Technology assessment in ondernemingen*, Deventer, Kluwer.

J.G.Wissema, 1977, *Technology Assessment, aspectenonderzoek in het spanningsveld van technologie en samenleving*, Deventer, Kluwer.

<sup>16</sup> R.Smits, J.Leyten, 1988, "Key issues in the institutionalization of TA", *Futures*, februari.

**TRADITIONEEL**

Wetenschap dominante rol  
Hooggespannen verwachtingen mbt de mogelijkheden van TA  
Output TA = rapport  
Probleemdefinitie van ondergeschikt belang  
Één TA organisatie  
Instrumenteel gebruik van informatie in een rationeel besluitvormingsproces  
TA resultaten doen automatisch mee in de besluitvorming  
Technologie is autonoom

**NIEUW**

Onderzoekers en gebruikers zijn gelijkwaardig  
Verwachtingen ten opzichte van onderzoeksresultaten zijn bescheiden  
Output = rapport + discussie  
Veel aandacht voor probleemdefinitie  
Vele verschillende TA organisaties  
Conceptueel gebruik van informatie in politiek besluitvormingsproces  
Veel aandacht voor aansluiting TA op besluitvormingsproces  
Technologie wordt gemaakt door mensen

De discussies rond TA hebben ook het technologisch verkennen aanmerkelijk beïnvloed. Enerzijds speelden de methoden en technieken van het technologisch verkennen vaak een belangrijke rol in TA studies. Anderzijds bevatten technologische verkenningen tegenwoordig ook sterke maatschappelijke elementen. Het voornaamste onderscheid blijft echter het doel achter deze studies: Willen we in staat zijn adequaat in te spelen op toekomstige technologische ontwikkelingen, die vaak niet te beïnvloeden zijn (althans niet door ons), of stellen we de poging technologie maatschappelijk te beïnvloeden centraal. Het moge duidelijk zij dat deze vragen tegenwoordig zo dicht bij elkaar zijn komen te liggen dat ze bijna niet van elkaar zijn te onderscheiden. Het college Techniek en Toekomst (WM0908) richt zich daarom vooral op (on)mogelijkheden om toekomstige technologische ontwikkelingen te voorspellen en het college Technology Assessment (WM0909) vooral op de mogelijkheden tot sturing en beïnvloeding van technologie.

**TECHNOLOGICAL FORECASTING: 1970-1993', Joseph F. Coates, John B. Mahaffie, and Andy Hines<sup>17</sup> Technological Forecasting and Social Change, No. 7, pp. 23-33 (1994)**

## **Introduction**

Under the sponsorship of 18 large organizations, Coates & Jarratt, Inc., conducted Project 2025, looking to how science and technology will affect the United States and the rest of the world over the next generation. In the first phase of that project, we collected all the science and technology forecasts we could find done since 1970 and projecting any time forward from that year. The search was organized in 54 scientific and technological areas in order to cover forecasting in all of science and technology. In a second phase not reported on here, we created our own forecasts of the year 2000.

The results were presented in 41 reports, each of which defined the principal anticipated outcomes and the capabilities, which were anticipated to be delivered to society. We identified gaps and points overlooked in the forecasts. This was easier to do with regard to the earlier forecasts. We also identified the scientific, technical, and social assumptions underlying the forecasts. It came as no surprise that little by way of assumptions was explicit in the forecasts. We often had to impute assumptions that must have been made in order to come to the forecasted conclusions. Our work then proceeded to identify both business and public policy implications in each of the reports. Finally, we presented a digest of the main forecasts and our pithy evaluations of them.

The undertaking was global in scope, that is, not limiting us to the United States or English language forecasts. It quickly became clear that we could not accomplish our task by limiting the search to formal forecasts. We had to expand the search to include two surrogates for forecasts. One was research agendas. This is based on our assumption that if there is a research agenda, that research will get more attention than other topics and hence will lead to more practical or applied results. The second surrogate was critical technology agendas, again operating on the assumption that what is identified as critical is likely to get more attention than other subjects in the same field.

We also augmented formal forecasts with a large number of more or less incidental forecasts often made in connection with a speech, a journal article, or a semi-popular publication.

## **The State of Forecasting**

Overall, we see forecasting as underdeveloped. It was better developed in the 1960s and has decayed in methodological quality and substantive content. The more recent forecasts are more often informal, side commentaries, or poorly defined and executed without much attention to assumptions, time horizons, or the author's intentions.

On net, all too often the forecasts we examined did not give their rationale and did not explain their assumptions well. They often did not identify the time horizon at all. They were not good about explaining the capabilities at the core of the technological development, i.e., at defining what the technology would allow us to do.

---

<sup>17</sup> Joseph F. Coates is President of Coates & Jarratt, Inc. John B. Mahaffie is an Associate with Coates & Jarret, Inc. Andy Hines is an Associate with Coates & Jarratt, Inc. Address reprint requests to Joseph F. Coates, Coates & Jarrett Inc., 3738 Kanawha Street, NW, Washington, DC 20015. (website: <http://www.coatesandjarratt.com/>)

In setting out to do this project, we thought that it would be a daunting task. It was. But daunting for the wrong reasons. There were far fewer forecasts than we expected to find. That was not an artifact of our approach. There had not been the flowering of forecasting in the 1970s and 1980s we thought there had been. The quality of forecasting is very, very mixed. There are fields with next to no forecasts and others with rich, regular, frequent, formal, rigorous, quantitative forecasts. In aerospace and information technology, there is widespread industrial and governmental emphasis on forecasts. They do a great job at it. In other fields, such as economics and basic mathematics, there is little or nothing.

Sometimes people outside a field have more interesting things to say about the field than the insiders do. Sometimes the visionaries are not in the center of the field but people who look across all science and technology and think broadly and liberally about what could be. Those visionary forecasts are not necessarily always rigorous or quantitative, but often are more interesting and useful than institutionally-based forecasts.

We often found less formal forecasting interesting where people comment on the direction of technology in the context of some other thing that they are doing. A common example is people who are looking at the future of a profession from the point of view of the supply and demand for the professionals. They sometimes turn to thinking about where their science is headed. An undeveloped aspect of forecasting is putting expectations about a profession together with the forces inside and outside the profession that are shaping it.

Some fields have done more with forecasting the future of the profession than they have with the future of the science and technology. An example is architecture, where there are many forecasts about the fees, business opportunities, and ways of keeping the architect's grip on the action in the face of changes like CAD/CAM.

Technology forecasts that are very specific about some aspect of a technology, e.g., the number of transistors on a chip, are common. Less common are broadbased looks at a whole field, its related fields, and the social contexts surrounding them. These minutia forecasts are often at the expense of a careful look at what might completely upset the whole field. The concentration in forecasts is most often on marginal or incremental changes.

In close-knit fields forecasts often show a great deal of consensus. They forecast the same thing down through the years. So there is some danger that a tightly-knit field misses the broader possibilities because they only read each other's work. Forecasts in food science are an example of this. If one changed the dates and a small amount of language of many forecasts made 10 or 15 years ago, they would have a striking resemblance to more recent forecasts. On the other hand, this may not reflect exceptional narrowness coming from merely talking to one's self. It may also reflect the slow and steady pace of a large sector of the technologically-based economy.

Regrettably, there are a lot of things posing as forecasts that are not forecasts. Numerous journal articles have a catch phrase, such as "past, present, future" or "yesterday, today, and tomorrow." All too often they deal with past and present but offer little or nothing about the future. We conjecture that these misleading articles are often done by specialists in the field who implicitly have a model of continuity, a model of technological momentum in which continuity dominates over change. Furthermore, many of those articles are written by people who had little opportunity to formally explore a futures paradigm and, hence, just do not know how to approach the forces and factors shaping the future of the subject of their concern. It surely suggests some interesting opportunities for professional societies in almost

every field to educate their members on how to think about the future. Technology enthusiasts and visionaries often see their technology as the one that will be the hottest new thing in the years ahead.

In contrast to the Japanese who make a crucial business point of normative forecasts in setting goals and direction, the publication, celebration, and policy use of normative forecasts in the United States is extremely limited. The Department of Defense, as well as NASA, has for years used normative forecasting to help shape the next wave of technological development. Aside from that, relatively little forecasting occurs as a conscious social steering mechanism in the United States.

Forecasting too often mixes technological and market forecasting. People who have a particular product to market may steer themselves down the wrong path because of their overwhelming interest in the market. They in essence let market expectations drive expectations for the technology.

In reviewing the 54 areas in which we gathered forecasts, four clearly stood out as the best: aerospace, information technology, manufacturing, and robotics. Similarly, six areas were conspicuous for the paucity of forecasts and their general poor quality. Economics, as well as most of the rest of the social sciences, was very weak, as were physics and basic mathematics. It is interesting to note, in sharp contrast to basic mathematics, people in statistics have a good history and pattern of forecasting. Zoology and botany, that is, general biology, were weak in contrast to modern molecular biology and genetics. Finally, geology and soil science and related areas were also relatively uninteresting.

### **Why Is Forecasting So Uneven?**

While it would be difficult to be definitive about the reasons for these clear patterns, there are some suggestions. First, when there is a technologically oriented sponsor who has a strong economic interest in the subject, there tends to be a good bit of forecasting. This would surely characterize the four leading areas we have noted. On the other hand, when the issue is politically charged or when no one has a particularly strong economic interest in forecasting, there are few forecasts.

However, there are ironies. Economists who forecast all the time have fairly consistently avoided forecasting about their own field. Basic mathematics and physics are extremely esoteric fields pursued by a relatively small coterie of extremely intelligent people. We suspect that there is some arrogance as well as a degree of intellectual caution that retards forecasting for them. There seem to be no obvious reasons for the dearth of solid forecasting in the social sciences. They do, however, seem to be increasingly driven by ideological and political concerns, as well as a hefty move toward social action agendas. These trends discourage forecasting. The four other sciences weak in forecasting comprise the routine core or background to applied areas and, hence, have no particularly strong clientele. For years, we have tried to get the US Geological Survey interested in a forecast of the geological sciences and have consistently come up zero on that. Perhaps it is a case of what difference would it make? As the nation moves more and more toward an agenda of competitiveness, as government becomes more and more concerned about supporting the obviously central role of science and technology in our future prosperity, it is ironic that there is no clear government agenda and virtually no agency champion of a systematic approach to forecasting. This is in striking contrast to the situation in Japan.

Applied science fields forecast things more often and probably with better results than pure

science fields. That is a shame because basic scientists need to know where they may be going in a world of increasing cross-disciplinary work. They know rather well what is happening around their immediate interests, but they do not necessarily think about what will happen in five, ten, or twenty years to reshape their field or the consequences of what will result from their research.

We have not been able to figure out why the basic sciences seem to be so resistant to forecasting. Possibilities include a fear of tipping one's hand, that is, revealing one's own research agenda, or maybe a fear that legislators or other sources of funding may find the anticipations uncongenial. Or, it may be an ironic anti-intellectual arrogance that leads basic researchers to believe that their fields cannot be forecast. A striking example of that is the difference between applied mathematics and pure mathematics. We found nearly no forecasts in pure mathematics. In a couple of interviews to search out forecasts, we got the foolish response that we did not understand that basic mathematics is so creative that one simply could not forecast it. On the other hand, the applied mathematicians, particularly in statistics, have a good record of forecasting.

### **The Four Enabling Technologies and an Enabling Issue**

Four enabling technologies turned up over and over again in the forecasts in many fields. First is the broad family of information technologies. For obvious reasons, computers, computer networking, data, data gathering, telecommunications, and sensing are influencing every field. Forecasts in most fields saw information technology as shaping their fields. Second is genetics and related biotechnologies which are increasingly prominent in forecasting. We saw a changeover in the late 1980s with more forecasts finding genetics relevant to their field. While not every field identifies genetics as relevant, a majority do.

Third is materials science and technology, which is critical to any field that manipulates things. Most of those fields recognize an emerging revolution in the materials entering into all structures, devices, and artifacts.

Fourth is energy technology. Behind a lot of forecasts, in many areas, is the expectation that we will have the energy we need in the form we need it at the price we can sustain for that technology. While many people see a need for radical transformation in the energy base of the United States and the global economy, there is surprisingly little by way of radical forecasting. Equally surprising is the relatively little systematic, comprehensive, in-depth, normative, i.e., goal-directed forecasting of the energy future. On the other hand, there is a great deal of emphasis on the forces and factors leading to new energy arrangements.

A fifth area, not so much an enabling technology but an enabling issue, is environmentalism. Nearly every science and technology field at some point recognizes the environment is critical to its future. There may be some that have not woken to that yell but they will.

By an enabling technology or an enabling issue, we mean one which has effects not only in the area to which it is immediately directed but one which brings about basic changes in many other areas. The electric light turning night into day had radical effects on the way we use time and space. Similarly, the automobile did not just substitute for the horse and buggy but spawned effects that created 10% of the national economy.

### **Problems in Forecasting**

A curious finding all too common is that experts in a field often do not know about the forecasting in their field. For example, in a typical field, to find forecasts, we contacted between 15 and 40 people. At the same time, we did electronic and library searches on the future of the field. Between the experts and the fields' databases, we had the best possible coverage. It is surprising how quickly experts in a field can forget what somebody wrote about the future five, much less ten or fifteen, years earlier.

There definitely is a database search and nomenclature problem in identifying forecasts and futures research across the whole scientific enterprise. Bibliographers should be paying much more acute attention to the subject of the future. Often, forecast and future are not even used as key words and descriptions in the coding of literature for electronic databases.

### **Characteristics of the Forecasts**

In our review of over 1500 forecasts we did not attempt to evaluate their reliability, that is, to what extent what they forecast and occurred. That, in itself, would have been another major project. However there are grossly visible patterns about the reliability and effectiveness of the forecasts. Perhaps the most common characteristic of forecasts in science and technology is incremental change. Incremental change did pretty well because within many fields, people know their business and their technology, and they know the possibilities a few years or a decade out. So forecasting from within a field taking into account what is going on in the field is probably the most successful form of forecasting in the relatively short-term, except where something external comes along to upset the apple cart.

An interesting example of combining continuity and change are the forecasts in microelectronics. They are numerous, frequent, and highly quantitative, and yet as new scientific and new technological developments occur as they have over the last 20 years, they have been effectively integrated into the forecasts. The forecasts in the field of microelectronics tend to reflect steady, rolling change, and because of the large number of forecasts and the continuity of forecasting, the evolution in anticipations shows up distinctly. On the other hand, in fields in which forecasts are incidental or spotty, the discontinuities, in the form of new developments, do not show up clearly or get effectively integrated into forecasts.

There seems to be an implicit view in many of the forecasts we looked at that forecasts are attempting to give a right answer or to correctly describe some future situation. Certainly among most futurists, this is not the intention of looking to the future. Rather, futurists try to define a range of alternative futures and to use that full range of alternatives as the basis for planning. We found very little laying out of alternative developments in the forecasts that we reviewed. Surely the most important measure of a good forecast is not whether it is right or wrong, but whether it pushes developments in a useful direction. Because we chose to avoid all proprietary forecasts, we may be missing a lode of highly successful forecasts. Unfortunately, we have no way of evaluating that situation. Apparently, most organizations choose not to encourage publication, even after years or decades, of their forecasts.

In some areas there is a kind of long-range optimism which never seems to be fulfilled so that the forecasts of 25, 20, 15, or 5 years ago all look the same. A most interesting example is that of fusion energy, which for the last quarter century has been always 50 years in the future.

### **Forecasting Around the World**



Searching the world outside the United States for forecasts was disappointing. The futures community was not forthcoming. For example, we wrote to close to 200 fellow members of the World Future Studies Federation, which is the most broadly based futures society in the world. Its membership is carefully selfselected so that everyone is a legitimate futurist. From that total inquiry we got 3 responses, one of which was interesting and useful and another that was a plea for money. This weak response reflects a melancholy situation with regard to the systematic study of the future, namely that people are reluctant, even unused to cooperation. They do not approach their work on a professional basis with a sense of professional exchange. The lack of response to our project was equivalent to "I couldn't care less." Incidentally, one of us is a member of the Federation, so we were not approaching the other members as an outsider.

Most of the forecasting done regularly and in some detail is in the U.S., Japan, and Europe. We did not get anything from the Third World. To some extent, Eastern Europe and China and Russia also do forecasting.

With regard to the EC activities, there is a complex, interlocked, cascading collection of materials. The European Commission has a number of offices that are charged with forecasting technology and with tracking forecasts in technology. One of us (J.M.) visited there and beat on doors all up and down the hallways. They have not gotten very far with science and technology forecasting. They have nice names for their various institutes and commissions, but they have quite a way to go. They have the resources and the people-power. They just have to get on with it. We do not believe that we were in any way excluded or denied material. Rather, what we think is that the system is not yet effectively organized to produce reliable, high quality forecasting products that the EC community has every reason to expect if not demand.

The OECD has resumed its considerable interest in the exploration of the future. Its work, however, is relatively new and started up too late to provide a significant input into our 2025 project. The OECD Future Studies Information Base is putting out occasional papers under the title HIGHLIGHTS with such subjects as world population, water, and other topics of general interest to the OECD. These are outstanding interpretive summaries of current literature, including forecasts and futures analysis with regard to each topic.

The Japanese forecasts are, without question, the most comprehensive, systematic, long-range, and sophisticated. Their commitment to forecasting began about 1975, and they have made particularly effective use of broad-scale, well done Delphi surveys. They enjoy a great deal of continuity and overlap from one study to another, and the studies are sponsored by organizations which are prepared to think about them and act upon them. The futures work has also begun to systematically permeate the Japanese professional literature. While a large amount of material is available in English, there was for us a substantial language barrier, so that we did not extract as much of the gold from the mine as we could have, had we the language capabilities for more translation.

### **Limitations of Observations**

The Project 2025 material dealt exclusively with non-proprietary information, hence we excluded any discussion of classified government material, and we purposely avoided access

to any internal corporate documents. Therefore, the extent of hard-core professionally excellent work may be greater than the above material suggests.

### **The Future as Pursued by Corporate and Government America**

Technological forecasting is only one, albeit major, portion of the futures enterprise. There is therefore some value in looking at the larger pattern of trends in futures research in corporate and government America, to appreciate the shifting patterns of priorities and their wider embrace of a futures paradigm.

In several of our projects, including Project 2025, we have asked our clients what their experience had been with futures research and forecasting. To an overwhelming degree, we have found that they have been extremely dissatisfied with forecasts done 10 to 20 years ago.

There are two separate but related reasons.

First, the users were often left unaware that there were fundamental scientific or technological assumptions made, which were unstated and hence unexamined, which turned out to be unstable. Second, and perhaps of even greater importance, the assumptions about the state of the society - the corporate external environment into which the new development would be delivered - was itself often unexamined. One incidental consequence of that is, in all our work, we have been made aware of the need to make contextual assumptions as explicit as possible.

The above are likely reasons why technological forecasting and a general interest in future studies declined in business in the late 1960s, through the 1970s. We attribute the revival of interest in the future coming from two separate factors. First is that the corporation, whether American or foreign, is now caught up in an unprecedented degree of competitiveness. As a result, there is a widespread interest in virtually any technique or approach which promises to give insight into that competitive environment. The interest in the future is one of several areas that are prospering as a result of that concern. Separate, and distinct from that, is what we have come to call the "magic of the millennium." As the new millennium approaches, many people and organizations are behaving as if they feel that we are at an objective branch point, that at the millennium we will know whether America is on the right road or whether a particular corporation will succeed or fail.

Accompanying the revived interest in the future in the 1980s and early 1990s is a broad commitment to the communication of results. That is partly recognition of the need to tell the story well and partly a way to achieve more effectiveness in futures research through a greater commitment to client involvement with the study itself. The day is past in which a study will be completed, presented, and that is it. The best of work is done with extensive interaction with the client and with relevant parties at interest to assure maximum utility.

There is also a gratifying increase in the time horizon of futures research. In the early 1980s it was difficult to get anyone in business or government interested in more than three or four years because of the tremendous pressures for short-term return on investment. This was reflected in the foreshortening of the time horizon of much of corporate planning. We find more recently, as reflected in our Project 2025 and a current project looking at American business out to 2020, that it is no longer impractical to find active interest in the 24 and 30 year future.

There also is a general awareness in large organizations, both public and private, that the study of the future does have something to tell them. Accompanying this general awareness of the potential value of looking to the future is a melding or blurring of technological

forecasting with a more general and often less quantitative look at forces and factors shaping any particular field of interest.

At the corporate level, we find the interest in the future not particularly high in strategic planning units, but we are finding interest in R&D, in advanced market research, and in human resources. We also find growing interest in the exploration of the future among the best of companies, which fear that they may have been talking to themselves too much to the exclusion of messages from the outside. There is a growing interest in outside inputs into their planning and strategic thinking.

This broad, diffuse interest in the future is nicely illustrated by a quotation from one of our clients in the utility industry:

Knowing our customers has always been important. Now it's becoming absolutely crucial for us to understand their wants and needs. Tracking and studying established trends helps us think through the real needs and preferences of today's customers and anticipate future changes in customer attitudes and perceptions.

A human resource executive in one of the Baby Bells reports:

Forecasts and futures research have proved to be the stimuli needed to get us, as an organization, to look beyond our own view of the world. All too often, we see our world with the bias of our problems, our industry. Forcing us to look beyond that bias causes us to challenge our assumptions and ourselves. There are few answers out there; however, there are tools that help get you closer. That is the role for forecasts and futures research.

A project manager in a manufacturing association finds:

The use of futures forecasting is a key methodology for identifying long-term strategic thrust areas, which in many cases may be direct threats to existing businesses. As such, they provide direction for, and a sense of urgency to, longer-term research and manufacturing efforts. They can also help shape the types and backgrounds of people an organization hires over time to help lead it into new paradigms.

By no means, however, are these good feelings about the use of futures research universal. They vary not only by company within business sectors, but they vary by business sector themselves. The unpleasant reality is that some business sectors are tuned out of the need to look to the future.

A senior analyst in an energy corporation reports the following:

With regard to the energy industry and forecasts, the tendency is very strong to look at the short-term forecasts of price and demand. There is, however, growing dissatisfaction that the users of those forecasts are not getting what they are buying. Futures research, except for E&P, in the energy game is unfamiliar. Essentially it is an a

technological business, and so technological changes always come as a surprise. It is basically only those related to geology and more recently those connected with environmentalism who are beginning to look at the future. In summary, the industry just does not understand futures research.

A different realistic look at the use of futures work, given by a senior executive in a chemical company:

The largest potential to use a long range futuristic forecasting of science and technology in the industrial community comes from a technology oriented company that is committed to growth by finding and developing business opportunities for new and advanced products or services. Project reports are useful in brainstorming and planning activities to select opportunity areas for a limited amount of long range corporate R&D.

Another factor which probably applies more specifically these days to the chemical industry than to others is the effect of environmental issues. An increasing share of capital investments and R&D budgets are used to address environmentally-related issues which leaves fewer financial resources to support research for other new product and processes. But the latter are a key to repositioning companies into new business areas that are being spawned by these forces. To this end, Project 2025 has offered valuable exposure to issues and opportunities in some fields that were relatively unfamiliar to us, and the potential to continue to use it this way remains.

The box summarizes the applications of futures research in one important component of a chemical company, Dow Ventures. The material is a direct quote from our client at Dow, Kerry Kelly. The material illustrates the importance of communication, the need for extensive and continuous client or user involvement with the work, and the problems and opportunities associated with broad dissemination of futures material in a very large organization. It also illustrates the requirement that information with implications for change come from multiple sources if it is to be credible.

### **Futures in Government**

The story of futures in government is complex and checkered. Ironically, the Reagan administration, with its very unequivocal and strong anti-bureaucratic sentiments, was a strong stimulus to futures research in the federal government. The administration's position was that the bureaucrats should behave more like the big boys in business. When the bureaucrats looked around they found that one of the things the big boys did was strategic planning and futures research. More recently, with the approach of the new millennium and with the vigorous activity directed at reinventing government, almost all agencies have developed some kind of year 2000 initiative. Unfortunately, as near as we are able to tell, most of them are winging it, that is conducting their studies as internal activities with their own staff largely free of professional input from the futures research community. However, the story is mixed. Many agencies are using professional futurists, and some agencies have fully qualified and competent futurists on their staffs. The overall effect is that government at the federal level is steadily moving toward a greater awareness of the value of the systematic

exploration of the future. The FBI and the EPA have done, or are engaged in, futures studies and programs.

The quasi-governmental bodies present a mixed picture. At the time of this writing, the Smithsonian Institution has a Commission on the Future of the Smithsonian made up largely of people in or peripheral to the museum field. On the other hand, the National Academies have been adamantly resistant, with few exceptions, to a serious and systematic embrace of the future. This is ironic since almost everything that the academies touch are important not because of the past or the present, but because of their implications for the future. For honorific organizations, a firm grasp of the future can be threatening.

### *Using Futures Research at Dow Ventures*

*We find most forecasts to be vague and supported by specific examples which may or may not be indicative of trends, rather than projections from statistical data which integrate many examples. As a result, it is difficult to build credibility in the organization for futures work. Consequently, the information is not integrated into the planning process. One of the best works we have seen in the future studies was Project 2025, which did a thorough map of several technologies and integrated them into a few functional scenarios.*

*We put copies of the reports into our Business Information Center with appropriate key words so anyone doing a literature search would find the appropriate reports. When we received the assumptions for phase II of the project, we began an e-mail survey by sending a few (2-3) of the assumptions at a time to over 100 R&D and Ventures personnel. The purpose of the survey was to test the believability of the assumptions and to begin to distribute the information more broadly and begin to get the organization thinking in future terms. This was very successful. The response rate was high and informal feedback indicated that people were integrating the ideas into their thought processes which then became integrated into the business strategies and R&D programs.*

*When the phase II reports were completed, we distributed them to the business teams and Ventures groups which were most directly aligned with the reports. They were asked to distribute them within their groups. In some cases, we had the authors review the reports with top Ventures management and lead a brainstorming session with a cross-functional and cross-business group to generate new business ideas. In some cases, phase II reports and some phase I reports were used as prework for brainstorming sessions conducted by our Chemicals New Business Development Group.*

*All of the Project 2025 materials are in our Business Information Center in Midland, Ventures, Chemicals & Performance Products New Business Development, Plastics New Business Development, and Dow Europe. These reports are used as reference materials when we begin work in new areas and as an input into business strategies for our new business development activities.*

*We will also be using future studies to identify new growth business areas for Dow to study. The Project 2025 reports will be reviewed later this year to find additional business opportunities to study.*

*On a different line, the results of a proprietary study for Dow to identify potential areas for further study reported on 15 possible business areas. This led to an afternoon of focused brainstorming in these areas. The results of the brainstorming and the summary reports were distributed to the participants and the Ventures Leadership Team. Some of the ideas are being integrated into our formal process for opportunity assessment or are being used as support data for projects which are already underway.*

*About two years ago, we conducted two other future-based issue analyses. One was a survey of literature from which we extracted pertinent trends or possible events which could affect current Dow businesses or may create an opportunity for a new business. This work was written in a report and distributed to top Ventures and current business management.*

*The second study was a survey of several top managers in all functions and all geographical areas within Dow. We asked them to work with their staffs to list the most important technical, political, and social trends or issues which would affect their current business or create new opportunities. This report was then recirculated back to them after the data was compiled. We used this as an input into our search for new business opportunities, and presumably they used the results in their strategy development.*

*In all of these studies we have sponsored or conducted in the past three years, we have found considerable consistency. I believe that the information we collect in these processes is being better used today than ever before and is having a profound effect on our new business development programs. We expect to continue to conduct future-based activities to keep business management aware of trends and events which may affect their areas.*

## **Action Implications**

To sum up with some of the operational implications of our look at the last quarter century of scientific and technological forecasting, we suggest actions that would be appropriate for government, trade associations, large corporations, users or consumers of forecasts, and for the think-tank and academic community.

- Almost every field would profit from upgrading its skills and commitments by sponsoring its own forecasts and by orienting its members, whether professional or business, to the value of forecasting.
- Forecasts, to a striking degree, have an amateurish element to them. Key components of an effective forecast are often ignored. Among these components are scientific and technological assumptions, economic, social, and political assumptions, the time frame of the forecasts, method or techniques used to generate the forecasts. We found surprisingly little application of such standard tools as cross-impact analysis or scenarios. The distinction between extrapolative and normative forecasts is often blurred.
- The formal quantitative tools of forecasting are terribly under-used.
- There is almost no critical review of forecasts anywhere. It may be a combination of politeness or indifference, but the absence of critical feedback on forecasts surely cannot be good for either the field or for the practice.
- There is strong value in bringing outsiders into a forecasting activity in order to avoid the risks of group-think of the insiders talking to themselves.
- Discontinuities, that is sharp disruptions in trends, unexpected events, whether for the good or bad, are a prominently neglected area in the forecasts that we reviewed.
- In looking at the institutional bases of the people who produced most of the forecasts that we reviewed, we found that few of them reflected the names prominent in the futures field. There seems to be something of an intellectual rift between many professional futurists and the forecasting community. Obviously, bringing those two together would be an enormous benefit to each. Futurists could bring to the game a broader sense of possible developments and a clearer sense of the social, economic, political, and institutional implications. On the other hand, a closer linkage to formal forecasting would surely benefit much of contemporary futurism, which is all too qualitative.
- American forecasts, in contrast to those in Europe, tend to pay too little attention to the social consequences of technological developments. However, throughout European forecasts, there is, if anything, an emphasis in the reverse direction, overbalancing concern and attention to social implications and a relative under treatment of the formal side of technological forecasting.
- As far as the Third World is concerned, encouraging formal forecasting there would have some value in opening up potential research opportunities, but far more important would be better insights into future markets and potential businesses for local development.
- We have a clear need and a tangible market for public service forecasts, that is, forecasts which could relate explicitly to policy-making at local, state, and federal government, and for corporations and the rest of institutional America.
- Formal forecasting has the potential to become an active, lively, and potentially entertaining component of public discussion. We have not found a formal forecast developed and presented for radio or television.

## Autonome technologie-ontwikkeling en technologisch determinisme, Karel Mulder

In de volgende stukken zullen we ons bezighouden met de vraag wat de drijvende kracht is achter technologische veranderingen. Een impliciete visie die veel aanhang heeft, en vaak ook impliciet in de populaire media valt te herkennen is de visie dat technologische autonoom is, dwz dat deze niet wordt beïnvloed door maatschappelijke (economische sociale juridische) krachten. ‘*De vooruitgang van de techniek valt niet te stoppen*’, of ‘*Als Einstein niet de relativiteitstheorie had uitgevonden, had iemand anders dat wel gedaan*’. Kern van dit denken is vaak dat techniek wordt gevoed door wetenschappelijke kennis, dat die kennis alleen maar groeit, en dus dat techniek steeds ‘beter’ wordt, mede als gevolg van het feit dat nieuwe technieken weer bijdragen aan de verbetering van andere technieken. Technologie ontwikkeling is dus *autonoom*. Technologie wordt dan meestal gezien als de belangrijkste drijvende kracht achter de ontwikkeling van de samenleving. De samenleving is dus *technologisch gedetermineerd*.

Een van de bekendste filosofen die technologie benaderde vanuit een deterministische (zelfs fatalistische) visie was Jacques Ellul. Ellul's constante thema in al zijn publicaties was de dreigende ‘technologische tirannie over de mensheid’.

Ellul maakt een scherp onderscheid tussen de klassieke (Middeleeuwse) technologie en de moderne technologie. Traditionele technologie was volgens hem:

- Beperkt in zijn toepassing (omdat ze waren gemaakt voor specifieke taken op een bepaalde plaats)
- Slechts beperkt afhankelijk van resources en vooral sterk afhankelijk van vakmanschap
- Lokaal van karakter, (omdat ze gebruik maakten van lokale omstandigheden, en aangepast waren aan lokale cultuur).

Het resultaat van deze kenmerken was de mogelijkheid tot keuze, dat wil zeggen individuen en lokale gemeenschappen konden in verregaande mate de vorm van de technologie die ze gebruikten beïnvloeden.

In tegenstelling tot traditionele technologie, karakteriseerde Ellul moderne technologie door:

- Automatische, dwz dat er maar een ‘beste’ manier is om een bepaald probleem op te lossen, en die manier is dwingend waar je ook maar bent op onze planeet.
  - Zelf vermenigvuldiging, dwz nieuwe technologie versterkt de groei van andere technologieën. Resultaat: exponentiele groei.
  - Ondeelbaarheid. De technologische levensstijl moet volledig worden geaccepteerd, met zowel zijn goede als slechte kanten.
  - Cohesie, dwz. technologieën die op verschillende gebieden worden gebruikt hebben veel gemeenschappelijk
  - Universalisme, dwz. technologie is zowel geografisch als kwalitatief alom tegenwoordig
- Voor Ellul betekende dit dat moderne technologie vernietigend is voor de menselijke vrijheid. In zijn visie is de toekomst van de mensheid buitengewoon somber, want er is geen weg terug.

Ellul's argumenten kunnen deels herkend worden in het zogenaamde Unabomber Manifest. Unabomber, de schuilnaam van de Californische hoogleraar wiskunde Kaczynski, pleegde in de jaren tachtig en begin jaren negentig aanslagen op researchinstellingen en luchtvaartmaatschappijen. Een kenmerkende redenering in zijn betoog: .....



*127. A technological advance that appears not to threaten freedom often turns out to threaten it very seriously later on. For example, consider motorized transport. A walking man formerly could go where he pleased, go at his own pace without observing any traffic regulations, and was independent of technological support-systems. When motor vehicles were introduced they appeared to increase man's freedom. They took no freedom away from the walking man, no one had to have an automobile if he didn't want one, and anyone who did choose to buy an automobile could travel much faster than the walking man. But the introduction of motorized transport soon changed society in such a way as to restrict greatly man's freedom of locomotion. When automobiles became numerous, it became necessary to regulate their use extensively. In a car, especially in densely populated areas, one cannot just go where one likes at one's own pace one's movement is governed by the flow of traffic and by various traffic laws. One is tied down by various obligations: license requirements, driver test, renewing registration, insurance, maintenance required for safety, monthly payments on purchase price. Moreover, the use of motorized transport is no longer optional. Since the introduction of motorized transport the arrangement of our cities has changed in such a way that the majority of people no longer live within walking distance of their place of employment, shopping areas and recreational opportunities, so that they HAVE TO depend on the automobile for transportation. Or else they must use public transportation, in which case they have even less control over their own movement than when driving a car. Even the walker's freedom is now greatly restricted. In the city he continually has to stop and wait for traffic lights that are designed mainly to serve auto traffic. In the country, motor traffic makes it dangerous and unpleasant to walk along the highway. (Note the important point we have illustrated with the case of motorized transport: When a new item of technology is introduced as an option that an individual can accept or not as he chooses, it does not necessarily REMAIN optional. In many cases the new technology changes society in such a way that people eventually find themselves FORCED to use it.)*

Naast deze fatalistische visie zijn er ook juist zeer optimistische technologisch deterministen. Met name een aantal futurologen dragen vaak enthousiaste beelden uit over de techniek van de volgende eeuw, en de verovering van de ruimte als de 'final frontier'. Of de samenleving die technieken ook werkelijk wil doet voor velen niet of nauwelijks ter zake, want dat is de onvermijdelijke 'voortgang'.

De technologische deterministische wereldvisie is echter op verschillende gronden dubieus:

- Het veronderstelt eenrichtingsverkeer tussen wetenschap, techniek en samenleving waarbij technologie het product is van wetenschappelijke groei en technologische zelfvermenigvuldiging. Echter, historisch is dit onjuist: techniek gaat vaak vooraf aan de formulering van wetenschappelijke theorieën. Dit geldt bijvoorbeeld voor de stoommachine die al een eeuw werkte voordat Sadi Carnot in 1824 de Carnot cyclus formuleerde waarmee de omzetting van warmte in arbeid kon worden verklaard. Het eerste vliegtuig vloog in 1903, maar de werking van vleugels kon pas worden verklaard door het werk van de aerodynamicus Prandtl rond 1920.
- Historische analyses laten vaak zien dat technologische innovatie niet een proces is dat tot slechts een optimaal resultaat kan leiden maar dat er keuzes worden gemaakt door sociale groepen.

Voor technologisch deterministen geldt echter dat iedere technologische verandering zijn onvermijdelijke loop heeft. Krachten daarbuiten (zelfs wetenschappers en technologen die hun eigen werk een draai willen geven op grond van morele of politieke gronden) produceren in hun ogen slechts een lichte 'ruis' die veronachtzaamd kan worden.

Hoewel technologisch determinisme niet echt veel aanhang meer heeft, kan niet ontkend worden dat het een kern van waarheid bevat: in onze globaliserende samenlevingen is voor nationale overheden erg weinig ruimte nog werkelijk sturend in te grijpen in technologische veranderingsprocessen. Die mogelijkheid licht deels op supranationaal niveau en is deels

afwezig vanwege het ontbreken van een wereldautoriteit.

**DE SOCIALE CONSTRUCTIE VAN TECHNIEK. Jan van den Ende, Wim Ravesteijn, Dirk de Wit, bewerking: Karel Mulder.**

## Inleiding

De ontwikkeling van de technologie is allerm minst een rechtlijnig, technisch ontwikkelingsproces, dat alleen door wetenschappers en technici wordt bepaald. Het is veeleer een proces waarin voortdurend keuzes worden gemaakt tussen alternatieve ontwikkelingsmogelijkheden. Maatschappelijke factoren spelen daarbij een belangrijke rol.

We kunnen ons de vraag stellen hoe het proces van technische ontwikkeling nu eigenlijk precies verloopt. Kennis van dit ontwikkelingsproces en van de verschillende relevante factoren daarin, geeft een beter inzicht in de huidige ontwikkeling rond techniek. Dat kan een ingenieur helpen zijn eigen positie beter te begrijpen. Het kan ook nuttig zijn als we de ontwikkeling van techniek willen sturen.

Om greep te krijgen op het proces van techniekontwikkeling, zijn diverse theorieën en modellen ontwikkeld. Oudere vormen van techniekonderzoek kenmerken zich door een "black box" traditie. Economen en sociologen vertoonden de neiging techniekontwikkeling alleen van buiten te bezien, en de techniek als een black box te beschouwen. Keuzes in het technische ontwikkelingsproces bleven daarmee buiten beeld. Historici probeerden wel deze keuzes bloot te leggen: zij begaven zich in de black box. Maar ze schonken weinig aandacht aan de invloed van de omgeving op techniekontwikkeling. Meer recent zijn visies ontwikkeld, die proberen maatschappelijke factoren in het proces van techniekontwikkeling te betrekken. Een daarvan is het zogenaamde SCOT-model. Dit model benadrukt de keuzemogelijkheden rond technologie en het belang van sociale groeperingen daarbij. In dit stuk zullen we het SCOT-model uitleggen. Daarbij wordt de ontwikkeling van de fiets als voorbeeld genomen.

## Het SCOT-model

### Een introductie op techniekontwikkeling

Binnen diverse wetenschappen bestaat belangstelling voor innovaties en technische ontwikkeling. Na de Tweede Wereldoorlog was deze interesse sterk economisch geïntereerd. Dit kwam voort uit de problemen, die economen ondervonden bij het verklaren van de na-oorlogse economische groei: alleen met behulp van macro-economische variabelen was deze niet te verklaren. De economische invloed van de techniek werd als een constante verondersteld, maar de technische ontwikkeling bleek juist een essentiële factor in de economische groei te zijn.

De relaties tussen fundamenteel onderzoek, ontwikkeling en technische toepassing stonden centraal in de modellen die economen opstelden. Uitvinders waren voor hen slechts interessant, voor zover zij hun uitvindingen zelf op de markt brachten. De aandacht richtte zich meer op de ondernemer dan op de uitvinder. Hierop is ook de scheiding tussen uitvinding en innovatie terug te voeren. Een uitvinding wordt pas een innovatie op het moment, dat er acceptatie is op de markt. Dit paste in een traditie, die door J.A. Schumpeter, een econoom

uit de eerste helft van deze eeuw, geïnspireerd was. Uitvinder-ondernemers als Thomas Edison en Alexander Bell genoten mede daarom een grote bekendheid.

Recent proberen wetenschappelijke onderzoekers een breder kader te formeren rond innovaties, uitvinders en ondernemers, waarbij de invloed van de samenleving op de totstandkoming van technische ontwikkeling veel aandacht krijgt. Een belangrijke impuls komt daarbij vanuit de techniekgeschiedenis. Deze heeft een lange traditie van onderzoek naar de ontwikkeling van instrumenten of technische systemen. Globaal heeft dit zich gecentreerd rond een interne en een externe benadering. De interne benadering richt zich vaak op het minutieus volgen van de ontwikkeling van een apparaat, zoals bijvoorbeeld de geschiedenis van de stoommachine. In de externe benadering ligt het accent op de invloed van de omgeving op het ontwerp. De ontwikkeling van techniek is in deze visie een afhankelijke variabele, waarbij de afhankelijkheid maatschappelijke factoren betreft.

In nieuwe benaderingen proberen wetenschappelijke onderzoekers uit diverse disciplines de interne en de externe benadering te integreren. Daarbij wordt de wisselwerking tussen interne en externe factoren gezien als bepalend voor het proces van techniekontwikkeling. Een van deze benaderingen is het SCOT-model: "social construction of technology".

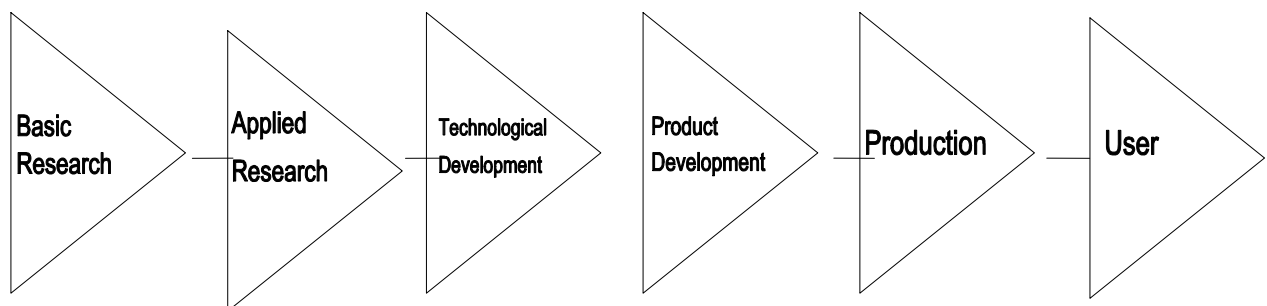
In het SCOT-model worden technieken beschouwd als sociale constructies, waaraan verschillende groepen mensen vorm hebben gegeven. Centraal in deze opvatting staat de gedachte dat mensen invloed uitoefenen op de ontwikkeling van een techniek via de betekenissen die zij eraan toekennen (dit wordt hieronder verder uitgewerkt).

Het draait in het SCOT-model om het samenspel van sociale, technische en wetenschappelijke factoren. Het laat technische ontwikkeling zien als een variatieproces, waarin mensen (actoren) op bepaalde momenten keuzes maken. Dat betekent dat in dit model ruimte bestaat om zowel succesvolle als mislukte innovaties te beschrijven en te verklaren.

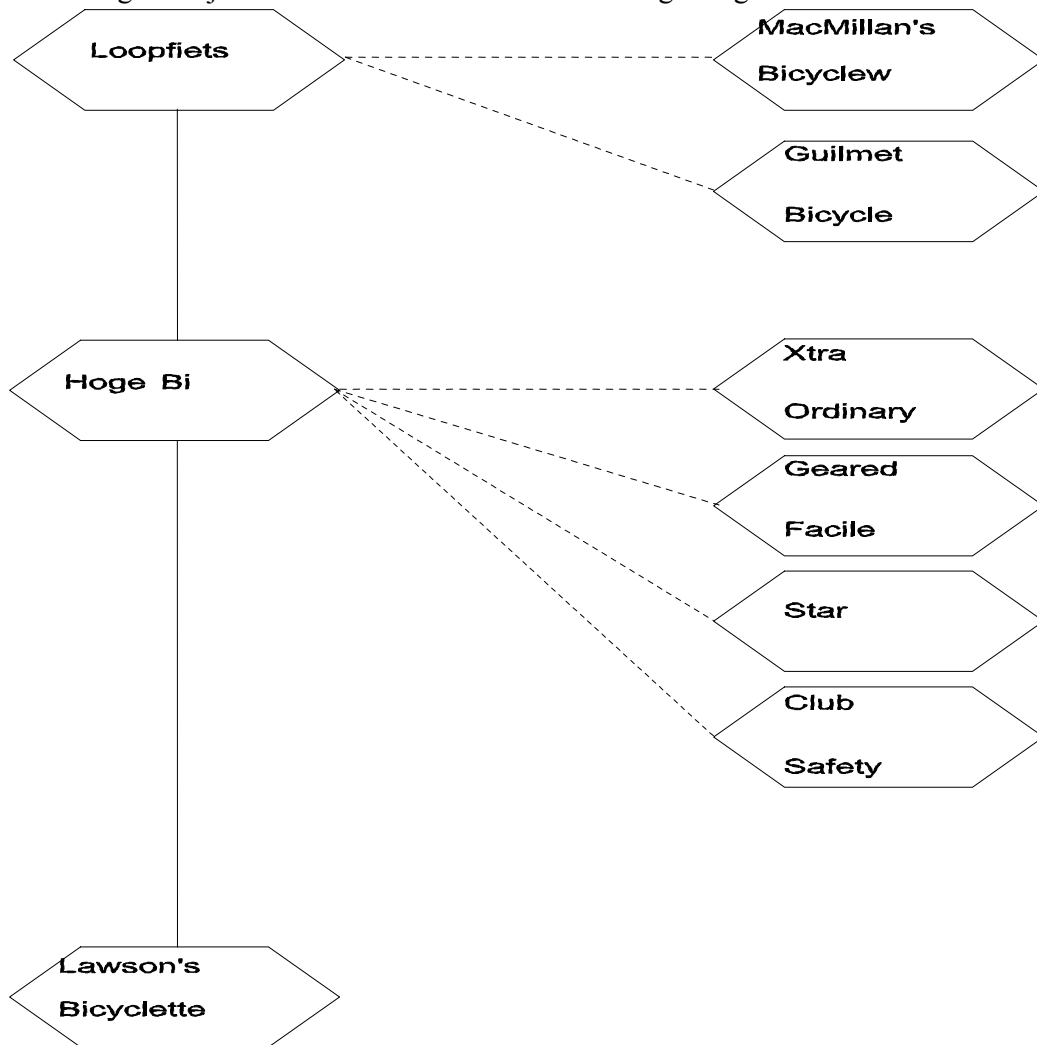
## 2.2. De sociale constructie van technische ontwikkeling: de geschiedenis van de fiets

Het SCOT-model is ontwikkeld aan de hand van een aantal case-studies, waaronder studies van de transistor, bakeliet, de TL-lamp en de fiets. We zullen het model uiteenzetten aan de hand van dit laatste voorbeeld.

Als we op traditionele manier naar de ontwikkeling van de fiets kijken, dan zien we de huidige veiligheidsfiets (Lawson's Bicycleette) als het eindproduct van een ontwikkeling, die begon met de loopfiets en waarin de zogenaamde Hoge Bi een tussenstadium vertegenwoordigt. Dit lineaire, technische ontwikkelingsproces ziet er als volgt uit:



Het bezwaar van een dergelijke voorstelling van een ontwikkeling is, dat niet duidelijk wordt dat er keuzes worden gemaakt. Zo blijkt in het geval van de ontwikkeling van de fiets de Hoge bi lang te blijven voortbestaan, ook nog toen de veiligheidsfiets er al was, en dat terwijl de fiets qua techniek bepaald geen technisch hoogstandje was. Bovendien leidt een dergelijke benadering dikwijls tot het benadrukken van alleen de geslaagde innovaties.



Eén van de doeleinden van het SCOT-model is juist aan te geven dat er keuzes gemaakt worden. De lijn van de Hoge Bi naar de veiligheidsfiets is een theoretische constructie die geen recht doet aan de realiteit, waarin de twee typen naast elkaar bestonden en beide een ontwikkeling te zien gaven. Laten we dat eens nader bekijken.

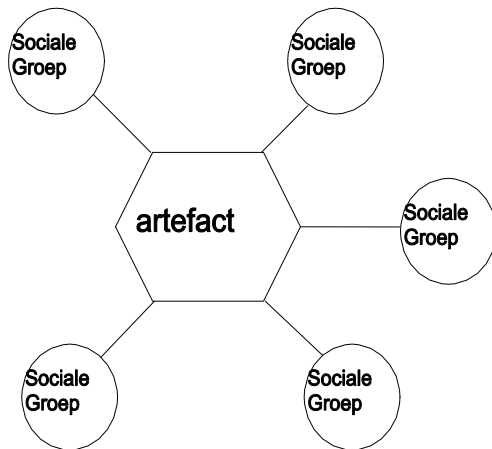
De Hoge Bi had een hoog voorwiel en een klein achterwiel. De aandrijving van de fiets vond plaats via trappers op het voorwiel. In verband met de bereikbaarheid van het stuur en het

zwenkvermogen van deze tweewieler moest de fietser vrijwel recht boven het voorwiel zitten. De fiets was snel en efficiënt, maar zeer instabiel. De fiets werd geïntroduceerd in 1870 en heeft het tot het eind van de eeuw uitgehouden. Lawson's Bicyclette werd gekenmerkt door aandrijving op de achteras. Deze veiligheidsfiets stamt uit 1879. Tegen het eind van de eeuw heeft deze zich uitgekristalliseerd tot de fiets zoals we die nu kennen. Als vaste elementen voor deze fiets golden, naast aandrijving op de achteras, even hoge middelgrote wielen en luchtbanden, die alle drie in belangrijke mate aan de veiligheid bijdroegen.

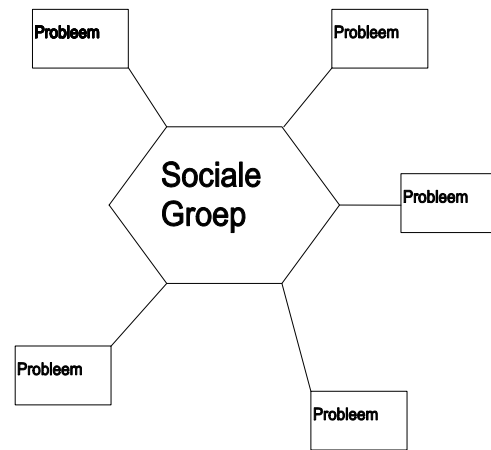
Om de ontwikkeling van de fiets te kunnen begrijpen, beginnen we met de introductie van twee belangrijke begrippen uit het SCOT-model.

- 1) Artefact: een bewust door mensenhanden vervaardigd object.
- 2) Relevante sociale groep: mensen die betrokken zijn bij een bepaalde technische ontwikkeling en voor wie een artefact een zelfde betekenis heeft.

Rond elk artefact is een aantal relevante sociale groepen te onderscheiden. Mensen betrokken bij een artefact hebben er allemaal een bepaald beeld van: zij kennen er een bepaalde betekenis aan toe. Vooral belangrijk is wat mensen problematisch vinden aan het artefact. Groepen ontstaan (of kunnen geconstrueerd worden) op basis van een gedeelde betekenistoekenning en, daarin opgenomen, een gezamenlijke probleemherkenning. Een groep kan met betrekking tot een artefact verschillende problemen hebben. In schema ziet een en ander er als volgt uit:

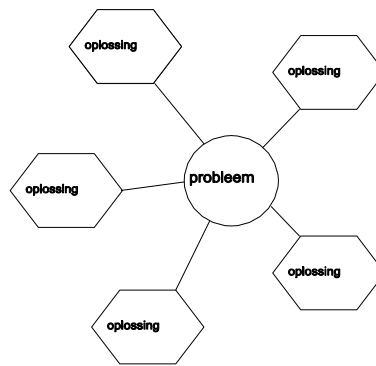


Relevante sociale groepen bij een artefact.



Problemen die een sociale groep onderkent aan een artefact.

Voor problemen (of clusters van problemen) zijn verschillende oplossingen denkbaar. Vanuit het door hun gedefinieerde probleem, eventueel met inbegrip van de oplossing(en), oefenen de diverse sociale groepen invloed uit op de ontwikkeling.



Oplossingen voor een probleem.

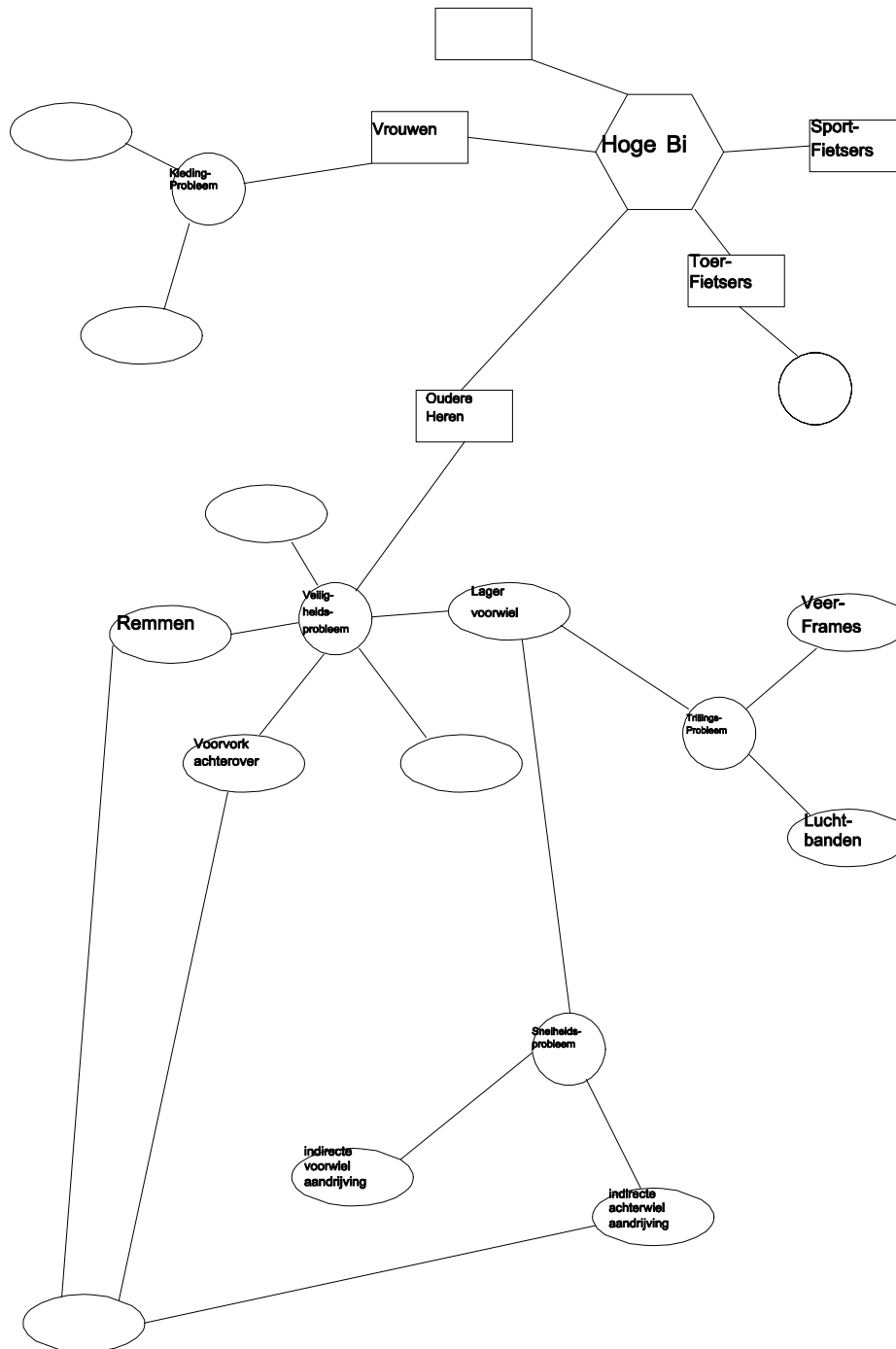
Met het cluster technisch artefact-relevante sociale groep-probleem-oplossing zijn wij in staat het historisch ontwikkelingsproces van een artefact te verklaren. Een belangrijk begrip hierbij is betekenisflexibiliteit: verschillende sociale groepen kennen aan één technisch artefact verschillende betekenissen toe. Deze notie is essentieel om bijvoorbeeld de ontwikkeling van de fiets te begrijpen.

Relevante sociale groepen rond het artefact fiets zijn de producenten en de gebruikers. We moeten echter ook de "anti-fietsers" betrekken in het verhaal. De fiets riep namelijk ook weerstanden op bij mensen: "...but when to words are added deeds, and stones are thrown, sticks thrust into wheels, or caps hurled into the machinery, the picture has a different aspect" (geciteerd in Bijker 1984). Deze anti-fietsers hadden niet alleen zedelijke problemen met vrouwelijke fietsers, maar ook met de gevaren die fietsen met zich meebracht. In Londen maakten de fietsers bijvoorbeeld gebruik van de houten trottoirs, omdat de wegen verder ongeplaveid waren. Dit riep weerstanden op bij de bevolking, nog versterkt door de bestaande klassentegenstellingen. Bij de Hoge Bi blijken de voornaamste gebruikers jonge mannen te zijn, jonge mannen van een zekere welstand, die over de moed en behendigheid beschikken om zich op zo'n fiets te begeven. Daarnaast laat zich een groep potentiële gebruikers onderscheiden.

De Hoge Bi-rijders, jong, moedig en uit de betere kringen als zij waren, straalden superioriteit uit naar hun wandelende of paardrijdende medeburgers. Voor hen was de Hoge Bi een "macho machine". Voor potentiële gebruikers als vrouwen, toerfietsers, of oudere heren had de Hoge Bi eerder de betekenis van een onveilige machine. Omdat de rijder vrijwel boven het middelpunt van het voorwiel zat, met zijn of haar benen ver verwijderd van de grond, leverde elke plotselinge stop of oneffenheid het gevaar van een valpartij op. Deze verschillende betekenisgevingen hadden ook diverse ontwikkelingspaden tot gevolg:

- 1) Voor de sportieve Hoge Bi was vergroting van het voorwiel de beste manier om de voorwaartse snelheid te verhogen. Dit culmineerde in 1892 in de Rudge Ordinary met een wioldiameter van ongeveer 1,4 meter. Dat dit deze fiets alleen maar onveiliger maakte, was voor de specifieke groep gebruikers eerder een voor- dan een nadeel.
- 2) Om de onveilige Hoge Bi voor anderen gebruiksgeschikt te maken werd met diverse oplossingen geëxperimenteerd. De wielvolgorde werd omgedraaid zoals in de Pony Star, of het voorwiel werd kleiner en het zadel naar achteren geplaatst zoals in

Lawson's Bicyclette. (Toen de veiligheidsfiets zich uiteindelijk ontwikkelde tot een snellere fiets dan de Hoge Bi, was het lot van deze laatste bezegeld.



Het SCOT-model toegepast op de ontwikkeling van de fiets.

De figuur maakt duidelijk dat toepassing van het SCOT-model een ander beeld geeft van de ontwikkeling van een techniek, in ons geval de fiets, dan een traditioneel fasenmodel. In het SCOT-model zijn het toekennen van betekenissen, het signaleren van problemen en het oplossen hiervan, aspecten van het proces van techniekontwikkeling. Het is alleszins mogelijk dat het eindproduct door geen van de betrokken partijen als zodanig voorzien is. Dit geldt zeker voor de veiligheidsfiets. De totstandkoming hiervan is niet een duidelijk te dateren gebeurtenis, maar strekt zich uit over enkele decennia. Aan het begin van het proces dat tot deze tweewieler leidde, hadden de betrokkenen geen duidelijk idee van deze fiets. Er bestonden toen ook verschillende types, waaronder Lawson's Bicyclette, maar ook de Kangaroo en de Facile.

Recapitulerend, kan de ontwikkeling van een artefact globaal drie stadia doorlopen:

1. interactie tussen technische ontwikkeling en sociale groepen
2. variatie aan problemen en oplossingen
3. de keuze van een oplossing

De oplossing hoeft natuurlijk niet een definitief karakter te hebben: de bereikte oplossingen zijn tijdelijke vormen van stabilisatie. Wat als oplossing wordt aangereikt hoeft ook niet per sé een prachtig stukje techniek te zijn. Bij de Hoge Bi signaleerden gebruikers bijvoorbeeld, dat het stuur in de weg zat als de fietser tengevolge van plotselinge stilstand over de kop sloeg. Een oplossing die hiervoor aangedragen werd, was een zodanige constructie dat het stuur in voorkomend geval losliet en de bestuurder rechtstandig op zijn benen kon landen. Alhoewel dit soort gedachten niet bij voorbaat van tafel geschoven kan worden, ging het in dit geval om een oplossing die geen lang leven beschoren was.

Bij de verklaring van de ontwikkeling van een artefact is ook het concept technisch raam van belang. Met technisch raam wordt bedoeld het geheel van oplossingsstrategieën, theorieën, vaardigheden, gebruikspraktijken, doelen, waarden, normen met betrekking tot een bepaalde techniek van een sociale groep. Het bepaalt het denken, handelen en de interactie binnen die groep. Om de betrokkenheid van een actor in een technisch raam aan te geven wordt de term inclusie gebruikt. Inclusie in verschillende technische ramen is mogelijk. Een elektrotechnisch ingenieur heeft een hoge inclusie in het (of een) technische raam dat verbonden is met zijn eigen vakgebied, maar hij heeft tijdens zijn studie ook vakken gevolgd bij bijvoorbeeld werktuigbouw. Hierdoor kan deze ingenieur ook betrokken zijn in een ander technisch raam.

Het technisch raam kan verklaren waarom een bepaalde oplossing voor een probleem wordt gekozen. Bij de Hoge Bi is het goed denkbaar, dat de bouwers en gebruikers maar een doel voor ogen hadden: het verhogen van de directe snelheid. Gevangen in het technisch patroon van deze fiets was dat alleen maar mogelijk door het voorwiel te vergroten.

In het bovenstaande zijn de centrale begrippen van het SCOT-model geïntroduceerd en aan de hand van de fiets geïllustreerd. Met behulp van het model kunnen we verklaren waarom de Hoge Bi lange tijd een succes was, ook nog toen de veiligheidsfietsen er al was. De sleutel ligt hierbij in de betekenis van "macho machine" die de Hoge Bi had. Bovenstaande analyse biedt ook een uitgangspunt als we de ontwikkeling van technologie willen sturen. Het betekent dat allereerst zal moeten worden onderzocht wat een technologie



voor verschillende betrokkenen gaat betekenen, en van het relatieve belang van hun meningen. Het keuzeproces zal niet geheel voorspelbaar zijn. Sturing van technologie zal daarom een continu proces moeten zijn. Sturende (overheids-)instanties moeten zich bewust zijn van de betekenissen die een technologie kan krijgen, en op basis daarvan de ontwikkeling in een gewenste richting sturen.

## ECONOMISCHE THEORIEËN VAN TECHNOLOGISCHE VERANDERING, Jan van den Ende

### Het neoklassieke economisch denken

De neo-klassieke economische theorie is al oud. Hij ontstond tegen het einde van de vorige eeuw en heeft tegenwoordig nog een grote invloed. De neoklassieke theorie speelt bijvoorbeeld een belangrijke rol in de modellen van het Centraal Planbureau. We zullen hier alleen enkele elementen van de theorie noemen die voor ons doel van belang zijn.

De neoklassieke theorie gaat ervan uit dat ondernemers die een bepaalde hoeveelheid van een bepaald product willen produceren, kunnen kiezen uit verschillende combinaties van productiefactoren. Onder productiefactoren wordt in de economie alles verstaan wat nodig is in de productie: arbeid, kapitaal en grondstoffen. Hij of zij kan besluiten kapitaal-intensief (met veel machines) of arbeidsintensief te produceren. De neoklassieke theorie veronderstelt dat de keuze primair afhangt van de prijzen van kapitaal (rente) en arbeid (loon).

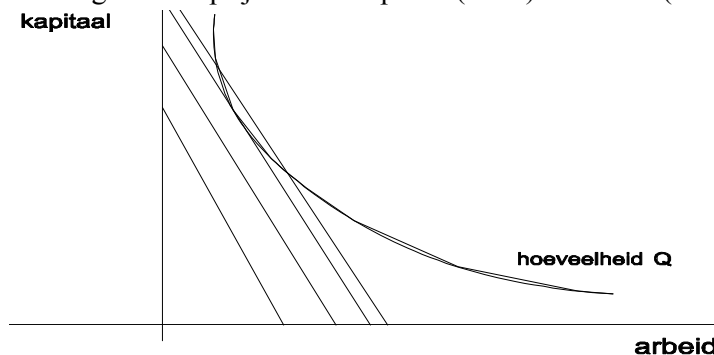


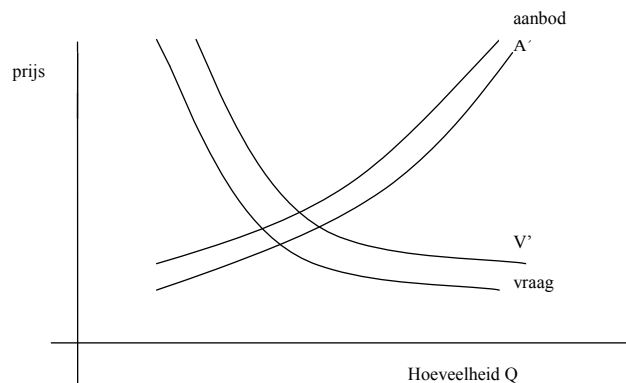
Fig. 8. De productiefunctie

Dit keuzeproces wordt in beeld gebracht in de productiefunctie. De functie geeft alle combinaties van arbeid (X-as) en kapitaal (Y-as) waarmee een vaste hoeveelheid Q van een bepaald product geproduceerd kan worden. De ondernemer kan dus elk punt op de kromme kiezen. Waar hij of zij gaat zitten, volgt uit de prijs van arbeid en kapitaal. Gegeven een bepaalde prijs voor arbeid en kapitaal, geeft elk van de schuine lijnen in de figuur aan hoeveel arbeid en kapitaal je voor een vast bedrag kan kopen. Bij elke lijn meer naar rechts ligt dat bedrag hoger. De ondernemer die zo goedkoop mogelijk de hoeveelheid Q producten wil produceren, kiest het punt op de kromme dat raakt aan een van de schuine lijnen. Dat is het punt op de kromme waar de benodigde hoeveelheid arbeid en kapitaal gezamenlijk het goedkoopst zijn.

Veranderen de prijzen van arbeid en kapitaal, dan krijgen de schuine lijnen een andere stand, en verschuift ook het raakpunt. De ondernemer kruipt langs de kromme naar een ander punt. Als bijvoorbeeld de prijs van arbeid stijgt, worden de schuine lijnen steiler, en verschuift de ondernemer naar boven op de kromme, dus naar een kapitaalintensievere productiewijze.

Uiteraard gebeurt zo iets niet meteen, maar op een moment dat het de ondernemer goed uitkomt, bijvoorbeeld wanneer het machinepark toch al moet worden vervangen.

Een ander interessant element van de neoklassieke theorie zijn de aanbod- en vraagfuncties van een product. De theorie gaat ervan uit dat aanbod en vraag afhangen van de prijs van een product. Hoe hoger de prijs, hoe groter het aanbod maar hoe lager de vraag. Wil er een markt zijn voor een product, dan moeten de aanbods- en vraagfuncties elkaar ergens snijden (anders wordt het product een flop). Het snijpunt bepaalt de prijs en de verkochte hoeveelheid. Door externe invloeden kunnen de aanbod- en vraagfunctie van positie veranderen. Door kostenbesparing in de productie kan de aanbodkromme lager komen te liggen (naar A'). Het snijpunt met de vraagkromme verschuift dan, wat willen zeggen dat een grotere hoeveelheid voor een lagere prijs wordt verkocht. Door inkomensstijging bij consumenten kan de vraagfunctie naar boven schuiven (naar V'). Het wil zeggen dat er ook een grotere hoeveelheid verkocht gaat worden, maar nu tegen een hogere prijs (punt c).



### Aanbods en vraagfuncties

Voor ons doel biedt de neo-klassieke theorie enkele mogelijkheden, maar ook belangrijke beperkingen. De mogelijkheden liggen in het verklaren van de invloed van factorkosten op technologische veranderingen. Immers, elke keuze tussen kapitaal en arbeid houdt ook een technologische keuze in, een keuze voor een bepaald soort productietechnologie. Vanuit deze theorie kunnen we dus iets meer begrijpen van de invloed van arbeidskosten en rentestanden op productietechnologie. Soms kan de overheid de factorkosten zelfs bewust aanwenden om technologische keuzes te veranderen. Bijvoorbeeld: de overheid kan een heffing op energie leggen om het bedrijfsleven te stimuleren energiezuiniger productiemethoden te kiezen. Ook heffingen op uitstoot kunnen gebruikt worden om technologische veranderingen te bewerkstelligen. Het zijn voorbeelden dat de kosten van een productiefactor kunstmatig worden verhoogd om een veranderde technologische keuze te bewerkstelligen. Zelfs gedragsverandering van consumenten kan op zo'n soort manier worden nagestreefd: door de kosten van de auto te verhogen, kan men de reiziger stimuleren om van het openbaar vervoer gebruik te maken.

De neoklassieke theorie heeft echter ook vele beperkingen, als het om de rol van technologie

gaat. Het grootste probleem is wel het gebrek aan verklaring voor technologische innovaties. De neoklassieke theorie maakt onderscheid tussen bovengenoemde verschuivingen langs de productiefunctie, en een verschuiving van de productiefunctie (of een deel ervan). In het eerste geval is er niet van vernieuwing sprake, er wordt gebruik gemaakt van bestaande technologie. In het tweede geval is sprake van een innovatie. De productiefunctie (of een deel ervan) verschuift in de richting van de oorsprong van het assenstelsel. Een innovatie (in productietechnologie) houdt immers in dat een ondernemer tegen lagere kosten (van arbeid en kapitaal tezamen) hetzelfde product kan maken (en dus dat ook de aanbodsfunctie daalt, hetgeen de consument ten goede komt).

De oorzaken van innovaties worden in deze theorie echter in het geheel niet verklaard. Men veronderstelt dat die oorzaken van buiten de economie komen (economisch exogeen), bijvoorbeeld uit de technologische ontwikkeling zelf (technologisch determinisme). Het is echter duidelijk dat dat niet het geval is: economische factoren hebben wel degelijk invloed op de richting van innovaties. Een prijsstijging van energie bijvoorbeeld, zal niet alleen ondernemers stimuleren om tussen de bestaande productiemethoden te zoeken naar meer energiezuinige, maar het zal ook een stimulans zijn om meer onderzoek naar nieuwe energiebesparende technologieën te doen.

Een tweede probleem is de veronderstelling dat een heel arsenaal aan productiemethoden voorhanden is, voor allerlei verschillende prijzen van de productiefactoren. Dat is in de praktijk niet het geval. Doorgaans zijn er maar enkele alternatieven, voor het klein stukje van de productiefunctie waar zich op dat moment de prijzen van kapitaal en arbeid ongeveer bevinden. Als die prijzen sterk van de bestaande gaan afwijken, dan moeten allerlei nieuwe technologieën voor die nieuwe situatie ontwikkeld worden. Zo zie je dat bijvoorbeeld oorlogen, als er schaarste aan bepaalde productiefactoren ontstaat, altijd een stimulans zijn voor technologische vernieuwingen. Dus, voor bewegingen langs de productiefunctie zijn ook innovaties nodig.

Daarmee vervalt ook het onderscheid tussen bewegingen langs de productiefunctie, en een verschuiving van de productiefunctie als geheel. Bij innovaties is meestal niet aan te geven om welke van de twee situaties het gaat.

Er zijn nog veel meer kritiekpunten op de neoklassieke theorie te geven, zoals:

- Ondernemers onderzoeken niet alle mogelijke productiewijzen voor ze een 'optimale' keuze maken (vaak 'maximeringsdenken' genoemd), maar beperken hun keuze tot enkele opties, waaruit ze een 'bevredigende' oplossing kiezen.
- De theorie geeft geen inzicht in de gevolgen van veranderingen in eindproducten voor de productietechnologie.
- De aanbod- en vraagfuncties zijn abstracties, waarvan het bestaan niet echt kan worden aangetoond. Ze hebben bovendien een korte-termijn karakter: als de prijs stijgt, zullen ondernemers worden gestimuleerd om hun productievermogen tot het uiterste te benutten, en dus zal het aanbod stijgen. Maar na enige tijd zullen ondernemers hun capaciteit structureel uitbreiden, en dan daalt de prijs weer naar het oude niveau. Dus voor de lange termijn geeft de aanbodsfunctie geen goed beeld. Hetzelfde geldt voor de vraagfunctie.

### Andere economen en theorieën

Kondratieff, een Russische econoom, deed in de jaren 1920-1930 onderzoek naar lange golven in de economie. Het idee dat er golven voorkomen in de economie is al afkomstig van Marx (conjunctuurtheorie). Kondratieff richtte zich specifiek op lange-termijn-golven van economische op- en neergang, met een cyclus van ongeveer 50 jaar. Als belangrijkste oorzaak van die golven zag Kondratieff onregelmatigheden in de vervanging van kapitaalgoederen. Hij constateerde dat de golven gepaard gingen met onregelmatigheden in het voorkomen van technologische innovaties.

Schumpeter bouwde daar in de jaren 1930 op voort. Hij was econoom aan de Harvard University in de VS. In zijn boek 'Business Cycles' (1939) zag Schumpeter (klusters van) innovaties als belangrijke oorzaak van economische golven (door hem 'Kondratieffs' genoemd). Hij zag de volgende samenhang:

|           |  |
|-----------|--|
| 1787-1842 | Eerste Kondratieff: katoen, ijzer, stoom |
| 1843-1897 | Tweede Kondratieff: spoorwegen           |
| 1898-1939 | Derde Kondratieff: elektriciteit, auto.  |

Later is door anderen aan de derde Kondratieff nog 'staal' toegevoegd, en als vierde Kondratieff bestempeld: chemie, elektronica, vliegtuigen.

In zijn boek uit 1939 beschouwde Schumpeter ondernemers als drijvende kracht achter innovaties, omdat zij uitvindingen omzetten in verkoopbare producten. De innovaties kwamen volgens hem sterk discontinu in de tijd voor, en veroorzaakten daardoor abrupte doorbraken in de economie.

In zijn latere boek 'Capitalism, Socialism and Democracy' uit 1942 beschrijft Schumpeter het ontwikkelen van innovaties als meer geleidelijk. Niet ondernemers zelf spelen de belangrijkste rol, maar onderzoekslaboratoria. Daar wordt 'evolutionair' voortgebouwd op bestaande kennis. Op deze gedachte bouwen de huidige evolutionaire economen voort.

**VHS, MS-DOS, QWERTY, SPELINGEN VAN HET LOT Gerben Bakker,  
Intermediair 22 mei, 33e jaargang, no. 21, pp. 47-51**

*Het fotorolletje, de cd, de videoband, de pc: het zijn alledaagse producten. Toch hebben ze hun plaats moeten veroveren in een concurrentiestrijd met alternatieven. Kwaliteit geeft in zo'n strijd lang niet altijd de doorslag.*

Wie weet nog wat cp/m is, of Philips-Miller, of Stereo-8? Cp/m was begin jaren tachtig een populair besturingssysteem voor pc's, Philips-Miller een opnameapparaat uit de jaren dertig en Stereo-8 ooit een populaire cassetterecorder in Amerika. Alle drie werden ze verdrongen: cp/m door MS-DOS, Philips Miller door de bandrecorder, en Stereo-8 door de tweewielscassette-recorder.

Windows, de cd en het 35mm fotorolletje zijn producten waarvan het moeilijk is voor te stellen dat ze er niet zijn. Het lijkt alsof er nooit alternatieven zijn geweest, alsof deze producten een superieure kwaliteit bezitten. Toch zijn ze vaak niet meer dan de 'toevallige' winnaars van een concurrentiestrijd.

Neem bijvoorbeeld MS-DOS. Als de vrouw van Gary Kildall, de uitvinder van cp/m, de IBM-managers die in juli 1980 bij haar aanbelden niet had weggestuurd, dan waren ze waarschijnlijk niet doorgereden naar het kantoor van Microsoft en was dit artikel wellicht met behulp van een nieuwe versie van cp/m geschreven.

Het onvoorspelbare proces waarin een technologie als de standaard overblijft, valt slechts ten dele te verklaren door de economische theorie. In veel bedrijfstakken is sprake van enkele grote, dominante marktleiders die de zogenoemde A-merken produceren. Daarnaast zijn er tientallen kleinere producenten. Producten worden afgemeten aan de 'standaard' van de marktleiders. Zijn ze luxer, dan heten het *premium products*, zijn ze goedkoper dan zijn het *discount products*. Bij technologische producten werkt het anders. Economen spreken van het winner take all-principe: bij technologische standaarden is er een systeem dat de markt domineert. Soms is er nog plaats voor een tweede, maar fabrikanten van een derde of vierde systeem kunnen maar beter inpakken, want die zullen nooit winst maken. Een bedrijf dat een standaard exclusief bezit, heeft een bijna-monopolie. Zo heeft Microsoft 90 procent van de markt voor pc-besturings systemen in handen, Intel 90 procent van de markt voor microprocessors, en IBM 83 procent van de markt voor mainframe computers, en nagenoeg de hele niet-Japanse markt van besturingssystemen voor main frames.

#### Toenemende meeropbrengsten

*The Economist* karakteriseerde deze bijna-monopolies onlangs als 'technopolies'. De klassieke wet van de afnemende meeropbrengsten geldt niet voor technologische standaarden. Volgens die wet bereikt een product dat steeds beter verkoopt uiteindelijk een plafond, waarna de winst stagneert. Oorzaken zijn de toenemende kosten per eenheid product en het lanceren van alternatieve producten door concurrenten. Dit mechanisme houdt prijzen laag en voorkomt exorbitante marktaandelen.

Bij technologische standaarden is juist sprake van toenemende meeropbrengsten. De verkopen komen langzaam op gang, maar als uiteindelijk iedereen overschakelt op de standaard, schiet het marktaandeel razendsnel richting 90 procent. Daarna moet een concurrent van goede huize komen om dit technopolie nog te bevechten.

De econoom W. Brian Arthur van Stanford University beschrijft in een recent artikel in de *Harvard Business Review* hoe zich rond elk nieuw technologisch product een netwerk van bedrijven vormt. Bij Microsoft zijn dat computerbouwers, software-ontwikkelaars en chipfabrikanten, bij fotorolletjes fabrikanten van camera's, ontwikkelcentra en producenten van de rolletjes.

Paul David, eveneens een econoom verbonden aan Stanford University, spreekt van '*system scale economies*'. Gebruikers willen een product volgens een algemeen geldende standaard, zodat ze makkelijk aan software kunnen komen en met anderen kunnen communiceren. Door dit hoge 'netwerk-gehalte' zal een kleine voorsprong in het begin meer mensen overhalen het product te kopen, waarna de verkoop zichzelf verder ontwikkelt. De productiekosten dalen, terwijl die van de concurrent toenemen.

Technologische standaarden komen altijd in paren op de markt, stelt David; een software- en een hardware-deel. Software verankert een standaard in de markt, en duwt als een hefboom de verkoop van hardware omhoog. Als klanten eenmaal software hebben aangeschaft, zitten ze aan de standaard vast. Niemand neemt snel de beslissing om zijn hele cd-collectie bij het grof vuil te zetten, of om van Windows- op Apple-computers over te schakelen.

De felle concurrentiestrijd versterkt het sneeuwbaaleffect. Fabrikanten verlagen hun prijzen, meer mensen kopen de nieuwe producten, en zo ontstaat er een nog grotere markt voor de winnaar. Netscape en Microsoft geven zelfs hun producten weg in het gevecht om de markt voor Internetbrowsers, waardoor die markt zich snel uitbreidt.

### Eindspelstrategie

Er kan dus maar een winnaar zijn, maar hoe wordt het spel gespeeld? Het belangrijkste is de eindspelstrategie. Een onderneming die haar techniek tot standaard wil laten worden, moet niet proberen op korte termijn winst te behalen. Zo gaf Philips in de jaren zestig aan iedereen die ze maar hebben wilde licenties weg voor de productie van zijn musicassette. En Microsoft sloot begin jaren tachtig een contract met IBM, dat in eerste instantie weinig opleverde, maar er wel voor zorgde dat ms-dos de standaard werd.

Behalve de eindspelstrategie zijn er meer specifieke verklaringen voor succes of falen. Zo moet kwaliteit van een product worden opgevat als een ruim begrip. De geluidskwaliteit van de cd is bijvoorbeeld slechter dan die van de lp, maar andere kwaliteitsaspecten gaven de doorslag: de langere speelduur, de compactheid, het bedieningsgemak en het feit dat ze minder makkelijk te beschadigen zijn.

Goede marketing is ook essentieel. Bij de introductie van de cd verdoezelde Philips, samen met andere elektronicafabrikanten, slim de slechtere geluidskwaliteit van de cd door de nadruk te leggen op de voordelen van het muziekschijfje.

Ondernemers uit de computerindustrie onderkennen een belangrijke factor voor het al dan niet slagen van een nieuwe techniek: de *killer application*. Zo'n applicatie is een bepaalde toepassing die zo aanslaat, dat het voor miljoenen mensen de reden is een product te kopen. Het boekhoudprogramma Visicalc bijvoorbeeld, was grotendeels verantwoordelijk voor de succesvolle introductie van pc door Apple en IBM. Ook buiten de computerindustrie komen *killer applications* voor. Edison vond in 1877 de op wasrollen werkende fonograaf uit. Edison, meer uitvinder dan ondernemer, dacht dat de vele toepassingsmogelijkheden de kracht van zijn product vormden: de fonograaf als dictafoon, voor het opnemen van nieuws, van toespraken, het vastleggen van

vreemde talen en o ja, ook nog voor muziek.

De Duitse ondernemer Emile Berliner voorzag dat muziek de *killer application* zou worden. Hij bracht de door hem uitgevonden grammofoon op de markt en richtte tegelijk een platenmaatschappij op. Binnen enkele jaren was de grammofoon de marktleider en begon ook Edison platenspelers te produceren.

De laserdisc is een recenter voorbeeld. Philips bracht zo'n apparaat voor interactieve cd's drie keer onder verschillende namen op de markt. Het liep steeds uit op een jammerlijke mislukking. Concurrent Pioneer kwam met de *killer application*: een laserdiscmachine die geschikt is voor het in Japan zeer populaire Karaoke. De verkopen in Japan schoten de lucht in, evenals het marktaandeel van Pioneer.

### Licentiepolitiek

Naast de eindspelstrategie, de kwaliteit, de marketing en het vinden van een *killer application*, is ook het licentiebeleid een belangrijke factor in het succes van een nieuwe techniek. Door licenties te verstrekken kan een ondernemer het marktaandeel van een nieuwe standaard snel vergroten en het aantal bedrijven dat belang heeft bij een nieuwe standaard snel uitbreiden. Microsoft staat bekend om zijn uiterst gehaide licentiepolitiek. Toen het bedrijf in 1980 wilde concurreren met het besturingssysteem cp/m, ontwikkelde het ms-dos tegen een lage prijs voor de eerste pc's van IBM.

Maar daarbij bleef het niet, schrijft de Amerikaanse computerjournalist Robert X. Cringely in zijn boek *Accidental Empires*. Toen de IBM-pc al op de markt was, bouwden veel Amerikaanse computerfabrikanten nog hun eigen type pc. Microsoft bood elke pc-fabrikant aan een aparte versie van ms-dos te maken. Welke pc de standaardenstrijd ook zou winnen, er moest en zou ms-dos als besturingssysteem op zitten.

Als de fabrikant het contract had ondertekend, vertelde Microsoft dat niet alle IBM-toepassingen op het systeem zouden werken. De fabrikant schrok: een computer zonder software verkoopt niet. Waarop Microsoft vertelde toevallig een serie programma's te hebben - van tekstverwerker tot *spreadsheet* - die makkelijk waren aan te passen, tegen betaling uiteraard. Nog voordat de computers in de winkel stonden, had Microsoft zo zijn geld al binnen.

### Marktverpesting

Binnen de gevestigde industrieën is nog een factor van belang: het pokerspel tussen de grote ondernemingen die de industrie domineren. Deze ondernemingen houden elkaar angstvallig in de gaten, bang als ze zijn dat de concurrentie met een nieuwe standaard op de loop gaat. De markt kan daardoor muurvast komen te zitten, met allianties tussen de marktpartijen als enige oplossing.

Een niet-geregisseerde introductie van een technologie kan in zo'n situatie leiden tot verpesting van de markt. De platenindustrie ondervond dit in de jaren veertig. De Amerikaanse platenmaatschappij Columbia bracht in 1948 de langspeelplaat (33 toeren) op de markt, en concurrent RCA de single (45 toeren). Beide platen klonken beter en waren slijtvaster dan de oude 78-toerenplaat, maar pasten niet op dezelfde platenspeler.

De consument weigerde een keuze te maken en was ook niet bereid twee grammofoons aan te schaffen. Vier jaar lang zat de platenmarkt in de VS vast. De *'battle of the speeds'* eindigde pas toen er een platenspeler kwam die beide typen kon afspelen. De platenmarkt bloeide op:



volwassenen kochten vooral de dure langspeelplaten, jongeren de singles. Ook de groei van de markt voor videorecorders werd belemmerd door een gevecht tussen verschillende systemen. Pas toen duidelijk was dat VHS het V2000-systeem (VCC) van Philips had verslagen, begon de markt in snel tempo te groeien. Philips had een technologische voorsprong op de Japanse concurrenten, maar moest de productie van het V2000-systeem uiteindelijk staken. Niet al te slimme marktverdelingsafspraken, de geringere betrouwbaarheid en het logge *design* van de monumentale eerste recorders, en vooral het gebrek aan speelfilms, werden Philips noodlottig.

### Enorme belangen

Grote ondernemingen weten dat ze soms beter kunnen samenwerken dan afzonderlijk om de winst strijden. Iedere fabrikant beseft dat als zijn standaard wint, hij veel winst kan maken. Maar om de kans op winst te vergroten, kan hij ook technologie delen met concurrenten. Om dat iedereen zich bewust is van de enorme belangen die op het spel staan, leidt samenwerking tot een ingewikkeld schaakspel. Bij de introductie van de *digital versatile disc* (dvd), die tegelijk de videoband, cd en cd-rom moet vervangen, was het weer raak.

De elektronica-industrie splitste zich op in twee kampen: een alliantie rond Philips en Sony, en een rond Toshiba en Matsushita (onder meer Panasonic). De fabrikanten kozen aanvankelijk voor samenwerking - moeizame, zich eindeloos voortslepende onderhandelingen waren het gevolg. Voor Philips en Sony - die gezamenlijk de belangrijkste technologie in handen hebben - duurde het allemaal te lang. Ze verklaarden afgelopen herfst met hun eigen standaard verder te gaan.

Uit angst voor de marktverpestende concurrentiestrijd, besloten de andere concerns toen toch maar weer te gaan onderhandelen. Uiteindelijk kwamen ze tot een akkoord voor een gezamenlijke standaard.

Sony en Philips ontvangen nu de meeste royalties: 2,5 procent van de verkoopprijs van elke dvd-speler en voor elk verkocht schijfje nog eens 4,5 dollarcent.

Naast de standaarden die ontstaan in de chaotische concurrentiestrijd in nieuwe markten, of tijdens het pokerspel door bedrijven in gevestigde industrieën, bestaat er nog een derde categorie. Dit zijn standaarden die door overheden worden opgelegd. Doorgaans gaat dit om bedrijfstakken die vroeger tot de publieke sector behoorden, zoals televisie, telefonie of het lichtnet. Ondernemingen sparen geld noch moeite om te zorgen dat hun technologie door de overheid als standaard wordt opgelegd. In Europa, Amerika en Japan hebben de onderhandelingen over het vaststellen van een standaard voor HDTV (*high definition television*) zich daarom eindeloos voortgesleept. En telecommunicatiebedrijven hebben in Japan druk gelobbyd voor de nieuwe standaard voor het mobiele telefoonnet. Het land heeft uiteindelijk gekozen voor de Amerikaanse standaard.

### Standaarden breken

Om zich te profileren ten opzichte van hun concurrenten, mikken sommige fabrikanten juist op een *open* systems-benadering. Hewlett Packard bijvoorbeeld, is groot geworden door producten te maken die overal op aan te sluiten zijn.

Sun Microsystems is een standaardenbreker bij uitstek. Snel marktaandeel halen met open systemen en standaarden, is de strategie van het bedrijf. De eerste computers bouwde dit bedrijf, opgericht door studenten, van bestaande, niet-beschermd onderdelen en ontwerpen van de Stanford-Universiteit - Sun staat voor Stanford University Network.

Daarna ontwierp het bedrijf eenvoudige software en simpele besturingssystemen. De broncodes gaven ze weg. De eerste programma's zaten weliswaar vol fouten, maar iedereen - zelfs IBM - gebruikte ze, want ze waren gratis. De hardware die de programma's ondersteunde, verkocht Sun hierdoor makkelijk.

Maar dat was nog niet alles. Sun moedigde vervolgens computerfabrikanten aan de Sun-werkstations te klonen, zodat ze snel een standaard konden vormen. Sun blijft toch geld verdienen door steeds net iets betere hardware op de markt te brengen dan de concurrenten. De Internet taal Java die Sun nu op de markt brengt, maakt ook de systemen van concurrenten 'open', zo lijkt het. Het Amerikaanse computerbedrijf Cisco wordt in het geheel niet beschermd door een standaard. Het bedrijf maakt Internetrouters, schakelkasten die berichten over het Internet doorsturen naar hun bestemming, en heeft een marktaandeel van ongeveer 85 procent. In enkele uren kunnen gebruikers een Cisco-machine vervangen door die van een concurrent.

Cisco kan alleen overleven door beter te zijn dan de concurrentie. Heeft het een nieuwe ontwikkeling gemist, dan rest niets anders dan het opkopen van de innovatievere concurrent. Cisco heeft hier miljarden dollars aan uitgegeven. De wetten van technologische standaarden gelden hier niet meer. Wel die van de jungle: eten of gegeten worden.

Qwerty, de saaiste standaard

De qwerty-ordening is het klassieke voorbeeld van een schier onaantastbare standaard. De Amerikaan Samuel Sholes vond in 1868 een typemachine uit. Hij had toen twee problemen: de hamertjes van de typemachine raakten bij snel typen in elkaar verstrikt en hij moest een truc verzinnen om zijn machine te kunnen demonstreren. Door de toetsen te ordenen volgens qwerty zette Sholes veel gebruikte toetsen uit elkaar, en vlogen de hamertjes niet meer in elkaar. Tegelijk was het nu mogelijk op de bovenste regel razendsnel het woord *typewriter* te tikken - handig voor de verkopers.

Toen had Sholes nog een producent nodig. In wapenfabrikant Remington vond hij een bondgenoot. Remington was op zoek naar nieuwe markten toen de Amerikaanse burgeroorlog was afgelopen.

Om de typemachine op grote schaal te verkopen organiseerde Remington typewedstrijden, waaraan ook concurrerende machines meededen. Remington contracteerde steeds de winnaars. Al snel vonden de sneltypers het blind typen met tien vingers uit.

Opleidingsinstituten namen het systeem over. Al snel wilde iedereen qwerty hebben: bedrijven omdat hun secretaresses snel op het systeem konden werken en de opleidingsinstituten omdat de meeste bedrijven qwerty gebruikten. Ondanks het feit dat er voor de qwerty-ordening geen technische noodzaak meer was, waren rond de eeuwwisseling de meeste andere fabrikanten overgeschakeld op dat systeem.

Sindsdien zijn er enkele alternatieven voor qwerty ontworpen. Het bekendste is het toetsenbord dat de Amerikaanse ergonoom August Dvorak in de jaren dertig ontwikkelde. Op het 'Dvorak Simplified Keyboard' leerden mensen twee maal sneller typen, konden ze vervolgens ook twee maal zo snel typen, en werden de handen twintig maal minder belast. Er zijn wel wat Dvorak-machines gemaakt en de ordening zit als optie op sommige Apple-computers, maar toch brak Dvorak niet door.

Na Dvorak zijn nog betere toetsenborden ontworpen, maar geen enkele wist qwerty te verdringen. Qwerty had zich genesteld in de hersens van miljoenen mensen en liet zich daar niet meer uit verdringen.

Waarom is dat niet gebeurd? Een ergonomische ordening had toch veel ergernis en moderne beroepsziekten als *repetitive strain injury* (rsi) kunnen voorkomen? En zo duur is het toch niet om een nieuw toetsenbord in je pc te pluggen?

Voor het overleven van de qwerty-ordening is een aantal verklaringen te geven. In de eerste plaats is 'qwerty' niet af te leren. Blind typen leer je nooit meer af als je het eenmaal kunt – vergelijkbaar met zwemmen. Mensen die blind kunnen typen zullen het qwerty-systeem dus niet snel afzweren.

Een tweede verklaring is dat de verbeteringen in leersnelheid, typesnelheid en handbelasting kennelijk niet doorslaggevend genoeg zijn voor jonge mensen en opleidingsinstituten om op een nieuw toetsenbord over te schakelen. Blijkbaar vinden we het bij typen horen dat het moeilijk te leren is, en lastig om te doen. Innovatiedeskundigen stellen dat een nieuwe standaard ongeveer tien keer beter moet zijn dan het oude systeem voordat wordt overgeschakeld.

Verder spelen gevestigde belangen een rol. Waarom zouden opleidingsinstituten hun leerlingen sneller leren typen? Hun omzet zou alleen maar dalen en ze zouden problemen krijgen met bedrijven, die voor hun nieuwe secretaresse (m/v) ook opeens een nieuwe machine of software moeten aanschaffen.

## De Formule

Michael Hay en Peter Williamson (London School of Economics) geven in hun boek *The Strategy Handbook*, (London, Basil Blackwell, 1991) ondernemers in een nieuwe branche de volgende tips:

- Zet niet alles op één kaart. Wissel licenties uit voor het geval een concurrent wint.
- Zoek als eerste klanten gerenommeerde bedrijven, de *opinion leaders*.
- Zorg voor snelle reacties uit de markt.
- Investeer tegelijk in de productietechnologie, de benodigde procestechnologie en ondersteunde producten.
- Herken veranderingen in structuur en samenstelling van de concurrentie zo snel mogelijk.
- Kijk vooruit naar het eindspel, wanneer de bedrijfstak zich eenmaal heeft gevestigd. Bedenk hoe u tegen die tijd de winst kunt maximaliseren, en probeer dat niet te doen in de onzekere en chaotische periode daarvoor.

## POSITIEVE FEEDBACK

Met de toename van het aantal mogelijke strategieën voor technologiebeleid is de onzekerheid voor bedrijven in de loop van de tijd gestegen. Een wetenschappelijke stroming die zich bezighoudt met de vraag welke keuzes bedrijven maken onder onzekere condities is de evolutionaire economie. Volgens de evolutionaire economie ontstaan na verloop van tijd bepaalde 'technologische trajecten' of 'paden' waarin bedrijven vast komen te zitten<sup>17</sup>. De

---

<sup>17</sup> Volgens Arthur (1988) ontstaan dergelijke paden, omdat het proces 'pad-afhankelijk' is. Pad-afhankelijkheid wordt door Arthur omschreven als een proces waarvan de uitkomst afhankelijk is van de manier waarop de adoptie is opgebouwd. Dat wil zeggen dat de volgorde van het arriveren van de eerste gebruikers van belang is. Volgens Nelson (1994) gaan sommige auteurs zelfs zo ver dat ze stellen

technologie waarin bedrijven of economieën gevangen kunnen raken hoeven niet altijd die technologieën te zijn die het meest efficiënt zijn voor gebruikers<sup>18</sup>. Zo stelt Arthur dat de technologie die wint, dat wil zeggen die de markt verovert, voor gebruikers op langere termijn niet het meeste hoeft op te leveren. Een voorbeeld van de gevangenschap in een inefficiënte technologie is de VHS-video. De VHS-video 'won' van de concurrenten Betamax en Philips 2000 ondanks het feit dat het technisch niet beter of commercieel goedkoper was.

Het ontstaan van technologische paden, die inefficiënt kunnen zijn, is volgens Arthur het gevolg van het feit dat er 'toenemende opbrengst bij gebruik' optreedt. Dat wil zeggen dat hoe meer een technologie geadopteerd wordt, hoe meer de technologie verbetert en hoe aantrekkelijker de technologie wordt voor verdere adoptie. De situatie waarin een technologie een voordeel krijgt bij adoptie en dat voordeel zichzelf versterkt wordt ook wel aangeduid als een situatie waarin 'positieve feedback' werkzaam is.

Arthur reikt zes factoren aan die positieve feedback veroorzaken, namelijk:

#### **a. Verwachtingen**

De ontwikkeling van een bepaalde technologie kan worden versterkt door de verwachting die men heeft ten aanzien van het succes van de technologie. Verwachtingen hebben namelijk een bepaalde inhoud waarin een toekomstige situatie wordt geschetst, verbanden worden gelegd en rollen worden beschreven. Op basis van verwachtingen worden nieuwe acties ondernomen.

#### **b. Bekendheid**

Indien een technologie beter bekend is en beter begrepen wordt, heeft deze meer kans om te worden toegepast. Arthur omschrijft deze factor ook wel als toenemende opbrengst door informatie.

#### **c. Netwerk-kenmerken**

Positieve feedback komt meer voor bij technologieën die netwerk-kenmerken bezitten. Het is voor de ontwikkeling van een technologie voordelig om te horen bij een netwerk van gebruikers. Hierdoor wordt namelijk de kans op beschikbaarheid en variëteit van producten vergroot. Een voorbeeld is wederom de VHS-video. Om te kunnen functioneren heeft deze technologie een netwerk nodig in de vorm van videotheken met VHS-banden. Hoe meer gebruikers er zijn, des te groter is de kans dat de gebruiker kan profiteren van VHS-opgenomen producten.

#### **d. Technologische verbondenheid**

Feedback processen worden gestimuleerd indien er sprake is van 'technologische verbondenheid'. Rosenberg stelde al in 1979 dat innovaties afhankelijk zijn van het bestaan van complementaire technologieën. Vaak gaan een aantal andere sub-technologieën en producten deel uitmaken van de infrastructuur indien een technologie meer wordt toegepast. Dit geeft de technologie een voordeel boven technologieën die een gedeeltelijke ontmanteling van aanwezige

---

dat 'sociale consensus' en niet economische efficiëntie, de overhand heeft bij het bepalen welk pad uiteindelijk wordt gevolgd. Arthur (1988) spreekt in dat geval van competitie tussen 'band-wagons'.

<sup>18</sup> In de neo-klassieke economie werd er van uitgegaan dat de 'beste' technologie de markt zou veroveren. In het model van Arthur is het proces pad-afhankelijk, waardoor het niet voorspelbaar is welke technologie de markt zal veroveren (Arthur 1988). Een gevolg van deze pad-afhankelijkheid is dat een inefficiënte technologie kan winnen (Arthur 1988). Kemp (1993) spreekt van 'suboptimale' technologieën.

infrastructuur behoeven. Een belangrijke studie met betrekking tot feedback processen door technologische verbondenheid is het onderzoek van David naar het QWERTY-toetsenbord (de naam verwijst naar eerste de zes letters van de bovenste rij van het toetsenbord)<sup>19</sup>. Samengevat heeft een technologie die aansluit bij al bestaande technologieën, relatief meer kans zich te ontwikkelen dan een technologische mogelijkheid die deze aansluiting mist.

### **e. Schaalvoordelen**

Eén van de factoren die positieve feedback veroorzaken is de factor 'schaalvoordelen' (economies of scale). Dat wil zeggen dat indien er een toenemend aantal producten wordt geproduceerd en de kosten voor de productie van een bepaalde product-eenheid niet evenredig toenemen, de prijs van een product lager wordt. Een technologie kan dus prijs-technisch aantrekkelijker worden indien zij meer wordt toegepast.

### **f. Leerprocessen**

Positieve feedback tijdens de ontwikkeling van een technologie kan tenslotte de vorm hebben van een leerproces, omdat een technologie sneller kan worden verbeterd indien er wordt geleerd van gebruik. Arthur stelt dat, indien men meer over een technologie leert, deze technologie een voorsprong krijgt bij toepassing ervan. Dus, indien een bedrijf leert om met een bepaalde technologie om te gaan en weinig leert over een andere technologische mogelijkheid, dan loopt deze laatste optie een achterstand op.

Voor de succesvolle ontwikkeling van milieu-innovaties is vooral 'interactief leren' van belang. Dit is een specifieke vorm van leren en wordt ook wel 'learning-by-interacting' genoemd. Deze vorm van leren treedt op indien er contact is tussen verschillende actoren in het ontwikkelingsproces.

---

<sup>19</sup> In deze studie stelt David zich de vraag waarom dit toetsenbord de competitie met andere toetsenborden heeft 'gewonnen'. Eén van de factoren die volgens I verbondenheid, in dit geval compatibiliteit van het systeem (David 1985).

**DE ECONOMISCHE KRACHT VAN NEDERLAND. EEN TOEPASSING VAN PORTER'S BENADERING VAN DE CONCURRENTIEKRACHT VAN LANDEN, D.Jacobs, P.Boekholt, W.Zegveld, 1990, SMO, pg. 9-23, samenvatting pg. 6-13.**

Voorwoord

Waarom ontlenen nationale bedrijfstakken hun internationale succes? Dit is de centrale vraag in Michael Porters boek *'The Competitive Advantage of Nations'*. Het antwoord luidt: 'aan de thuishmarkt'. Een thuishmarkt die haar bedrijven aanzet tot innovatie en dwingt alert te blijven, geeft deze ondernemingen een concurrentievoordeel op de internationale markt. Porter heeft een model gemaakt om deze thuisbasis te analyseren. Ontevreden als hij was over de algemene macro-economische benaderingen die hiertoe niet de instrumenten verschaffen, heeft hij een nieuwe benadering ontworpen. In een internationaal vergelijkend onderzoek in tien landen en een honderdtal smalle sectoren werd de benadering verder ontwikkeld en uitgediept. (...)

**Nationale innovatiesystemen en Porters diamant**

'Jullie hebben een politiek en economisch systeem dat functioneert. Waarom, dat is een geheim waarvan jullie zelf geen weet hebben, evenmin als de vis het water kent waarin hij zich beweegt.'

Mario Vargas Llosa, HP 24-2-1990

**1 Inleiding**

Michael Porter, hoogleraar aan de Harvard University, is een van de leidende Amerikaanse theoretici op het terrein van strategisch management. Hij heeft de faam oog te hebben voor de complexiteit van de omgeving waarin ondernemingen opereren. Zijn vorige boeken *'Competitive Strategy'* (1980) en *'Competitive Advantage'* (1985), die in het Nederlands werden uitgegeven, zijn standaardwerken geworden. In zijn boek *'The Competitive Advantage of Nations'* (1990) heeft hij zijn aandacht verlegd naar het niveau van landen. Deze verschuiving werd 'met enige tegenzin' op gang gebracht door zijn deelname aan de 'President's Commission on Industrial Competitiveness' die op verzoek van de regering Reagan in 1985 een vrij genuanceerd rapport uitbracht over de problemen van de Amerikaanse industrie in het licht van de toenemende concurrentie vanuit landen als Japan en de nieuwe industrialiserende landen. Het rapport had weinig effect en de discussie over Amerika's concurrentiekracht duurt tot vandaag voort.

Porters boek is een bijdrage tot dat debat. Hij waarschuwt voor het presenteren van een algemeen geldend model voor alle landen. In zijn opvatting heeft elk land een specifieke combinatie van sterke en zwakke kanten dat het meer geschikt maakt voor bepaalde sectoren dan voor andere. Eigenlijk wil hij niet te lang stilstaan bij het nationaal niveau, of in andere woorden de macro-economie. Hij meent dat wij het idee van een competitief land moeten laten varen. Uit de rest van het boek blijkt evenwel dat ook hij van dat idee geen afstand kan

nemen, maar de teneur is duidelijk: landen zijn niet concurrerend in alle sectoren; een land moet vooral voortbouwen op zijn sterke kanten. Het accent moet liggen op de mesoeconomie, dat van de sectoren. En dan blijken landen heel relevant te zijn. In veel gevallen komen internationaal concurrerende ondernemingen in een bepaalde sector niet alleen uit hetzelfde land, maar ook uit dezelfde regio. Porter wil in kaart brengen welke factoren daartoe bijdragen. In de loop van zijn onderzoek kwam hij overigens tot de bevinding dat de nationale of regionale context nog belangrijker is dan hij vermoed had, dit ondanks de toenemende internationalisering van de economie. Sterker, de internationalisering doet het belang van de nationale concurrentievoordelen toenemen.

Met recht kan men beweren dat Porters benadering niet helemaal nieuw is. Porter bouwt - meer dan hij toegeeft - voort op benaderingen die al een tijdlang in ontwikkeling zijn. Binnen kringen van de zogenaamde evolutionaire school, een neo-Schumpeteriaanse richting die de rol van technologische ontwikkelingen in de economie wil 'endogeniseren', wordt sinds enkele jaren met het concept van nationale innovatiesystemen gewerkt. Daarmee poogt men op kwalitatieve wijze de vele complexe institutionele, culturele en sociale verhoudingen waarbinnen de economie functioneert, in kaart te brengen. Bij Christopher Freeman, de belangrijkste vertegenwoordiger van deze school die dit concept ook introduceerde, blijft deze benadering evenwel grotendeels impressionistisch: alle elementen die hem relevant lijken, worden eronder samengebracht.

De Deense economen Esben Sloth Andersen en Bengt-Ake Lundvall werkten het begrip verder uit in de richting van een nationaal leersysteem: 'Op het nationale niveau vinden wij het meest effectieve politieke reguleringsmechanisme, een vrij afgesloten arbeidsmarkt en een eventueel gesloten kapitaalmarkt. Verder worden relaties tussen gebruikers en producenten vergemakkelijkt door de taal, cultuur, nationale standaardisering en een groot aantal formele en informele organisaties'. Ook dit leidde evenwel niet tot een systematische aanpak.

Verder is er sinds enkele jaren een toenemende belangstelling voor clusters en netwerken in de economie en voor de informele sociale structuren die noodzakelijkerwijs de werking van het marktmechanisme complementeren. Op het vlak van de technologische ontwikkeling heeft men het over het belang van goede verhoudingen tussen producenten en hun afnemers die leerprocessen helpen versnellen'.

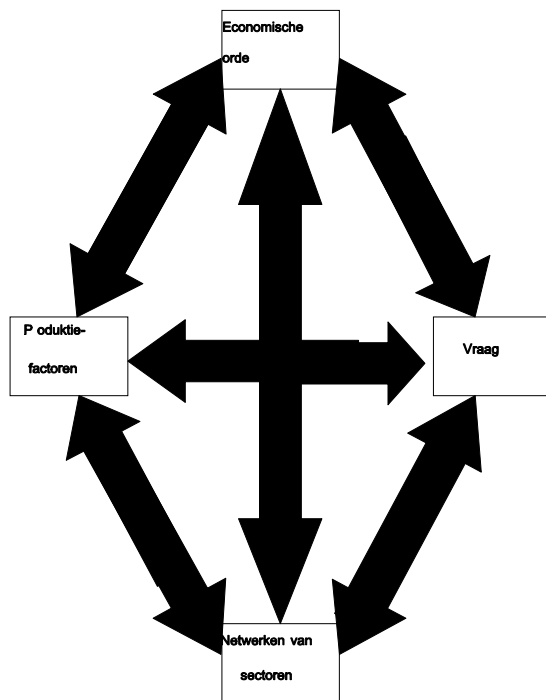
Porter bouwt op al deze benaderingen voort en integreert hen met het begrippenkader uit zijn bedrijfsbenadering die hij in vroeger werk heeft ontwikkeld. Het overbrengen van een aantal centrale concepten uit Porters bedrijfsbenadering (concurrentievoordeel, waardeketen) en stellingen (het belang van het opwaarderen en diversificeren van concurrentievoordelen) doet niet gekunsteld aan, maar leidt tot nieuwe inzichten. Dat wordt nog versterkt doordat hij een nieuwe methode ontwerpt waarmee clusters van met elkaar verbonden competitieve sectoren in kaart worden gebracht. Op deze wijze wordt een brug geslagen tussen de grotendeels Europese neo-institutionele benadering en de Amerikaanse management-literatuur. Wij zullen zien dat niet alles even goed afgewerkt en zonder problemen is, maar wij hopen met deze analyse aan te tonen dat Porters benadering een nieuw licht werpt op Nederland als innovatief systeem.

In dit hoofdstuk presenteren wij Porters benadering. Daarbij maken wij een zijsprong naar een benadering van Ergas over vormen van technologiebeleid die een supplementair perspectief biedt op die van Porter. Tenslotte laten wij zien hoe Porter zijn methodiek toepast

op het ontwikkelingsstadium van een economie. Het is natuurlijk niet mogelijk aan de gehele rijkdom van Porters boek recht te doen. Wij beperken ons tot hoofdpunten.

## 2 Porters diamant

Michael Porter zet zich af tegen alle benaderingen die zich primair richten op factorkosten 'van een laag niveau': loonkosten, wisselkoersen, rentestanden en schaalvoordelen. Die visie is vooral sterk in de neo-klassieke macro-economie. Hier leest men regelmatig passages waarin de concurrentiepositie op vrij eenzijdige wijze wordt herleid tot deze factorkosten 'op laag niveau'. In een recent boek over de Nederlandse economie in de twintigste eeuw, dat verder overigens erg goed is, staat bijvoorbeeld: 'De ontwikkeling van de concurrentiepositie kan dus worden afgelezen uit de ontwikkeling van de relatieve lonen en prijzen in Nederland vergeleken met de lonen en prijzen van de concurrenten'. Zo eenvoudig is het niet, aldus Porter, want anders zouden de ontwikkelde landen er niet goed voor staan. Landen zijn sterk of zwak op basis van een veel breder geheel van factoren, die elkaar bovendien als systeem versterken. Deze factoren brengt Porter onder in zijn diamant. Wij merken op dat wij met de term 'diamant' de Engelse term 'diamond' eigenlijk te kort doen. De laatste betekent zowel 'ruit' (de figuur waarin Porter zijn belangrijkste determinanten plaatst) als 'diamant' (iets dat een economie doet schitteren). Niettemin hebben wij gemeend voor de Nederlandse term te moeten kiezen.



Porters determinanten van nationaal voordeel.

Op de vier hoeken van de diamant plaatst Porter de vier determinanten van internationale concurrentiekracht. De vier determinanten zijn: de productiefactoren, de vraag, de netwerken van sectoren en de economische orde. Onder die determinanten worden dan weer telkens



tientallen elementen gerangschikt. Wij lichten de determinanten nader toe:

### I. De productiefactoren

Porter maakt verschil tussen 'basic factors' en 'advanced factors'. Tot de eerste categorie behoren grondstoffen, klimaat, geografische ligging, laag- en middelmatig geschoolde arbeidskrachten en kapitaal. Tot de tweede categorie telecommunicatie-infrastructuur, hogeschoolde arbeidskrachten en universitaire onderzoeksinstituten in gespecialiseerde disciplines. Typisch voor geavanceerde factoren is dat zij nauwelijks worden 'geërfd', maar voortdurend moeten worden gecreëerd. Daarom is het van groot belang oog te hebben voor de mechanismen (structuren, instituties, waardenorientaties) die verbetering en diversificatie van factorvoordelen stimuleren, dan wel in de weg staan: het onderwijs (Porter legt hierbij, gezien vooral de Duitse ervaring, sterke nadruk op het leerlingwezen in het beroepsonderwijs), de R&D infrastructuur, de kapitaalmarkt, de aanwezigheid van een moderne wegen-infrastructuur en dergelijke.

Het opvallende van productiefactorvoordelen is dat zij zowel een stimulans als een rem kunnen zijn. Door het voordeel heeft men enerzijds relatief minder kosten en kan men gemakkelijker de concurrentie aan, anderzijds kan het voordeel de prikkel tot innovatie wegnemen en zo in feite een nadeel worden. Omgekeerd kunnen factornadelen een uitdaging vormen om concurrenten die door de natuur of de ontwikkeling tot dan toe beter bedeeld werden, toch de loef af te steken door eigen voordelen te ontwikkelen. In dit verband hekelt Porter de overmatige aandacht in de economische literatuur voor loonkosten. Lage loonkosten vormen niet meer dan een primair voordeel en daarop te steunen is eerder een strategie van weinig ontwikkelde landen. Landen met hoge loonkosten doen het daarentegen meestal niet slecht, omdat dit factornadeel hen dwingt voordelen op hoger niveau te ontwikkelen.

### II. De vraag

De vraag kan bepalend zijn voor de mate waarin innovaties tot stand komen die internationaal van belang zijn. Hierbij speelt kwaliteit een grotere rol dan kwantiteit. Drie belangrijke elementen van de vraag zijn:

- De samenstelling van de binnenlandse vraag: door kennis van de eigen cultuur zijn ondernemingen het gemakkelijkst in staat op veranderingen in binnenlandse voorkeuren te reageren. Veeleisende vooroplopende binnenlandse afnemers dwingen bedrijven tot een hoge kwaliteitsstandaard en tot continue verbetering van het product.
- De omvang en de groei van de binnenlandse vraag: een grote binnenlandse markt is vooral van belang in sectoren met schaal- of leervoordelen, bij grote sprongen voorwaarts in de technologie en bij hoge niveaus van onzekerheid. Snelle binnenlandse marktgroei ondersteunt snelle technologische verandering. Snelle verzadiging van de binnenlandse vraag stimuleert de export.
- Internationalisatie van de binnenlandse vraag: er is een aantal overdrachtsmechanismen waardoor binnenlandse voorkeuren worden overgedragen op de buitenlandse markten. Voorbeelden zijn: internationaal georiënteerde consumenten, producten die cultuur overdragen (Tv-programma's), demonstratie-effecten, politieke allianties en historische banden met andere landen (bijvoorbeeld als gevolg van ontwikkelingshulp).

### III. Het netwerk van sectoren

In zijn boek 'Competitive Advantage' ontwikkelde Porter het concept 'waardeketen' (value chain). Daarmee wilde hij tot uitdrukking brengen dat een onderneming factorvoordelen moet ontwikkelen op alle onderdelen van de productie en de daarmee verbonden diensten (inkoop, R&D, personeelsmanagement, ondernemingsinfrastructuur, interne en externe logistiek, marketing en verkoop, na-verkoopservice) door ze zowel apart als in relatie met elkaar te bekijken'. Dit concept verruimt hij nu tot sectoren. In het 'waardesysteem' worden de waardeketens van de opeenvolgende ondernemingen in de bedrijfskolom in relatie tot elkaar bekeken. Vandaar de steeds grotere aandacht voor afstemming met toeleveranciers en onderaannemers. Concurrentievoordeel kan worden behaald als gevolg van de aanwezigheid van uitgebreide netwerken van sectoren. Hier vinden met elkaar verwante en elkaar ondersteunende bedrijfstakken elkaar.

Wanneer in een land een uitgebreid netwerk aanwezig is van internationaal concurrerende leveranciers en verwante sectoren kunnen hieraan grote voordelen worden ontleend. Deze leveranciers kunnen hun binnenlandse afnemers snel toegang geven tot nieuwe informatie, nieuwe ideeën, nieuwe inzichten en innovaties. Met verwante sectoren kunnen activiteiten in de waardeketen worden gecoördineerd, bijvoorbeeld op het terrein van de technologie, de fabricage, de distributie, de marketing of de dienstverlening. Dit leidt soms tot formele allianties op deelterreinen. Internationaal concurrerende ondernemingen stimuleren dikwijls de vraag naar complementaire producten of diensten. Dit soort effecten is van groot belang in het begin van de levenscyclus van sectoren.

#### IV. De economische orde

Elk land kent eigen gewoontes, waarden en normen. Hieruit komen zaken voort als houding ten aanzien van autoriteiten, afstand tussen werknemer en werkgever en een individualistische of collectivistische instelling. Dit uit zich onder meer in de organisatiestructuur van bedrijven.

Organisatorische en individuele doelstellingen bepalen de motivering. Dit uit zich bijvoorbeeld in de bereidheid talen te leren en te reizen. Daarnaast kunnen vakgebieden of sectoren verschillen qua prestige.

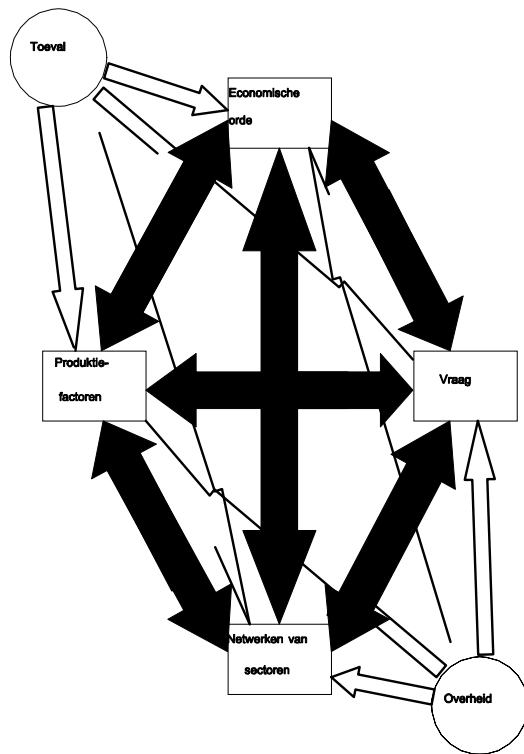
De economische orde heeft invloed op mechanismen die de verbetering van de productiefactoren kunnen stimuleren en remmen. Maar ook of sterke rivaliteit dan wel kartelvorming overheerst, de houding van de kapitaalmarkt ten aanzien van risico en vormen van overheidsbeleid kunnen hieruit worden verklaard. Porter benadrukt dat sterke binnenlandse competitie de ontwikkeling van hogere-orde-voordelen, export-gerichtheid, binnenlandse diffusie en leereffecten, het ontstaan van nieuwe ondernemingen en dergelijke stimuleert.

Naast deze vier determinanten noemt Porter twee additionele variabelen die de diamant compleet maken:

#### V. Toevalsfactoren

Hieronder vallen de onverwachte effecten op de internationale concurrentiepositie zoals uitvindingen, belangrijke technologische doorbraken, prijsdiscontinuïteiten, plotselinge wisselkoersveranderingen, bepaalde politieke beslissingen, oorlogen en de plotselinge opkomst van een bepaalde vraag op regionaal of op wereldvlak. Zij kunnen plotseling concurrentievoor- of nadelen veroorzaken. Belangrijk zijn evenwel niet de toevalsfactoren op zich, maar de reactie van de ondernemingen daarop. Zoals gezegd: voordelen kunnen tot gemakzucht leiden, nadelen kunnen uitdagingen vormen.

## VI. De overheid



Porters diamant. Het complete systeem.

De rol van de overheid bestaat volgens Porter uit het beïnvloeden van de vier determinanten van de diamant. Acties van de overheid kunnen de dynamiek van het systeem stimuleren of afremmen. Het komt er op aan de juiste signalen uit te zenden: liever uitdagen dan beschermen.

De vier centrale determinanten van de diamant van een nationaal systeem versterken elkaar. Porter bespreekt ze ook alle expliciet in hun verhouding tot de andere drie. Vooral rivaliteit tussen binnenlandse concurrenten en geografische nabijheid lijken de dynamiek van het systeem te stimuleren.

Elk land beschikt over een specifieke combinatie van de determinanten die het meer geschikt maakt voor bepaalde sectoren dan voor andere. Men kan dan ook zeggen dat Porters methode bijzonder geschikt is als element in een sterktezwakte analyse.

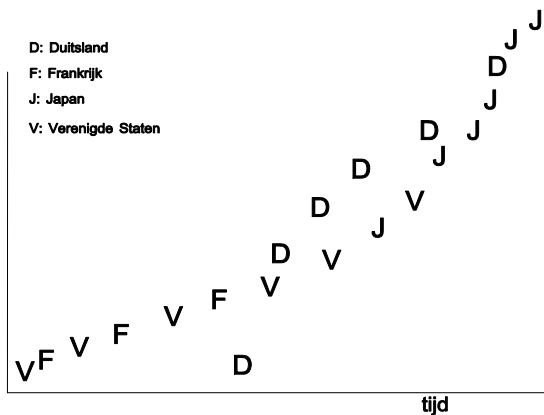
### 3 Ergas' Typologie van technologiebeleid

Gezien het belang dat Porter hecht aan continue innovatie en technologische ontwikkeling om de factorvoordelen op een hoger niveau te brengen, behandelen wij hier een model van de Australische onderzoeker Henry Ergas. In een korte vergelijkende studie over technologiebeleid in verscheidene landen heeft hij een typologie ontworpen van landen naar gelang de

fase van het innovatieproces waarop zij zich toelagen. Net als Porter toont Ergas aan dat landen niet persé elkaar behoeven te imiteren, maar dat een geheel van institutionele kenmerken juist tot specialisatie leidt waarin elk van de landen sterk is. Dit is een nuttige aanvulling op het model van Porter.

Ergas gaat uit van de technologie-levenscyclus. Deze kent drie fasen, namelijk incubatie, consolidatie, rijpheid en neergang. Het onderscheid in de benadering van het technologiebeleid wordt door Ergas op een continuüm geplaatst, namelijk van missiegeoriënteerde tot diffusie-georiënteerde landen:

- In missie georiënteerde landen is het technologiebeleid vooral gericht op fundamenteel onderzoek en zodoende op de beginfase van het technologisch ontwikkelingstraject. Is deze fase afgesloten dan verliest men de belangstelling voor de technologie en richt men zich op nieuwe terreinen, wederom in de beginfase. Ergas noemt dit 'shifting'. Het betreft meestal grote projecten met nationale prioriteit, in veel gevallen verbonden met de defensie sector. De Verenigde Staten, Frankrijk en Groot-Brittannië zijn hiervan duidelijke voorbeelden.
- In diffusie-georiënteerde landen is het technologiebeleid daarentegen vooral gericht op het verbeteren van de vaardigheid van ondernemingen om met behulp van nieuwe technologieën traditionele vaardigheden verder te versterken. De nadruk ligt op de rijpheidsfase. Een hoge mate van vakkennis en ervaring is vereist om de mogelijkheden van dit stadium van het traject volledig uit te putten. Ergas noemt dit 'deepening'. Als typische voorbeelden worden genoemd West-Duitsland, Zweden en Zwitserland.
- Japan vormt in Ergas' indeling een categorie op zich, doordat het technologiebeleid beide componenten op vrij evenwichtige en productieve wijze combineert. Japan is daardoor sterk in de consolidatiefase waar in principe de meeste winst valt te maken. Doordat een standaard de bovenhand haalt, kan de R&D op enkele cruciale parameters worden gericht, waardoor snel kwaliteitsverbeteringen, kostenverlagingen en verspreiding op grote schaal in vele toepassingen mogelijk worden. De combinatie van missie- en diffusie-oriëntatie komt onder meer tot uiting in het feit dat de besluiten gecentraliseerd, zij het op basis van consensusvorming, worden genomen, maar zeer gedecentraliseerd worden uitgevoerd. Dit leidt bij Ergas tot de volgende figuur:



Specialisatie van Frankrijk, de Verenigde Staten, Japan en West-Duitsland in de opeenvolgende fasen van de technologie-levenscyclus.

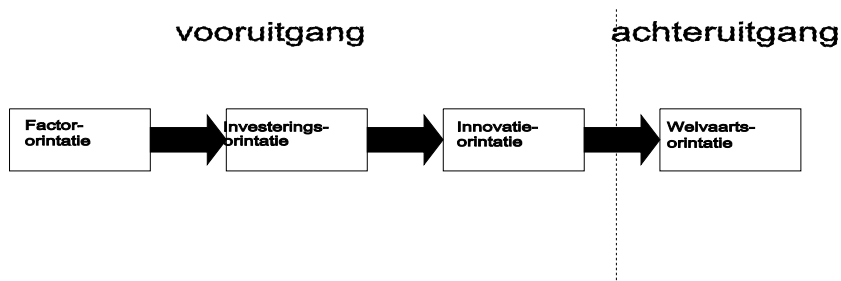
Nederland lijkt zoals de meeste kleinere landen te passen in Ergas beeld van een diffusie-gerichte benadering. Het is dan ook nuttig dieper in te gaan op de kenmerken daarvan. Het volledig uitputten van een bestaande technologie veronderstelt volgens Ergas een hoog niveau van efficiency, zowel van research & development als van toepassingstechniek, en nauwe banden tussen ondernemingen onderling, van ondernemingen met hun werknemers en hun financiers om een betrokkenheid op lange termijn mogelijk te maken. Verder zijn in diffusie-gerichte landen belangrijk:

- constante investering op hoog niveau in 'human capital' waardoor men op universitair vlak op zijn minst in staat is bij te blijven, terwijl daarbuiten in brede lagen van de bevolking de nodige vaardigheden worden bijgebracht. Diploma's in het beroepsonderwijs maken bovendien een hoge mate van mobiliteit mogelijk van geschoolde arbeidskrachten met ervaring, als voorwaarde van diffusie van technologie en technologische vaardigheden tussen ondernemingen.
- een bewuste inspanning om rationalisering in en interactie tussen ondernemingen te bevorderen door standaardisatie. Interactie tussen ondernemingen wordt daardoor immers vereenvoudigd. Het standaardisatie-proces voorziet bovendien zelf in een forum voor uitwisseling van technische informatie zowel binnen een sector, als tussen de sectoren en hun toeleveranciers en cliënten.
- aandacht voor coöperatief onderzoek tussen ondernemingen en universiteiten en onderzoeksinfrastructuren voor hele sectoren. Deze spelen een belangrijke rol in de overdracht van technologie en de 'technology focusing': het proces waarbij door het vaststellen van onderzoeksprioriteiten ondernemingen worden gestimuleerd om hun visies over de belangrijkste technologische bedreigingen en uitdagingen met elkaar uit te wisselen.

Op het continuüm van 'shifting' naar 'deepening', dat een goed aanvullend criterium is om de kenmerken van een bepaalde nationale innovatiecultuur, zowel op nationaal als op sector-niveau, te evalueren, komen wij regelmatig terug.

#### 4 Porters ontwikkelingstheorie

De wisselwerking tussen de centrale determinanten van de diamant komt naar voren in Porters benadering van de economische ontwikkeling. Daarin onderscheidt hij vier stadia naar gelang de bronnen van concurrentievoordeel.



Vier stadia in de ontwikkeling van concurrentievoordeel

Wij bespreken deze stadia aan de hand van de diamant:

### *I. Factororiëntatie*

Een land dat zich in dit stadium bevindt, ontleent zijn concurrentiekracht aan goedkope grondstoffen en/of arbeidskrachten. De benodigde technologie komt meestal uit het buitenland of wordt geïmiteerd. Dit maakt de economie zeer kwetsbaar en sterk fluctuerend met de internationale conjunctuur en prijzen op de wereldmarkt.

Porter plaatst in deze categorie onder meer Singapore, Canada, Australië, de meeste ontwikkelingslanden en de socialistische landen. Vaak ontberen zij de kracht om een volgend stadium te bereiken.

### *II. Investeringsoriëntatie*

Dit stadium is het resultaat van investeringen in beschikbare (dus meestal een generatie achterlopende) technologie. De werking van de diamant wordt ruimer. De arbeidskrachten zijn gedisciplineerd, goed geschoold en worden relatief laag betaald. Er is sprake van een zeer sterke binnenlandse concurrentie. De motivering van bedrijven en individuen is groot. Ondernemingen voeren een eigen beleid en brengen buitenlandse marketing- en distributiekkanalen tot stand. Ook de binnenlandse vraag begint een zekere rol te spelen.

De investeringsoriëntatie is alleen mogelijk in sectoren met schaalvoordelen, een aanzienlijke arbeidsintensiteit, gestandaardiseerde producten, overdraagbare technologie en een lage dienstcomponent. De rol van de overheid is belangrijk bij het richting geven aan schaars aanwezig kapitaal, het verlenen van tijdelijke bescherming en het stimuleren van risicogedrag en van de export. Zij moet de nationale concurrentie eerder bevorderen dan afremmen.

Porter noemt Zuid-Korea als voorbeeld van een land dat zich in dit stadium bevindt. Taiwan, Singapore, Hongkong, Spanje en in mindere mate Brazilië kunnen hier binnenkort bijkomen.

### *III. Innovatie-oriëntatie*

Een land in deze fase bevindt zich in de ideale situatie: de dynamiek van vier determinanten van de diamant is groot. Factorvoordelen van een hoog niveau worden gecreëerd en verbeterd, soms versterkt door een relatief factor-nadeel. De ondernemingen richten zich op de internationale markt en ontwikkelen een internationale strategie. Op de binnenlandse markt worden hoge eisen gesteld, de vraag richt zich ook op buitenlandse aanbieders. Dit spoort aan tot extra inspanningen in de concurrentiestrijd. Netwerken van sectoren zijn goed ontwikkeld. Porter brengt een zekere periodisering aan: in het begin verdiepen de clusters zich eerder verticaal (naar afnemers en toeleveranciers), later slagen innoverende economieën er in de clusters horizontaal te verbreden (naar verwante sectoren). De rol van de overheid wordt in deze fase meer indirect: stimuleren van de creatie van factoren van een hoger niveau en van nieuwe ondernemingen en het bewaken van de binnenlandse concurrentie.

Landen die zich in dit stadium bevinden zijn onder meer Japan, Italië, Zweden en Denemarken.

### *IV. Welvaartsoriëntatie*

Dit is (het begin van) de neergang. Op alle hoeken van de diamant valt de afname van de internationale concurrentiekracht af te lezen. Voor wat de productiefactoren betreft moet men het hebben van vroegere investeringen. De bereidheid om risico's te aanvaarden en de moti-

vering nemen af, de concurrentie ebt weg. Korte-termijn-winstneming komt in de plaats van investeringen voor de lange termijn. De clusters beginnen uit elkaar te vallen. Het gevolg is dat de concurrentiekracht van steeds meer sectoren in het gedrang komt.

Porter noemt Groot-Brittannië als voorbeeld van een land dat zich in deze fase bevindt.

Normaal gesproken doorlopen de landen alle stadia achtereenvolgens, maar Italië bleek in staat het investeringsgeoriënteerde stadium over te slaan. Landen kunnen ook terugvallen voordat zij het welvaartsgeoriënteerde stadium bereiken. Dat is volgens Porter het geval met Zweden en Denemarken. Nog moeilijker te plaatsen voor hem zijn de Verenigde Staten, West-Duitsland en Zwitserland. Die bevinden zich in een ongedefinieerd overgangsgedebied tussen het innovatie- en het welvaartsgeoriënteerde stadium.

Het is opvallend dat Porter er voor terugschrikt de Verenigde Staten in de categorie van welvaartsgeoriënteerde landen te plaatsen, terwijl het toch veel kenmerken daarvan heeft. Het feit dat bepaalde sectoren nog zeer dynamisch functioneren, is daarmee immers niet in tegenspraak.

Voor ons maken deze voorbeelden duidelijk dat – hoe stimulerend deze nieuwe aanpak ook is – gewerkt moet worden aan een verfijning van het model. Voor diverse Noordepse landen kan gedacht worden aan toevoeging van een meer sociale (of corporatistische) variant van het welvaartsgeoriënteerde stadium, waarbij lange-termijn-denken en investeringen nog wel een rol spelen, maar de dynamiek afvlakt. Op dit punt kunnen de regio-profielen in het ‘World Competitiveness Report 1989’ van IMEDE en het ‘World Economic Forum’ inspirerend werken. Daarin worden de Angelsaksische landen (naast de Verenigde Staten en Groot-Brittannië ook Australië, Nieuw-Zeeland en Canada) met een individualistisch economisch ethos geplaatst tegenover de Westeuropese landen op het continent met een coöperatief economisch ethos. In de Angelsaksisch-welvaartsgeoriënteerde variant wordt als uiting van korte-termijn-denken het contraproductief gepolariseerd karakter van het sociaal-economisch systeem benadrukt.

### **Een Nederlands patroon?**

In welke mate tekent zich nu een typisch Nederlands patroon af? Duidelijk is het belang van de ligging van Nederland met de daarbij horende kruispuntfunctie. Daarmee hangt de verbetering van de infrastructuur samen, evenals van het transport. Deze krijgen sinds lange tijd weer de nodige aandacht. Ook de internationale gerichtheid, de handelsgeest en het improvisatietalent, evenals de aandacht voor goede dienstverlening en ambachtelijke perfectie hangen met deze kruispuntfunctie samen. Dit alles heeft ertoe geleid dat onderwijs en wetenschappelijk-technologische ontwikkeling in Nederland traditioneel onderwerp van beleidsaandacht zijn.

Waar deze factoren samenkomen, lijkt succes gewaarborgd. Maar in Nederland komen zij niet steeds samen:

- Internationale gerichtheid leidt dikwijls tot investeringen in het buitenland, omdat de afzetmogelijkheden in het binnenland beperkt lijken. De Nederlandse buitenlandse investeringen verlopen eerder anti-cyclisch en ondersteunen niet de noodzakelijke binnen-

landse ontwikkeling.

- Internationale gerichtheid en handelsgeest leiden er soms toe, dat men al snel bewerkte producten op een laag niveau exporteert als daarvoor een markt is, terwijl de ontwikkeling naar meer gespecialiseerde producten zou moeten worden gestimuleerd. Dit is bijvoorbeeld in de chemie aan de orde. Het gevolg is dat een sterke nadruk op het kostenaspect wordt gelegd (lage lonen, niet te strenge milieuregelingen), terwijl op deze aspecten het op den duur de minder ontwikkelde landen zullen winnen.
- De Nederlandse consumentenmarkt is nooit overdreven veeleisend geweest, terwijl er veel aandacht is voor verbetering van de ambachtelijke perfectie. Worden in het buitenland nieuwe productiewijzen (bijvoorbeeld serieproductie) ontwikkeld, of komen er opeens nieuwe concurrenten op die aan andere aspecten van het product (stijl, design, imago) meer aandacht besteden, dan komt men al snel in problemen.

### **Sterke sectoren en clusters**

De sterkte en zwakte van de Nederlandse economische structuur wordt nog duidelijker als wij de competitieve sectoren en clusters in kaart brengen.

Het belangrijkste criterium om de concurrentiekracht van een bepaalde sector te meten, is volgens Porter het aandeel op de wereldexportmarkt. Die sector moet zo smal mogelijk gedefinieerd worden, want dat blijkt het meest relevante niveau te zijn om te spreken over kennis, ervaring en specialisatie. In onze sectoranalyses merkten wij bijvoorbeeld dat Nederland sterk is op het gebied van de machines voor harde, maar niet voor zachte kaassoorten, hetgeen samenhangt met de specialisatie binnen de kaasbranche van de zuivelsector zelf.

Als wij op deze wijze een rangschikking maken van internationale competitieve sectoren, dan levert dit op basis van de laatst bekende gegevens (1986) het volgende beeld op: De top twintig (1986) van internationaal concurrerende Nederlandse sectoren (naar % aandeel in wereldexportmarkt):

|                                  |      |  |
|----------------------------------|------|--|
| 1. snijbloemen                   | 63,9 |  |
| 2. eieren                        | 61,1 |  |
| 3. levende varkens               | 56,6 |  |
| 4. levende planten, bloembollen  | 56,4 |  |
| 5. melk (niet gedroogd)          | 53,1 |  |
| 6. cacaopoeder                   | 48,6 |  |
| 7. verse tomaten                 | 43,4 |  |
| 8. aardgas                       | 40,1 |  |
| 9. aardappelen                   | 35,5 |  |
| 10. cacaoboter                   | 32,4 |  |
| 11. varkensvlees                 | 31,8 |  |
| 12. stikstofhoudende meststoffen | 31,8 |  |
| 13. ruwe alkyden                 | 31,3 |  |
| 14. elektrische lampen en buizen | 30,6 |  |
| 15. acyclische koolwaterstoffen  | 30,3 |  |
| 16. voegeleieren                 | 29,9 |  |
| 17. bier                         | 29,6 |  |
| 18. trekkers voor opleggers      | 28,8 |  |



|                     |      |
|---------------------|------|
| 19. tabaksproducten | 27,8 |
| 20. gasolie         | 26,2 |

Deze tabel is waarschijnlijk ontvullend. Buiten aardgas komen alle producten uit de top tien uit het landbouw voedingcluster. In de top twintig tellen wij dertien productgroepen uit deze cluster, tegenover vijf uit het aardoliechemiecluster, een uit de elektrotechniek en een uit het transportcluster. De elektrotechniek is slecht vertegenwoordigd: na lampen op de veertiende plaats vinden wij nog elektrische verlichting op de negenendertigste plaats (17,6 %) en het eerste elektronische high-tech-product –röntgenstraalapparatuur- op de eenenzeventigste plaats (12,6 %).

In Porters methode worden alle sectoren die meer dan gemiddeld scoren op de wereldexportmarkt als concurrerend beschouwd en ingepast in een clusterkaart met zestien mogelijke clusters. Voor Nederland valt onder meer op:

- alleen het landbouw-voeding-cluster is breed en diep op alle niveaus;
- het transport-cluster is zeer sterk in de dienstverlening;
- de moderne high-tech-sectoren zijn zwak vertegenwoordigd;
- het cluster petroleum-chemie is zeer breed op het niveau van de basisproducten, maar mist diepte;
- de machine-industrie ontbreekt bijna volledig, behalve in het voeding-cluster.

### **Naar de diepte**

Op basis van de clusterkaart lijkt Nederland in sterke mate als een factor-georiënteerd land naar voren te komen. Landbouw en voeding hebben sterk met natuurlijke factoren te maken. De chemiesector in Nederland is in sterke mate op de bulkproductie georiënteerd en de sterkte van de transportsector heeft duidelijk verband met de geografische ligging van Nederland.

Deze eerste indruk bedriegt echter in zekere mate. Dat blijkt uit de sectorstudies die wij in het kader van dit onderzoek hebben verricht. Om verscheidenheid in het onderzoek te brengen hebben wij 11 sectoren geselecteerd die wel internationaal concurrerend zijn, maar niet noodzakelijk in de top tien of twintig voorkwamen. Daarbij hebben wij soms met elkaar verbonden sectoren uitgekozen, om op die manier bij het onderzoek in de ene sector ook informatie over de andere te verkrijgen. Deze elf sectoren maken deel uit van vier bredere clusters:

- Landbouw-voeding-cluster: snijbloemen, cacaopoeder en boter, zuivel, machines voor de zuivelindustrie;
- Chemie-cluster: plastics en polymeren, industriële textiel;
- elektrotechniek: bespeeld geluidsmateriaal, kopieermachines;
- transport-cluster: wegvervoer, vrachtwagens en met als verwante sector (volgens Porters indeling in het ontspanningscluster) de jachtenbouw.

Met behulp van de diamant-benadering zijn telkens de succesfactoren en problemen in elk van deze sectoren geanalyseerd. Vervolgens hebben wij onderzocht in welke mate het succes van een sector samenhangt met de kenmerken van het nationaal systeem waarin zij zijn ingebed. Uit dit onderzoek kwam in elk geval duidelijk naar voren dat deze sectoren hun

sterkte eerder aan geavanceerde factoren, dan aan factoren van een laag niveau te danken hebben. Als een klein land als Nederland zo sterk staat in de landbouw en voeding heeft dit alles te maken met de onderzoek- en de kennisinfrastructuur en daarnaast met de sterke onderlinge rivaliteit die evenwel samenwerking om bepaalde schaafeffecten te bereiken, niet uitsluit. Ook in de transportsector is Nederland heel sterk in het topsegment: het gespecialiseerd wegvervoer en de vormen waarbij hoge logistieke eisen worden gesteld, zijn goed ontwikkeld. In veel gevallen gaat het in de sterke sectoren om relatief kleinschalige productie in specialisaties die op zich niet nieuw zijn, maar waarbij de nieuwste technologieën worden toegepast. De indeling in low-, medium- en high-tech vertroebelt soms het beeld. Wat ontwikkeld is, is immers niet bij voorbaat hetzelfde, als hetgeen op basis van indicatoren op het vlak van onderzoek en ontwikkeling (R&D) mag worden verwacht. Vrachtwagens bijvoorbeeld zijn zeer R&D intensief. Denk aan de ontwikkeling van motoren (zuinigheid, geluid, emissie), remsystemen, elektronica. Dat neemt niet weg dat de (kwaliteit van de) concurrentie in de sector zo groot is dat de verschillende vrachtwagens elkaar op het vlak van prijs en kwaliteit niet veel ontlopen. In die zin is een vrachtwagen bijna een standaardproduct geworden. Anderzijds lijkt niets zozeer een bulkproduct als cacao-poeder. Het blijkt echter dat men nergens ter wereld zo goed in staat is cacao-poeder te maken in elke gewenste smaak en variëteit als in Nederland. Het is niet te verwachten dat die voorsprong snel door andere landen wordt ingelopen. In de vrachtwagensector blijkt de echte voorsprong en inventiviteit meer te liggen in de kleinschalige, ambachtelijke sector van de carrosseriebouwers, waar de vrachtwagens worden opgebouwd volgens de wensen van de vaak veeleisende cliënten.

Wat uit ons onderzoek in sterke mate naar voren komt, is het belang van kleinschalige, ambachtelijke sectoren. In veel beschrijvingen van Nederland ligt het accent op alles dat met handel te maken heeft en op de opvallende positie van enkele multinationals. Daarbij worden de vele niches onderbelicht waar een combinatie van kleinschaligheid (handelsgeest, improvisatietalent, dienstverlening), ambachtelijkheid, binnenlands netwerk (in de betekenis van 'waardeketen' en/of bereidheid op deeltereinen samen te werken) en technologische ontwikkeling van belang zijn, zoals in ons onderzoek: snijbloemeteelt, carrosseriebouwers, jachtenbouw, cacao-roboter en -poederproductie, wegtransport. Naarmate de economie toegroeit naar een regime van 'flexibele specialisatie' (zie het werk van Piore & Sabel) dient juist dit geheel van factoren bijzondere aandacht te krijgen. Met name de verdere technologische ontwikkeling kan een knelpunt worden, omdat die niet steeds binnen de bestaande ambachtelijke kaders kan plaatsvinden. Vandaar het belang vanuit dit gezichtspunt wetenschaps- en technologiebeleid (ondermeer diffusie), infrastructuur en de rol van technisch-wetenschappelijke instituten opnieuw te bekijken.

## **Uitdagingen**

Op dit ogenblik leven we in een overgangstijd van een economie, die onder meer wordt gekenmerkt door massaproductie en een grote mate van energieverbruik naar een nieuwe economie, waarvan nog slechts de ruwe contouren bekend zijn. Dat leidt tot de volgende uitdagingen voor de clusters:

- informatisering: benadrukken van het belang van infrastructuur (telematica voor de ontwikkeling van transport en distributie in de richting van logistieke diensten).
- flexibele specialisatie: belang van de verdere technologische ontwikkeling van de kleinschalig-ambachtelijke speerpunten.

- internationalisering: belang van een binnenlands netwerk als basis om in andere landen te kunnen ondernemen (bijvoorbeeld vrachtwagens).
- duurzame ontwikkeling: aanvaarden van de uitdagingen op het gebied van infrastructuur (transport), ecologische aanpassing van vervuilende sectoren (chemie, landbouw).

Een aantal van deze uitdagingen wordt reeds actief ter hand genomen. Op andere wordt te defensief gereageerd. Als wij het Nederlands innovatiesysteem bekijken met behulp van Porters diamant, dan worden wij kort gezegd bewust van de zwakke kanten van de sterke clusters in onze economie. Het zijn deze zwakke kanten die een belangrijk aangrijpingspunt voor ondernemings- en overheidsbeleid moeten vormen.

### **Aanknopingspunten voor bedrijfsleven en overheid**

Er is de laatste jaren een beweging geweest die afstand nam van het industriebeleid en de nadruk legde op meer generiek technologiebeleid. De boodschap nu is niet dat de overheid weer direct in de clusters moet ingrijpen. In een ontwikkelde economie wordt de rol van de overheid immers steeds meer indirect: het creëren van een omgeving waarin de ondernemingen innovatief en dynamisch zijn en blijven. De functie van de overheid bestaat er uit te signaleren, economische processen soepel te doen verlopen en ondernemingen en andere actoren te blijven aansporen. Het duidelijkst kan de overheid haar invloed doen gelden bij de 'factor-creatie', het bewaken van de concurrentie en het aanscherpen van de kwaliteitseisen ten aanzien van producten en processen (bijvoorbeeld in verband met het milieu).

Porters benadering biedt bovendien aanknopingspunten om een dergelijk algemeen dynamiserend beleid te enten op de sterke clusters van een land en met name om met de zwakke kanten daarin rekening te houden. Daarbij moeten steeds keuzes worden gemaakt. Soms gaat het bij die zwakke kanten om punten die marginaal lijken, maar daarom niet onbelangrijk zijn. Een schakel in het netwerk verstevigen of juist laten verzwakken tot die breekt, maakt een groot verschil uit. Het in stand houden van een sterk netwerk kost meestal veel minder dan het opbouwen van een nieuw netwerk. Voor dat laatste zijn immers gedurende decennia investeringen vereist. Om een voorbeeld te geven: inzicht in de werking van netwerken biedt een extern criterium bij de beleidsontwikkeling ten aanzien van taakverdeling, concentratie en zwaartepuntvorming op het vlak van de onderwijs- en onderzoeksinfrastructuur.

Verschillende malen kwamen wij in het onderzoek bedreigde universitaire afdelingen tegen, die in hun netwerk nochtans een belangrijke rol spelen: bijvoorbeeld de afdeling maritiem onderzoek TU Delft. Ook bleek dat door versnippering onvoldoende kritische massa aanwezig, was om werkelijk een bijdrage aan de ontwikkeling van hun netwerk te kunnen geven: bijvoorbeeld de ontwikkeling van de versnippering tussen TU Delft en TU Eindhoven ten aanzien van vrachtwagens. Het bedrijfsleven ziet ook steeds meer het belang van deze elementen en is niet zelden bereid door onderzoeksopdrachten of bijzondere hoogleraarplaatsen ter zake, een zekere verantwoordelijkheid op zich te nemen.

Op soortgelijke wijze moeten van de sterke clusters de verschillende andere elementen van de diamant worden onderzocht, waardoor de problemen en de uitdagingen zichtbaar worden en duidelijk is wat overheid en bedrijfsleven kunnen doen, om die clusters strategisch te versterken. Gebleken is, dat ondanks de verdergaande internationalisering van de economie, de mogelijkheden om op inventieve wijze nationaal overheidsbeleid en eigen

ondernemingsstrategieën te ontwikkelen, groot blijven. Als men niet tot het meso-niveau van de economie 'afdaalt', laat men kansen liggen en bestaat het gevaar dat de netwerken uit elkaar vallen. Onze analyse van de Nederlandse diamant in enkele sterke sectoren toont dat Nederland over belangrijke troeven beschikt, maar ook dat er evenzeer reden is tot bezorgdheid. Nu wij in steeds sterkere mate met innovatieve en agressieve concurrenten te maken krijgen, moeten alle kansen worden benut.

## METHODEN VAN TECHNOLOGISCH VERKENNEN, Karel Mulder

### VOORSPELLEN

Technologische verkenningen zijn gebaseerd op voorspellingen omtrent waarschijnlijke technologische en maatschappelijke ontwikkelingen. Hoe valt te bereiken dat voorspellingen (of wat zwakker geformuleerd: uitspraken met een bepaalde voorspellende waarde) een relevant hogere betrouwbaarheid hebben dan een gokje in het casino? En, hoe kan die betrouwbaarheid van voorspellingen zodanig worden gegarandeerd dat ook anderen deze voorspelling aanvaarden?

Voorspellingen zijn al duizenden jaren gedaan. Soms hadden zij een religieus karakter, zoals goddelijke stemmen en visioenen, en waren ze subjectief in die zin dat alleen een uitverkoren persoon of een gelovige deze informatie kon ontvangen. Hun waarheidspretentie was meestal niet irrationeel, maar extra-rationeel hetgeen wil zeggen dat de waarheidsclaim van deze uitspraken de grenzen van de rationaliteit te buiten ging. Over de waarheidsclaim van deze voorspellingen zijn daarom geen rationeel gefundeerde uitspraken te doen. Zij zullen daarom niet aan de orde komen in dit college.

Voorspellingen zijn ook vaak gedaan op grond van extrapolatie van (al dan niet op waarneming berustende) empirische relaties. Astrologische voorspellingen postuleren een relatie tussen de situatie in de kosmos en sociaal-psychologische ontwikkelingen op de aardbol. Nu is in dit geval deze empirische relatie omstreden. Echter zelfs als deze relatie niet omstreden zou zijn, is zij ontoereikend als basis voor voorspellingen zolang er niet tevens een causale relatie bestaat die aangeeft waarop deze empirische relatie is gebaseerd. Het kan namelijk zo zijn dat er in werkelijkheid geen sprake was van een relatie maar van een toevallige samenloop van omstandigheden die niet werd onderkend, of dat de gemeten verschijnselen ook zouden kunnen worden verklaard door andere ingangsvARIABLEN. In het geval van astrologie lijkt een verband tussen seizoensinvloeden en menselijk gedrag veel meer voor de hand te liggen dan die tussen kosmos en menselijk gedrag. Een empirische relatie die niet is gebaseerd op een causale relatie zou kunnen leiden tot waanzinnige conclusies: Universitaire studenten vormen een bevolkingsgroep die veel alcohol consumeert. Zij belanden later op vooraanstaande posities. Conclusie: door de consumptie van alcohol verkrijgt je een vooraanstaande positie. Let wel, dit wil natuurlijk niet zeggen dat empirisch waargenomen relaties per definitie ongeldig zijn. Ze zijn echter op zich ontoereikend als basis voor een voorspelling.

Voorspellingen hadden vaak een 'noodlot' karakter: Zij pretendeerden onvoorwaardelijk uit te komen en waren niet (of slechts op een voorgeschreven wijze) door mensen te beïnvloeden. Voor onze doeleinden is dat nogal onbevredigend daar een totaal vastgelegde toekomst geen aanknopingspunten meer biedt voor het voeren van beleid. Het aantonen dat de toekomst zich maar op een manier kan ontwikkelen hoeft daarom op zich niet onjuist te zijn, maar is wel uiterst onbevredigend. Zelfs als we ervan overtuigd zijn dat er onvermijdelijke ontwikkelingen in gang zijn die maar tot een eindresultaat kunnen leiden, dient het zoeken naar aangrijpingspunten voor sturing en beïnvloeding voorop te staan. Weliswaar geloven we niet meer zo sterk in de 'maakbaarheid' van de samenleving als in de jaren zeventig, maar er is geen enkele reden aanwezig om te veronderstellen dat de maakbaarheid van de samenleving **nul** is

zoals in 'noodlotsvoorspellingen' wordt verondersteld.

De werkelijkheid is vaak te gecompliceerd om alle gevolgen van een handeling/ ontwikkeling te kunnen aangeven. Een onderzoeker dient zich daarom hoe dan ook te beperken in zijn voorspellingen. Echter, de keuzes die daarin worden gemaakt zijn moeilijk vooraf te voorzien en zijn daarom nogal subjectief. Dit hoeft geen bezwaar te zijn als de normen en waarden waarop die keuzes zijn gebaseerd worden geëxpliciteerd. Daarmee kan ieder de waarde van de conclusies toetsen aan de eigen normen en waarden.

Zonder hierbij een waardeoordeel te willen vellen over andere wijzen van voorspellen worden een viertal eisen gepostuleerd om tot acceptabele voorspellingen te komen:

- De wijze waarop voorspellingen tot stand komen moet inzichtelijk kunnen worden gemaakt, en moet in principe onafhankelijk zijn van de voorspeller.
- Een voorspelling dient te zijn gebaseerd op causale relaties.
- Deze voorspellingen hebben een conditioneel karakter dat wil zeggen zij geven condities aan waaronder gevolgen (waarschijnlijk) zullen optreden en dus ook mogelijkheden om de toekomst te beïnvloeden.
- Keuzes dienen waar mogelijk te worden voorkomen en waar keuzes moeten worden gemaakt dienen deze te worden geëxpliciteerd. De waarden en normen die een rol spelen in het onderzoek dienen duidelijk omschreven te worden.

De eerste twee eisen maken een voorspelling controleerbaar, de laatste twee hebben te maken met bruikbaarheid. Bruikbaarheid omvat uiteraard meer dan het hier geformuleerde. Ook behoort tot de bruikbaarheideisen dat een vraag op relevante wijze wordt beantwoord, dat dit antwoord geloofwaardig en communicabel wordt gemaakt voor de steller van de vraag en op het juiste tijdstip wordt gegeven.

We hebben nu een aantal negatieve criteria geformuleerd voor voorspellingen. Een positieve richting is echter moeilijk te geven. Een perfecte methode om tot voorspellingen te komen bestaat (gelukkig) niet. De relaties op grond waarvan voorspellingen worden gedaan berusten vrijwel altijd op extrapolaties van empirische (weliswaar meestal ook causale) relaties uit het verleden. Het is principieel onzeker of deze relaties in de toekomst geldig blijven. Dit filosofische probleem staat bekend als het inductieprobleem (Hoe vaak we ook kunnen constateren dat een zwaan wit is, de uitspraak dat alle zwanen wit zijn valt daaruit nooit af te leiden). Hoewel inductie fundamenteel niet te rechtvaardigen valt, hanteren we toch vaak inductieve redeneringen. Dat komt omdat we uit onze ervaring weten dat verschijnselen vaak een zekere mate van continuïteit bezitten. Zo blijkt de voorspelling dat het weer van morgen gelijk is aan dat van vandaag nog een van de betere manieren te zijn om het weer te voorspellen. Het inductieprobleem werd door de filosoof Popper omzeild door niet van de argumenten uit te gaan waarop een relatie of wetmatigheid steunt. Hij ging er van uit dat het eenvoudiger was te besluiten over verwerping van theorieën en stelde daarom als voornaamste eis aan wetenschappelijke theorieën dat ze falsifieerbaar moesten zijn. Falsifieerbaar betekende dat de theorie leidde tot voorspellingen die nieuw en controleerbaar waren<sup>20</sup>. Hierbij deden zich in de praktijk echter nogal wat problemen voor: Het niet uitkomen van een voorspelling hoefde helemaal niet tot verwerping van een theorie te leiden daar bijv. meetapparatuur niet goed functioneerde of parameters een rol speelden die onbekend waren, of niet gecontroleerd

---

<sup>20</sup> Karl R. Popper, 1959, *The Logic of Scientific Discovery*, vertaling van 'Logik der Forschung', Wenen, 1934, Hutchinson, London.

konden worden. Ook konden vaak hulphypothese worden opgesteld waarmee de gefalsifieerde theorie alsnog viel te handhaven. Met name waar de problemen gecompliceerder worden, zoals op het kruisvlak van technische en maatschappelijke ontwikkelingen die in dit college aan de orde komen, is het daarom moeilijk om tot harde uitspraken te komen. Voor de verdere behandeling van de wetenschapsfilosofische kant hiervan zij verwezen naar de colleges van Kroes/Fransen. In het bestek van dit college dient de voornaamste conclusie te zijn dat er geen mogelijkheid bestaat om de toekomst met zekerheid te ontmaskeren. Daarom wordt in dit college niet zozeer de exactheid van voorspellingen benadrukt als wel vooral het nut ervan in het kader van meningsvorming omtrent strategische issues en de formulering van beleidsalternatieven.

## FOUTEN

Er zijn een groot aantal fouten die kunnen worden gemaakt in de praktijk. Slechts enkele worden hier genoemd:

- hypotheses van het onderzoek worden niet (volledig) geëxpliciteerd en aannemelijk gemaakt. Daardoor kan bijvoorbeeld een cirkelredenering ontstaan; een conclusie is in feite impliciet als hypothese in het onderzoek gehanteerd.
- een waarneming wordt te snel als onbetwistbaar aanvaard. Iedere waarneming is altijd afhankelijk van het conceptuele kader van de waarnemer en kan principieel altijd betwist worden. Onderzoekers dienen zich hiervan op zijn minst bewust te zijn om daarmee ruimte te laten voor alternatieve kaders waarin een andere waarneming mogelijk is.

*Iemand die bijvoorbeeld strategische besluitvorming in het bedrijfsleven analyseert om aan te tonen dat deze plaats vindt op grond van een objectieve kosten/baten analyse kan bij ieder besluit voortdurend focussen op de cijfers die worden gepresenteerd. Daaruit kan dan blijken dat bij een bepaald rendement een positieve beslissing wordt genomen. Echter gemakkelijk kan aan de aandacht ontsnappen dat deze cijfers gebaseerd zijn op subjectieve inschattingen. Met andere woorden: deze onderzoeker zou kunnen ontgaan dat een besluit in feite niet wordt genomen op grond van een objectieve kosten/baten analyse maar dat er bewust naar deze uitkomst van de kosten/baten analyse is toegewerkt. Kortom een conclusie als zouden strategische besluiten volgens een strikte afweging van kosten en baten worden gemaakt is in feite gebaseerd op de hypothese dat de gepresenteerde cijfers een volstrekt juiste weergave bieden van kosten en baten.*

In het verleden werden een aantal methoden en hulpmiddelen gebruikt. Geen van deze methoden is toereikend om een geheel onderzoek op te baseren; vrijwel altijd werden combinaties toegepast en diende het te worden aangevuld met *literatuurstudie* en *interviews* met deskundigen. Deze laatste twee methoden zijn zo algemeen dat hier niet verder op zal worden ingegaan. Enkele waarschuwingen zijn nog wel op hun plaats hier: Vaar niet blind op de mening van een enkele deskundige want die heeft eigen belangen die zijn inschatting mogelijk kan kleuren. Het specifieke perspectief van deskundigen kan hun blikveld nogal hebben vernauwd. Soms doen zij uitspraken over zaken waar ze helemaal niet deskundig in zijn. De herinnering van geïnterviewden is vaak nogal beperkt. Soms kunnen zij met grote stelligheid dingen beweren die helaas volstrekt onjuist zijn. Houdt daarom altijd een kritische

distantie in acht ten opzichte van beweringen die gedaan zijn in interviews. Vraag voor literatuurstudie advies bij specialisten. De hoeveelheid databases is zo groot dat het anders vrijwel onmogelijk is binnen een redelijke termijn de relevante informatie te vinden.

## METHODEN EN HULPMIDDELEN

### *morfologische analyse*<sup>21</sup>

Bij deze methode gaat het vooral om een rationele uiteenrafeling van een probleem of technologie in deelaspecten waardoor een beter zicht kan ontstaan. Een technologie, een probleem, of een te ontwerpen technologie, wordt eerst uiteengehaald in relevante eigenschappen/factoren. Deze worden vervolgens in een matrix samengebracht. Alle mogelijke combinaties van eigenschappen worden samengesteld en beoordeeld. Van de gevonden uitkomsten wordt de meest wenselijke bepaald. In een iteratief proces kan deze werkwijze vervolgens worden herhaald met verfijndere eigenschappen. De uiteindelijke uitkomst kan worden vertaald in beleidsaanbevelingen, R&D plannen, etc. Ook kan deze methode worden gebruikt om de creativiteit te stimuleren door nieuwe combinaties van eigenschappen te genereren die aanleiding kunnen zijn voor nieuwe ideeën.

*Beschouw bijvoorbeeld de vraag naar nieuwe milieuvriendelijke en efficiënte massavervoerssystemen: deze systemen kunnen worden gekenmerkt door verschillen in - energiebron (waterstof, diesel, stoom, benzine, elektriciteit, batterij, nucleair, wind, zon, mens/dier, ...) - transport medium (weg, lucht, water, ondergronds, rail, lopende band, magnetisch veld, ...) en - besturingsmechanisme (chauffeur, automatische botsingvermijding, elektronische kaart, geen, ...) <sup>22</sup>. Deze kenmerken kunnen in een drie dimensionale matrix worden gezet waarna de combinaties kunnen worden beoordeeld, op efficiency en milieuaspecten. De gevonden optima kunnen in een iteratief proces nader worden geanalyseerd.*

Aan een morfologische analyse zitten een aantal beperkingen:

- Morfologische analyse wordt bij een toenemend aantal variabelen zeer omvangrijk.
- Verbanden tussen variabelen moeten in redelijke mate bekend zijn (ook in de toekomst) en liefst (maar niet noodzakelijk) kwantificeerbaar
- Het is niet uit te sluiten dat nieuwe variabelen een rol kunnen gaan spelen in de toekomst.

De *relevantieboom* is in feite een sterk hiërarchisch gestructureerde morfologische analyse.

Hierbij wordt een bepaald doel als vaststaand genomen.

- De realisering van een gespecificeerde technologie wordt (bijvoorbeeld een systeem voor massavervoer dat voldoet aan gespecificeerde milieucriteria) als doel beschouwd en combinaties van factoren worden gemaakt die daarna op hun bijdrage aan de realisering van dit doel worden beoordeeld.
- Vanuit een wenselijke toekomstig situatie worden terugvertalingen gemaakt naar deeltechnologieën die (vanuit de huidige technologie) ontwikkeld moeten worden (vergelijk back-casting).

---

<sup>21</sup> Joseph van Doorn, Frans van Vught, 1978, *Forecasting*, Van Gorcum, Assen.

<sup>22</sup> Alan L.Porter, A.T.Roper, T.W.Mason, F.Rossini, J.Banks, 1991, *Forecasting and Management of Technology*, John Wiley & Sons, Inc. New York.



### *Brain storm*

Een brain storm is een werkwijze om nieuwe ideeën te ontwikkelen. Deelnemers laten hun ideeën omtrent oplossing van een concreet probleem de vrije loop. Deze worden alle goedgekeurd. Kwantiteit van ideeën is in eerste instantie belangrijk. Daarna borduurt men samen voort op deze ideeën. *Het is essentieel dat er geen negatieve kritiek wordt gegeven* maar wordt meegedacht met de meest wilde ideeën omdat uit onhaalbare fantasieën uiteindelijk toch zeer bruikbare vindingen kunnen ontstaan. Pas achteraf worden de in de brainstorm ontwikkelde ideeën precies op hun merites beoordeeld. Brain storms vinden meestal plaats in groepen van 6-8 personen met een groepsleider die het proces bewaakt. Naast een verbod op negatieve kritiek is van belang om ongeremde uitingen te stimuleren, wederzijds voort te borduren op ideeën, en met name originele ideeën uit te werken.

De Brain Storm is uiteraard niet een echte onderzoeksmethode maar meer een methode om het creatief denken te bevorderen. Zij kan op verschillende manieren een rol spelen in verkenningen. Het moet daarbij gaan om het aandragen van mogelijkheden om een helder probleem op te lossen.

Tegenwoordig wordt er erg vaak getwijfeld aan het nut van de Brain Storm. Veel psychologen beweren dat het afzonderlijk genereren van ideeën productiever is dan een gezamenlijke Brain Storm. Toch worden Brain Storms zeer veelvuldig toegepast. Vaak wijt men het geloof in de Brain Storm aan een psychologisch effect: De uiteindelijk samen bedachte oplossingen die uit de Brain Storm voortkomen, worden door velen gezien als zijnde eigen ideeën.

### *prognoses en trends*<sup>23</sup>

Prognoses worden veel gebruikt. Ze zijn gebaseerd op waargenomen trends of curves (lineair, exponentieel, S, dubbel exponentieel, envelop). De basis is dus gebaseerd op een zogenaamde standaard wereld, dat wil zeggen een wereld waarin zich geen zeer plotselinge veranderingen voordoen. Prognoses zijn ook te maken op basis van een koppeling van het te voorspellen verschijnsel aan een ander verschijnsel middels een regressie-analyse (vaak kleinste kwadraten methode). Dit tweede verschijnsel kan eventueel beter te voorspellen zijn, of beter geschikt om te beïnvloeden middels doelgericht beleid. Trend analyse wordt ook vaak op technologische ontwikkelingen toegepast: de snelheid van vliegtuigen, grote van tankers etc gedragen zich deze eeuw vrijwel volgens exponentiële relaties<sup>24</sup>.

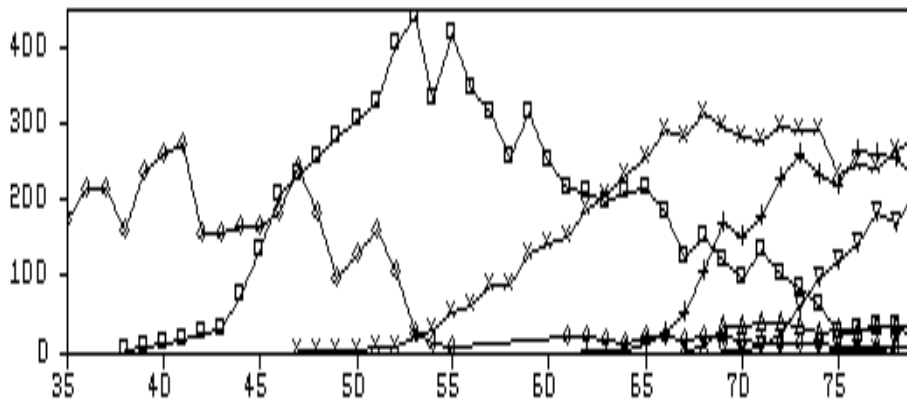
Vaak is er een onderliggend model waarop de prognose van de ontwikkeling is gebaseerd. Een bekend model is de product levenscyclus, of product-life cycle. Dit model veronderstelt dat technologieën een 'leven' hebben in die zin dat zij ontstaan, tot bloei komen, zich stabiliseren en tenslotte weer geleidelijk aan verdwijnen door het ontstaan van alternatieve technologieën. Dit wordt vaak gellustreerd aan de hand van de geschiedenis van de verschillende

---

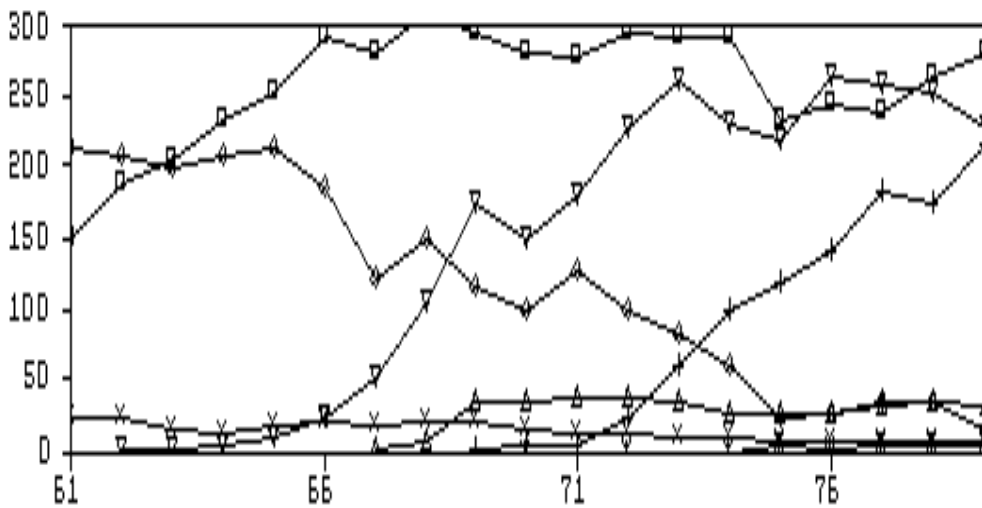
<sup>23</sup> Joseph van Doorn, Frans van Vught, 1978, *Forecasting*, Van Gorcum, Assen

<sup>24</sup> Alan L.Porter, Frederick A.Rossini, Stanley R.Carpenter, A.T.Roper, 1980, *A Guidebook for Technology Assessment and Impact Analysis*, New York/Oxford: North Holland, chapter 6.4.

materialen die zijn gebruikt ter versterking van autobanden<sup>25</sup>.



Afzet bandengarens in de VS: ◆ katoen, □ rayon, X nylon, + polyester, △ glas, v staal, ¥ kevlar.



Afzet bandengarens in de VS tussen 1960 en 1980.

De groeifase van een technologie wordt vaak weergegeven door een zogenaamde 'S-curve'. De fundamentele aanname die de achtergrond vormt voor deze curves is dat de verandering in de relatieve diffusie/afzet ( $d(Y/L)/dt$ ) afhankelijk is van de reeds gerealiseerde relatieve diffusie/afzet ( $Y/L$ ) en de resterende fractie ( $1-Y/L$ ) weer te geven in de volgende vergelijking:

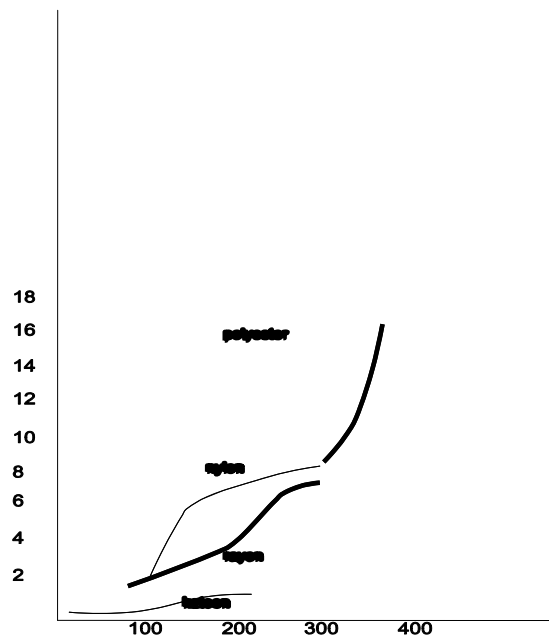
<sup>25</sup> Harold Dewhurst, 1970, *The long range research that produced glass fiber reinforced tires*, Research Management XIII, no. 3, May.

$$\frac{dY/L}{dt} = \frac{b * Y/L}{(1 - Y/L)}$$

dit leidt tot de vergelijking:

$$Y = \frac{L}{1 + c * \exp^{-b*t}}$$

(waarbij Y de gezochte variabele is, t de tijd, en L de bovengrens voor groei van variabele Y, en b een constante)<sup>26</sup>



Prestatie index bandengaren als functie van cumulatieve R&D bestedingen.

De S-curve wordt ook gebruikt voor R&D. Hieraan ligt het idee ten grondslag dat de effectiviteit van research in het leven van een technologie aanvankelijk gering is, naar verloop van tijd toeneemt, en tenslotte weer afneemt (omdat de technologie zijn grenzen vrijwel heeft bereikt). Hieruit is bijvoorbeeld te berekenen in hoeverre te verwachten is dat R&D investeringen nog efficiënt zijn. Deze S-curves zijn zeer goed verenigbaar met het perspectief van de product-life cycle<sup>27</sup> (Deze levenscyclus dient niet verward te worden met de milieu levenscyclus van een product: deze beschrijft milieueffecten van: grondstoffenwinning, productie, gebruik en afval van een product)<sup>28</sup>.

<sup>26</sup> Alan L.Porter, A.T.Roper, T.W.Mason, F.Rossini, J.Banks, 1991, *Forecasting and Management of Technology*, John Wiley & Sons, Inc. New York, pp. 176.

<sup>27</sup> Donald N.Merino, 1990, *Development of a Technological S-Curve for Tire Cord Textiles*, *Technological Forecasting and Social Change* 37, pp 275-291.

<sup>28</sup> Zie voor product life cycle verder: Brian C.Twiss, 1974, *Managing Technological Innovation*, London/New York, Longman.

Deze prognoses kunnen lijden aan essentiële tekortkomingen: De condities waaronder trends zich voordoen worden niet expliciet onderzocht. Daardoor kunnen er onverwachts situaties optreden waaronder trends gaan afwijken. In 1970 leidde dit bijvoorbeeld tot veel te optimistische voorspellingen van het gebruik van glasvezel in autobanden. Het ontwerp van autobanden veranderde namelijk fundamenteel en daarmee ook het voorziene gebruik van versterkingsmateriaal.

### *Analogieën*

Vaak worden de modellen waaruit trends worden afgeleid gebaseerd op historische modellen, zoals een ontwikkeling in cycli, fasen, spiralen etc. Men postuleert dus het bestaan van ontwikkelingsanalogieën (bijv. een analogie van de ontwikkeling van de Amerikaanse en Romeinse cultuur). Voor ontwikkeling van technologieën kan de analogie ook worden gebruikt. Te denken valt aan bijvoorbeeld een analogie tussen de diffusie van radio en televisie, de ontwikkeling van spoorwag en luchtvaartverbindingen. Ook kan een analogie worden gehanteerd in de technologische ontwikkeling van landen (bijvoorbeeld in modellen met bepaalde ontwikkelingsstadia).

Analogieën moeten met zeer veel voorzichtigheid worden gehanteerd omdat het vrijwel is uitgesloten dat alle relevante condities gelijk zijn. Daardoor kunnen er zeer wel verschillen optreden die niet zijn onderkend<sup>29</sup>. Vaak worden analogieën toegepast tussen technische ontwikkelingen in het eigen land en ontwikkeling in landen die voorop lopen (Japan, VS, Duitsland (milieumaatregelen))<sup>30</sup>.

### *Kosten-baten analyse*

Een kosten baten analyse lijkt een zeer voor de hand liggend middel ter afweging van de kosten baten die resulteren uit de eigen economische besluiten. Kosten/Baten analyse is echter op veel ruimer schaal toegepast. Allereerst zijn er afwegingen geweest in de publieke sector waarbij ook de private kosten en baten werden meegenomen. Amerikaanse wetgeving op het gebied van publieke uitgaven voor bescherming tegen overstroming stelde in de dertiger jaren al nadrukkelijk als criterium dat de gezamenlijke baten van zowel particulieren als de overheid groter moesten zijn dan de kosten. Kosten/Baten analyse is later ook wel toegepast in maatregelen waar ook gezondheids- of milieueffecten speelden. Hier doen sommige berekeningen wel eens wat morbide aan: gezondheidseffecten worden soms afgemeten aan het gederfde inkomen en medische kosten wat dus in feite impliceert dat de gezondheid van de een meer waard is dan die van de ander. Ook worden wel berekeningen gemaakt die een relatie leggen tussen investeringen en het gespaarde aantal levens. Zolang het gaat om een prioritering van de meest effectieve maatregelen is hier weinig tegen, maar de afweging tussen menselijk leven en geld blijft dubieus. Soms poogt men dit soort dubieuze oordelen te voorkomen door deze oordelen te baseren op de opinies die onder de bevolking leven. Zelfde problemen doen zich voor bij dierlijk leven en milieubehoud. Ook de tijdschaal van de

---

<sup>29</sup> Joseph van Doorn, Frans van Vught, 1978, *Forecasting, methoden en technieken van toekomstonderzoek*, Van Gorcum, Assen/Amsterdam.

<sup>30</sup> Caroline van Leenders, 1992, *Milieugerichte technologieverkenningen inventarisatie en selectie van verkenningmethoden*, TNO-STB.

berekening kan ernstige problemen opleveren<sup>31</sup>.

### *contextual mapping*<sup>32</sup>

Bij contextual mapping staat voorop het herkennen en in kaart brengen van de relaties van verschillende variabelen. Daarbij is het vooral belangrijk variabelen te vinden die eerder in de tijd te bepalen zijn dan de gezochte variabele en die daarmee in een bekend verband staat. Op deze wijze valt bijvoorbeeld de milieuvervuiling door auto's te voorspellen aan de hand van verkoopgegevens en de uitstoot van de nu verkochte auto's t.o.v. de gemiddelde uitstoot op dit moment. Dit is dus met name een methode om te gebruiken voor voorspellingen op de niet al te lange termijn.

### *modelbouw*

De modelbouw techniek poogt een groot aantal variabelen via een rekenmodel aan elkaar te koppelen. Zij is vooral geschikt wanneer een groot aantal ingangsvariabelen de uitkomst bepaalt. Voorwaarde is dat uitsluitend kwantificeerbare relaties tussen grootheden een rol spelen. Daarmee biedt het de mogelijkheid verschillende beleidsopties (ingangsvariabelen) per computer te evalueren. De noodzaak tot formalisering van relaties dwingt tot exacter en logischer formuleringen die beter controleerbaar zijn. Deze formalisering is echter niet altijd mogelijk.

Ook sociale processen kunnen soms met modellen worden gesimuleerd. Dit gebeurt bijvoorbeeld wel eens in sommige verkiezingsprognoses. Bij statistische simulatie kan de Monte Carlo techniek (waarbij verschillende malen het model wordt doorlopen en men aan de hand van de uitkomsten een indruk krijgt van het meest waarschijnlijke bereik waarin het eindresultaat ligt en de mogelijke spreiding) een waardevolle rol spelen.

### *checklist*

Een praktisch hulpmiddel voor terugkerende studies die vrijwel altijd dezelfde vorm hebben is de checklist. Deze bestaat uit een aantal vragen waarop antwoord dient te worden gegeven. De functie van de checklist is daarmee vooral die van een geheugensteuntje die ervoor zorgt dat snel aan alle relevante issues aandacht wordt besteed in een studie. Een checklist voor het bestuderen van de gevolgen van een R&D project voor het bedrijf dat het uitvoert, kan bijvoorbeeld uit de volgende elementen bestaan:

*A Resources: Welk beslag legt het project op bedrijfsresources:*

*1) research*

---

<sup>31</sup> Frank C.Go, 1988, *Environmental impact assessment, Operational Cost Benefit Analysis*, MARC, University of London/WHO.  
Michael J.Frost, 1971, *Values for Money, The techniques of Cost Benefit Analysis*, Gower Press, London.

<sup>32</sup> Joseph van Doorn, Frans van Vught, 1978, *Forecasting*, Van Gorcum, Assen.

- 2) engineering
- 3) productie
- 4) management
- 5) grondstoffen

*B Technisch*

- 1) Kan product op industriële schaal geproduceerd worden
- 2) Kan het product en zijn equivalenten afdoende geïmplementeerd worden
- 3) Binnen welke termijn zijn er andere producten te verwachten met een verbeterde prijs/prestatie ratio
- 4) Wordt het product verder verwerkt: wat zijn de technologische ontwikkelingen op het gebied van het eindproduct

*C Productie: Welke gevolgen heeft productie van het nieuwe product:*

- 1) uitbreiding productiefaciliteiten
- 2) benutting bestaande productiefaciliteiten
- 3) uitbreiding productiepersoneel
- 4) benutting huidig productiepersoneel
- 5) inkoop van grond- en hulpstoffen
- 6) interne leveranties
- 7) aantrekken nieuw, gespecialiseerd personeel
- 8) transport van grondstoffen en eindproduct
- 9) afvalverwerking

*D Markten: Welke gevolgen heeft het product voor de marktpositie van de ondernemingen:*

- 1) wat is de verwachte afzet en welke prijs kan worden gerealiseerd
- 2) bestaat er een verkoop en service organisatie voor het product
- 3) bestaan er relaties met de voorziene afnemers van het product
- 4) heeft het product waarde voor het marktimage
- 5) kunnen middels het product nieuwe afnemers worden bereikt voor bestaande producten
- 6) kunnen acties van concurrenten het project ernstig in gevaar brengen
- 7) worden bestaande producten verdrongen door dit nieuwe product
- 8) zijn er duidelijk verschillende marktsegmenten voor het product waardoor risico's worden gespreid

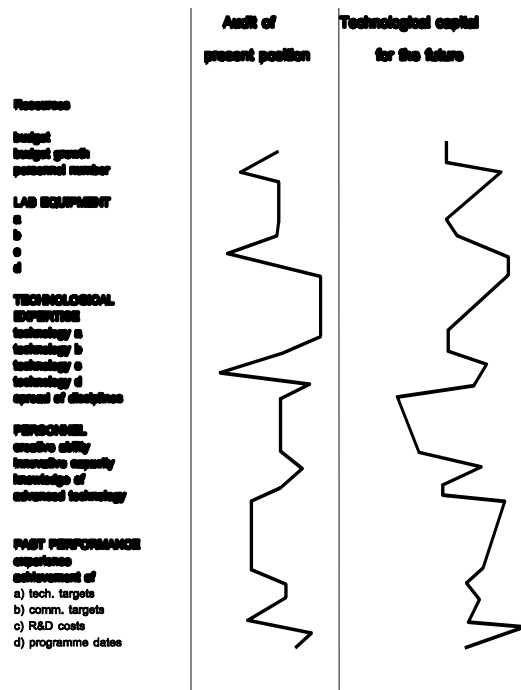
*E Financieel: wat zijn de financiële consequenties van het project*

- 1) wat is verwachte rentabiliteit van project onder huidige omstandigheden
- 2) wat is kapitaalsbeslag project
- 3) moet nieuw kapitaal worden aangetrokken
- 4) wat kan verandering rentestand, valutakoersen, arbeidskosten en energie- en grondstoffenprijs voor rentabiliteit (sensitivity analysis) betekenen
- 5) wat betekenen afwijkingen van de voorziene vraag voor de rentabiliteit

*F Extern: Welke externe reacties zal het product en de productie daarvan oproepen:*

- 1) veiligheid product voor gebruiker
- 2) milieugevolgen product
- 3) milieugevolgen productie
- 4) ethische bezwaren product
- 5) veiligheid productiefaciliteiten voor omgeving
- 6) arbeidsomstandigheden productie
- 7) regionale werkgelegenheidseffecten

- 8) *subsidies*
- 9) *marktregulering en handelsbelemmeringen*
- 10) *macro-economische effecten, nationale/internationale afhankelijkheden*
- 11) *wat betekent product en productie voor het publieke image*
- 12) *zijn er risico's ivm productaansprakelijkheid*



Voorbeeld van een profielkaart.

Een dergelijke checklist kan de basis vormen voor rapporten die gericht zijn aan de bedrijfsleiding. Vaak kan een checklist in vroege fases nog maar nauwelijks worden ingevuld. Aan de hand van een checklist worden ook vaak *profielkaarten* opgesteld waarin sterke en zwakke punten van een project schematisch zijn weergegeven. Ondernemingen kunnen aan ieder item van een checklist een gewicht toekennen en een score. Deze gewichten kunnen worden afgeleid uit analyse van succesfactoren bij innovaties in het verleden. Op deze wijze leidt een *scoretabel* tot een totaalscore. Het moge duidelijk zijn dat het toekennen van gewichten binnen een bedrijfscontext veel beter gaat dan in een overheidscontext: de gewichten van de scores staan in de bedrijfscontext nu eenmaal alle in het teken van de bijdrage aan het succes van de onderneming, in een overheidscontext zijn doelstellingen vaak veel uiteenloper. In de praktijk zijn er nog veel diepgaander vormen van analyse van mogelijk commercieel succes van innovaties<sup>33</sup>.

*monitoring*

<sup>33</sup> Coopers & Lybrand, 1986, *Evaluating R&D and new product development ventures an overview of assessment methods*, National Technical Information Service.

Bij monitoring stelt men zich onafgebroken open voor alle signalen die van belang kunnen zijn voor ontwikkelingen waarin men geïnteresseerd is. Hierbij valt te denken aan tijdschriften, vakliteratuur, mediareportages, bedrijfs- en handelsperiodieken, congresverslagen, reclameuitingen, jaarverslagen, databases, etc. Ook gesprekken met deskundigen kunnen zeer nuttig zijn. Met name zogenaamde 'gatekeepers', dat wil zeggen mensen die van vele zijden informatie krijgen, zijn van belang. Het op deze wijze monitoren van een technologie is zeer intensief. Een speciale manier van monitoring kan worden uitgevoerd door middel van **bibliometrische analyse**. Hierbij worden databases gescreend via speciaal ontwikkelde computerprogramma's. Op deze wijze kunnen eenvoudig nieuwe technisch-wetenschappelijke trends blijken. Technologische trends kunnen ook blijken uit octrooibestanden. Ook kunnen uit deze bestanden verschuivingen tussen landen blijken, verschuivingen van aandacht binnen disciplines, samenwerkingsvormen en het ontstaan van nieuwe issues. Bibliometrische analyse vormt een nuttig hulpmiddel om trends op te sporen maar kunnen nauwelijks iets zeggen omtrent de betekenis van de waargenomen trends<sup>34</sup>.

### *Delphi methode*<sup>35</sup>

De Delphi methode is een methode waarmee de verwachtingen van deskundigen omtrent de ontwikkeling van een bepaalde technologie in kaart kunnen worden gebracht. Bij een Delphi dienen een aantal deskundigen schriftelijke vragen te beantwoorden met betrekking tot de ontwikkeling van een bepaalde technologie of in relatie tot een specifiek probleem. Het gaat hierbij om een (intuïtief) oordeel dat een tijdschaal en een schatting omtrent waarschijnlijkheid moet omvatten. Deze antwoorden worden verzameld en opnieuw worden vragen aan de deskundigen voorgelegd. In een iteratief proces wordt gepoogd de deskundigen tot consensus te brengen omtrent de te verwachten ontwikkeling. Daarmee wordt niet alleen meer zekerheid verkregen maar wordt de betekenis van de waarde die anderen aan de uitkomst toekennen ook groter.

De leider van de Delphi heeft een belangrijke rol. In ronden compileert hij de antwoorden van de deelnemers en geeft richting aan de verdere gang van zaken. Deze ronden dwingen de deelnemers tot een betere argumentatie van een standpunt. Er wordt (meestal) niet face to face gediscussieerd maar men handelt de zaak schriftelijk af om vergadertrucs te voorkomen en status niet te laten meewegen maar uitsluitend argumenten.

In de praktijk trad bij Delphi's meestal na 4 ronden geen verdere convergentie van meningen op. Soms werd na twee ronden een forumdiscussie georganiseerd met betrokkenen omdat de respons van deskundigen afnam. De Delphi methode is bij uitstek geschikt voor het pure technische voorspellen. De sociale context van de technologie kan amper een rol spelen daar het meestal niet mogelijk is een consensus tot stand te brengen op die terreinen waar het niet gaat om een deskundigheidsoordeel maar om economische en politieke belangen, normen en waarden, etc. Het lijkt daarom twijfelachtig of het zinnig is in een Delphi deelnemers vanuit verschillende (belangen)groepen een rol te laten spelen omdat argumenten dan toch een secundaire rol gaan spelen. Is consensus dan nog wel bereikbaar? Praat men nog wel in

---

<sup>34</sup> Caroline van Leenders, 1992, *Milieugerichte technologieverkenningen inventarisatie en selectie van verkenningmethoden*, TNO-STB.

<sup>35</sup> Olaf Helmer, Theodore J. Gordon, 1964, *Report on a long range forecasting study*, september, the Rand Corporation.  
Harold A. Linstone, Murray Ruroff (edit), 1975, *The Delphi Method, Techniques and Applications*, Addison-Wesley Publishing Company, Advanced Book Program



dezelfde termen? Soms zijn wel deskundigen van verschillende achtergrond bij een Delphi betrokken geweest: wetenschappers, technologen, ambtenaren en politici. In dat geval kan een Delphi ook een rol spelen voor meer strategische analyse.

Van Houten in zijn 'Variaties op Delphi' onderscheidt 3 soorten:

- -De voorspellende Delphi richt zich op het voorspellen van de ontwikkeling van een bepaald gebied of probleem.
- -De verkennende Delphi waarbij de nadruk ligt op **mogelijke** ontwikkelingen. Een verkennende Delphi is daarom vaak sterk waarschuwend voor mogelijke gevaren. Iteratie leidt hier tot afgebakende alternatieven.
- -De ontwerpende Delphi structureert beeldvorming op een bepaald terrein en beoogt gezamenlijk programma's mogelijk te maken<sup>36</sup>.

Methodologisch zitten er nog wel wat haken en ogen aan een Delphi. Hoe kan worden voorkomen dat er een bias is doordat een bepaalde groep (bijv. industriële experts) niet reageert? Hoe kan worden voorkomen dat experts (die elkaar vaak persoonlijk goed kennen) buiten het onderzoek om gaan interacteren (in het ergste geval zelfs gaan afspreken welke antwoorden te geven) om daarmee te pogen hun eigen doelen te dienen (bijv. meer subsidies, aanzien, etc. voor hun werk, het wegmoffelen van problemen die nadelig overheidsoptreden kunnen uitlokken). Bovendien kost een Delphi veel tijd, zowel van analisten als van de geënquêteerden.

### *Cross Impact Assessment*

Cross Impact Assessment is een methode die vaak in combinatie met de Delphi aanpak wordt gehanteerd. Bij de Cross Impact methode gaat het er vooral om gecompliceerde problemen waarbij verschillende onzekerheden elkaar beïnvloeden in kaart te brengen. Bijvoorbeeld:

Stel de kans dat een bepaalde technologie wordt ontwikkeld is 0,3. Echter die kans wordt aanmerkelijk groter als de overheid bepaalde belastingmaatregelen neemt. De kans daarop is op zich 0,6, maar wordt 0,9 indien de nieuwe technologie wordt ontwikkeld. De kans dat de nieuwe technologie wordt ontwikkeld stijgt tot 0,5 indien de olieprijs tot boven een zeker niveau stijgen. De kans daarop is 0,15. Etc.

Deze kansen worden meestal in een matrix gezet. Deze matrix wordt vervolgens via een zogenaamde Monte Carlo techniek verschillende malen doorlopen waarna de meest waarschijnlijke uitkomsten worden bepaald en de spreiding van uitkomsten. Daardoor is het mogelijk het totale risico van een beslissing of gebeurtenis te evalueren.

Deze methode werd voor het eerst door het Amerikaanse bedrijf Monsanto gebruikt, voornamelijk bij beslissingen omtrent introductie van nieuwe producten. Zij bracht een combinatie aan met de Delphi methode door de elementen van de matrix door deskundigen middels een Delphi te laten bepalen. Zij bepaalden risicofactoren zoals technologie, gedrag concurrenten en afnemers, etc.

Uit deze analyse konden ook maatregelen voortvloeien om risico's te beperken. Deze methode lijkt vooral geschikt om strategische vragen te beantwoorden omdat ze niet zozeer een onbekend terrein in kaart brengt maar de complexiteit van een probleem poogt terug te brengen. Cross Impact Assessment kan in principe ook worden uitgevoerd met gebruik-

---

<sup>36</sup> Thea Weijers, Pieter Weeder, 1991, "Delphi aan de Amstel, de toekomstanalyses van 'Delphiconsult'", *Wetenschap & Samenleving* 43, no. 1, pp. 17-22.

making van enkele andere elementen dan uitsluitend de mening van deskundigen.

### *Scenario's*

*Scenario's* zijn te omschrijven als coherente toekomstbeelden. Zij worden vaak als methode genoemd. Het maken van een scenario is echter nauwelijks een methode omdat er niet een vastliggende systematiek is waarlangs dit plaatsvindt. Scenario's zou men beter kunnen omschrijven als de wijze van presentatie van een technologische verkenning dan als de methode. In een scenario wordt getracht de keuzen, of alternatieve gebeurtenissen die te verwachten zijn, uit te schrijven en de gevolgen van een keuze of gebeurtenis te vertalen naar latere keuzen of gebeurtenissen (een gebeurtenis of een keuze maken betekent vaak dat een latere gebeurtenis/keuze wordt geëlimineerd). Er zijn altijd veel scenario's mogelijk. Het bepalen van de meest waarschijnlijke scenario's dient met een van de andere middelen te gebeuren die hier omschreven zijn. Ook het bepalen welke keuzes elkaar elimineren kan problemen opleveren. **Trendscenario's** geven vaak in gang zijnde ontwikkelingen weer, zij worden ook wel **verrassingsvrije scenario's** genoemd omdat men geen rekening houdt met plotselinge/extreme gebeurtenissen. Met scenario's wordt dan meestal de spreiding van toekomstige ontwikkelingen weergegeven rondom een meest waarschijnlijk scenario (vaak 'business as usual'). Dat is eigenlijk vaak een probleem: Als het voor de doelgroep direct duidelijk is welk scenario het meest waarschijnlijk is, richt men zich daarop en negeert men de rest. Dan schieten scenario's hun doel voorbij want ze moeten de mensen aan het denken zetten. Scenario's hebben niet erg veel voorspellende waarde. Zij kunnen echter complexe problemen en samenhangen inzichtelijker maken voor beleidmakers. Shell is een maatschappij die grote successen heeft geboekt met haar scenarioplanning. Bijgaand treft U daar een beschrijving van aan.

### *THE SCENARIO APPROACH - SHELL EXPERIENCE*

*It is hoped that the above section provides adequate evidence that much of methodology for decision and strategies has evolved in dangerous directions, perhaps into an evolutionary cul-de-sac. Shell experience since the early 1970s might perhaps provide an alternative route.*

*Although the full danger of using forecasts was not apparent back in the early/mid 1970s, the criticisms levied against forecasts were sufficiently persuasive to make us examine the whole concept of forecasting, with the result as described. It was then that work started on the development of "scenarios", at the time a somewhat less over-used word than today. The definition of a scenario - as used in Shell - is a description of one of a number of possible futures in which the assumptions about social, political, economic and technological developments are all consistent with each other. It is not just one of a number of forecasts. When attempting to use such scenarios in the development of strategies or for taking decisions, it was initially found that people tended to use them as if they were a series of forecasts. So with three scenarios they would use the middle one as a "base case" and then use data from the outer two scenarios for sensitivity testing. It was then felt that perhaps one had better use an even number of scenarios, but that was no better. Four or more scenarios could not be comprehended and therefore caused confusion; when two were used, users made their own base case somewhere in the middle. Such experience showed that the whole*

*process of decision-making was "hooked" on the use of forecasts and availability of scenarios did not change that.*

*But help came from a different direction. It was found that the more interesting, the richer the description of the scenarios, the greater was the appetite for discussing them. Give people a set of numbers and they can rarely comment. Give them a set of numbers plus a description of how the various forces say in OPEC might adjust themselves and so affect the oil price, and follow that by a description of a different scenario where OPEC might behave differently-and there is a good chance of a debate.*

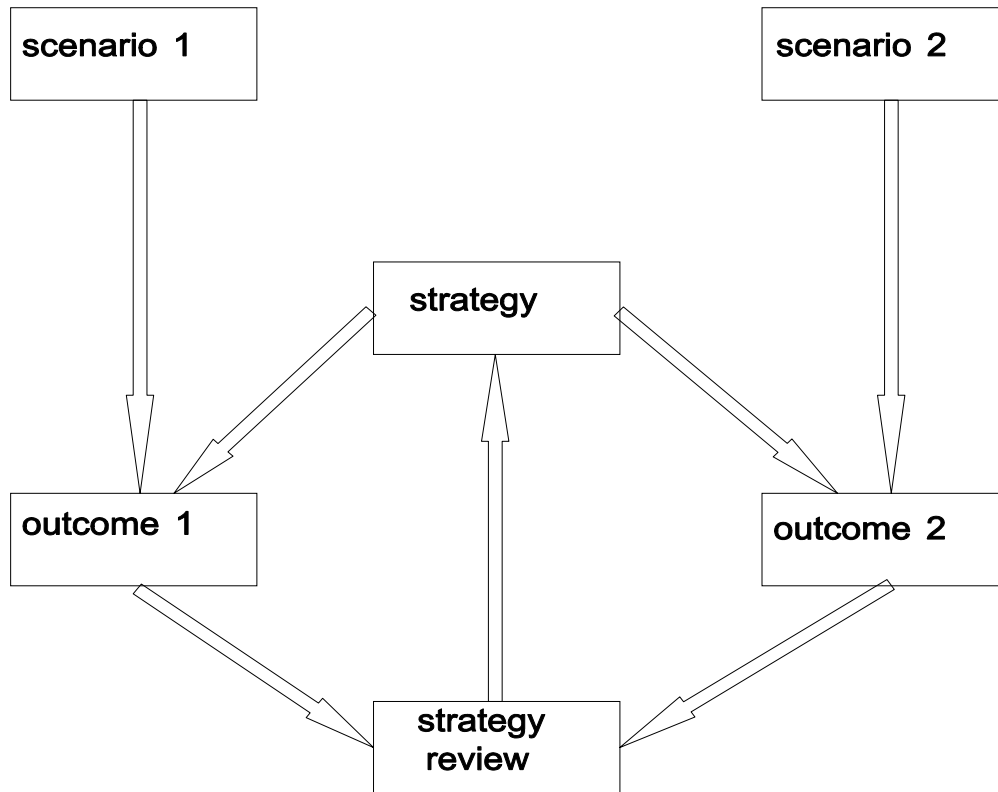
*Managers, and especially senior managers, having participated in such debates, found that they achieved greater understanding of their environment and found it far easier to accept uncertainty as a normal fact of life, not just as an exception which will go away. So they found the experience interesting and rewarding.*

*It was also found that debate of the "unthinkable" became possible. Previously, future dangers within the environment tended to be ignored as long as people felt that the probability of them coming about was relatively small. It was somehow felt that taking such factors seriously made them more probable (whilst one could plausibly argue the opposite).*

*Thus, as people got used to debating their strategies in the context of different futures, it was found normal to debate a strategy in the context of a disturbing contingency or discontinuity, even though their probability might be deemed to be low.*

*An even more important development arose from the fact that managers became sufficiently interested to wish to get involved in the development of scenarios. Indeed, in Shell U.K Ltd., managers now insist that scenarios must not only be interesting but must be relevant to the key issues they think about, as well as sufficiency testing for the strategies under discussion. So now the scenario writer has to involve his client to identify key issues. This is done via debate and it is astonishing how many times the issue first in the mind of the manager ends up not being his real basic concern. Once there is clarity about the issues it is then possible to "focus" the scenarios on the decisions to be taken.*

*As one cannot foresee whether any one scenario is likely to come about, it is pointless to develop a different strategy for each scenario. Instead, the way scenarios are being used is shown in the Exhibit.*



**EXHIBIT**

*It is at that stage that consideration of strategic options and assessment of risks have a place. But there is great reluctance to provide managers with probabilistic estimates of the future. By the mere fact of assigning probabilities an attempt is once again being made to predict the future. Risk assessment must therefore be done by the decision-makers, and if probabilities have to be assigned, this should be done by them. Debate between the scenario writers and the managers is a very useful tool to improve the managers' judgement. But the advisers must not usurp the decision-maker's role.*

*It is often said that the scenario approach, by leading to more robust decisions, results in risk minimisation and conservative management.*

*In practice the opposite tends to be the case. The more the decision-makers feel that they understand their environment, understand the dangers, they also perceive potential opportunities, the more are they able to take riskier decisions.*

*Experience with scenario planning has thus shown that it is not the availability of scenarios that is the key. It is their use and the collaboration between managers and advisers in their development which has caused a change in the philosophy of decision-making in Shell. This philosophy accepts that uncertainty cannot be planned away; what matters is cultivation of better judgement. It has speeded up the process of changing managers into businessmen/women.*

*Of course, many factors other than just the external environment come into the development of strategies - competition, technology, finance, to mention a few. Once there is an appetite for debate, is stimulated in Shell by the use of scenarios, all these other factors naturally take*

*their place in that debate.*

*So after ten years' experience one might redefine scenarios as used in Shell. They are seen as perceptions of alternative future environments against which decisions are played out and as such, they have become part of a cohesive language for the whole organization.*

*In the author's view, it is through improving the level of debate, and the quality of thinking throughout the management structure of most Shell operating companies, that the quality of decisions taken has improved. This does not mean that mistakes have been eliminated. The only way to achieve that is through death. But the fact that Shell has survived the turmoil of the 1970s, perhaps better than many investment analysts would have considered possible, gives one some confidence that there is substance to this view.*

### CONCLUSIONS.

*The paper has attempted to show the following:*

- 1. Whatever the numerical back-up, decisions require judgement-and good decisions require good judgement.*
- 2. Prediction of many factors of importance to strategic decisions cannot be made reliable.*
- 3. Decision-makers have to accept uncertainty as a fact of life which cannot be planned away.*
- 4. They have to re-establish their power in decision-making, instead of abdicating much of this power to their advisers.*
- 5. They must once again start using their judgement, just as the entrepreneurs and statesman of old. But judgement must be based on knowledge and understanding. So the manager has to cultivate his judgement.*

*What then is needed is an approach which provides decision-makers - at whatever level - with:*

- 1) an understanding of the forces driving the system in which they operate;*
- 2) a means of acknowledging genuine uncertainties and indicating what factors are already pre-determined;*
- 3) ways of directing attention towards potential discontinuities so that they can prepare against them and evaluate their effect;*
- 4) a framework of knowledge which makes it possible for them to interpret the many and various outside signals they are receiving and thereby makes them sensitive to relevant novel information.*

*At least one way of achieving this is through the development of scenarios which are so designed as to enhance the decision-makers' understanding of the future. These must be rich in description, rather than contain numbers alone; their prime purpose is for use in debate. The scenarios must also be relevant to those issues perceived as the most important by the decision-makers.*

*All this can only be of use if the expert, the planner, accepts his role not as the soothsayer or prophet but as an adviser whose primary objective is to enhance and improve the manager's thinking. In no way does this reduce the value of modelling and of econometric models. They remain powerful tools of analysis and of research. Their relevance, however, must be judged not against the criterion of how far they mirror the unknowable reality of the future, but how*

*far they enhance the knowledge and understanding of decision-makers.*

Scenario's hebben ook vaak een zekere normatieve inhoud. Met name zogenaamde **Kaderbepalende scenario's** zijn bedoeld om mogelijkheden aan te geven om een alternatieve eindtoestand te bereiken<sup>37</sup> (bijvoorbeeld trendbreukscenario verkeer en vervoer<sup>38</sup> of de verschillende scenario's die naar voren werden gebracht in de Brede Maatschappelijke Discussie Energiebeleid<sup>39</sup>).

Methoden voor technologisch verkennen hebben hun beperkingen. Echter methoden voor TA (die technologie in relatie met maatschappelijke ontwikkelingen moesten analyseren) ontbraken of bleken aanzienlijke tekortkomingen te hebben. De voornaamste oorzaak van dit falen lag in het karakter van de besproken methoden: Meestal doen zij te weinig recht aan de veelzijdigheid van de interacties tussen technologie en de sociale context waarin deze ontstaat. Het vertrouwen in methodes daalde vaak tot beneden het nulpunt. Zo sprak de directeur van het Science and Public Policy Program van de University of Oklahoma:

*".....any proposed assessment that is characterized as being primarily dependent on a formal methodology should be rejected"*<sup>40</sup>.

In de praktijk werd daarom zeer vaak van 'common sense' uitgegaan. Er werd vaak al naar gelang het onderwerp van studie geïnterviewd, gemonitord en geëxtrapoleerd. Voor beleidsdoelen was dit vaak wel toereikend. Uit de technologiedynamica zijn een aantal aanbevelingen voortgekomen met betrekking tot de wijze waarop bewust tot sturing van technologische ontwikkelingen zou kunnen worden overgegaan<sup>41</sup>. In de rest van deze paragraaf zal een methode worden gepresenteerd om technologische ontwikkelingen te analyseren in relatie tot maatschappelijke ontwikkelingen. Deze methode is nog weinig uitgewerkt en amper praktisch getest. Zij is echter soms gedeeltelijk te herkennen in reeds uitgevoerde studies.

### *sociale simulatie*

Een volledige analyse van de sociale omgeving van een technologie is vaak zeer bewerkelijk. Een eenvoudiger methode om een inschatting te maken van de interactie van technologische en sociaal/organisatorische veranderingen is de sociale simulatie. Een sociale simulatie (of spel) neemt een sociaal/organisatorische situatie als gegeven (regels, technologie, organisatiestructuren en/of ruimtes). Sociale simulatie betekent niet simulatie van sociale processen maar echte sociale interactie onder gesimuleerde randvoorwaarden. Delen van deze randvoorwaarden kunnen ook dienen als ingangsvariabele. De uitgangsvariabele is meestal een

<sup>37</sup> Joseph van Doorn, Frans van Vught, 1978, *Forecasting, methoden en technieken van toekomstonderzoek*, Van Gorcum, Assen/Amsterdam.

<sup>38</sup> Th.J.H.Schoemaker, H.C.Van Evert, M.G.Van den Heuvel, 1988, *Trendbreukscenario vervoer en verkeer*, TU Delft, P.M.Peeters, 1988, *Schoon op weg, naar een trendbreuk in het personenverkeer*, Amsterdam, Milieudefensie.

<sup>39</sup> Een goed voorbeeld is ook: L.C.Braat, E.Nieuwhof, R.A. Spoel, 1987, *Scenario-Analyse voor lange termijn milieuproblemen*, RMNO/IvM, RMNO publicatie 24.

<sup>40</sup> A.Cambrosio, C.Limoges, 1991, "Controversies as governing processes in technology assessment", *Technology Analysis and Strategic Management* 3, pp. 377-396.

<sup>41</sup> Zie bijvoorbeeld: Johan Schot, 1989, *Technologiedynamica: een verkenning van de potenties voor Technology Assessment Apeldoorn*, STB-TNO,

Philip J.Vergragt, Karel F.Mulder, Arie Rip, Harro Van Lente, 1990, *De matrix van verwachtingen ingevuld voor de polymeren Tenax en Twaron*, The Hague: NOTA.

beslissing, of meerdere beslissingen die (soms impliciet) in het spel tot stand komen. Deze vorm van simulatie leent zich er uitstekend voor om te komen tot meer inzicht in een nog tamelijk ongestructureerd probleem. Het vereist namelijk geen direct inzicht in mogelijke relaties die kunnen ontstaan noch een directe afweging van de opinies van verschillende actoren. Het effect van ingrepen in relaties tussen actoren (introductie van nieuwe technologie, maatregelen) kan worden beoordeeld zonder dat alle relaties (het netwerk) precies in kaart zijn gebracht. Daartegenover is in concrete situaties de claim dat een dergelijke simulatie iets zegt over de realiteit moeilijk te onderbouwen. Zo kunnen persoonlijke relaties die in het verleden zijn ontstaan, of familiebanden (die niet in een simulatie worden betrokken) van groot belang zijn<sup>42</sup>.

---

<sup>42</sup> Frans Bauke Van der Meer, 1986, "Social Simulation: A research methodology and learning strategy for social impact assessment", in: Henk A.Becker, Alan L.Porter, *Impact assessment today*, Utrecht, Uitgeverij Jan van Arkel.  
Peter Boskma, 1986, "Social Impact Assessment by social simulation", Henk A.Becker, Alan H.Porter, *Methods and experiences in impact assessment*, D.Reidel Publishing Company, Dordrecht/Boston/Lancaster/Tokyo, pp. 135-148.

## **OPZET VAN EEN VERKENNING, Karel Mulder**

Binnen een studie kunnen vaak verschillende onderzoeksmethoden een rol spelen. Deze moeten echter gezamenlijk aan een aantal voorwaarden voldoen om een goed eindresultaat op te leveren dat past bij de opdrachtgever. Onafhankelijk van de toegepaste onderzoeksmethoden dient een verkenning een aantal elementen te bevatten om bruikbaar te kunnen zijn. Geen enkele methode dekt al deze elementen. Daarom dienen de besproken methoden te worden ingepast in een totaalopzet, een soort lay-out (die vaak tevens de lijn van het eindrapport kan zijn). Overly<sup>43</sup> beschrijft een werkwijze die waarschijnlijk vrij vaak is gevolgd in Strategische TA studies:

- *Stel de beleidsdoelen en prioriteiten vast die relevant zijn voor de betreffende ontwikkeling.*  
Dit is niet puur een zaak van een opdrachtgever. Vaak wordt de opdrachtgever gedreven door een enkele prioriteit van zeer korte termijn die bij voltooiing van een studie alweer is veranderd. Neem daarom alle voor het probleem relevante beleidsdoelen mee. In de praktijk is dit bepaald niet eenvoudig daar doelen soms strijdig kunnen zijn. Een middel om een zekere hiërarchie van doelen te bereiken is de zogenaamde cross-support analyse dat wil zeggen de mate waarin een enkel doel bijdraagt aan de realisering van andere doelen.
- *Voorspel toekomstige ontwikkelingen*  
Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de beschreven methodes.
- *Verbind organisatiedoelen met de voorspelde ontwikkelingen*  
Herleid de voorspelde ontwikkelingen tot de voor de organisatie relevante dat wil zeggen welke doelen komen dichterbij en welke worden moeilijker bereikbaar. Leid hieruit aanknopingspunten voor beleid af.
- *Analyseer de middelen die de organisatie ter beschikking staan vanuit de gevonden aanknopingspunten tussen organisatiedoelen en voorspelde ontwikkelingen*  
Dit omvat een analyse van beleidsinstrumenten (bijv. inzet van kennis en middelen, aanwending van relaties, wetgeving, convenanten, subsidies, etc.) met het oogmerk om de aanknopingspunten optimaal te gebruiken. Hierbij dient rekening te worden gehouden met effectiviteit, kosten, misbruik en andere bijwerkingen van deze instrumenten.
- *Ontwikkel met de ter beschikking staande middelen een strategie waarmee doelen en prioriteiten het best benadert kan worden.*  
Hierbij dient een optimale strategie (qua kosten en opbrengsten) te worden ontwikkeld. Ook dient rekening te worden gehouden met aanpassing van organisatiedoelen en prioriteiten als gevolg van de (technologische) ontwikkelingen die zich voltrekken.

Deze opzet is tamelijk (te?) technologisch georiënteerd. De organisatie reageert in feite alleen op de technologische ontwikkelingen en er vindt geen interactie plaats tussen technische en

---

<sup>43</sup> Don H.Overly, 1972, "Introducing societal indicators into technology assessment", in: Marvin J.Cetron, Bodo Bartocha, *The Methodology of Technology Assessment*, New York, pp. 65-94. Deze beschouwing lijkt erg veel op die van M.W.Merkhofer, 1982, "A process for technology assessment based on decision analysis", *Technological Forecasting and Social Change* 22, 3 and 4, pp. 237-265.



sociale ontwikkelingen. Een alternatieve onderzoeksopzet waarin niet technologische aspecten beter tot hun recht komen<sup>44</sup>:

1. **probleemdefinitie** met betrekking tot het onderwerp van studie en **beleidsdoelen** die hierop betrekking hebben
2. beschrijving van de **technologische stand van zaken** van een technologie, alternatieve technologieën met vergelijkbare performance karakteristieken en extrapolaties van ontwikkelingstendenzen op korte termijn
3. een **netwerkanalyse** van een technologische ontwikkeling (eventueel op micro en macro niveau afhankelijk van de schaal van de technologie). Hieruit volgen alsdan statements met betrekking tot de technologische ontwikkeling en toekomstige externe netwerkvorming.
4. een **omgevingsanalyse** in het licht van 3, bestaande uit een analyse van de relevante externe gebeurtenissen die het technologienetwerk kunnen beïnvloeden, een waarschijnlijkheidsanalyse daarvan, mogelijke uitbreidingen van het technologie-netwerk met nieuwe actoren en de gevolgen daarvan.
5. **Identificatie van de mogelijke impacts** van de onder 3 en 4 geschetste ontwikkelingen.
6. De secundaire en tertiaire gevolgen van 5 weergegeven als een aantal **intern consistente werelden**.
7. een **evaluatie** van deze werelden op basis van 1 en de mogelijke dynamiek in probleem en beleidsdoelen in het licht van 6. Criteria zijn te verdelen in effectiviteit (inhoeverre worden beleidsdoelstellingen bereikt), efficiëntie (wat zijn de kosten, risico's en opbrengsten), distributie (van kosten en risico's en opbrengsten), flexibiliteit (kunnen oplossingen eenvoudig worden aangepast), en implementeerbaarheid<sup>45</sup>.
8. **Aanbevelingen voor beleid** op basis van 7. Hierbij wordt efficiëntie ingeschat en een kosten/baten analyse van verschillende beleidsinstrumenten gemaakt. Consequenties van het voorgestelde beleid in termen van mogelijke reacties die dit zal oproepen (tegenmaatregelen) en tweede orde effecten.
9. **Presentatie** van deze resultaten in een zodanige vorm dat deze communicabel zijn naar alle betrokkenen.

---

<sup>44</sup> Deze opzet is mede gebaseerd op Alan L.Porter, Frederick A.Rossini, Stanley R.Carpenter, A.T.Roper, 1980, *A Guidebook for Technology Assessment and Impact Analysis*, New York/Oxford: North Holland, pp. 54-60.

<sup>45</sup> Steven C.Ballard, Timothy A.Hall, 1984, "Theory and Practice of Integrated Impact Assessment. The case of the Western Energy Study", *Technological Forecasting and Social Change* 25, pp. 37-48.

Bij 2 kan eventueel een Delphi worden gebruikt. Gestructureerde sociale simulaties, waarbij eventueel (sommige) actoren een rolvoorschrift krijgen, kunnen dit eventueel aanvullen om daarmee een betrouwbaarder indicatie te krijgen van mogelijkheden van (toekomstige) netwerkvorming. Bij gevorderde technologieën kunnen bijv. trendanalyses worden toegepast.

De eerst gegeven opzet is het meest technologisch georiënteerd en daardoor het eenvoudigst hanteerbaar. De beperkingen zijn echter ook evident. Daar waar onbekende technologische ontwikkelingen een rol spelen lijkt deze methode nog het meest geschikt. De tweede opzet heeft niet deze bezwaren maar is waarschijnlijk moeilijker uit te voeren.

Een zeer moeilijk probleem waarmee iedere onderzoeker wordt geconfronteerd is de inperking naar onderwerp (wat hoort er wel en niet bij, met name bij technologische toepassingen) en naar tijd (op welke termijn). Moeilijker wordt het nog waar praktische grenzen moeten worden getrokken om het onderzoek hanteerbaar te houden. Gevolgen die bewust niet worden meegenomen in het onderzoek kunnen namelijk weer interfereren met andere ontwikkelingen en daarmee hogere orde effecten veroorzaken die eigenlijk wel weer binnen het domein vallen welke het onderzoek beoogt te bestrijken. De enige tip die hier is te geven is om niet te snel in te perken, en zich bewust te zijn van de mogelijkheid van hogere orde effecten.

#### *kwaliteit van een studie*

Het Amerikaanse Congres heeft een checklist ontworpen waarmee OTA rapporten kunnen worden beoordeeld. Deze lijst is illustratief voor de eisen die in een politieke context worden gesteld:

### **COMPLETE OTA REPORTS**

#### **A Checklist of Components Sufficient to Guarantee Completeness**

##### **1. A list of congressional action options?**

**Test: by inspection.**

##### **Manageably small?**

**Test: by inspection.**

##### **Objectively obtained?**

**Test: the soundness of the assessment report's argument for the objectivity of the paring method used to reduce its size.**

##### **Jointly exhaustive?**

**Test: a) if a checklist is provided, are there any obvious omissions? b) if a stakeholder survey is used, were the stakeholders representatively sampled? c) is the assessment report's own argument for the exhaustiveness of the action options sound?**

##### **Feasible?**

**Test: Logically possible? physically possible? socially permissible?**

##### **Logically possible?**

**Test: a) if the congressional options are clear, are any contradictory? b) if the options are not all clear, are the inconsistent subsets identified?**

##### **Physically possible?**

**Test: a) are the options obviously physically possible? b) alternatively (and/or) to (a), was the list of options examined and judged plausible by appropriate experts? Is every known and significant scientific dispute about the plausibility of any option reported?**

**Socially permissible?**

**Test: legally permissible? Not morally unacceptable?**

**Legally permissible?**

**Test: consistent with legal precedents?**

**Not morally unacceptable?**

**Test: either by inspection or by means of public polling.**

**Objectively tested?**

**Test: a) was a representative sample of stakeholders polled? were stakeholders among the inarticulate sectors of society and among the traditionally unrepresented academic disciplines polled? b) does the assessment team report their criterion of acceptability? is it sound? c) alternatively (and/or) to (a) and (b) above, is it obvious that the options are not morally unacceptable?**

**2. A set of scenarios?**

**Test: by inspection.**

**Mutually exclusive?**

**Test: by inspection.**

**Relevant?**

**Test: either by inspection or by means of a survey of outcome's desirabilities. a) if a survey was used, were stakeholders representatively sampled? b) alternatively (and/or) to (a), are the features in the scenarios obviously relevant?**

**Manageably small?**

**Test: by inspection.**

**Objectively obtained?**

**Test: the soundness of the assessment report's argument for the objectivity of the selection method.**

**Practically exhaustive?**

**Test: a) did any technique used to construct the set of relevant features have a known and currently correctable defect which could result in overlooking a relevant feature? b) was any technique that seems likely to contribute to the set of relevant features overlooked? c) was a representative sample of stakeholders surveyed? d) are the assessment team's criteria for choosing features of the world to present for stakeholder consideration discussed? are they likely to ignore relevant features?**

**Were all the relevant physical, biological, economic, social and political effects identified by the assessment team?**

**Test: does the assessment report argue persuasively that expert consensus in each area is that no further relevant effects are known?**

**Were all relevant natural and institutional states that are not effects identified by the assessment team?**

**Test: does the report argue persuasively that no further relevant features are**

**identifiable?**

**3. A set of unaggregated desirability polls, one for each outcome?**

**Test: by inspection.**

**Stakeholder opinions?**

**Test: a) if stakeholder polling was used, was a representative sample polled? are the results summarized according to stakeholder characteristics provided by Congress or known to be useful to Congress? are the results presented by congressional district? b) alternatively (and/or) to (a), are the desirabilities of the outcomes obvious to the appropriate legislators? If this is not clear, does the assessment team argue persuasively that it is true?**

**4. A set of numerical conditional probabilities, one for each outcome?**

**Test: by inspection.**

**Objectively obtained?**

**Test: a) are observed relative frequencies directly available? b) alternatively (and/ or) to (a), were the probabilities derived from observed relative frequencies supplemented by testable theories? c) alternatively (and/or) to (a) and (b), were the probabilities obtained from simulation models? d) alternatively (and/or) to (a), (b), and (c), were the probabilities obtained from expert testimony?<sup>46</sup>**

TENSLLOTTE

Een verkenning staat nooit los van de sociale werkelijkheid die zij analyseert. Vaak zijn sommige actoren (opdrachtgevers) direct belanghebbend bij de studie. Dat betekent dat het perspectief van de studie en de wijze van analyseren daaraan aangepast moet zijn. Echter ook bij studies waarbij de opdrachtgever op grote afstand staat van het onderzochte proces is het moeilijk een onpartijdig waarnemer/analist te zijn. Geïnterviewden zullen de interviewer naar zijn opinies vragen of anderszins pogen hun voordeel met een interview of met het onderzoeksrapport te doen. Dit is op zich geen probleem (het kan zelfs de sfeer bevorderen waarin ook de geïnterviewde bereid is enigszins vertrouwelijke informatie te geven) tenzij een onderzoeker vertrouwelijk verkregen informatie van derden doorgeeft. Sterke interactie tussen onderzoeker en geïnterviewden kan echter ook betekenen dat de onderzoeker zekere biases gaat overnemen (of reeds heeft overgenomen). Dit verschijnsel staat bekend als 'going native'.

Het feit dat een verkenning zich nu eenmaal in een maatschappelijke realiteit afspeelt kan ook betekenen dat reeds door openbaarmaking van resultaten van de studie een aantal ontwikkelingen door de actoren in gang wordt gezet die de beschreven situatie cruciaal wijzigt. Soms is dit positief te beoordelen (indien actoren zelf reeds een aantal gewenste maatregelen gaan nemen) maar soms ook negatief (als er maatregelen worden voorgesteld die ongewenst gedrag van actoren moeten beëindigen en waarop deze actoren vooruit gaat lopen door te pogen hun ongewenst gedrag verder te 'entrenchen'). Publiciteit is daarom soms gewenst, maar soms ook bij uitstek niet. Dat is nu eenmaal de prijs van het opereren in een omgeving waar vele belangen in het geding zijn.

---

<sup>46</sup> Overgenomen uit: Lewis Gray, 1982, "On 'Complete' OTA Reports", *Technological Forecasting and Social Change* 22, 3 and 4, pp. 299-319.

**CROSS IMPACT ASSESSES CORPORATE VENTURES, Anoniem, Chemical & Engineering News, 16 april 1973, pp. 8-9**

**Monsanto uses analytical technique to help management sort out alternative business strategies and policies**

You have a promising new polymer fresh from the laboratory. Your sales manager is enthusiastic, he sees a potential 300 million pound-a-year market by 1980. The engineering staff estimates that a plant could be on stream in two years at a cost of \$50 million. The purchasing department foresees no difficulty in obtaining raw materials at a reasonable price. A customer evaluating the product has worked out an interesting application for packaging. On the other hand, the impact on new plastics of impending waste disposal regulations is unsettled. Your financial vice president has doubts about the availability of capital to commercialize the product. You've heard that a competitor is developing an unrelated material that appears to be aimed at the same market. And your enthusiastic customer may be the target for a takeover bid from another resin maker.

How do you balance all this complexity of issues and conflicting judgments to decide the best approach to marketing the product - or even if it is a worthwhile commercial gamble at all?

For the past three and a half years, Monsanto has been tackling problems of this type with a technique called cross-impact analysis. Cross-impact analysis - actually a family of related techniques - was initially developed for technological forecasting by Olaf Helmer and Theodore J. Gordon at the Institute for the Future, a forecasting oriented think tank, from a simulation game they had designed in 1966 for Kaiser Aluminum. Its strength lies in its ability to assess, in terms of changing probabilities or timing, the interrelationships and interactions among a broad series of possible future events or policies, and to spotlight those that are most critical. Statistical analysis (with a computer) of the cross impacts throughout an array of these key events brings into focus those that seem likely to have the greatest influence on a planned endeavor and also gives insight as to its probable success or failure. J. Kenneth Craver, Monsanto's inhouse futurologist, has taken the technique and adapted it for project evaluation and the sorting out of alternative corporate strategies regarding new products, plant investment, diversification and reorganization. Unlike most other cross-impact methods, which generally look at events occurring at some discrete slice of time in the future, Monsanto's version evaluates changes in probability or timing over an extended period of time. Now Monsanto has licensed the computer programs for its dynamic model to Futures Group, another future-oriented consulting firm which plans to offer it to its industrial clients.

"Cross-impact analysis is not a crystal ball," cautions Theodore Gordon, now president of Futures Group. "You can't just plug in numbers and expect to get a firm answer. But it can provide insights into the interactions of various future events on one another, even events like social or regulatory changes that can't be quantified."

"It's not as precise as conventional cost-benefit analysis," adds Monsanto's Ken Craver. "But because it lets you look at things that more quantified methods can't handle, it adds a degree of reliability that you don't get if you depend solely on cost-benefit analysis."

The method is a powerful device for "forcing decision makers to be a bit more thoughtful

about what goes into their planning," according to Mr. Craver. "It makes them treat subjective or intuitive value judgments in a logical manner, consider options that they might not otherwise have thought of, and recognize the consequences of making or not making a decision. There is no question that it has prevented us from making mistakes in launching new products and led us into moves different from what we had originally planned".

Dr. Constantine E. Anagnostopoulos, head of Monsanto's New Enterprise division, has participated in several cross-impact exercises and is equally enthusiastic. He plans to run an analysis on every major project his division undertakes. And he thinks it makes sense to repeat the analysis several times during the commercial evolution of a new product - whenever major premises change or basic strategies are shifted. "The actual events you look at may not change," he notes, "but their importance or their relationships to one another may be different. And if you come up with answers that are unexpected or different from the previous time around, that may be a signal of trouble ahead."

At Monsanto, a cross-impact analysis starts by getting together a team of five to eight people concerned at the decision making level with the project under study. These might include, for example, the head of the division the project manager or coordinator, and top representatives from research, production, commercial development, and marketing. "You need the experts on the team," Dr. Anagnostopoulos stresses, "because you have to have concrete inputs rather than guesses."

Each member of the team is asked to list in advance the critical events, policies, or objectives that will have a bearing on the project's success or failure. As a practical matter, the analysis can handle only 25 to 30 such events at most. If a greater number are suggested therefore, the list is screened, refined and consolidated to a manageable total. "One of the chief benefits of the analysis," Dr. Anagnostopoulos asserts, "is that it makes everyone do a lot of homework in identifying the key issues in a well-defined manner."

The analysis zeroes in on the problem areas: Where and how big are the potential markets? How large should the initial plant be? What will competitors do in response? When will we get satisfactory return on our investment? How might future technological developments affect the venture? What type of government regulation or environmental pressures can we expect?

Once a list of crucial events has been put together, the team is assembled for a strenuous, full-day evaluation. First, it must forecast collectively for each given event the year when the probability of its occurring is 20% and when the probability is 80%. The events also are ranked in order of occurrence, since some may be impossible before others have taken place. For instance, the product cannot be commercialized before a plant is operating, and the plant cannot be built until money for it has been appropriated.

The group is next asked to assume that one of the events actually occurs (its probability now becomes 100%) and to estimate the relative positive or negative impact of that occurrence on every other event. A capital investment for a plant may greatly enhance the probability of reaching a sales target, for example; licensing technology abroad may have no effect on domestic sales, introduction by a competitor of a better or cheaper product may inhibit sales severely. The team, as individuals, votes rapidly on these impacts, using a scale of values ranging from highly positive to highly negative. As the team works through the entire list of events in this fashion a matrix of assessments (based on the team's median vote) is built up. In an analysis involving 30 separate events, a matrix of 870 cells must be filled in, an exercise requiring six to eight hours of concentrated effort. "It's an introspective, soul-searching activity," Mr. Craver points out. "At the end of a day of thrashing out all the

interactions, tensions are high and everyone is angry with everyone else. But even before the results are evaluated, the pivotal events affecting the project probably will stand out clearly to everybody who has participated."

The day's results are fed into a computer, using a Monsanto-developed program that generates two growth or probability curves for each event. One of these is derived from the probabilities assigned initially to the timing of the event; the second indicates its probability as adjusted on the basis of judgments of the impact on it stemming from the occurrence of every other event.

If the two curves lie close together presumably the team's original estimates and strategies are consistent with the analysis and thus probably "correct," at least insofar as they relate to the events included in the overall exercise. If the second curve is shifted away from the first, the particular event should be scrutinized more carefully. The matrix itself may be internally inconsistent or lacking certain critical events. On the other hand, the participants may be too optimistic or too pessimistic in judging the probability (or desirability) of the event. Or perhaps they have misunderstood the nature of the event itself or are victims of self-delusion, misconception, or inadequate planning.

"Shifts in the probability curves suggest a change in strategy may be in order," says Ken Craver. "It may be that the team hasn't really thought its plans through or it doesn't really believe in the approach it is taking. The cross-impact analysis brings this out and lays it on the table early."

"You may not get exact, quantitative results from a cross-impact study," adds Dr. Anagnostopoulos, "so that people who like to deal with numbers will be disappointed in the output. But the technique does expose prejudices and differences of opinion. And it detects fuzzy thinking and inconsistencies. Perhaps you haven't given enough thought to what your competitors will do or considered all the alternative approaches. What you are doing in cross-impact analysis is putting yourself in the position of an outsider, so that you can stand apart from the project and wear the two hats of critic and advocate at the same time."

Memo AKZO ZOUT CHEMIE NEDERLAND B.V.  
Amsterdam

**Memo AKZO ZOUT CHEMIE-Ned. A'-dam 74-5228**

J.W.Oudenga                      Glasscherven hergebruik;  
    Conclusies en samenvatting van verzamelde informatie

cc.            .....

Conclusie:

Geen der drie groeperingen, welke zich momenteel bezighouden met glasscherven hergebruik (grootwinkelbedrijf, overheid, industrie) verwacht dat dit project in de komende jaren een grote vlucht zal nemen. Op z'n gunstigst zal het zich op het huidige hergebruik-niveau handhaven en hiermee een incidenteel karakter blijven houden, hoewel een daling waarschijnlijker is.

Dit betekent, dat aangenomen mag worden, dat tot het einde der jaren '70 hergebruik van glasscherven 2.000 ton per maand niet zal overschrijden.

De hoeveelheden soda en sulfaat, die maximaal zouden kunnen worden vervangen, bedragen dan:

|         |          |               |
|---------|----------|---------------|
| soda    | max. ca. | 300 ton/maand |
| sulfaat | max. ca. | 30 ton/maand  |

De redenen, welke tot deze conclusie leiden, zullen hieronder kort worden samengevat (per op dit moment aan glasscherven hergebruik deelnemende groepering).

Samenvatting:

1. Grootwinkelbedrijf (Albert Hein)

a) Negatieve punten:

- geen gericht centraal en regionaal overheidsbeleid en in komende jaren ook niet te verwachten
- medewerking verschillende overheden miniem
- glasscherven hergebruik actie voor grootwinkelbedrijf alleen op korte termijn commercieel interessant (vgl. Spar) en op langere termijn kostbare aangelegenheid (vgl. AH)
- glasscherven (inert materiaal) vormen geen ernstig en gevaarlijk milieuprobleem, waardoor motivatie alom niet zo erg groot.
- gemeenten autonoom, geen genormaliseerde apparatuur, efficiënt ophaal/ verzamelstelsysteem vrijwel onmogelijk.



b) Positieve punten:

- Medewerking publiek blijkt zeer groot
- Op langere termijn mogelijkheden bij centrale verwerking van zeer grote hoeveelheden (ongesorteerd) huisvuil (vgl. VAM). Glashergebruik dan niet eerste prioriteit (geen groot milieuprobleem), maar kan wel meegenomen worden.

2. Overheid (VAM, SVA, gemeenten)

a) Negatieve punten:

- geen gelden beschikbaar voor concrete milieuprogramma's;
- gescheiden huisvuil-ophaaldienst belast reinigingsdiensten te zwaar;
- gemeentebegrotingen vertonen veelal (grote) tekorten (uitzonderingen Leiden/Wassenaar)
- werkelijk ernstige milieuproblemen zullen (gedwongen?) sneller aangepakt (moeten) worden dan relatief onbelangrijk glasprobleem;
- opbrengst per ton ingezameld glas (~ f 5/ton) staat in geen verhouding tot de kosten per gemeente (~ f 65/ton) en opbrengst per ton oud papier en/of oud ijzer (~ f 75/ton).

b) Positieve punten:

- (water) verontreiniging bij monoglas kleiner dan bij retourglas;
- totale energiegebruik voor monoglas vermoedelijk geringer dan voor retourglas;
- geen verbod op monoglas voorlopig te verwachten (vgl. import);
- centrale verwerking van zeer grote hoeveelheden ongesorteerd huisvuil vermoedelijk wel doelmatig (vgl. VAM).

3. Industrie (Vegla)

a) Negatieve punten:

- vergoeding voor glasscherven blijft laag, n;l. nooit meer dan overeenkomend met conventionele glasgemeng;
- glasproductie-proces kritischer vanwege vreemde glasscherven;
- continue en gegarandeerde glasscherven aanvoer is levensnoodzaak (vgl. incidentele karakter huidige acties);
- uit niet op kleur gesorteerde glasscherven - kleursortering voorlopig veel te duur - alleen groen glas te produceren.

b) Positieve punten:

- glasscherven glassmelt wordt bereikt bij lagere temperatuur en mengsel zeer homogeen, waardoor langere levensduur glasovens;
- capaciteit glasovens kan (in slechte tijden) beter worden benut;
- glasscherven recyclingsmogelijkheid vergroot flexibiliteit glasproducent t.a.v. externe

- ontwikkelingen;
- glasscherven aandeel in glasgemeng kan (geleidelijk) vrijwel onbeperkt worden opgevoerd;
  - glasscherven hergebruik op langere termijn alleen wellicht levensvatbaar bij continue gegarandeerde verwerking van zeer grote hoeveelheden huisvuil (vgl VAM).

### Algemeen

Voor zover bekend in andere landen geen noemenswaardige activiteiten op glasscherven hergebruik gebied.

Italië en Zweden belasten monoverpakkingen extra zwaar t.o.v. retourverpakkingen. In Zweden lopen enige projecten (van geringe omvang) waarbij glas- en blikverpakking apart van overig huisvuil wordt opgehaald en in door de verpakkingsmiddelenfabrikant PLM ontwikkelde machines vrijwel volledig gescheiden worden in glas, aluminium en overige metalen.

PLM werkt aan een installatie, waarin ongesorteerd huisvuil in vergaande mate kan worden gescheiden in nuttige en opnieuw te gebruiken producten. Men hoopt omstreeks 1976 het ontwikkelingswerk afgerond te hebben (vgl. VAM en SVA in Nederland)

### **Gescheiden inzameling glas**

**Rijswijk - Vorig jaar verdween 73 procent van het glasafval in de daarvoor bestemde containers. In 1991 was dat nog 70 procent. Sinds de invoering van gescheiden inzameling voor glas -1973- is het percentage gestaag gestegen. Doelstelling van de overheid is overigens dat 80 procent wordt ingezameld in 1995. In datzelfde jaar moeten er overigens 25.000 glasbakken zijn. Nu zijn dat er een kleine 18.000.**

**THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP), in Forecasting and management of Technology, Alan L.Porter, A.T.Roper, T.W.Mason, F.Rossini, J.Banks, 1991, John Wiley & Sons, Inc. New York, pp. 363-366.**

AHP was created by Thomas Saaty to structure complex judgments (Saaty, 1980; Saaty and Kearns, 1985). It does this through four basic stages:

1. Systematizing the judgments into a hierarchy or tree
2. Performing elemental, pairwise comparisons
3. Synthesizing those pairwise judgments to arrive at overall judgments
4. Checking that the judgments combined are reasonably consistent with each other

The AHP process is hierarchical. As an illustration, assume that your objective, the highest level of the decision tree, is to get a good job. Suppose you break this objective down into three criteria, constituting a second level of the tree. Assume these criteria are salary, location, and opportunity to advance. The importance of these three criteria relative to each other can be determined using the AHP procedure. Furthermore, suppose that five alternative jobs, each in a different city, are being considered. These can be compared for each of the three criteria using the AHP procedure at this level (yielding local priorities for the set of elements on the second level immediately above). AHP's hierarchy is structured from the top down, much like relevance trees.

Once the decision hierarchy is specified, you can turn to the judgments to be made. People can judge between two items more easily than they can make composite judgments of multiple items all at once. Therefore, AHP uses pair-wise comparison among each relevant pair of items as the basic judgments. Other techniques, such as interpretive structural modeling (ISM), also use pair-wise comparisons. However, in contrast to ISM's dichotomous judgment, AHP employs a nine-point scale. Saaty (1980) documents the superiority of this scale over alternatives.

Consider a sample judgment as to the relative importance of two of the good job criteria of the example just introduced. How much more important is salary than location? Referring to the Table, suppose you feel that salary is more important, meriting a ranking of 4. AHP will fill in the complementary judgment of location compared to salary with the reciprocal value - 1/4. Concerning the three criteria of salary, location, and opportunity, you will be required to make two more judgments (salary versus opportunity and location versus opportunity). AHP will fill in the complements. The result will be a 3-by-3 matrix (with 1's on the diagonal - that is, salary is equally important to salary). The same items appear as the rows and as the columns of the matrix - salary, location, and opportunity.

The next AHP stage is to synthesize the judgments within a given matrix (for local priorities) and then across matrices (global priorities). The idea is quite simple - to collapse the set of separate judgments into a properly weighted overall judgment.

| <b>Importance</b> | <b>definition</b>      | <b>Explanation</b>   |
|-------------------|------------------------|--|
| 1                 | Equal importance       | Alternatives contribute identically to the objective                                       |
| 3                 | Weak dominance         | Experience and judgment slightly favor one alternative over the other                      |
| 5                 | Strong dominance       | Experience and judgment strongly favor one alternative over the other                      |
| 7                 | Demonstrated dominance | One alternative's dominance over the other is demonstrated in practice                     |
| 9                 | Absolute dominance     | Evidence favoring one alternative over the other is affirmed to the highest possible order |

Relative importance scale

Source: Based on Saaty, 1980.

Calculation involves matrix mathematics but need not be a direct concern. The TOOLKIT, or more elaborate programs such as EXPERT CHOICE, provide these weighted priorities for each matrix.

The fourth AHP stage is to check the consistency of the judgments in each matrix. Collections of pairwise judgments are apt to show inconsistencies. These may reflect crude scaling (such as A seems a little better than B; B seems a little better than C; C seems a lot better than A - the imprecision of the "little better" designation leading to considerable uncertainty). Or raters may just be flagrantly inconsistent (for instance, preferring A to B, B to C, and C to A). AHP provides a helpful indicator to signal the degree of inconsistency in a matrix of judgments. This requires extension of the synthesis calculations.

Calculation of the degree of inconsistency again requires matrix manipulations. These yield the Consistency Ratio:

$$\text{Consistency Ratio} = \frac{\text{Consistency Index}}{\text{Random consistency number}}$$

The random consistency number indicates an expected value if judgments were taken at random over the scale from 1/9 to 9. The random consistency number varies as a function of the size of the element set:

|                    |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| matrix size        | 2 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| random consistency | 0 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Saaty suggests that the Consistency Ratio should be 10 percent or less: sometimes up to 20 percent may be tolerated. The box discusses practical steps in conducting an AHP analysis. These integrate the four stages into a typical sequence of activities.

Saaty and Kearns (1985) document a range of AHP applications that illustrate the following:

- Inclusion of interdependencies among criteria and how these alter priorities in comparison to assuming independence of the criteria
- Formulation and comparison of alternative scenarios, using an example of seven scenarios for higher education in the United States through 2000, analyzed over four primary factors (economic, technological, etc.), six actors (faculty, government, etc.), and various actor objectives (four faculty objectives, six governmental objectives, etc.)

---

**Steps in the Analytical Hierarchy Process (Based on Saaty and Kearns, 1985).**

---

1. Define the problem and what you want to know. Uncover assumptions and preconceptions reflected in the problem definition; revise the problem definition if these are not viable. Identify affected parties; check how they define the problem. Consider ways for them to participate in the AHP.
2. Structure the hierarchy from the top - that is, from the overall objective to the intermediate level(s) factors or criteria to the lowest level (usually the alternatives under consideration). Check that levels are internally consistent and complete and that relationships between levels are clear.
3. Construct one pairwise comparison matrix covering the set of elements in the lowest level for each element in the level immediately above. In complete simple hierarchies, every element in the lower level affects every element in the higher level. In other hierarchies, lower-level elements affect only certain upper-level elements, requiring construction of unique matrices.
4. Make the judgments to fill in the matrices - $n(n-1)/2$  judgments per each  $n \times n$  matrix. The analyst (or the group participating) judges whether element A dominates element B - if so, inserting the suitable whole number (see Table) in the cell at row A, column B - or, if B dominates A, inserting the whole number in row B, column A. The reciprocal is automatically inserted in the counterpart cell.
5. Calculate the Consistency Ratio for each matrix. If unsatisfactory, redo the judgments. Repeat steps 3 through 5 for all levels of the hierarchy.
6. Analyze the matrices (preferably using a computer program such as the TOOLKIT or EXPERT CHOICE) to establish local and global priorities. Check the hierarchy's consistency by multiplying each Consistency Index by the priority of the corresponding criterion and adding them up; then compute a consistency ratio. If this is too high, redo the judgments (for instance, rephrase questions or recategorize elements). Saaty recommends that each set include no more than seven elements; larger sets can be broken down into multiple groups, repeating one element in each to use as an anchor.

**TREND EXTRAPOLATION, in: FORECASTING AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, Alan L.Porter, A.T.Roper, T.W.Mason, F.Rossini, J.Banks, 1991, John Wiley & Sons, Inc. New York, p. 169-175, 185-187.**

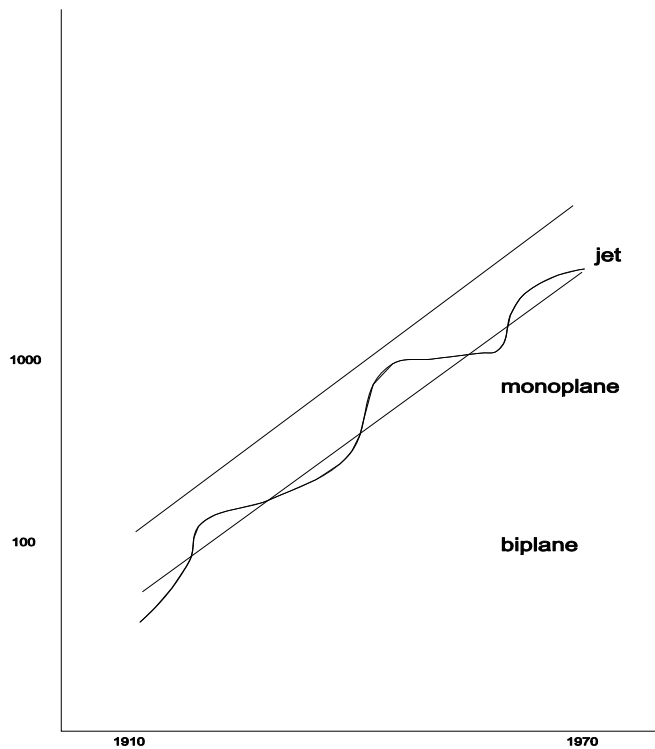
## OBJECTIVES

This chapter explains and illustrates the use of the most applicable forms of trend extrapolation for technology forecasting and presents trend analysis as a four-step process. The chapter emphasizes two key growth models, Fisher-Pry and Gompertz. Finally, it illustrates how the Lotka-Volterra equations offer a promising general framework for trend modeling.

### 1 TREND ANALYSIS IN TECHNOLOGY FORECASTING

Technology forecasting relies largely on naive (direct) time series analysis. This implies major assumptions about the nature and permanency of both context and structure. Trend analysis methods can yield valid forecasts when supporting and competing mechanisms in the larger environment remain constant over the time horizon of the forecast or when changes in these mechanisms cancel one another. Even under those appropriate conditions, trend extrapolations should be used in conjunction with complementary technology forecasting methods, especially expert opinion and monitoring. This chapter stresses extrapolation over time. It applies regression techniques to fit selected nonlinear relationships that are especially suited for technology forecasting.

### 2 STEPS IN TREND ANALYSIS



Enveloppe curve.

Once the variable(s) have been chosen and the necessary data have been obtained, trend analysis can begin. The textbox outlines the basic steps. Step 1, box, model identification, draws upon insight into typical patterns of technological innovation, solid knowledge about what driving the change and empirical evidence. S-shaped growth should be considered the most likely form. Section 3 contrasts the Fisher-Pry and Gompertz models - two approaches that produce S-shaped curves. However, other models sometimes merit serious consideration as well.

Exponential growth often holds over certain periods, or epochs (Hamblin, Jacobsen, and Miller, et al., 1973). The growth rate then shifts and another epoch emerges. Over multiple epochs, continuing exponential growth becomes apparent, but succeeds at different rates. Exponential growth may hold for the time period of interest, but possible physical or social limits that could slow or stop growth must be anticipated.

#### Steps in Trend Analysis

1. Identify the proper model. Prominent alternatives include:
  - a. S-shaped growth curves
    1. Fisher-Pry (or equivalently, Pearl)
    2. Gompertz
    3. Technical progress function
  - b. Learning curve
  - c. Exponential growth



- d. Linear
2. Fit the model to the data
  - a. Graphically
  - b. Solve for the constants in the equation
3. Use the model to project
  - a. Graphically
  - b. Mathematically
4. Perform sensitivity analysis and interpret the projections.
  - a. Compute confidence intervals
  - b. Consider outside factors.

An envelope curve can be constructed by stacking S-shaped curves, one after and over another. The figure shows a classic example of how a series of technological developments, each S-shaped, can combine to drive a parameter forward, possibly along an exponential frontier. As one technology approaches a peak, R&D provides a successor that fulfills the appetite of a still-hungry market. An envelope curve could be plotted through the peaks and the valleys of the successive technologies to depict the general trajectory of the development pattern.

The technical progress function is another important model. It measures growth as a function of effort instead of time. The notion is that progress in developing a technology starts slowly as many impediments must initially be overcome, advances rapidly for a period, and then slows as the easy improvements are "mined out." This is, of course, the S-shaped growth curve in another guise. The tapering off of technical progress for constant increments of additional effort implies dwindling productivity. The R&D organization receives the greatest payoff from its effort during the steep portion of the technical progress curve. After that, marginal returns per unit of effort diminish. The technical progress function provides a vital signal to those who would manage R&D for a technology - that is, at some point continued investment in R&D will deliver less and less. This means that the natural momentum of continuing to do what has delivered good results in the past, must be stopped - that large, successful research group must be reassigned to fresh tasks or R&D productivity will drop.

A related notion is the learning curve, which addresses the improvement in productivity often seen as a technology production process matures. This is conventionally depicted as a power function:

$$Y = aX^{-b}$$

or equivalently,

$$\log Y = \log a - b \log X \quad (1)$$

where Y is the number of direct labor hours required to produce the Xth unit: a is the number of direct labor hours required to produce the first unit; X is the cumulative number of units produced (not time); and b is a parameter that measures the rate that labor hours are reduced as cumulative output increases (Argote and Epple, 1990).

Analysis of the learning curve for a technology can help predict declining production costs. The decline is attributable to organizational learning as personnel gain experience in refining the production process - in other words, the learning curve is due to both technology and people factors. Each increase in cumulative output leads to a reduction in unit production cost. While this "progress ratio" varies greatly from technology to technology, the modal value is about 80 percent - that is, each doubling of cumulative output leads to a 20 percent reduction in unit production cost (Argote and Epple, 1990).

Projection of a learning curve can help a technology manager monitor his or her own production processes to ensure that learning is progressing reasonably. Projection of a competitor's learning curve could help gauge whether to enter a market.

Having identified a promising model, the second step is to fit the model to the data. Should that fit prove poor, the forecaster may wish to reconsider the choice of model. The choice of a model should never be made by fishing through a grab bag of models and picking the one that fits the data best. Noisy data can mask true relationships; there is no substitute for solid conceptual underpinning.

Begin by graphing the data. Remember that individual data points may be problematic. This is important as outlier points can exert great influence over mathematical curve fits. Outliers may result from special circumstances, mistaken measurement, transcription errors, or just a divergent value that cannot be ignored. The forecaster may want to examine various transformations. For many forecasting purposes, fitting a line to properly transformed data will provide a satisfactory basis for extrapolation. Even if the equation for the trend is eventually calculated, the graph will provide an excellent check. It is easier to detect a bad extrapolation on a graph than from an equation.

Once the equation is determined, an extrapolation can be made graphically and/ or mathematically (Step 3). Next, perform a sensitivity analysis for the extrapolation (Step 4).

Calculation of confidence intervals provides vital information on the range of future values to be expected. Consider also what outside influences are important - that is, which ones could alter the trend substantially and that are reasonably likely to occur. This sensitivity analysis may be quantitative and/or qualitative. Cross-impact methods can be of use, and expert opinion can be quite helpful-at this juncture. A strategy that often proves highly effective includes these steps:

- · Show your trend extrapolation to selected experts for their reactions.
- · Raise specific questions about the external influences identified to see if the experts agree that they are likely and how they would alter the trend.
- · Ask the experts to identify other factors likely to alter the trend.

After the sensitivity analysis has been performed, the projections should be interpreted. Forecasters often consider their job to be done when they provide trend(s), but this is not so. The implicit knowledge that has been gained in determining that trend should be made explicit. The forecaster needs to indicate

- · Why a certain model has been selected
- · How strong or weak the data are
- · What factors are likely to interact with the trend and how probable they are
- · How much confidence he or she has in the trend

Wherever possible, an open dialogue with the intended users will add significant value to the trend analysis.

(...)

### 3.3 Choosing Fisher-Pry or Gompertz

The model chosen by the forecaster must embody underlying characteristics that reflect those of the process to be forecast. This is not always easy: the process often is not well understood. However, the Fisher-Pry and Gompertz models offer an opportunity to illustrate model selection. The following discussion reflects the general concerns of model selection and of differentiation between growth and mortality models.

Equation 1 shows that Fisher-Pry, a growth model, assumes that the rate of change of the process is proportional to both the fraction of the market penetrated by the technology and the fraction that remains to be penetrated. It depends on the number of uses for which the new technology has been applied and on the number for which it is yet to be applied. This is analogous to the process followed by the diffusion of a new, technically advanced product. In such cases, knowing someone who owns one helps prospective buyers assess the technology's potential for them. Since the availability of the technology and of spares, repair facilities, and advice normally grows with the number of units in the field, diffusion is further enhanced by the sale of additional units. Thus penetration of the market is given, not only by potential sales, but also by the sales that have been achieved.

In the diffusion process modeled by Fisher-Pry, initial sales of a new technology are difficult despite its promise and the size of the potential market. This is true largely because the technology is unknown and unproven. Moreover, in the early stages, field support is likely to be poor, there may be institutional barriers to overcome (such as, licensing), and survival of the technology and its supplier is uncertain. Thus adoption implies considerable risk. As applications grow, so does general knowledge of the technology and its advantages. The support infrastructure improves, as does confidence that the purchaser will not suffer either from inadequate support or from the financial failure of the manufacturer. From this point, penetration grows rapidly. At some stage (for example, after 50 percent penetration), further penetration becomes increasingly more difficult because it often involves sales to companies that may not benefit as greatly from the technology or that have marginal capability to finance adoption. Thus the rate of penetration slows.

The Gompertz model embodies quite different dynamics. For example, although not readily apparent from Equation 5, for penetrations greater than 50 percent, the rate of penetration depends primarily on the fraction of the market remaining. Thus the Gompertz model is appropriate for forecasting market penetration by technologies for which initial sales do not make subsequent sales easier. This dynamic usually is found when a new technology offers no clear-cut advantages over an old. In such instances, an older technology is replaced by a newer technology that performs the same tasks with essentially the same financial and/or functional efficiency. Purchases simply replace equipment that has worn out or has been destroyed. It is this characteristic of the Gompertz model that leads to its classification as a mortality model.

Since the dynamics of the two models are different, it is reasonable to expect significant differences in the forecasts they produce. For example, the Fisher-Pry model forecasts a more

rapid penetration than does the Gompertz. However, either model can be made to fit a handful of initial data points. Thus goodness of fit cannot be used as a criterion to determine which model to use; instead, the dynamics of the model must be matched to the dynamics of the process being forecast.

Not all substitution processes are clear-cut. Some, for example, appear to be driven by a mix of new technology diffusion and old technology mortality. For example, some owners of prestige automobiles may replace them with newer models that offer significant technological improvements (such as anti-lock braking systems or fuel injection). Others may replace to 'keep up with the Joneses' even when no clear technological superiority is offered. Still others may be driven (no pun intended) to replace worn-out units by nearly identical ones because of the prestige and tradition of an established design ("only the very best people own a ..."). In cases in which the underlying dynamics of the penetration are unclear, the best guide is to consult those whose job it is to understand the dynamics of the market. The overly optimistic forecasts of demand for innovative technology products, such as home computers and expert systems, for example, can be partly attributed to the failure of forecasters to consult such experts (Wheeler and Shelley, 1987). However, Schnaars (1989) notes that such experts often get caught up in the "zeitgeist" (prevailing wisdom) of the times and tend to be overly optimistic. Historical analogy to similar situations also can be helpful.

The forecaster must match the dynamics of the model to those of the process. To reiterate, the dynamics of the Fisher-Pry model are appropriate to cases of technology diffusion: the dynamics of the Gompertz model are appropriate to cases of replacement driven by equipment deterioration rather than technological advantages. Occasionally, as Lenz (1985) notes, industries have been able to match equipment deterioration to new technology innovation; however, the difference in the rates associated with each mitigate against achieving that balance often. When the dynamics of the process are unclear, consult the experts, compare alternative models, and pray.

### 3.4 Selecting an Upper Bound for the Forecast

The preceding discussions, have emphasized forecasting the market fraction,  $f = Y/L$ , where  $L$  is the upper bound for  $Y$ . This approach simplifies the presentation; however, it also disguises the fact that  $L$  is a third parameter that must be estimated to employ forecasts made with the Fisher-Pry and Gompertz models. An accurate estimate of  $L$  is important for a number of reasons. First,  $L$  must be known to formulate the time series data for forecasting. Second, an incorrect upper bound can seriously distort values of the fitting coefficients ( $b$  and  $c$  in the Fisher-Pry model) and hence the subsequent forecast. Further, the technology manager generally needs a forecast, not only of the fraction of the market that will be penetrated, but also of the number of units that will be sold.

In the case of Cable TV, the upper limit was set as the number of households with TV sets - a number that grows with time and therefore, is itself a subject for forecast. The range of  $f$  for Cable TV could be established as zero to one with some confidence. In other instances, this cannot be done so easily (for example, in forecasting the upper limit for the sales of subcompact automobiles, the total number of automobiles sold would not be an accurate upper bound). Nor is the limit for the functional capacity of a technology (for example, the precision of a manufacturing method or the level of concentration of a chemical compound that can be detected) so easily set.

In some instances, forecasters have used the data to establish the upper limit (for example, in

the Fisher-Pry method, data fits would be performed for  $b$ ,  $c$ , and  $L$ ). As Martino (1983) notes, this is bad practice because initial data are relatively insensitive to the upper bound and thus do not provide reliable guidance. Rather,  $L$  should be set by natural or fundamental limits to the process. This, of course, requires knowledge of the technology and the market place that the forecaster may not possess. Therefore, in cases where the upper bound is unclear, the forecaster should work closely with experts in the field to determine a reliable estimate.

**CROSS-IMPACT ANALYSIS, in: FORECASTING AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, Alan L.Porter, A.T.Roper, T.W.Mason, F.Rossini, J.Banks, 1991, John Wiley & Sons, Inc. New York, p. 223-228.**

A basic limitation of many forecasting techniques is that they project events and/or trends independently (Stover and Gordon. 1978); thus they fail to account for the impact of events or trends on each other. For example, a successful nuclear fusion process could have a major effect on petroleum exploration. Likewise, the scarcity of petroleum resources holds great economic implications for the development of nuclear fusion. These two technologies do not exist in isolation. Each has a history; each is affected by developments in the other.

One approach to capturing interactions between events is to construct a model, that is, a formal representation of interactions among significant variables. There are several types that can be employed. A mathematical model uses equations to represent the system in which the events occur. Such models often require a major time investment to construct. Even with this investment, model coverage usually is limited (for example, mathematical models of inventory systems, of the economy, or of resource allocation systems). There are, however, special models that cut across disciplines and account for the effect of one event upon another. In the technology forecasting arena, one such model is cross-impact analysis (CI). Basic CI concepts are widely used and have applications in many areas, including natural resource depletion, strategy and tactics for warfare, institutional change, organizational goals, communication capability and computer capabilities.

Since CI deals with the future, it involves uncertainty. Therefore, it is a stochastic rather than a deterministic model. Traditional CI is focused on the effects that interactions between events have on their probabilities of occurrence. Thus it deals with discrete events and incorporates no dynamic (time) dimension. While still discrete, the dynamic dimension can be added to CI using the concepts of Markov chains. This modification of traditional CI can be employed to study the chain reaction of events/trends on other events/trends over time. These CI approaches are described in the following subsections.

## 2.1 Traditional Cross-Impact

The concept of CI arose from a game called 'Future' which Gordon and Helmer devised for Kaiser Aluminum in 1966 (Helmer, 1983). In the game, a future world was constructed in which some or all of 60 events might have taken place (technological breakthroughs, passage of legislative measures, natural occurrences, international treaties, etc.). Each event was assigned an initial probability of occurring. As play progressed; these probabilities changed. Part of the change was due to actions of the players, the remainder was determined by the occurrence or nonoccurrence of other events. Change of the latter type gave rise to the concept of CI.

A specific example is useful to understand how traditional CI works. Suppose we are planning for a particular communication technology, say facsimile transmission (fax). Fax technology allows text and images to be transmitted over normal telephone lines. Hard copy input is provided by the sender: it is then transmitted, providing hard copy at the receivers end. Transmission is fast. 15 seconds or so per page: thus it is much cheaper than conveying the same information verbally (even when that is possible) and much faster than using the mail service. We wish to know what the future of fax technology will be over the next five years. First, we must determine the ways in which the operating environment is likely to

change over that time horizon. Then we must identify events that could have noticeable impacts on the use and/or on the planned uses of fax and the probabilities that these will occur.

Suppose the events are identified as E1, E2, E3, ... Em. These represent entirely external determinants - that is, natural or man-made events over which we have no control (such as a global economic depression or legislation imposing a large tax on each fax received). Events completely under our control are not included. These must be treated differently. If the number of events grows too large, it may be necessary to rank them and retain only those that are most important. This could be accomplished by Delphi polling or by having interested parties assign points to each event on a scale of 0 to 100. For the example of fax transmission, suppose we have identified the four events shown in Table 1. For convenience, we have arranged our work space in an occurrence matrix with the events E1 through Em ordered both across the top and down the lefthand side of the array. The next step is to estimate the probability that each will occur. These estimates are called the marginal probabilities. (They also are sometimes referred to as *ceteris paribus* - all else equal - probabilities to indicate that they are estimated without considering any of the other events.) These probabilities are subjective and might be estimated through some Delphi-like procedure. For our example, Table 1 shows that we have estimated the probability that there will be increased taxes or costs on fax transmissions to be 0,70.

**Table 1 Occurrence matrix for fax example**

| The probability of this event becomes:           | If this event occurs: |                      |                        |                   |
|--|-----------------------|----------------------|------------------------|-------------------|
|  | Increased taxes/costs | Negative legislation | Replacement technology | market saturation |
| Increased taxes or costs on transmission (0,70)* | 1,00<br>P(1 1)        | 0,40<br>P(1 2)       | 0,70<br>P(1 3)         | 0,51<br>P(1 4)    |
| Negative Legislation (0,40)*                     | 0,20<br>P(2 1)        | 1,00<br>P(2 2)       | 0,38<br>P(2 3)         | 0,31<br>P(2 4)    |
| Development of replacement technology (0,60)*    | 0,90<br>P(3 1)        | 0,72<br>P(3 2)       | 1,00<br>P(3 3)         | 0,33<br>P(3 4)    |
| Market Saturation (0,45)*                        | 0,33<br>P(4 1)        | 0,35<br>P(4 2)       | 0,05<br>P(4 3)         | 1,00<br>P(4 4)    |

\* Initial marginal (*ceteris paribus*) probability.

We have completed two components of the CI matrix: the events critical to the forecast have been identified and their initial (marginal) probabilities of occurrence have been estimated. The cells of the matrix will be used to record the conditional probabilities (that is, the probability that event i occurs given that event j occurs). These probabilities are the heart of CI: they portray the impact that the occurrence of any event has on the probability that any other event will occur.

The conditional probabilities must be estimated next. First note, however, that the matrix

diagonal entries all will be 1,00, for it is certain that event i will occur given that it has occurred. The first step is to compute the statistically acceptable range of conditional probability for each cell (pair of interactions) above the diagonal. These ranges will provide guidelines if we have no other basis from which to estimate the conditionals. This can be done using the marginal probabilities established previously for each event. To explain how to compute this statistical range, we must first introduce some statistical notation.

- P (i) = probability that event i will occur (the marginal probability of i)
- P (i|j) = probability that event i will occur given that event j has occurred (the conditional probability of i given j)
- P ( ) = probability that event i does not occur
- P (i/j) = conditional probability that event i will occur given that event j does not occur
- P (i∩j) = probability that both events i and j will occur (the intersection of events i and j)
- P (i∪j) = probability that event i or j or both will occur (the union of events i and j)

By using the laws of conditional probability and the probability of compound events, Sage (1977) showed that limits exist to the range of statistically acceptable conditional probabilities. If the occurrence of event j enhances (increases) the probability that i will occur, then

$$P(i) \leq p(i|j) \leq [P(i)/P(j)] \quad (1)$$

On the other hand, if the occurrence of j inhibits (decreases) the probability that i will occur, then

$$1 + \{[P(i) - 1]/P(j)\} \leq P(i|j) \leq P(i) \quad (2)$$

Note that only the initial marginal probabilities P(i) and P(j) are necessary to compute these ranges, and they already have been estimated.

Next we must estimate a conditional probability for each of the cells above the diagonal and compare the estimates to the ranges computed from Equation 1 or 2. Estimates that violate the computed ranges should be retained if a solid rationale for them can be given. For example, in Table 1, the conditional probability P(1|2) has been estimated as 0.40. which is within the statistically acceptable range, 0.25 to 0.70. computed from Equation 2. However, if we had estimated that it should be 0.15 and had evidence to support our estimate, we would enter 0.15 instead. Alternately, we could elect to assign one of the extreme values of the range to such a probability. Thus, lacking strong evidence to support our estimate of 0.15, we might choose P(1|2) to be 0.25 instead.

Now that conditional probabilities above the diagonal have been estimated (the P(i|j)s), we can turn to those below the diagonal (the P(j|i)s). Here, we can use Bayes' rule to help. If the P(i|j) was in the range established by Equation 1 or 2, Bayes' rule says that the corresponding



probability below the diagonal should be

$$P(j|i) = [P(ij)/P(i)]P(j) \quad (3)$$

If  $P(i|j)$  was not in the range or if we do not agree with the value produced by equation 3, we should subjectively estimate the value of  $P(j|i)$ . In other words, if the values computed using Bayes' rule are reasonable, keep them. Otherwise, estimate values believed to be more appropriate. For example, in Table 1, the conditional probability  $P(3|4)$  was estimated as 0.33, within the range of 0.11 to 0.60 computed from Equation 2. Therefore, Bayes's rule can be applied to give a value of  $P(4|3) = [P(3|4)/P(3)]P(4) = 0.25$ . Table 1 indicates, however, that we apparently had a strong rationale to support a lower estimate, 0.05.

Just as the occurrence of an event can affect the probability that another will occur, its non-occurrence can have an impact as well. In our fax example, for instance, if increased taxes or costs of transmission fail to materialize, then the impetus for and probability of replacement technologies will decrease. Thus we need to construct a nonoccurrence matrix (see Table 2). Our last step is to estimate the entries for the nonoccurrence matrix, using the same philosophy as we did for the occurrence matrix. First we will compute the entries statistically from the following equation:

$$P(i|j) = [P(i) - P(j)P(ij)]/[1 - P(j)] \quad (4)$$

Lacking evidence to the contrary, these values will be entered. However, if evidence supports a different estimate, that estimate will be entered instead. Returning to the example

$$P(2|1) = [P(2) - P(1)P(2|1)]/[1 - P(1)] = 0.87$$

If we have no reason to estimate some other probability, then 0.87 should be entered into the nonoccurrence matrix.

**Table 2 Nonoccurrence matrix for fax example**

| The probability of this event becomes:           | If this event does not occur: |                      |                        |                   |
|--|-------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------|
|  | Increased taxes/costs         | Negative legislation | Replacement technology | market saturation |
| Increased taxes or costs on transmission (0,30)* | 0,00                          | 0,85                 | 0,60                   | 0,90              |
| Negative Legislation (0,60)*                     | 0,87                          | 0,00                 | 0,35                   | 0,40              |
| Development of replacement technology (0,50)*    | 0,48                          | 0,52                 | 0,00                   | 0,78              |
| Market Saturation (0,55)*                        | 0,73                          | 0,56                 | 0,75                   | 0,00              |

Initial marginal (ceteris paribus) probability of nonoccurrence  $P(i)=1-P(i)$ .

Note that the diagonal entries in the nonoccurrence matrix will all be 0.00 since the probability of an event given that it has not occurred is 0. Negative probabilities predicted by Equation 4 should be set at 0, while predicted probabilities greater than 1 (certainty) should be set to 1.

The next stage in CI analysis is to simulate the effects of these conditional relationships. We must determine whether the initial estimates of event marginal probabilities are mutually consistent given these perceptions of how events impact each other.

If all the entries in the two matrices agree with results computed from Equations 1 through 4, then the initial marginal and conditional probabilities are mutually consistent. However, if one or more of the conditional probabilities differ from computed results, we will have to "play" the CI matrices to determine a consistent set of marginal probabilities. A computer-based Monte Carlo simulation can be used to do this:

1. An event is selected randomly (say Event 2 in Table 1).
2. A random number between 0 and 1 is generated and compared to the marginal probability of the event to determine if it occurs. Suppose the random number is 0.26, since  $0.26 \leq 0.40$ , Event 2 is assumed to occur. If the random number were greater than 0.40, it would be assumed that Event 2 did not occur.
3. The marginal probability of each remaining event is replaced by its conditional probability given that the event in Step 2 occurs or does not occur. That is, in our example  $P(i)$  is replaced by  $P(i|2)$  if Event 2 occurs, or by  $P(i|\bar{2})$  if it does not ( $i < 2$ ). Thus, since Event 2 occurred in Step 2, the replacement values will be  $P(1) = 0.40$ ,  $P(3) = 0.72$ ,  $P(4) = 0.35$ .
4. A second event is selected randomly from those remaining (Events 1, 3, and 4), and Steps 1 through 3 are repeated. In this play, the probability used in Step 2 is the value produced in Step 3 of the previous play. Thus, if Event 2 occurred in the first play and Event 4 is selected in the second, the probability of Event 4 used in Step 2 of the second play is  $P(4|2) = 0.35$ .
5. The process described in Steps 1 through 4 is repeated until all four events have been selected. All marginal probabilities are then returned to their initial values and the game is "replayed," typically 1,000 or more times.
6. Each time the game is "played" the events that occur are noted. The total number of occurrences divided by the number of games is taken as the final (marginal) probability for each event. The initial marginal probabilities are then replaced by the final marginal probabilities, which account for event interaction.

**KSIM, in: FORECASTING AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, Alan L.Porter, A.T.Roper, T.W.Mason, F.Rossini, J.Banks, 1991, John Wiley & Sons, Inc. New York, p. 241-246.**

KSIM is a deterministic simulation model developed by Julius Kane (1972). KSIM extends the concepts of CI to produce a dynamic simulation that is easy to use yet sufficiently powerful to provide meaningful analysis of many real-world problems. The model retains the concept of the impacts of events on each other characteristic of CI. However, this concept is married to a differential equation that portrays an S-shaped (logistic) growth or decline of the variables being modeled. This equation provides the continuous, dynamical time-dependent characteristics of KSIM. The logistic variation is a loose analogy to biological system growth. Since impact magnitudes are estimated subjectively, KSIM in effect utilizes both "hard" (objective) and "soft" (subjective) input. Thus it is an appropriate implementation of Kane's premise that experience, opinions, and judgments control decision-making. The variables modeled by KSIM,  $X_i$ , are first identified, defined, and quantified. The maximum value of each variable is determined so that each can be normalized on a scale of 0 to 1. The initial value of each is also estimated. The simulation marches forward from these initial values a step at a time using the differential equation

$$\frac{dX_i}{dt} = \sum_{j=1}^N (\alpha_{ij} + \beta_{ij} \frac{dX_j}{dt}) X_i \ln X_i \quad 3$$

where

- $X_i$  = the variable described
- $N$  = the total number of variables considered
- $X_j$  = the impacting variables
- $\alpha_{ij}$  = the long-term impact of  $X_j$  on  $X_i$
- $\beta_{ij}$  = the short-term impact of  $X_j$  on  $X_i$

The solution to this logistic CI equation is

$$X_i(t + \delta t) = X_i(t)^{P_i(t)} \quad 4$$

where

- $X_i(t + \delta t)$  = value of variable at end of the time period
- $X_i(t)$  = value of  $X_i$  at the start of time period
- $\delta t$  = the time period

and

$$P_i(t) = \frac{1 + \delta t (\sum \text{inhibiting impactson } X_i)}{1 + \delta t (\sum \text{enhancing impactson } X_i)} \quad 5$$

$$P_i(t) = \frac{1 + 0.5t \sum_{j=1}^N [I_{ij}(t) / -I_{ij}(t)] X_j(t)}{1 + 0.5t \sum_{j=1}^N [I_{ij}(t) / +I_{ij}(t)] X_j(t)} \quad 6$$

and

$$I_{ij} = \alpha_{ij} + \frac{\beta_{ij}}{X_j(t)} [dX_j(t)/dt] \quad 7$$

While the equations appear formidable, operationally the concept is relatively straightforward. One must estimate the impacts of the level of each event (that is, level = value of  $X_j$ ) on all other variables. This is the  $\alpha_{ij}$ , which is determined in much the same manner as impacts in CI. Then, the impacts of the rates of change of each event ( $dX_j/dt$ ) and the slope of the trend in  $X_j$  on the other events ( $\beta_{ij}$ ) are estimated in the same fashion. Once these impact magnitudes have been determined, a relatively simple computer program (such as that included in the TOOLKIT) can be used to solve the equations and perform the forecast. The characteristics of KSIM are pretty much what would be expected of a logistic curve. For example, when the sum of the inhibiting impacts is greater than that of the enhancing impacts, the power  $P_i(t)$  in Equation 2 will be larger than one. And, since  $0 \leq X_i(t) \leq 1.0$ ,  $X_i(t + \delta t)$  will be smaller than  $X_i(t)$ . Further, all else being equal, the larger the variable causing the impact, the greater the magnitude of that impact will be. Note also that a given value of  $P_i(t)$  will have less effect on the magnitude of  $X_i$  if  $X_i$  is near either 0 or 1. This produces the S-shaped variation we expect of growth or logistic curves.

KSIM is one of the few dynamic models that can be constructed and used with relatively limited time and resources. The general procedure that a group of technology forecasters or managers would use is as follows:

1. Discuss the problem and agree on the scope and boundaries of the simulation such as level of aggregation, spatial boundaries, and time frame)
2. Identify, define, and label the important variables and determine their initial values, ranges, and maximums. Normalize each variable on a 0 to 1 range.
3. Structure the long-term and short-term impact magnitudes and array them in matrix form as in CI. Impacts that increase the size of a variable (enhance it) are positive, those that inhibit it are negative. Numerical values for magnitudes are proportional to the size of the impact. For example, if  $X_1$  is not impacted by  $X_2$ , then  $\alpha_{12}$ , and/or  $\beta_{12}$ , will be 0. This work sometimes is cut in half by considering only short-term ( $\beta_{ij}$ ) or long-term ( $\alpha_{ij}$ ) impacts.

Run the model and refine the impacts, variable definitions and/or values until the outcome is satisfactory. Usually a base case is run and the output is compared to a similar situation or to theoretical behavior. The process is repeated as often as necessary to produce acceptable results.

The model can now run to investigate the effects of changing initial values or basic assumptions or of introducing new assumptions. In this way, alternative futures can be examined and forecasts and trade-offs can be determined. KSIM also provides for a very useful extension, allowing external events or policy decisions to be added to the model as variables in the CI matrix. This is done by formulating the impacts of, say policy options, as additional columns but not rows in the CI matrices. Thus a decision to invoke a policy option impacts the variables, although the option is not itself impacted by the variables. Using this approach, the decision maker can systematically investigate the effects of policy decisions on the behavior of the system.

KSIM should be viewed as a process as well as a product. The benefit of KSIM accrues from building the model, as much as from operating it and analyzing the results. Building the model provides the format in which a team can structure the discussion of a complex issue. In that format, experience, opinion, and judgment can be incorporated along with hard data. Further, a completed model allows alternatives to be quickly formulated and their consequences to be assessed. Thus KSIM can provide an environment within which the manager can study and learn about complex situations.

The process makes a number of assumptions that imply limitations as well. KSIM assumes that a satisfactory model can be devised and that the variables and their interactions can be accurately defined. It also assumes that realistic bounds can be placed on the variables; that a growth curve adequately represents the change patterns being studied; and that opinions, experience, and other subjective information can be formulated mathematically. Equally important, KSIM assumes that the pairwise relationships portrayed by the matrices adequately represent true causal interaction, a much more complex situation. Finally, KSIM models a deterministic world; however, the technology manager, the forecaster, and the rest of us live in a probabilistic one.

### KSIM Applied to Model Fax Transmission

To clarify concepts, consider the example of fax transmission. We will examine four variables:

1. Number of fax machines (irrespective of sophistication),  $N$
2. Median cost of fax machines purchased,  $C$
3. Number of pages of fax transmission,  $T$
4. Cost/transmission (regardless of length),  $S$

We also assume a single policy option - taxing fax transmissions. Suppose that impact magnitudes were estimated on a scale from 0 (no impact) to +3 (major impact) and that we have defined a major impact for each variable as one that causes a 10 percent change in the level of the variable. The short-term and long-term impact matrices that are estimated appear in the table. Note that these impacts are merely presented as representative for the purposes of this example; they are not careful estimates.

Note that the policy impacts are represented as long-term impacts only and that they are incorporated by adding a column to the long-term impact matrix. In the base case (no policy intervention) the model predicts that the number ( $N$ ) of fax units in operation quickly approaches the maximum value. Other variables grow rather quickly as well. However, the

median cost (C) of a fax unit grows slowly and then declines. Before this model is used for forecasting and decision making, it would be necessary to verify, insofar as possible, and modify the variable initial levels and impacts. This process might begin by setting year 1 as some time in the past and checking to see if model predictions track historical variable behavior. It is easy to see that even this simple check might be difficult because of problems associated with gathering the necessary historical data. These problems might cause us to redefine variables to more readily fit the available data.

Assume the model has been fine-tuned and verified to our satisfaction and now we are interested in finding the changes in variable behavior that might be caused by a policy intervention. In the example, that intervention is a tax imposed on the normal cost of fax transmission. The impacts portrayed in the table for this policy option were constructed assuming that a tax of approximately 5 percent is imposed. We can model various degrees of policy intervention by choosing different values on the range 0 to 1 for the initial level of the policy variable. Note from the matrices that policies are represented by columns but not rows in the matrix. Thus policies impact, but are not impacted by, other variables. For this reason, the value of the policy variable does not change with time. We might choose a policy implementation of 0.2, for instance, to indicate that we will tax only those transmissions that involve documents of 10 or more pages.

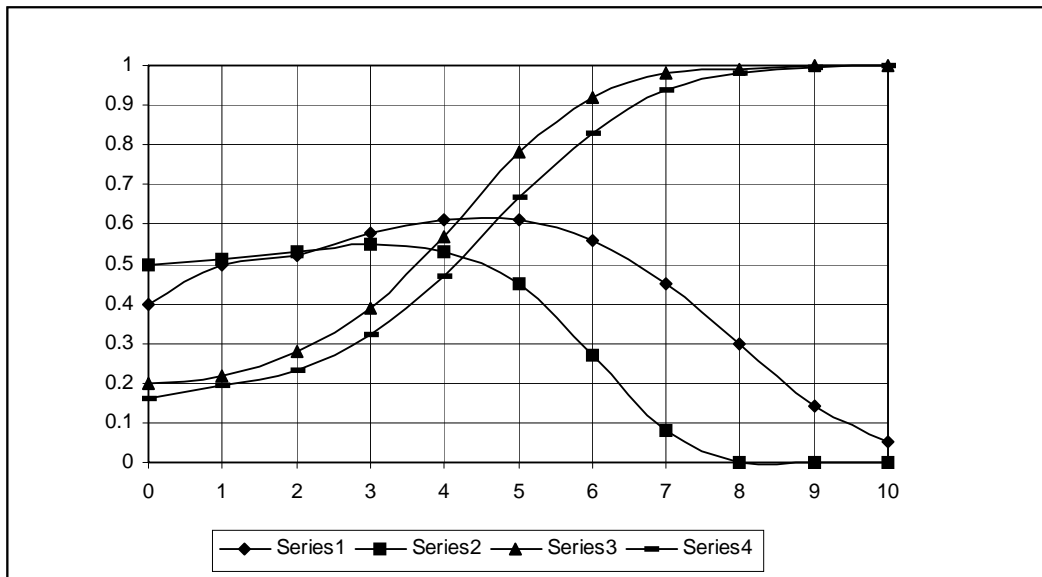
TABLE 1 Long- and Short-term KSIM Impacts on FAX Transmission Variables

| On this variable | Long-term impact of this variable |    |    |    |        | Short-term impact of the rate of change of this variable |   |    |    |
|------------------|-----------------------------------|----|----|----|--------|--|---|----|----|
|                  | N                                 | C  | T  | \$ | Policy | N  | C | T  | \$ |
| N(0,2)*          | 3                                 | -1 | 3  | -1 | -1     | 2  | 1 | 2  | -1 |
| C(0,35)*         | -2                                | 0  | -1 | 0  | 0      | 0  | 0 | 0  | 0  |
| T(0,15)*         | 2                                 | 0  | 3  | -2 | -1     | 2  | 1 | 2  | -2 |
| \$(0,30)*        | 0                                 | 1  | -1 | 0  | 1      | 0  | 0 | -1 | 0  |

\* Initial values: variables scaled from 0 to 1.

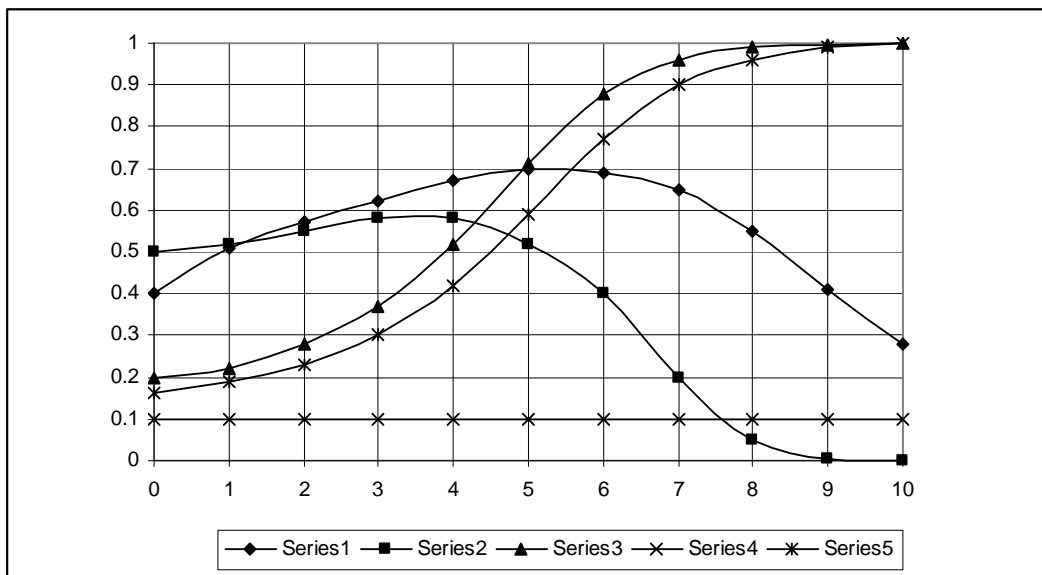
The policy intervention significantly changes the picture from the base case. Neither the number of fax units (N) nor the pages of transmission (T) rise as fast as before. The median unit cost (C) rises to a higher value before falling, but the peak is delayed about two years. Even with the tax, the cost per transmission (\$) changes little over the first four years. However, it peaks at a much higher value about a year later than without policy intervention. It is important to note that the policy impacts must be verified and modified just like the model itself. Only when the behavior seems reasonable to the manager or forecaster can a degree of confidence be placed in the results. This point is easily overlooked, for the model may assume a spurious credibility because of the sophistication of the computer equipment used to produce it. Beware!

The procedure could be extended to several policy options, or the policy option procedure could be used to model external events.



KSIM model of fax growth, base case.

(1=costs per transmission, 2= median cost machine, 3=number of machines, 4=number of pages transmitted)



KSIM model of fax growth, policy intervention.

(1=costs per transmission, 2= median cost machine, 3=number of machines, 4=policy, 5=number of pages transmitted)

## Oprachten practicum Oprachten practicum

- Opracht 1) Weeg 4 alternatieven af voor de toekomstige aandrijving van auto's. Gebruik hierbij reële alternatieven zoals bijvoorbeeld benzine/diesel, biobrandstof zoals alcohol, biogas, etc., elektriciteit (geproduceerd op basis van?), waterstof (geproduceerd op basis van?), aardgas, kolengas. Bedenk 4 reële criteria waarop deze alternatieven moeten worden beoordeeld. Ken een gewicht aan deze criteria toe en scoor de alternatieven tov elkaar. Gebruik hiervoor het AHP programma. Zorg ervoor dat de consistency beneden de .1 ligt. Laat zien wat er gebeurt met het eindresultaat als het gewicht van een criterium sterk toeneemt/afneemt (maw als de maatschappij andere eisen aan de technologische alternatieven gaat stellen).
- Opracht 2) Analyseer het probleem van het goederentransport van de haven van Rotterdam naar het Ruhrgebied. Bedenk zelf verschillende oplossingen, en bedenk criteria om deze oplossingen af te wegen. Scoor de verschillende alternatieven waarbij je zelf de zwaarte van de verschillende criteria kunt bepalen. Gebruik hiervoor het AHP programma. Zorg ervoor dat de consistency beneden de .1 ligt. Laat zien wat er gebeurt met het eindresultaat als het gewicht van een criterium sterk toeneemt/afneemt (maw als de maatschappij andere eisen aan de technologische alternatieven gaat stellen).
- Opracht 3) Ga er vanuit dat je je bevindt in het jaar 1925. Maak een voorspelling van het aantal fietsen in Nederland in 1939 (dus het aantal, niet de verkoop van fietsen): baseer je daarbij op de volgende gegevens:

| jaar | aantal fietsen | bevolking |
|------|----------------|-----------|
| 1897 | 35000          | 4928000   |
| 1900 | 113228         | 5104000   |
| 1904 | 227222         | 5431000   |
| 1909 | 486767         | 5828000   |
| 1914 | 767251         | 6213000   |
| 1919 | 861541         | 6779000   |
| 1925 | 2160579        | 7315000   |

Gebruik de diverse mogelijkheden voor trend extrapolatie van het programma.

- Hoe voorspel je de bevolkingsaanwas?
- Welke aannames heb je nodig bij de voorspelling van de diffusie van de fiets?
- Geef aan waar mogelijke oorzaken kunnen liggen van evt. fouten. Kijk evt. wat er gebeurt als je de gegevens van een bepaald jaar weglaat.

- Opracht 4) Gebruik verschillende extrapolatie methoden om tot een inschatting te komen van de verkopen van geluidsdragers in 1988



(Verkoop in miljoenen in de USA)

|      | LP's | audio cassettes | CD's |
|------|------|-----------------|------|
| 1978 | 340  | 65              | -    |
| 1979 | 315  | 80              | -    |
| 1980 | 320  | 110             | -    |
| 1981 | 295  | 140             | -    |
| 1982 | 245  | 185             | -    |
| 1983 | 210  | 240             | 2    |
| 1984 | 205  | 335             | 10   |
| 1985 | 170  | 342             | 22   |
| 1986 | 130  | 345             | 53   |
| 1987 | 110  | 412             | 110  |

- Opdracht 5) Bestudeer het in het dictaat beschreven stuk over KSIM en doe het voorbeeld over de faxen mbv Toolkit na. Probeer analoog aan dit voorbeeld de diffusie van de kleuren TV in Nederland te simuleren en de effecten van belastingen. Gegevens: In Oktober 1975 was het aantal Nederlandse huishoudens 3,8 miljoen. Daarvan had 35 % een kleuren TV. De kleuren TV kostte toen ongeveer f 2000. Probeer met behulp van KSIM te modelleren wat het effect zou kunnen zijn van een belasting op kleuren TV's en/of van een extra kijkgeld heffing voor kleuren tv's. Maak zelf de inschatting van de cross-impacts.

**Ziener in Loondienst, Bart van Oosterhout, Intermediair, 37e jaargang, no. 3, 18-01-2001, pp. 34-39**

*Wie de toekomst kent, heeft'm al bijna op zak. Een bedrijf dat zichzelf serieus neemt, kan niet meer zonder een toekomstvoorspeller. 'We zorgen ervoor dat het bedrijf zijn blik verruimt.'*

Paul Ostendorf haalt een glimmend mobieltje uit zijn binnenzak, niet groter dan een credit-card. 'Kijk' zegt hij, 'mijn tweede WAP-telefoon. En ik heb nog nooit gewapt, haha. Ik geloof er niet eens in. Wappen is pindakaas opzuigen door een rietje stond laatst met dikke letters in *de Telegraaf*. Die was van mij. Het gebeurt me wel eens vaker dat zo'n uitspraak een eigen leven gaat leiden. Ik mag graag de boel een beetje opklooien. 'Ostendorf is volgens zijn visitekaartje Corporate Technical Officer bij Cap Gemini Ernst & Young. 'Een onzinterm natuurlijk, zegt hij zelf. 'Noem me maar futuroloog. Dat bekt lekkerder. Goeroe mag ook. Ik ben al voor alles uitgemaakt.' Ostendorf is misschien het meest uitgesproken voorbeeld van een fenomeen dat in opkomst is: de ziener in loondienst. Aangespoord door de vermaning van machtige business consultants dat de overlevingskans van, iedere onderneming ligt in het vermogen om te veranderen, zijn bedrijven naarstig op zoek naar veranderingsstrategieën. Om te kunnen veranderen, moet je weten wat de toekomst in petto heeft. Die kennis is te koop. Maar veel chiquer is het om een eigen afdeling voor toekomstverkenning in huis te halen. Dat die trend nog recent is, moge blijken uit het groot aantal verschillende namen waaronder de toekomstonderzoekers bekend staan. KPN heeft een clubje futurescanners, ondergebracht bij de researchafdeling, bij ING maakt *trendwatching* deel uit van de afdeling new business development, terwijl Philips' trends & *strategy department* onderdeel uitmaakt van de designafdeling. Allemaal hebben ze hetzelfde doel: wees de ogen en de oren van het bedrijf, vertel ons welke richting we in moeten slaan. Cap Gemini Ernst & Young heeft geen afdeling, Cap heeft Paul Ostendorf. Die heeft bij zijn werkgever een libero positie. Dat wil zeggen, hij doet wat hij wil. Hij heeft geen mensen onder zich. Targets kent hij niet. Laat staan een functieomschrijving. 'Ik maak mijn eigen functie, Cap heeft er nooit om gevraagd. Aan het eind van ieder jaar kijken we of het nog zinvol is wat ik hier doe en of we door willen gaan. Tot nu toe was het antwoord altijd ja. Logisch, wat ik aan gratis publiciteit oplever, is niet te betalen. Iedereen wil met een futuroloog praten. Dat geeft hem als enige van Cap Gemini consultants de ruimte om twee dagen per week voor zichzelf te werken. Dan geeft hij onder andere les aan de Academie voor Management in Groningen In, een postdoctorale opleiding. 'Dat gaat over filosofische vragen. Waartoe zijn wij hier en waar gaan we naar toe? Ik vertel studenten dat de evolutie niets met biologie te maken heeft. Dat God niet aan het begin van dat proces stond, maar aan het einde. Dat wij zelf God moeten worden.

Voorspellen doet Ostendorf naar eigen zeggen niet. 'Als ik dat kon zou ik in twee weken op de beurs genoeg kunnen verdienen om de rest van mijn leven aan de Cote d'Azur op een jacht rond te dobberen. Ik kijk naar mogelijke toekomst. Ik zuig informatie op en ik zend die weer uit, zowel binnen het bedrijf als naar buiten.' En waarom zou hij dat beter kunnen dan een doorsnee consultant? 'Dat is begonnen als kind', zegt Ostendorf. 'Ik was zo'n type dat

altijd 'waarom?, waarom?, waarom?' vroeg aan mijn ouders en mijn leraren en ik ben gewoon nooit goed uit die fase gekomen. Ik wilde weten. Dat is voor mij de essentie van het bestaan. Dankzij mijn werk in de ICT kwam ik in aanraking met de nieuwste ontwikkelingen en heb ik veel gereisd. Ik zat vaak in Silicon Valley, werkte in de laboratoria van IBM, Apple, noem maar op. Dan pak je dat snel op en daar raak je nooit meer uit. Toen ik genoeg had van het reizen heb ik mijn tijd gestoken in nog meer kennis opdoen, via boeken, tijdschriften en het internet. En op een gegeven moment ga je dan verbanden tussen verschillende disciplines te zien. Ik ben zo een generalist geworden waar anderen binnen de ICT specialisten werden. Ik kan een heel zinnig gesprek hebben met een immunoloog, een geneticus of een theoretisch fysicus. Zij weten weliswaar meer van hun vakgebied dan ik ooit zal weten, maar ik weet meer van immunologie dan de fysicus. Dat houdt het spannend.' Het is die veelzijdigheid die Ostendorf in staat stelt om voorspellingen te doen van het volgende kaliber: 'De evolutie gaat over verandering, over het doorgeven van informatie. Eerst ging dat uitsluitend via DNA, toen via het gesproken woord, stapdrie was het boek, vier de radio en televisie. Internet is de vijfde stap. We zijn nu niet alleen computers met elkaar aan het verbinden, maar alles met alles in een wereldwijd netwerk. De zesde stap in de evolutie is dat we onze hersenen draadloos gaan verbinden met dat netwerk. Dan zijn we allemaal telepathisch.' Kijk met dit soort uitspraken haal je gemakkelijk de krant. Maar leiden ze ook tot een verkoopbare dienst voor zijn werkgever? 'Dat zou kunnen. Als ik signaleer dat mobiele commercie serieuze vormen aan zou kunnen nemen, worden daar een paar mensen opgezet en gaan we een beetje experimenteren met de technologie. Maar doorgaans loop ik wat verder op de troepen vooruit. In het verleden maakte ik visieboeken, nu zet ik lezingen in elkaar. Dan huur ik een zaal voor driehonderd collega's en ik houd die drie uur zoet. Die leren in een avond een hele boel over nieuwe ontwikkelingen. En hetzelfde doe ik voor klanten. Ik kom in de directiekamers van de grootste bedrijven van Nederland. Ik ben dus een visiefiguur. En ook een beetje een wandelend visitekaartje voor de kumpanie.

Met een been in een commercieel bedrijf en een ander been, het zeer losjes, in de wetenschap, neemt Paul Ostendorf een unieke positie in binnen het landschap van professionele toekomstvoorspellers in Nederland. Dat landschap strekt zich uit tussen twee uitersten. Aan een kant bevinden zich hippe trendwatchers als Lidewij Edelkoort, Justien Marseille en Kees Klomp. Charismatische figuren uit de wereld van de mode en reclame, prekend voor eigen parochie, en allemaal met een bijzonder gevoelige radar voor kansen, nooit voor bedreigingen. Aan de andere kant staan de wetenschappers. Ze zijn bijvoorbeeld actief bij de universiteiten van Groningen, Twente en Delft, waar het vak toekomstverkenningen op de kaart staat bij de faculteiten filosofie, economie of sociologie. En vaak hebben ze sterke banden met wetenschappelijke denktanks van de overheid en de politiek: de Wiardi Beckman Stichting van de PvdA, het Sociaal Cultureel Planbureau en de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid.

Aan beide stromingen kleven de nodige bezwaren. De trendwatchers staan de laatste tijd in een kwaad daglicht. Toenemende concurrentie maakt dat ze steeds wildere voorspellingen de wereld in slingeren in de hoop gehoord te worden. Bij de wetenschappers is het tegenovergestelde het geval. Daar ontbreekt de verbeeldingskracht. Neem het WRR-rapport 'Een toekomstverkenning voor Nederland'. 'De economische ontwikkeling leidt tot een toenemende aantasting van natuur en milieu', staat er. En: 'Het ruimtegebrek wordt steeds ernstiger. Het

energieverbruik zal toenemen. De bevolking zal vergrijzen. 'Stuk voor stuk waarheden als koeien, deze uitspraken, maar tegelijk ook weinig verrassend en richtinggevend, en dat lijkt toch de taak van de toekomstvoorspeller. Volgens Paul Rademaker, hoogleraar Toekomstverkenningen aan de Universiteit van Twente, zijn voorspellingen van de overheid vaak nauwelijks meer dan een legitimatie van het bestaande beleid.

Bedrijven die een strategie voor de toekomst willen uitstippelen worstelen dan ook met de vraag waar ze de juiste informatie vandaan moet halen. Gerenommeerde denktanks als de Rand Corporation en 'het Institute for the Future in California (met onder andere Unilever en TPG als klant) zijn peperduur en leveren bovendien slechts momentopnames. Marktanalysebureaus zoals Forrester en de Gartner groep verkopen schattingen van de potentiële marktomvang tot twee cijfers achter de komma, maar spreken elkaar soms hopeloos tegen. En trendanalysebureaus als Futurebox of Trendslator zijn goed in het voorspellen van consumentenvoorkeuren maar hebben weer weinig kaas gegeten van cijfers.

Om wegwijz te worden in het woud van toekomstvoorspellers heeft de ING Groep sinds kort een eigen trendwatcher in dienst. Jacqueline Duiker maakt deel uit van New Business Development, een afdeling die innovatie een structurele plek binnen ING moet geven. 'Je zou kunnen zeggen dat ik aan het *fuzzy front end* van het innovatiegebeuren zit, het gebied waar vage input nog een kans krijgt', zegt Duiker. 'Macro-economische en demografische trends hebben we zelf al in huis, die komen van ons economisch bureau. Ik ga over zaken als consumentengedrag en maatschappelijke ontwikkelingen. Ik nodig trendanalisten uit, futurologen, noem maar op. Iedereen waarvan ik denk dat hij een bijdrage kan leveren. Wie dat zijn, verschilt per onderwerp. Ze hebben allemaal hun eigen invalshoeken. Trendbox is goed in kwantitatief marktonderzoek. Trendslator lijkt wat meer naar lange termijn ontwikkelingen: individualisering en rationalisering van de maatschappij. Ik probeer erachter te komen wat ze weten en of ze iets kunnen leveren dat wij kunnen gebruiken. Ik absorbeer al die informatie en giet die in een presentatie die we op een intern netwerk zetten, het futurenet. Daar zijn een stuk of vijfhonderd ING'ers wereldwijd op aangesloten die ook nog voor input zorgen vanuit hun eigen vakgebied.'

Nadenken over de toekomst is natuurlijk een leuke exercitie, maar bij een bedrijf als ING moet het natuurlijk uiteindelijk wel wat opleveren. 'Jazeker', denkt Duikers, 'maar niet perse geld. Door mensen uit verschillende disciplines bij elkaar te brengen kun je vaste denkpatronen doorbreken. We hebben Victoria opgericht, een bedrijf waar ouderen services als boodschappen- en klusdiensten kunnen bestellen. Dat is iets waar je als financiële dienstverlener normaal gesproken niet snel op zou komen, maar wat best in het verlengde kan liggen van een verzekeringsproduct. Een presentatie van ons over het thema arbeidsmarkt heeft er uiteindelijk toe geleid dat ING nu eigen kinderopvangplaatsen heeft. Een ander voorbeeld is dat we samen met een woningbouwvereniging op zoek zijn gegaan naar nieuwe woonvormen. Dat zijn allemaal nieuwe terreinen waarmee we nu ervaring opdoen. Misschien leiden ze wel tot nieuwe business, maar dat staat niet voorop. Mijn rol is te zorgen dat we als bedrijf onze blik verruimen.'

Is toekomst denken bij ING vooral een papieren proces, bij KPN wordt de toekomst juist heel tastbaar gemaakt. In een kelder van het Dr. Neher laboratorium in Leidschendam waar KPN Research is gehuisvest zijn vier 'kamers van de toekomst' ingericht. Ze vertegenwoordigen vier scenario's die door de trendanalisten van het bedrijf zijn ontwikkeld. Kamer een visualiseert de uitkomst van de individualiseringstrend. Werken geschiedt er vanuit een comfortabe-

le fauteuil. De techniek is van hoog niveau, maar onzichtbaar. Een levensgroot beeldscherm fungeert als pratende assistent die alle contacten met de buitenwereld verzorgt. Heel anders gaat het toe in de themaruimte 'Budget'. Ook hier is de technologie niet stil blijven staan, maar de computer op het bureau lijkt erg veel op de saaie grijze kasten waar we nu ook al op werken. De nadruk ligt op soberheid, degelijkheid en veiligheid.

Patrick van der Duin, toekomstverkenner van KPN Research: 'De toekomstkamers gebruiken we vooral als inspiratieruimtes, om in de stemming te raken voor we gaan brainstormen. Het is een remedie tegen wat ik altijd het Zeppelinsyndroom noem. Een eeuw gelden voorspelden veel mensen nog dat we later allemaal in onze persoonlijke Zeppelin zouden rondvliegen. Het is moeilijk om jezelf los te maken van het huidige tijdsgewricht. Scenario's kunnen dat voorkomen. Met die gemakstrend heeft iedereen wel wat, maar zo'n budgetscenario met van die goedkope meubeltjes is toch iets wat je snel geneigd bent te verdingen als je midden in de internethype zit. Toch is het geen overdreven voorstelling van zaken.'

Van der Duin geeft bij KPN Research leiding aan 'futurescanning', een club van acht experts op ieder een eigen deelterrein, die zowel voor KPN als voor zijn klanten scenario's, trendanalyses en eventanalyses maakt. Bij dat laatste wordt de ontwikkeling van een techniek voorspeld zonder een bepaald tijdspad te noemen. 'Wij maken veel gebruik van toekomstscenario's. Je combineert een aantal variabelen, bijvoorbeeld sterke economische groei of juist een recessie en snelle of juist langzame technologische vooruitgang en kijkt wat de gevolgen zullen zijn voor de manier van leven in bijvoorbeeld 2010. En wat voor ons interessant is: welke gevolgen dat heeft voor het gebruik van telecommunicatie'.

De toekomst wordt door KPN zeer serieus genomen: in zes jaar tijd groeide de afdeling van één naar zeven mensen en er bestaan plannen om ieder jaar een zogenaamde *future audit* uit te voeren. Naar analogie van de financiële audit wordt de strategie van het hele bedrijf daarbij doorgelicht op toekomstbestendigheid. 'Ik wil voorkomen dat het andersom gaat, dat een idee eerst uitgevoerd wordt en daarna pas wordt bekeken hoe het in de toekomstige trends is onder te brengen. In tegenstelling tot wat veel mensen schijnen te denken, hebben toekomstscenario's namelijk heel veel met het hier en nu te maken. Je houdt er een hele concrete actielijst aan over die nu urgent is. Dan zegt men vaak: "Ja, dit is een toekomstvoorspelling, veel te riskant om daar je aandacht op te richten." Maar in feite zijn bedrijven bang om te kiezen, omdat dat ook een keuze inhoudt om iets anders niet te doen. Ze willen het liefst alles voor iedereen zijn, en dat is een doodlopende weg.'

Van der Duin ziet zichzelf niet als een voorspeller. 'Dat is zo makkelijk. Je kunt vaak ongestraft roepen wat je wilt als het gaat om de langere termijn, niemand die er later op terug zal komen. Kijk maar naar de beursgoeroes, die vallen ook pas door de mand als ze hun eigen beleggingsfonds beginnen. Het gaat erom de juiste combinaties te maken uit ontwikkelingen in verschillende disciplines en dan te schetsen wat mogelijk staat te gebeuren. Vervolgens moet je uitleggen waarom de dingen gaan zoals ze gaan. Ik ben al evenmin een aanhanger van C.K. Prahalad, de topconsultant die beweert dat je je eigen toekomst moet maken. Dat kunnen wij niet, we zijn maar een van de vele partijen. We kunnen alleen ervoor zorgen dat we zo goed mogelijk op de toekomst voorbereid zijn. Ik zie mezelf vooral als bewustmaker. Wie in Patrick van der Duin een typische vertegenwoordiger ziet van de ietwat brave wetenschappelijke benadering van de toekomst, heeft gelijk. Binnenkort hoopt hij te promoveren als toekomstverkenner aan de Universiteit van Twente. Hem zul je niet snel betrappen op

juichverhalen over de eindeloze mogelijkheden van de nieuwe technologie. Zijn naam komt dan ook niet voor in het recente boek *de voorspellers* van de Maastrichtse filosoof Rein de Wilde waarin de beroepsgroep met de grond gelijk wordt gemaakt. Ook Paul Ostendorf van Cap Gemini moet het daarin ontgelden. En dat deert hem niet in het minst. 'Ik houd van de positieve kijk', zegt hij. 'Ik ben ook al eens een wandelende prozac tablet genoemd. Vind ik prima. Ik wil namelijk graag geloven dat het leven leuker wordt. Maar toch klopt het niet helemaal. Ik schets utopieën. Maar de bedoeling van utopieën is nooit dat ze uitkomen. Zodra het leven perfect wordt, is het te saai om te leven. Dan kun je beter een kogel door je kop jagen. Mijn utopie is als de horizon, hij blijft altijd even ver weg.'

## **Geen alternatief voor TINA**

### **Uitvinder**

*De scenariomethode is een vorm van toekomst verkennen die in de jaren zeventig als eerste bij Shell werd ontwikkeld onder leiding van Arie de Geus. De bedoeling van die methode is om een aantal plausibele toekomstscenario's te schetsen aan de hand van vaste en variabele grootheden. Een scenario kan bijvoorbeeld opgebouwd zijn uit een extrapolatie van de huidige bevolkingsgroei als vast gegeven in de combinaties met een onzekere economische ontwikkeling. Dat resulteert bijvoorbeeld in twee visies op de vergrijzing: één waarin de WAO onbetaalbaar zal blijken en een waarin de een koopkrachtige groep ouderen voor een nieuwe oriëntatie van het bedrijfsleven vraagt. Shell heeft het scenariodenken geïncorporeerd in alle lagen van het bedrijf. De scenario's worden opgesteld door 'een stuk of drie medewerkers' bij de afdeling Corporate Planning in Londen. Voorlichter Maarten Broekers van Shell lacht om de suggestie om de afdeling eens te bellen. 'Vergeet het maar', zegt hij. 'De belangstelling is bijzonder groot en wij willen die mensen graag in alle rust laten werken. Bovendien gaat het om bedrijfsgevoelige informatie. Ik kan u wel vertellen dat een van onze huidige scenario's naar de naam TINA luistert, dat is kort voor There IS No Alternative, en daarmee bedoelen we, geen alternatief voor de globalisering. Als dat zich voordoet, zijn we er op voorbereid, zo moet u dat zien.'*

**JAARVERSLAG STICHTING TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK 1994, pp. 5-7 en 12-22.**

Doelstellingen en werkwijze

In de Hoogtepunten zijn de uit 1968 daterende doelstellingen van STT nog duidelijk te herkennen. In dat jaar werd STT door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI) opgericht met het doel mogelijke technische ontwikkelingen in hun maatschappelijke samenhang te verkennen. Als haar doelgroep ziet STT vooral technici en beleidsverantwoordelijken van wie verwacht wordt dat zij vorm geven aan de maatschappelijke en industriële inbedding van deze ontwikkelingen.

Hoewel haar naam wellicht die suggestie oproept, tracht STT niet de toekomst te voorspellen. Zij tracht veeleer een constructieve bijdrage te leveren aan toekomstige maatschappelijke ontwikkelingen door een context te bieden voor de beeld- en opinievorming over de rol die nieuwe technische mogelijkheden daarin kunnen spelen. In de loop der jaren heeft STT voor haar verkenningen een vruchtbare werkwijze ontwikkeld, die nog steeds uniek blijkt te zijn in binnen- en buitenland. Studievoorstellen kunnen binnen en buiten STT ontstaan; ze worden door de directeur en de projectleiders voorbereid. De onderwerpen kunnen betrekking hebben op veelbelovende technische ontwikkelingen, en op vragen die de samenleving aan de techniek stelt. Nadat het bestuur van STT op grond van een eerste oriëntatie tot uitvoering heeft besloten, worden deskundigen en belangstellenden uitgenodigd de studie ter hand te nemen. In een of meer werkgroepen bestuderen en analyseren zij de toepassingsmogelijkheden en maatschappelijke implicaties van het onderwerp van studie. Een projectleider van STT coördineert en completeert de studie en wordt daarin bijgestaan door een stuurgroep. Het resultaat van elke studie wordt vastgelegd in een wetenschappelijk gefundeerde, ook voor niet-technici goed leesbare publicatie en gepresenteerd aan vakgenoten en andere belangstellenden tijdens een afsluitend symposium.

De beschreven werkwijze maakt het mogelijk een grote verscheidenheid van onderwerpen aan te pakken en de studies met relatief geringe kosten en op een hoog kwaliteitsniveau uit te voeren. In het algemeen bestrijken de studies een breed terrein en zijn zij multidisciplinair van aard. De toegevoegde waarde ervan ligt behalve in publicaties en symposia, ook in het studieproces zelf.

**Recente accenten**

STT is niet de enige instelling die zich met technische toekomstverkenningen bezighoudt, maar zij kan daaraan wel een unieke bijdrage leveren dankzij haar onafhankelijke positie en vooral door haar 'interactieve' werkwijze.

STT benut deze mogelijkheden steeds meer door de aandacht te richten op de implementatie van de bestudeerde ontwikkelingen. STT vindt het daarom van belang dat na het afsluiten van een studie 'het estafettestokje wordt doorgegeven'. Zo werden de bevindingen van de studie naar de technische ontwikkelingen in het Goederenvervoer over korte afstand onder de

aandacht gebracht van ongeveer 60 instanties die beroepsmatig bij dit vraagstuk betrokken zijn. De studie naar de toepassingsmogelijkheden van Microsysteemtechnologie heeft geleid tot een definitiestudie voor een demonstratieproject. Bovendien zijn als resultaat van deze STT-studie drie teams van bedrijven afzonderlijk verder gegaan met verschillende op microsysteemtechnologie gebaseerde ontwikkelingen. De studieresultaten van Implementeren van milieubeleid in de organisatie zijn in de vorm van de publicatie 'Schone kansen' ter beschikking gesteld aan branche-organisaties en Innovatiecentra voor hun vooral op kleinere bedrijven gerichte ondersteunende activiteiten. De drie genoemde publicaties werden ook verspreid onder daartoe relevante bibliotheken en onderwijsinstellingen.

Er wordt dus veel werk gemaakt van de gerichte verspreiding van de studieresultaten. Dit komt ook tot uiting in de contacten die STT onderhoudt met verwante organisaties; deze contacten leiden vaak tot samenwerking bij studies en of symposia.

In onderwerpskeuze en werkwijze tracht STT het juiste midden te houden tussen wat de techniek biedt en waar de samenleving om vraagt. Een onderwerp als Microsysteemtechnologie gaat uit van nieuwe technische ontwikkelingen en zoekt naar toepassingsmogelijkheden. Een studie als Goederenvervoer over korte afstand begint bij een maatschappelijk probleem en gaat op zoek naar technische oplossingen.

Hoewel het werk van STT vooral op Nederland is gericht, worden internationale ontwikkelingen daarin betrokken. Daartoe worden internationale contacten gelegd en onderhouden.

### **Draagvlak**

STT heeft een bestuur van ten hoogste achttien personen die samen de meest relevante technische wetenschappen en Nederlands belangrijkste industriële sectoren vertegenwoordigen. Het bestuur neemt besluiten over het werkprogramma en bevordert dat de resultaten van de STT-studies ten goede komen aan de beleidsvorming bij de overheid en in de industrie.

De financiële middelen worden ter beschikking gesteld door het bedrijfsleven, de overheid en het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

Dankzij de actieve betrokkenheid van bedrijfsleven en kenniscentra heeft STT toegang tot praktisch de hele kennisbasis van Nederland en slaagt zij er steeds weer in per thema een breed samengesteld ad hoc netwerk van deskundigen te formeren.

STT heeft zich in de loop der jaren een unieke, onafhankelijke positie verworven van waaruit zij een belangrijke bijdrage levert aan de versterking van de technische competentie van Nederland. Het bestuur vertrouwt erop dat bedrijfsleven en overheid met hun financiële en inhoudelijke steun STT ook in de toekomst hiertoe in staat zullen blijven stellen.

(...)

Projecten

### **Goederenvervoer over korte afstand**

Op 8 juni werd de STT-studie naar nieuwe technieken in het goederenvervoer over de korte



afstand afgesloten met een symposium onder de titel *Goederenvervoer over korte afstand*.

De hoofddoelstelling van deze studie was technici te betrekken bij het denken over en het werken aan een oplossing voor een maatschappelijk probleem: de congestie en vervuiling bij het goederenvervoer in de stad en in de regio. De studie ging met name in op de aspecten infrastructuur, multimodaliteit en organisatie.

STT kreeg bij dit project de medewerking van een groot aantal deskundigen uit de wereld van goederenvervoer, logistiek en milieu.

De resultaten van de studie zijn vastgelegd in STT-publicatie 54 *Goederenvervoer over korte afstand*. Deze publicatie presenteert een staalkaart van (nieuwe) alternatieven voor vervoer van goederen over afstanden tot 150 km. Nadat een beeld is gegeven van de problemen bij het vervoer van goederen over korte afstand worden ideeën en mogelijke oplossingen beschreven vanuit de drie invalshoeken organisatie (hoofdstuk 2), infrastructuur (hoofdstuk 3) en multimodaliteit (hoofdstuk 4). Daarnaast zijn drie thema's speciaal uitgewerkt. Het betreft multimodaal goederenvervoer over korte afstanden (hoofdstuk 5), de logistieke en maatschappelijke betekenis van stedelijke distributie (hoofdstuk 6) en de mogelijkheden voor effectieve sturing van veranderingen in een vervoernetwerk door de overheid of andere betrokken partijen (hoofdstuk 7).

Het afsluitende symposium werd in kwalitatieve zin goed bezocht: alle belanghebbende partijen waren vertegenwoordigd.

Op het symposium zijn drie thema's, die ook zijn uitgewerkt in het boek, gepresenteerd en van commentaar voorzien door mensen uit de praktijk. Dagvoorzitter van het symposium was de voorzitter van de stuurgroep, drs. J.M.F. Diris, directeur Goederenvervoer van het ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Het eerste thema, de mogelijkheden van multimodaal goederenvervoer over korte afstanden, werd van commentaar voorzien door een verlader en een multimodale vervoerder.

Het tweede thema betrof de mogelijkheden en wenselijkheid van sturing. Dit werd beschouwd door een verlader, een vervoerder en een wetenschapper.

Het derde thema, de logistieke en maatschappelijke betekenis van stedelijke distributie, werd in de praktijk geplaatst door een verlader en een wethouder.

Naderhand heeft STT het boek aangeboden aan ca. 60 organisaties en instellingen die beroepsmatig bij de problematiek van het goederenvervoer zijn betrokken. In een begeleidend schrijven is gevraagd welke van de in het boek genoemde technische ideeën voor verdere ontwikkeling in aanmerking komen en wie daarbij als probleemhouder kan worden gezien. Op dit initiatief zijn waarderende reacties gekomen.

Het project werd geleid door mevr.ir. M.J. Venemans.

### **Microsysteemtechnologie**

Op 19 en 20 september werd het project Microsysteemtechnologie afgesloten met een tweedaags symposium Onder de loep genomen, miniaturisatie en microsysteemtechnologie. De resultaten van het project zijn vastgelegd in STT-publicatie 56 *Microsystem technology*:

*exploring opportunities*. Het afsluitende symposium werd georganiseerd in samenwerking met de afdeling Elektrotechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KivI-EL), Holland Elektronica, een branche-organisatie van de Vereniging FME (HEFME), het Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum (IMEC) te Leuven, de afdeling Gezondheidstechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KivI-GT), de Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging (KVIV), de Nederlandse Vereniging voor Precisie Technologie (NVFT) en de Stichting Centrum voor Micro-Elektronica (SCME).

De studie richtte zich op toepassingsmogelijkheden en het perspectief van microsysteemtechnologie (MST). MST is de technologie die het mogelijk maakt om zeer kleine systemen te ontwerpen, te produceren en toe te passen. Microsystemen hebben afmetingen van enkele centimeters of minder en bestaan uit geïntegreerde sensoren, actuatoren en logische functies. Verwacht wordt dat toepassingen in instrumentatie, medische technologie, consumentenproducten en in de agrarische sector in het verschiet liggen. In de studie kwam naar voren dat er veel kansen liggen voor MST, maar dat ook een aantal drempels moet worden genomen voordat er sprake zal zijn van grootschalige toepassingen. Aanbevolen wordt dat de overheid in deze een stimulerende rol op zich neemt.

De stuurgroep, die onder leiding stond van dr. S. van Houte bestond uit:

dr.ir. W.T. van Beekum, TNO-Gezondheidsonderzoek  
mw. dr. U. Ehrfeld, Institut für Mikrotechnik, Mainz  
prof.dr. J.H.J. Fluitman, MESA-Instituut Universiteit Twente  
dr. S. van Houten, voormalig Philips  
ir. B. Krijgsman, Centrum voor Micro-Elektronica  
prof.dr.ir. R. Mertens, IMEC (Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum), Leuven  
ir. G.H. Oskam, Philips Centre For Technology  
prof.dr. N.F. de Rooij, Institut de Microtechnique, Neuchatel  
ir. G.K. Steenvoorden, TNO-Technisch Fysische Dienst

Een van de aanbevelingen van de studie betreft het definiëren en uitvoeren van demonstratieprojecten. Het idee is dat bedrijven op deze manier kunnen worden overtuigd van de toegevoegde waarde van MST en dat op termijn een aantal economische activiteiten wordt gestart. Omdat STT het vervolg op haar studies belangrijk vindt, heeft zij het initiatief genomen om een of enkele demonstratieprojecten te definiëren. Hiertoe is via een enquête de belangstelling bij 250 bedrijven geïnventariseerd en is op 21 december een eerste bijeenkomst georganiseerd waarbij een groot aantal bedrijven aanwezig was. Tijdens deze bijeenkomst bleek er dermate veel belangstelling voor de opgevoerde thema's te zijn dat vijf projectgroepen konden worden gevormd. De onderwerpen die zijn geselecteerd voor verdere uitwerking zijn:

- bloedanalyse-apparaat
- doseersystemen voor vloeistoffen
- geminiaturiseerde communicatiemodule
- optische systemen en sensoren
- actieve trillingsdemper.

In vervolg op deze bijeenkomst zijn twee projectgroepen zelfstandig verder gegaan met de invulling en concretisering van de onderwerpen. STT heeft dankzij extra financiering door

bedrijfsleven, branchevereniging en overheid de coördinatie van de overige groepen op zich kunnen nemen. De rol van STT beperkt zich daarbij tot de definitiefase die zal resulteren in een projectplan.

Het project en het vervolg op de studie staan onder leiding van ir. G.C. Klein Lebbink en worden secretariaeel ondersteund door mevrouw T.M.F. van der Knaap.

### **Implementeren van milieubeleid in de organisatie**

In het najaar werd de studie naar het implementeren van milieubeleid in de organisatie afgesloten met de publicatie van het boek *Schone kansen, denkbeelden over ondernemerschap en milieumanagement*.

Milieu zorg is in de loop van de tijd uitgegroeid van een probleemgerichte 'end- of-pipe' aanpak via preventieve oorzaakgerichte maatregelen naar allesomvattende acties als integraal ketenbeheer en milieuvriendelijk ontwerpen. Milieu zorg in die vorm laat zich niet uitsluitend vatten in formele milieuzorgsystemen: de zorg voor het milieu is een zaak voor iedereen. Aan deze studie lag daarom de vraag ten grondslag aan welke voorwaarden de organisatie van een bedrijf moet voldoen om milieu tot een integraal aspect van de hele bedrijfsvoering te kunnen maken. Twee studiekringen hebben deze vraagstelling ter hand genomen. De eerste onderzocht het verband tussen milieuzorg en de extern gerichte bedrijfsstrategie; de tweede legde het accent op de relatie tussen de invoering van milieuzorg en de organisatievorm van het bedrijf.

Ter toetsing van de in deze studiekringen ontwikkelde veronderstellingen zijn 20 overwegend kleine bedrijven bezocht die als succesvol op milieugebied bekend stonden. Daarbij is vooral gekeken naar de motieven voor, en de effecten van de getroffen maatregelen en naar de rol die daarbij aan de 'bedrijfscultuur' kon worden toegeschreven.

Enerzijds bleek dat bedrijven die het initiatief in eigen hand nemen en daarbij soms nog verder gaan dan wat de wet voorschrijft, vaak opmerkelijke zakelijke successen behalen; anderzijds moest worden vastgesteld dat onzekerheid over de toekomstige regelgeving bedrijven terughoudend kan maken.

Het boek *Schone kansen* gaat onder andere in op:

- preventieve milieuzorg in het productieproces
- milieuzorg en organisatiestructuur
- informatievoorziening voor milieuzorg
- het meten van milieuprestaties
- milieuzorg in de praktijk: rondgang langs 20 bedrijven
- de overdracht van milieutechnologie
- kennisoverdracht
- de toekomst van hergebruik.

Ter afsluiting van het studieproject verzorgde STT een van de zes sessies van de Nationale Milieutechniekdag op 13 oktober in De Haag. Voor de organisatie van deze dag werd samengewerkt met de afdeling Milieutechniek van het KIVI, het NIRIA, de Stichting Nationaal

Milieucentrum (NMC), de Nederlandse technische vereniging voor installaties in gebouwen TVVL en de Nederlands maatschappij voor energie en milieu (Novem).

### **Onderwijsstechnologie**

De aanleiding tot deze studie vormt de vraag in hoeverre nieuwe technieken een bijdrage kunnen leveren aan de kwaliteit en doelmatigheid van onderwijs en training.

Het project is van start gegaan in april. Tijdens de voorstudie is contact gelegd met onderwijsinstellingen, overkoepelende organisaties, overheidsinstanties, onderzoeksinstituten, industriële bedrijven, adviesbureaus, educatieve uitgeverij en met aanverwante organisaties. Uit de gesprekken is naar voren gekomen dat er voldoende ruimte is voor een STT-studie naar toepassingen van interactieve multimedia (inclusief virtuele omgevingen) en telematica als leermiddel in het beroepsonderwijs. De studie richt zich op leren door middel van techniek zoals bij computerondersteund onderwijs. Het gaat dus niet over leren over techniek (zoals bij het vak informatica), techniek als zijdelings hulpmiddel (zoals de rekenmachine), of techniek als hulpmiddel voor schoolleiding en docent bij de administratie. Voor het beroepsonderwijs is gekozen omdat er zowel een draagvlak voor de toepassing van nieuwe technieken als een duidelijke meerwaarde voor een STT-project is. Dit blijkt onder andere uit de grote belangstelling uit het veld om aan deze studie deel te nemen.

Uit de voorstudie kwamen als centrale thema's naar voren:

- techniek: benodigde technische infrastructuur en middelen voor de student
- didactiek: curriculum, instructie, toetsing, advies en informatie, vereiste structuur leerinhoud, aansluiting op de beroepspraktijk
- organisatie: rol docent en student, management, open leercentra
- invoering: eisen leerinhoud, meerwaarde, risico's, ontwikkeling leermateriaal, evaluatie, nazorg en onderhoud.

Wezenlijke verbeteringen zijn alleen mogelijk door gelijktijdig technische, organisatorische, en didactische innovatie (herontwerp). De wijze van invoering is uiteraard essentieel voor het eindresultaat. De genoemde technieken worden grotendeels buiten het onderwijsveld ontwikkeld in samenwerking met sterke marktsectoren zoals amusement. Educatieve programmatuur moet echter in zeer nauw overleg met het onderwijs tot stand komen. Daarom is een onderwijskundige benadering van belang. Uit de eerste stuurgroepvergadering is naar voren gekomen dat de beroepenvelden als uitgangspunt zullen dienen. Dit heeft geleid tot de vorming van de vier werkgroepen Techniek & natuur, Economie, Onderwijs (de pedagogische sector) en Dienstverlening, gezondheidszorg & kunst.

De studie moet in juni 1996 zijn afgerond met een publicatie en een slotbijeenkomst.

### **Gezondheid, arbeid en techniek**

Onder het motto 'Voorkomen is beter dan genezen' is STT in het voorjaar begonnen met een studie naar de vraag hoe techniek kan worden ingezet om gezondheidsklachten te voorkomen. Besloten is om de studie toe te spitsen op klachten die door het werk worden veroorzaakt, de zogenaamde arbeidsgebonden aandoeningen. Het grote aantal mensen dat door hun werk klachten krijgt wordt als een groot maatschappelijk probleem gezien. In 1992 ontvingen alleen al 850.000 mensen een arbeidsongeschiktheidsuitkering. Arbeidsgebonden

aandoeningen zijn echter niet alleen vanuit het oogpunt van maatschappelijke kosten een probleem. Voor de mensen in kwestie brengen deze klachten vaak grote financiële en sociale problemen met zich mee, te meer omdat deze klachten vaak nog relatief jonge mensen treffen.

Uit de voorstudie is gebleken dat in Nederland veel aandacht wordt besteed aan het terugdringen van ziekteverzuim en arbeidsongeschiktheid. Zo moeten alle bedrijven zich laten bijstaan door een deskundige arbodienst. Een gevaar dat hierbij ontstaat, is dat de nadruk sterk komt te liggen op registratie en controle van ziekteverzuim en te weinig op preventieve maatregelen. Om meer aandacht voor het nemen van preventieve maatregelen te bevorderen, zal de STT-studie zich richten op een meer fundamentele aanpak van de oorzaken van gezondheidsklachten.

Of iemand klachten krijgt, wordt bepaald door veel verschillende factoren zoals de taakkenmerken, de arbeidsvoorwaarden, de verhouding met collega's en de fysieke omstandigheden waaronder moet worden gewerkt. Met name bij fysieke omstandigheden is er een sterke relatie met techniek. De STT-studie zal zich voornamelijk richten op brongerichte maatregelen om de arbeidsomstandigheden te verbeteren. Het hele traject van de inventarisatie en analyse van de meest voorkomende problemen, de inventarisatie van mogelijke oplossingen, selectie van oplossingen, invoering en evaluatie moet daarbij aan de orde komen. De omstandigheden waaronder moet worden gewerkt, worden in veel gevallen al tijdens het ontwerp van machines of gereedschappen vastgelegd. Vanuit het oogpunt van preventie is het daarom bijzonder belangrijk om tijdens het ontwerpproces reeds rekening te houden met de effecten van het ontwerp op de gezondheid van de gebruikers. Het ontwerp van arbeidsmiddelen zal daarom veel aandacht krijgen.

Omdat de studieduur beperkt is, zal de studie zich toespitsen op drie bedrijfstakken, namelijk de bouw, de tuinbouw en de voedingsmiddelenindustrie. Voor deze sectoren is gekozen om eer aantal redenen. Ten eerste is in deze sectoren sprake van zware fysieke belasting en relatief veel letsels door bedrijfsongevallen. De verwachting is dat juist bij de oplossing van dit soort situaties techniek een belangrijke rol kan spelen. Daarnaast komen in deze sectoren veel kleine of middelgrote ondernemingen voor. Deze ondernemingen zijn meestal niet in staat om, ieder voor zich, oplossingen te ontwikkelen waardoor een sectorgewijze inventarisatie hier waarschijnlijk effectief kan zijn.

## **Water**

In 1994 heeft STT een voorstudie uitgevoerd op het gebied van de watervoorziening in de toekomst.

Water - grondwater en oppervlaktewater - dient als grondstof voor de drinkwaterbereiding, de industrie en de landbouw, en is onmisbaar voor de natuur, de scheepvaart, de visserij, in stedelijke gebieden en bij recreatie.

Algemeen wordt een aantal problemen in en met de watervoorziening verwacht, zoals een toenemende vraag naar water door een toenemende groei van de bevolking, verdroging van de grond door veranderingen in de waterhuishouding, toenemende kosten van zuivering door

meer vervuiling met een toenemend aantal (on)bekende stoffen en strengere normen, een hogere prijs van grondwater door extra heffingen, bijvoorbeeld in het kader van de Wet Belastingen op milieugrondslag, zettingschade aan bebouwing door andere grondwaterstanden en schade door vernatting.

In grote lijnen kan worden gesteld dat de hoeveelheid water geen probleem is. Nederland is tenslotte een waterland. De kwaliteit van het aanwezige water laat echter vaak te wensen over.

Voor de zes belangrijkste functies en toepassingen van water (drinkwater, industrie, landbouw, natuur, stedelijk gebied en recreatie) is geïnventariseerd wat de specifieke problemen zijn. Daarna zijn de verschillende mogelijke richtingen voor een STT-studie op een rij gezet. Deze waren de watervoorziening in de toekomst (het waterleidingsysteem in 2025, een duurzame waterkringloop, integraal waterbeheer), het gebruik en de zuivering van water (regenwater en oppervlaktewater in plaats van grondwater, watergebruik in de industrie, diffuse stofstromen, een lokaal systeem voor waterbehandeling), en nieuwe methoden en technieken (een droog toilet, waterlopen veranderen).

Een significant deel van de gezochte oplossingen hing samen met de organisatie- en beheerstructuur in de waterwereld. Dit ligt minder op de weg van STT. Een deel van de gezochte oplossingen was echter ook technisch van aard. Deze zijn ook al onderwerp van stimuleringsregelingen en onderzoekprogramma's, zoals de voorbeeldplannen van de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening, het project Schoner Produceren (ministeries van Economische Zaken en van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, samen met de Innovatiecentra), de Stimuleringsregeling Milieutechnologie (in beheer bij de Novem), het Innovatiegericht Onderzoekprogramma (IOP) Preventie (onderdeel van IOP Milieutechnologie), Nationaal Onderzoekprogramma Verdroging (ministeries van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, samen met provincies, waterschappen en terreinbeheerders).

STT kan hieraan weinig meer toevoegen en heeft dan ook besloten om deze studie niet voort te zetten. Wel zijn de bevindingen vastgelegd in een overzichtsrapport, dat is verspreid onder de gesprekspartners. Het ligt in de bedoeling dat op basis van dit rapport ook een artikel in een relevant tijdschrift zal worden gepubliceerd.

**Hoe leven we over tien jaar? Europa onderzocht de toekomst Rianne Lindthout  
Tijdschrift voor Wetenschap, Technologie en Samenleving, nr. 5, 2000, p. 166,167**

Europa wil graag weten wat haar te wachten staat. Hoe gaat het verder met de ICT en de levenswetenschappen? Welke invloed zullen zij hebben op de manier waarop wij leven en werken? Wat gaan de Euro en de globalisering doen met de economie? Om antwoord op deze vragen te krijgen, heeft de Europese Unie in Sevilla het Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) in het leven geroepen. Samen met zeven anderen vormt dit instituut het European Commission's joint Research Centre. Tot begin 2000 hield IPTS zich anderhalf jaar lang bezig met het project Futures. Samen met zo'n tweehonderd Europese experts uit de industrie de wetenschap en het beleid voorspelt IPTS hoe de Europese samenleving er in 2010 uitziet als gevolg van technologische, economische, politieke en sociale factoren.

IPTS onderzocht de toekomst van drie hoofdvelden: technologie, werkgelegenheid en concurrentiekracht. Het instituut deed dat door de invloed van vijf factoren te voorspellen: informatie- en communicatietechnologie, levenswetenschappen, natuurlijke hulpbronnen, de Europese politieke en economische context en demografische en sociale trends. Voor elk onderdeel stelde IPTS een panel samen. De panels kwamen enkele keren twee dagen bijeen.

Tijdens de brainstormsessies die dan plaatsvonden, maakte men gebruik van het group decision support system. Ongeveer vijftien deskundigen in een zaaltje konden via laptops anoniem met elkaar discussiëren. Het electronic meeting system zorgde vervolgens voor een snelle structurering van alle meningen. Daarbij geeft een centrale unit die aan het netwerk is verbonden snel alle commentaren en stemuitslagen weer, zodat er meteen een overzicht van de resultaten beschikbaar is. Om de discussie wat aan te wakkeren, kregen alle leden voor de vergadering documentatiemateriaal dat op basis van literatuuronderzoek en recente verkenningstudies was opgesteld.

Het doel van de panels was allereerst het opstellen van een lijst van factoren die in Europa de komende tien jaar veranderingen zouden gaan veroorzaken. Vervolgens moesten ze uitmaken welke de belangrijkste invloed zouden hebben op technologie, werkgelegenheid en concurrentiekracht, en tenslotte moest er een beschrijving komen van mogelijke eindpunten van die factoren: welk scenario gaan zij waarschijnlijk doorlopen? Binnen welke grenzen ontwikkelen zij zich? De uitkomsten vormde het uitgangspunt van een beleidsworkshop, met als thema het beleid waarmee Europa invloed kan uitoefenen op de ontwikkelingen. In panelrapporten en het Synthesis report zijn de uitkomsten van het futures-project vastgelegd.

### **De uitkomsten**

Eén van de conclusies van IPTS is dat ICT en levenswetenschappen de technologische dynamo vormen die alle andere veranderingen aandrijft. Hoewel Europa voorop loopt als het gaat om mobiele communicatie, biotechnologie en transport, loopt het al twee decennia achter op het gebied van artificiële intelligentiesoftware, microchips en beeldtechnologie. Terwijl dat wel de dingen zijn waar een informatiemaatschappij het van moet hebben. Daaraan moeten

beleidsmakers dus snel iets aan doen. Moeilijk, want het tekort aan ICT-experts wordt nu al geschat op 500.000. Als het zo door gaat, zullen er in 2003 1,7 miljoen onvervulde vacatures zijn

Aan de andere kant moeten de regeringen volgens IPTS uitkijken met genetische modificatie: ze kunnen de vragen van het publiek niet langer negeren en zullen moeten zorgen dat ze die duidelijk kunnen beantwoorden voordat de technologie ruim baan krijgt.

Nogal beangstigend zijn de voorspellingen met betrekking tot de samenstelling van de beroepsbevolking. Tot 2007 stijgt het aantal mensen dat deelneemt aan het arbeidsproces, maar door de vergrijzing stopt die groei daarna en kan zelfs omslaan in een daling. Een proces dat nu al gaande is, zal doorzetten: er komen minder mensen tussen de 15 en 24 jaar en meer mensen tussen de 55 en 64 jaar oud in de beroepsbevolking. Het ergste is dat het IPTS geen eind aan dit proces voorspelt. In 2025 zouden er net zoveel 65-plussers zijn als mensen in de beroepsbevolking: 38 procent van de Europese populatie.

De veranderende samenstelling van de bevolking lijkt goed nieuws voor de werkloosheidsbestrijding. Maar de mensen die overblijven in het arbeidsproces, moeten wel een enorme hoeveelheid kennis bezitten, terwijl kennismaatschappij nog lang niet is waar ze wezen moet. Ook mensen die niet werken, moeten over steeds meer kennis gaan beschikken. Die kennis is namelijk nodig om de technologische vooruitgang te kunnen bijbenen en - minstens zo belangrijk - te kunnen accepteren. Als er technologisch van alles mogelijk is, maar de maatschappij accepteert het niet, hebben beleidsmakers een probleem. Kijk maar naar de kwesties rond genetisch gemanipuleerd voedsel in sommige landen. Bovendien: de kenniskloof die tussen mensen ontstaat doordat sommige wel en andere niet de vooruitgang kunnen bijbenen, is nu al zichtbaar. Dat zal zich steeds meer gaan uiten in sociaal-economische verschillen tussen mensen. Europa heeft dus nog veel te doen!

### **Nu het beleid nog**

Ruud Smits, hoogleraar Technologie en Innovatie aan de Universiteit Utrecht, was voorzitter van de elektronische discussie van het sociaal-demografische panel en lid van de stuurgroep van het futures-project. Wat is nu het nut van het project? "Het IPTS heeft een aardig succesvolle poging ondernomen om alle kennis in kaart te brengen die er wereldwijd is op de onderzochte gebieden. Dat heeft geleid tot een behoorlijk antwoord op de vragen die er waren. Een mooi neveneffect is dat al die mensen die nu met elkaar in contact zijn gekomen, daar mogelijk een blijvende samenwerking aan overhouden."

Het klinkt allemaal aardig, maar gebeurt er ook echt iets met de onderzoeksresultaten? Zullen we ze daadwerkelijk terugzien in het Europese beleid? Smits is voorzichtig, maar denkt het wel. "Vaak wordt het overdragen van de resultaten aan de politiek onhandig aangepakt. De baas van IPTS, Jean-Marie Cadiou, heeft het echter goed gedaan. Dankzij zijn jaren lange ervaring in het Europese circuit kon hij de resultaten via een grote conferentie in Brussel verkopen aan beleidsmakers en europarlementariërs. Daardoor is het gelukt hen bewust te maken. Ze waren geïnteresseerd, ze willen een follow-up en ik heb de indruk dat ze erop terug grijpen."

*Rianne Lindhout is Wetenschapsjournalist en werkt onder andere voor Stichting WeTeN.*



**Verkenningen en onderzoeksagendering: Verkenningen bij en door de AWT Véronique Timmerhuis Tijdschrift voor Wetenschap, Technologie en Samenleving, nr. 5, 2000, p. 168-170**

De AWT (Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid) is het strategisch adviesorgaan van de Nederlandse regering voor het wetenschaps- en technologiebeleid. De AWT heeft sinds 1997 (feitelijk sinds 1998) tevens de wettelijke taak verkenningen op het gebied van wetenschap en technologie uit te voeren. Deze taak is de AWT toebedeeld, onder gelijktijdige opheffing van de Overleg Commissie Verkenningen (OCV).

In dit artikel wordt vanuit het AWT-perspectief kort uiteengezet waarom verkenningen worden uitgevoerd, wat verkenningen eigenlijk zijn en hoe ze worden uitgevoerd.

**Waarom verkenningen, doel van verkenningen?**

In de afgelopen decennia zijn wetenschap en samenleving nauwer en op meer fronten met elkaar vervlochten geraakt. Gevolg hiervan is dat de kennisbehoeften van de samenleving in brede zin de onderzoeksagenda nadrukkelijk zijn gaan meebepalen. Niet meer het klassieke lineaire model van *science push* geldt (de wetenschap ontwikkelt kennis, die wordt daarna gebruikt/toegepast in zowel industriële innovatieprocessen als bredere sociaal-maatschappelijke innovatieprocessen), maar veeleer een model waarin de wisselwerking tussen de kennisgeneratiecyclus en de innovatiecyclus centraal staat (innovatie in zowel economisch als breder maatschappelijk opzicht).

Deze ontwikkeling, de vervlechting en 'hybridisering' van academia, industrie en samenleving, heeft in Nederland maar ook in vele andere landen de behoefte opgeroepen om explicieter dan voorheen *foresight studies* oftewel verkenningen uit te voeren. Doel hierbij is het in verband brengen van ontwikkelingen in wetenschap en technologie met de maatschappelijke en economische behoeften in Nederland.

In het verleden is telkenmale nog een tweede reden aangevoerd om verkenningen uit te (laten) voeren, te weten de ervaren noodzaak tot het maken inhoudelijke keuzen. De breedte van het wetenschappelijk onderzoek - nu veel breder dan ooit tevoren - maakt wel overwogen keuzen nodig: waar moet de Nederlandse overheid en de Nederlandse onderzoekswereld geld en tijd in investeren? Deze reden geldt des te sterker in kleine landen als Nederland, zo wordt vaak beweerd. Kleine landen kunnen immers niet in alles en over het hele pallet goed zijn, maar dienen strategische keuzen te maken. Beide redenen hebben expliciet ten grondslag gelegen aan het instellen van de OCV in 1992, en spelen ook een rol in de doelstellingen van AWT-verkenningen.

Meer precies streeft de AWT naar doorwerking van verkenningsresultaten in beleid op twee niveaus:

- creëren van betrokkenheid en draagvlak voor de verkenning en verkenningsuitkomsten bij zowel onderzoekers, onderzoeksorganisaties en gebruikers van onderzoek, zodat deze zelf op basis van de verkenningen beslissingen gaan nemen. Zelfsturing binnen de

betreffende sector staat voorop. Op die manier leiden verkenningen tot een versterking van de strategische oriëntaties in het onderzoek.

- daarnaast leveren verkenningen input voor de strategievorming van de overheid, intermediaire organisaties als NWO, e.d..

### **Wat zijn verkenningen?**

Uiteraard worden er al veel langer dan vanaf begin jaren tachtig verkenningen uitgevoerd. Belangrijk verschil is echter gelegen in de overgang van *forecasting* naar *foresight* studies. *Forecasting* is gericht op het voorspellen van bepaalde (technologische) trends op basis van extrapolaties van huidige gegevens. *Foresight* daarentegen is gericht op het inschatten van mogelijke trends en het uitwerken van scenario's over de uitwerking van die trends in een maatschappelijke context. De beschrijving van *foresight* studies geeft de AWT-opvatting en -benadering van verkenningen weer. Voor de AWT is verkennen een toekomstgerichte activiteit, waarbij het er primair om gaat de blik te richten op wat niet vanzelfsprekend is. Het gaat om het schetsen van nieuwe (probleem)percepties van maatschappelijke ontwikkelingen en de vraag of de bestaande wetenschappelijke en technologische instituties zijn toegerust om bij te dragen aan de aanpak van maatschappelijke problemen. Verkennen is voor de AWT een activiteit waarbij moet worden ingegaan op de onzekerheden die onlosmakelijk aan het toekomst-denken zijn verbonden. Verkenningen zijn in deze zin op te vatten als een *early warning system*.

Het specifieke aan AWT-verkenningen (in vergelijking met verkenningen zoals uitgevoerd door bijv. de OCV en de KNAW) is dat deze hun startpunt hebben in maatschappelijke ontwikkelingen, die nieuwe kennisthema's of -vragen opleveren. Kernvraag is telkens of de kennisinfrastructuur goed staat opgesteld (inhoudelijk en organisatorisch) om die kennisvragen gerelateerd aan de maatschappelijke ontwikkelingen op te pakken. Door het startpunt van verkenningen nadrukkelijk te leggen bij maatschappelijke ontwikkelingen, hebben de AWT-verkenningen vrijwel altijd een sectoroverstijgend en interdisciplinair karakter. De AWT verricht verkenningen op een zeer breed spectrum van maatschappelijke vraagstukken. Ter illustratie enkele voorbeelden (zie verder op onze website: <http://www.AWT.nl>):

- integraal waterbeheer;
- bouwen voor de toekomst;
- ICT en de netwerkeconomie;
- educatie in 2010;
- criminaliteit;
- maatschappelijke consequenties van ontwikkelingen in humane genetica;
- cultuurverandering in het digitale tijdperk.

Bij al deze onderwerpen ligt het startpunt nadrukkelijk in een analyse van maatschappelijke ontwikkelingen en problemen, met aansluitend de vraag welke doorwerking dit behoort te krijgen in de relevante kennisinfrastructuur teneinde klaar te staan voor (mogelijke) toekomstige ontwikkelingen.

### **Hoe verkenningen uitvoeren?**

*Voor de AWT is verkennen een toekomstgerichte activiteit, waarbij het er primair om gaat de blik te richten op wat niet vanzelfsprekend is.*

De AWT onderscheidt bij elk onderwerp 4 fasen in het verkenningenproces:

*Fase 0: 'Snuffelfase, het op de agenda plaatsen van een nieuw verkenningsonderwerp.*

Bij de keuze van zijn verkenningsonderwerpen hanteert de AWT geen systematische, *overall* benadering. De aanpak die wordt gevolgd is er een van expliciet ogen en oren openhouden: gesprekken met een grote variëteit aan beleidsmakers, praktijkmensen, wetenschappers etc. dragen hieraan bij, evenals het scannen van kranten, tijdschriften en ander schriftelijk materiaal. Criteria voor uiteindelijke selectie van een onderwerp zijn: maatschappelijke relevantie van het onderwerp gekoppeld aan een behoorlijke mate van veranderingen rond het onderwerp, hetgeen de nodige onzekerheid over de toekomst met zich mee brengt. Uiteraard speelt ook de kenniscomponent mee: kan meer, andere of nieuwe kennis behulpzaam zijn om 'klaar te staan voor de toekomst'? Kern van deze 0-fase is het 'snuffelen' aan een onderwerp, het nagegaan of het geagendeerde onderwerp inderdaad 'leeft' en de moeite waard is.

*Fase 1: Explorerendefase, waarin wordt nagegaan hoe het onderwerp het beste kan worden afgebakend.*

Nadat besloten is een bepaald onderwerp daadwerkelijk op de AWT-verkenningen- agenda te plaatsen, is enig explorerend werk nodig om bruikbare en vernieuwende invalshoeken bij het onderwerp te bepalen. Wat zullen of kunnen de urgente vragen in de toekomst zijn, welke invalshoeken worden momenteel niet of te weinig in beschouwing genomen, welke 'witte vlekken' kunnen onderscheiden worden? Hiertoe worden veelal interviewrondes gehouden; soms laat de AWT derden (wetenschappers, consultants) enig voorbereidend werk doen, bijv. door over het onderwerp een essay(s) te laten vervaardigen. Het organiseren van werkconferenties kan ook onderdeel uitmaken van deze fase.

*Fase 2: het uitvoeren van de eigenlijke verkenning.*

Na bepaling van de invalshoek en breedte van een verkenningsonderwerp, komt het aan op een analyse van mogelijke toekomstige ontwikkelingen, de hiermee verbonden problemen en vraagstukken en uiteindelijk het benoemen van (prioritaire) kennisthema's die in de toekomst extra aandacht behoeven. De AWT stelt hiertoe in het algemeen een onafhankelijke verkenningcommissie in, die belast wordt met de uitvoering van de eigenlijke verkenning. Zo'n verkenningcommissie bestaat uit mensen met een zekere autoriteit en invloed rond het desbetreffende verkenningsonderwerp; zowel wetenschappers als ook personen uit de betreffende werkpraktijk. Als eindproduct levert een verkenningcommissie een rapport af; gebruikelijke doorlooptijd voor dit werk is een half jaar tot een jaar. Gedurende deze tijd worden meestal veel meer mensen geconsulteerd en bij de verkenning betrokken, dan alleen de leden van de verkenningcommissie zelf, bijv. door het organiseren van workshops, interviewrondes, *voting conferences* of het vervaardigen van korte studies over specifieke onderwerpen relevant voor de verkenning.

*Fase 3: de beleidsadvisering*

Nadat een verkenning is afgerond, neemt de AWT zelf weer het voortouw. Kern- vraag in deze laatste fase is welke consequenties van overheidswege verbonden zouden moeten worden aan de uitgevoerde verkenning. De positie van de AWT is immers in eerste en laatste instantie het adviseren van de overheid. De AWT-beleidsadvisering in het verlengde van een verkenning betreft primair zaken gerelateerd aan het te voeren wetenschapsbeleid: staat de relevante kennisinfrastructuur (inhoudelijk en qua organisatie/inrichting) goed opgesteld om de gesignaleerde ontwikkelingen goed op te pakken? Daarbij wordt veelal expliciet ingegaan op mechanismen die het oppakken van de benoemde nieuwe kennisthema's bemoeilijken en worden aanbevelingen gedaan om hierin verbetering aan te brengen. Gezien de onderwerpen van de verkenningen, beperkt de AWT-beleidsadvisering in het verlengde van verkenningen zich meestal niet tot het Ministerie van OCenW en de acties die vanuit dit ministerie ondernomen dienen te worden. Een voorbeeld: het advies in het verlengde van de verkenning over integraal waterbeheer is geadresseerd aan zowel de Minister van VROM, V&W, LNV als OCenW.

Tot slot: in al deze verschillende fasen streeft de AWT expliciet naar een brede betrokkenheid van relevante partijen en personen in het verkenningsproces.

Problemeigenaarschap (wie heeft een probleem en wie wil straks met de uitkomsten van de verkenning aan de slag?) en draagvlak voor de uitkomsten van de verkenning zijn cruciaal. Het verkenningsproces zelf is in deze zin welhaast van groter belang dan het uiteindelijk afgeleverde product of rapport.

*Véronique Timmerhuis is plaatsvervangend secretaris/directeur van de AWT tevens is zij, coördinator verkenningen.*

## **Websites**

|  |   |
|--|---|
| United Nations University Millennium project     | <a href="http://www.geocities.com/~acunu/">http://www.geocities.com/~acunu/</a>       |
| International Symposium on Forecasting           | <a href="http://www.isye.gatech.edu/isf2001/">http://www.isye.gatech.edu/isf2001/</a> |
| Plausible Futures                                | <a href="http://www.plausiblefutures.com/">http://www.plausiblefutures.com/</a>       |
| Hudson Institute                                 | <a href="http://www.hudson.org/">http://www.hudson.org/</a>                           |
| Sekretariat Zukunftsforschung                    | <a href="http://www.sfz.de/home/fs_home.htm">http://www.sfz.de/home/fs_home.htm</a>   |
| RAND Institute                                   | <a href="http://www.rand.org/">http://www.rand.org/</a>                               |
| World Future Society                             | <a href="http://www.wfs.org/">http://www.wfs.org/</a>                                 |
| Institute for the Future                         | <a href="http://www.iftf.org/">http://www.iftf.org/</a>                               |
| Coates & Jarrett Inc.                            | <a href="http://www.coatesandjarratt.com/">http://www.coatesandjarratt.com/</a>       |
| Institute of Prosp. Techn. Studies, Sevilla (EU) | <a href="http://www.jrc.es/welcome.html">http://www.jrc.es/welcome.html</a>           |
| Int. Association of TA and Forec. Institutions   | <a href="http://www.IATAFI.ORG/">http://www.IATAFI.ORG/</a>                           |
| International Association of Impact Assessment   | <a href="http://www.iaia.org/">http://www.iaia.org/</a>                               |

### Nederland

|   |   |
|---|---|
| Stichting Toekomstbeeld der Techniek            | <a href="http://www.stt.nl/">http://www.stt.nl/</a> |
| Advieraad Wetenschaps en Technologiebeleid      | <a href="http://www.awt.nl">http://www.awt.nl</a>   |
| Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid | <a href="http://www.wrr.nl/">http://www.wrr.nl/</a> |