

# Technologie-dynamica : een verkenning van de potenties voor technology assessment

**Citation for published version (APA):**

Schot, J. W. (1990). *Technologie-dynamica : een verkenning van de potenties voor technology assessment*. (NOTA werkdocumenten; Vol. 11). NOTA.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1990

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

**W11**

**TECHNOLOGIE-DYNAMICA: EEN  
VERKENNING VAN DE POTENTIES VOOR  
TECHNOLOGY ASSESSMENT**

**Drs. J.W. Schot  
Studiecentrum voor Technologie en Beleid – TNO  
Apeldoorn**

**Onderzoek in opdracht van de Nederlandse Organisatie voor Technologisch  
Aspectenonderzoek**

**september 1989**

## **INHOUDSOPGAVE**

	Pagina
<b>I INLEIDING: VRAAGSTELLING EN AANPAK</b>	<b>1</b>
<b>II DE VERWORVENHEDEN VAN HET TECHNOLOGIE-DYNAMICA-ONDERZOEK VOOR TA</b>	<b>3</b>
<b>III TECHNOLOGIE-DYNAMICA-ONDERZOEK VANUIT TA GEZIEN</b>	<b>27</b>
<b>IV DE WORKSHOP</b>	<b>30</b>
<b>V AANBEVELINGEN</b>	<b>32</b>
<b>NOTEN</b>	<b>33</b>
<b>BIJLAGE 1: PROGRAMMA VAN DE WORKSHOP</b>	<b>34</b>
<b>BIJLAGE 2: DEELNEMERSLIJST</b>	<b>35</b>

## DEEL I INLEIDING: VRAAGSTELLING EN AANPAK

De ontwikkeling van technologie is niet alleen een economisch proces. Maatschappelijke, ethische en sociale randvoorwaarden vormen ook criteria voor een succesvolle introductie en ontwikkeling van nieuwe technologieën, aldus het werkprogramma over 1988 van de Nederlandse Organisatie voor Technologisch Aspectenonderzoek (NOTA). Om meer zicht te krijgen op de factoren en actoren die de technologische ontwikkeling beïnvloeden werd STB-TNO in augustus 1988 de opdracht gegeven in kaart te brengen welke betekenis het technologie-dynamica-onderzoek zou kunnen hebben voor technology assessment. Technologie-dynamica-onderzoek is het meer fundamentele onderzoek naar de relatie tussen technologische en maatschappelijke (inclusief economische) ontwikkeling. Dit onderzoek vindt plaats binnen een groot aantal disciplines, waaronder de economie, sociologie, geschiedenis, antropologie en filosofie. Een belangrijk onderdeel van de opdracht vormde het organiseren van een workshop waarin de in Nederland bestaande expertise op de verschillende wetenschapsgebieden bij elkaar zou worden gebracht en met elkaar geconfronteerd. Het onderhavige rapport is het verslag van het onderzoek en van de workshop.

Ten behoeve van het schrijven van een discussie-nota en het organiseren van de workshop is een adviesgroep ingesteld waarin zitting hadden dr. J. Hagedoorn (MERIT, Maastricht), prof.dr. A. Rip ('De Boerderij' UT Twente en tevens NOTA-stuurgroep) en dr. M. Schwarz (De Balie, Amsterdam). De adviesgroep is driemaal bij elkaar geweest om opzet en inhoud van de discussie-nota te bespreken.

Het onderzoek heeft geresulteerd in een discussie-nota die op de workshop ter discussie is gesteld. In overleg met de opdrachtgever en de adviesgroep zijn bij het schrijven van de discussie-nota de volgende keuzen gemaakt:

- De discussie-nota zou zich aan de aanbodkant (in casu het technologie-dynamica-onderzoek) beperken tot inzichten vanuit de neo-Schumpeteriaanse economie, de recente techniek sociologie en de techniek geschiedenis. Andere inzichten vanuit bijvoorbeeld politicologie en filosofie bleven buiten beschouwing;
- De inzichten zouden niet in de volle breedte aan de orde worden gesteld. De focus zou worden gericht op de inzichten die van belang kunnen zijn voor technology assessment (vraagkant). Het accent in de discussie-nota moet liggen op het zichtbaar maken van de relevantie van het technologie-dynamica-onderzoek voor technology assessment. Daarbij zouden inzichten vanuit de verschillende disciplines waar mogelijk worden geïntegreerd. In de discussie-nota en op de workshop zou er geen 'grondslagen'debat tussen de verschillende disciplines gevoerd moeten worden.
- Technology Assessment (TA) werd daarbij ingeperkt tot:
  - TA als interventiestrategie (Constructieve TA);
  - TA als het voorspellen en monitoren van ontwikkeling.Het accent kwam te liggen op CTA. De centrale vraag voor de discussie-nota werd:

*Welke inzichten zijn binnen het technologie-dynamica-onderzoek ontwikkeld over de (on)mogelijkheden om te interveniëren in de technologische ontwikkeling met als doel maatschappelijke aspecten als milieu, veiligheid, privacy te integreren in die ontwikkeling.*

Verder werd besloten dat de te schrijven discussie-nota een issue-paper zou worden. Dat willen zeggen dat de onderzoeksresultaten zouden worden geclusterd rond een aantal centrale issues en dat per issue de vertaalslag naar (C)TA

zou worden gemaakt. Een gevolg hiervan is dat de discussie-nota het karakter heeft gekregen van een 'supermarkt' van ideeën.

Het inhoudelijke doel van de workshop was het toetsen van de inzichten zoals die in de discussie-nota waren beschreven. De centrale vraag was: zijn de beschreven inzichten relevant voor TA of zijn er aanvullingen nodig? De workshop was echter ook een doel op zich. Het organiseren van de workshop was een manier om de ideeënvorming en -uitwisseling tussen deskundigen op verschillende wetenschapsgebieden te stimuleren (voor de deelnemerslijst zie bijlage 1). Op deze manier werd er ook een bijdrage geleverd aan de versterking van de onderzoeksinfrastructuur in Nederland voor technologie-dynamica-onderzoek in relatie tot TA-studies. De deelnemers-selectie was er op gericht onderzoekers (aanbodkant) van de belangrijkste onderzoeksgroepen op het terrein en van de verschillende disciplines uit te nodigen. Om er voor zorg te dragen dat ook de 'TA-vraagkant' in voldoende mate aan bod zou komen, werden verder enkele deelnemers vanuit ministeries en het bedrijfsleven uitgenodigd. Uitgangspunt voor de discussie op de workshop was dat de deelnemers de discussie-nota vooraf hadden gelezen. Er werd aangenomen dat de deelnemers enigermate vertrouwd zijn met het technologie-dynamica-onderzoek. Ook hier was de deelnemers-selectie op gericht geweest. Dit had als voordeel dat er in de workshop in de diepte kon worden gegaan. Het nadeel was dat er in de discussie vaak gebruikt werd gemaakt van vakjargon. De discussie was als volgt gestructureerd (zie ook het programma in bijlage 1). Na een algemene inleiding op de discussie-nota en het doel van de workshop werd door drie onderzoekers (drs. P. van den Besselaar, drs. C. Disco en prof.dr. F. Prakke) een korte van te voren voorbereide reactie gegeven op de discussie-nota. Het doel van deze reacties was een eerste structurering van de discussie door het aandragen van discussiepunten. Daarna volgde een algemene discussie die voortduurde tot de lunch. In het begin van de middagsessie werd door de dagvoorzitter (prof.dr. A. Rip) een samenvatting gegeven van de ochtenddiscussie en werd gewezen op enkele nog niet behandelde punten uit de discussie-nota. Daarna volgde weer een discussie tot de theepauze. In het laatste middagdeel werd door de auteur van dit rapport geprobeerd de discussie over de relevantie van het technologie-dynamica-onderzoek voor TA vanuit een andere invalshoek een nieuwe impuls te geven. Doel hiervan was om tot prioritering van onderzoeklijnen te komen. In de discussie-nota stond de vraag centraal: welke resultaten van het technologie-dynamica-onderzoek leveren welke implicaties voor TA. In deze inleiding werd de omgekeerde weg bewandeld. De vraag was nu: welk technologie-dynamica-onderzoek dient vanuit TA gezien gestimuleerd te worden? Eén van de deelnemers aan de workshop (drs. R. van Tulder) was van tevoren gevraagd hetzelfde te doen.

De indeling van dit rapport is als volgt. In het tweede deel is de discussie-nota paper in ongewijzigde vorm opgenomen. In het derde deel is de inleiding te vinden over 'technologie-dynamica vanuit TA gezien' die de auteur heeft gegeven op de workshop. In het vierde deel worden kort de belangrijkste punten die op de workshop naar voren zijn gebracht samengevat. In het vijfde deel tot slot volgen enkele door de auteur geformuleerde aanbevelingen. Voor goed begrip van derde, vierde en vijfde deel is bekendheid met de inhoud van de discussie-nota noodzakelijk. Gezien bovenstaande opzet heeft dit rapport het karakter van een werkdocument. Het is een eerste systematische verkenning op een vrijwel onontgonnen terrein: het vertalen van technologie-dynamica-onderzoeksresultaten naar relevante inzichten voor TA. Een extra complicerende factor is de heterogeniteit van het onderzoeksveld. Tussen de verschillende in dit rapport besproken disciplines, bijvoorbeeld tussen de neo-Schumpeteriaanse economie en de techniek sociologie, vindt weinig onderlinge communicatie plaats. Tot slot wil de auteur de leden van de adviesgroep en de deelnemers aan de workshop bedanken voor hun bereidheid om met hem de resultaten van deze verkenning te bespreken. Hun inzet en enthousiasme zijn van groot belang geweest voor het eindresultaat.

## DEEL II DE VERWORVENHEDEN VAN HET TECHNOLOGIE-DYNAMICA-ONDERZOEK VOOR TA

Discussie-nota gemaakt ten behoeve van de workshop 'Technologie-dynamica-onderzoek: een verkenning van de potenties voor Technology Assessment', georganiseerd door STB-TNO in opdracht van de Nederlandse Organisatie voor Technologisch Aspectenonderzoek (NOTA), gehouden op 22 maart 1989 te Utrecht.

### Inhoudsopgave

	Pagina
Inleiding	3
Issue 1: Technische ontwikkeling als evolutie, co-evolutie of quasi-evolutie	5
Issue 2: Het belang van cognitieve structurering	9
Issue 3: Het belang van structurele situatie karakteristieken	11
Issue 4: Diffusie als innovatie	16
Issue 5: De locus van de technische ontwikkeling en de internationale technologiewedloop	20
Literatuur	22

### Inleiding

In de hoofdstroom van het economisch denken (neo-klassieke economie) wordt de techniek gezien als een exogene factor. Centraal staat de allocatie van "given resources within a context of fixed and freely available technologies". Op het moment dat een bepaalde techniek nodig is, kan die als het ware zo van de plank worden gehaald. Tegen deze visie verzetten zich een aantal economen. Zij willen de technische ontwikkeling een *endogeen* onderdeel maken van hun modellen. Dit betekent dat de interactie tussen technische en economische ontwikkeling in het model moet worden verdisconteerd. Daarbij wordt verder benadrukt dat het niet gaat om een mechanische stimulus-respons-interactie, maar om "continuous flux and interaction" en "dynamic adjustment" (Clark en Juma, 1987, 88 en Dosi et. al., 1988, 4). In het model moet ruimte zijn voor continue verandering en wederzijdse aanpassing van economie en techniek. Als er in het vervolg van deze discussie-nota wordt gesproken over de economische benadering, wordt deze specifieke groep van economen bedoeld. Zij duiden zichzelf wel aan als neo-Schumpeterianen of heterodoxe economen (voor een recent overzicht zie Dosi et al., 1988).

Binnen de techniekgeschiedenis en -sociologie zijn ook pogingen ondernomen om de techniek en de context waarin ze zich ontwikkelt te endogeniseren, al wordt deze term daar niet gebruikt. De discussie wordt gevoerd in termen van internalistische versus externalistische benaderingen <sup>1)</sup> of inhoud van de techniek versus context. Een voor de hand liggende oplossing voor de discussie was om beide benaderingen tot elkaars complement te verklaren: interne en externe factoren moeten in wisselwerking met elkaar worden bestudeerd. In de praktijk van het onderzoek werd meestal het accent gelegd op de interne ontwikkeling van de inhoud van de techniek of op de invloed die de techniek op zijn omgeving had (zie Staudenmaier, 1985). Tot een integratie kwam het nauwelijks. Het technologie-dynamica-onderzoek vanuit de sociologie en ge-

schiedenis dat we hier centraal willen stellen, neemt juist die integratie als uitgangspunt. Deze benaderingen willen geen a-priori onderscheid maken tussen inhoud en context. Hun nauwe verwevenheid wordt wel aangeduid met de metafoer *seamless web*. Vanuit de techniekgeschiedenis zal vooral geput worden uit de zogenaamde systeembenadering die het meest verbonden is met het werk van Hughes (1983 en 1987, maar voor de bredere inbedding van het werk van Hughes in de techniekgeschiedenis zie ook Staudenmaier, 1985). Binnen de technieksociologie zal aandacht worden geschonken aan het sociaal-constructivisme (zie Pinch & Bijker, 1987) en de actornetwerkbenadering (zie Callon, Law en Rip, 1986 en Latour, 1986).<sup>2)</sup> Anders geformuleerd: de genoemde zich ontwikkelende onderzoekstradities hebben de 'black box' van de techniek geopend om te zien wat zich daarbinnen afspeelt. Binnen beide tradities zet men zich ook af tegen het technologisch determinisme, tegen de voorstelling van een techniek die zich ontwikkelt volgens een eigen innerlijke logica, onafhankelijk van maatschappelijke en economische krachten. Positief heeft David Noble dit centrale uitgangspunt als volgt onder woorden gebracht (1983, 84):

*"Kortom, technologische ontwikkeling is geen onafhankelijke kracht die van buitenaf (mijn onderstreping, JS), volgens een eigen innerlijke logica, op de maatschappij inwerkt; ze is veeleer zelf een maatschappelijke activiteit, en het kan niet anders of in haar weerspiegelt zich haar specifieke omgeving: de tijd, de plaats, de dromen en doelstellingen, de menselijke verhoudingen".*

Het is niet mijn bedoeling dit onderzoek in de volle breedte te bespreken. De invalshoek in dit paper is: wat levert het technologie-dynamica-onderzoek (als samenvattende term voor alle bovengenoemde benaderingen) voor aanknopingspunten op voor TA. Die aangrijpingspunten voor TA zullen worden geformuleerd in de vorm van issues. Dit betekent dat ik alleen die inzichten uit het technologie-dynamica-onderzoek bespreek die ik het meest revelant vind voor de te bespreken issues en daarmee voor TA. Daarnaast wil ik waar nuttig en nodig ook enkele andere inzichten, die in strikte zin niet vallen onder het technologie-dynamica-onderzoek naar voren brengen.

Traditioneel richt TA zich op het verkrijgen van inzicht in effecten van bestaande technologieën op de samenleving. TA heeft dan vooral een 'early warning' functie. Door het vroegtijdig onderkennen van effecten kunnen er maatregelen genomen worden om negatieve consequenties te voorkomen. In dit soort onderzoek fungeert de techniek als gegeven. TA heeft zich echter steeds meer ontwikkeld in de richting van beïnvloeding van de technische ontwikkeling zelf. De veronderstelling daarbij is dat het mogelijk is om invloed uit te oefenen op de aard en richting van de technische ontwikkeling. Het genoemde technologie-dynamica-onderzoek heeft deze veronderstelling onderbouwd. (Voor de ontwikkeling van TA zie Leyten en Smits, 1987, Daey Ouwens e.a., 1987 hoofdstuk 2 en Smits en Rip, 1988.)

Het doel van deze notitie is:

*Het identificeren van een aantal verworvenheden van het technologie-dynamica-onderzoek op basis waarvan inzicht ontstaat in specifieke beïnvloedingsmogelijkheden. Om die verworvenheden te identificeren zal het soms nodig zijn om de verschillende benaderingen met elkaar te contrasteren.*

De bespreking van de verworvenheden wordt gestructureerd rond vijf issues (clusters van vragen), waarbij steeds een argumentatie vanuit het technologie-dynamica-onderzoek zal worden gegeven, gevolgd door de implicaties voor TA.

Tot slot nog drie opmerkingen:

- In deze notitie wordt steeds gesproken over techniek als vertaling voor het Engelse woord 'technology'. Technologie staat in het Nederlands voor leer of kunde van technische vaardigheden en producten.

- De besproken inzichten zijn soms niet weergegeven zoals ze oorspronkelijk door de auteurs zijn verwoord. Dit is gedaan om de relevantie van inzichten voor de te bespreken issues scherper te kunnen formuleren.
- Als in de discussie-nota formuleringen voorkomen als 'vanuit TA gezien', worden actoren (groepen en organisaties) bedoeld die niet zelf in de (betrokken) technologie-ontwikkeling investeren, maar alleen bepaalde effecten willen versterken of vermijden (zie hiervoor Rip, Van den Belt en Schwarz, 1987, 15).

### **Issue 1: technische ontwikkeling als evolutie, co-evolutie of quasi-evolutie**

*De technische ontwikkeling kan worden geconceptualiseerd met de bouwstenen variatie en selectie. De vraag is dan: welke relatie bestaat er tussen beide bouwstenen? Is er sprake van evolutie, waarbij variatie en selectie onafhankelijke processen zijn, van co-evolutie, waarbij iedere variatie zijn eigen selectie genereert, of van quasi-evolutie, waarbij de mate van afhankelijkheid tussen beide bouwstenen afhankelijk is van de technische ontwikkeling zelf?*

#### **Argumentatie**

De benadering van de (neo-Schumpeteriaanse) economen is evolutionair. Dat wil zeggen dat er sprake is van variatie en selectie. Technische ontwikkeling is een zoekproces dat wordt gekenmerkt door 'trial and error', en onzekerheid. Verschillende opties worden ontwikkeld (variatie). De selectie tussen deze opties gebeurt op twee manieren: ex-ante en ex-post. Ex-post-selectie betekent dat de gegenereerde variaties (opties) worden blootgesteld aan de selectiedruk van een markt. Daarbij speelt het darwiniaanse principe van 'survival of the fittest' een grote rol. De variatie is stochastisch (ofwel blind). Dat wil zeggen dat de generatie onafhankelijk plaats vindt van de selectie.<sup>3)</sup> Daarnaast bestaat er een ex-ante-selectiedruk. Dat betekent dat er invloed wordt uitgeoefend op de generatie van variaties (Lamarckiaanse variant). Deze vorm van selectie vindt plaats doordat ondernemingen *anticiperen* op eventuele latere selectie door de markt. In plaats van het begrip markt is het begrip selectie-omgeving te gebruiken. Dit laatste begrip omvat niet alleen het neo-klassieke marktconcept (structuur en omvang van vraag en aanbod, prijzen) maar ook allerlei institutionele (regelgeving, verhouding tussen werkgevers en werknemers, politieke structuur) en geografische factoren (Nelson en Winter, 1977 en 1982 en Dosi, 1982, 1984 en 1988). Anticipatie vindt echter niet alleen plaats op basis van marktsignalen, maar ook op basis van verwachtingen over kansrijke zoekrichtingen (op dit moment bijvoorbeeld supergeleiding). Men gaat door met een bepaald onderzoeksprogramma op basis van beloftes van succes in de toekomst (Van den Belt en Rip, 1984, 40).

Binnen met name de actornetwerk- en systeembenadering wordt ontkend dat er sprake kan zijn van onafhankelijke selectie. Men benadrukt dat de inhoud van de technische ontwikkeling tegelijk met de context wordt vorm gegeven. Elke variatie bevat een script of scenario (Akrich, 1987) waarin naast technische aspecten ook omgevingsaspecten zijn opgenomen. Callon (1986) heeft bijvoorbeeld laten zien hoe ingenieurs van de EDF (Electricité de France) in het begin van de jaren zeventig tegelijkertijd met het ontwerpen van een elektrische auto ook de hele omgeving waarin zo'n auto zou moeten functioneren ontwierpen. Zo moesten bijvoorbeeld de overheidsregelgeving, de onderzoeksprogramma's en de productie van autofabrikanten worden veranderd. Dit betekent dat ingenieurs zich niet alleen met techniek (accu's, brandstofcellen etc.) maar ook met allerlei economische (kosten, financiering) en politieke aspecten bezighouden, elementen die binnen de economische benadering de selectie-omgeving wordt genoemd. Actoren die techniek ontwikkelen worden binnen de actornetwerkbenadering aangeduid als 'heterogeneous engineers' (Law, 1987). Ze moeten niet alleen de technische kant van hun ontwerp realiseren, maar ook de 'sociale' kant ervan. Ze moeten dus een heel scala van *heterogene* elemen-



ten op hun plaats moeten zien te krijgen om hun ontwerp te kunnen realiseren. Anders geformuleerd: er is geen sprake van onafhankelijk variatie en selectie, de bouwstenen van het evolutionaire model, maar van co-evolutie van zowel techniek als selectie-omgeving.

Dit levert een belangrijke aanvulling op voor het economische model, waarin weinig aandacht is voor de invloed vanuit het variatieproces op de selectie-omgeving. Sociologische en historische studies laten zien hoe het succes van variaties de selectie-omgeving verandert. Dit komt omdat het script van de variaties naast technische ook de relevante omgevingsvariabelen omvat. De actornetwerkbenadering slaat echter door in de andere richting en neigt ertoe iedere onafhankelijkheid van de selectie-omgeving te ontkennen.<sup>4)</sup> Bepaalde omgevingsfactoren oefenen wel degelijk invloed uit op de inhoud van scripts die worden ontwikkeld en op de realisatie van die scripts, zonder dat ze zelf worden veranderd. Dit geldt zeker voor de korte termijn. Ik wil het betoog hier echter concentreren op twee andere manieren waarop variatie en selectie met elkaar samenhangen. In de eerste plaats anticiperen actoren (ondernemingen) op de latere selectie vanuit de selectie-omgeving. In die zin zijn variatie en selectie in de korte-termijn-analyse dus niet onafhankelijk van elkaar. In de tweede plaats worden er nexussen of verbindingen gecreëerd waarin het variatie- en selectieproces wordt samengebracht. Die verbindingen worden onderhouden door bepaalde actoren of instituties die verantwoordelijk zijn voor het vertalen van bepaalde omgevingseisen in criteria en specificaties die gebruikt worden bij de techniek-ontwikkeling. Voorbeelden hiervan zijn de milieu- of marketingafdelingen binnen bedrijven<sup>5)</sup> en testlaboratoria (Van den Belt en Rip, 1984 en 1987). Tevens proberen actoren een ruimte (een niche) te creëren om variatie (en verwachtingen daarover) te beschermen tegen een al te snelle en harde selectie. Rip (1988b) duidt dit verschijnsel aan met het begrip 'strategisch niche management'. Deze ruimte kan gefaseerd worden afgebouwd. Binnen een onderneming gebeurt dit door een gefaseerde ontwikkeling van onderzoek via testen, opschaling van testen, proefproductie en productie. Er kan dan ook beter niet worden gesproken van evolutie of co-evolutie, maar van quasi-evolutie. Variatie en selectie zijn geen onafhankelijk processen. In de variatie wordt geanticipeerd op de selectie en tussen variatie en selectie bestaan verbindingenlijnen.

### **Implicaties voor TA**

Het (quasi)-evolutionaire model levert vanuit TA gezien drie wegen op om de technische ontwikkeling te beïnvloeden:

- zelf (laten) ontwikkelen van alternatieve variaties;
- proberen veranderen van de selectie-omgeving;
- beïnvloeden van de variatiegeneratie door ondernemingen en andere actoren die techniek ontwikkelen. De beïnvloeding richt zich vooral op de verbindingen tussen variatie en selectie.

Deze drie worden achtereenvolgens besproken:

#### **1) Zelf ontwikkelen van variaties.**

Actoren die niet zelf techniek ontwikkelen, kunnen proberen vanuit eigen doelstellingen variaties te laten ontwikkelen. Variaties met een eigen 'script' (ofwel alternatieve technologie) dat niet past in de bestaande selectie-omgeving. Er moet dus niet alleen een techniek, maar ook een omgeving voor die techniek worden ontwikkeld. Dat vereist een krachtsinspanning die het vermogen van actoren die niet zelf als techniekontwikkelaar opereren al snel te boven gaat. Uit empirisch onderzoek blijkt ook dat het bij het ontwikkelen van alternatieve techniek gemakkelijk fout gaat bij de commercialisatie en verdere verspreiding. Zo werd in Zweden door vakbonden en onderzoekers gezamenlijk een alternatieve techniek ontwikkeld voor de grafische industrie, waarbij de mens-machine-interface anders werd vorm gegeven dan gebruikelijk. Door deze alternatieve techniek werd de kwaliteit van de arbeid

èn van het eindprodukt verbeterd. De techniek voldeed echter niet aan de eisen die op de (wereld)markt werden gesteld (andere prijs-kwaliteit-verhouding). Hierdoor bleef de techniek steken in de experimentele fase (Leydesdorff en Van den Besselaar, 1987, 152-153). Een ander voorbeeld is de ontwikkeling van kolenvergassing als energie-opwekking. Deze techniek is tot nu toe niet voldoende gecommmercialiseerd, alhoewel dat vanuit milieu- en produktiviteitsoogpunt wel gewenst is. De oorzaak hiervan is dat de actoren die deze techniek promoten vooralsnog niet in staat zijn om de bestaande selectie-omgeving te veranderen (Becht e.a. 1987). Het realiseren van alternatieve variaties is dan ook voor een actor, die niet zelf belangrijke producent is van techniek, een moeizame weg.

2) Veranderen van de selectie-omgeving.

Deze manier van beïnvloeding komt overeen met wat binnen de economische benadering ex-post-selectie wordt genoemd. Door eisen te stellen aan variaties die op de markt komen, kan worden beïnvloed welke variaties de selectie overleven. Deze methode wordt in het milieubeleid toegepast. Via regelgeving wordt geprobeerd specifieke variaties (in stoffen en technologieën) uit te bannen of minder aantrekkelijk te maken. In de praktijk blijkt dit echter vooral te leiden tot 'schoonmaaktechnologie': door iets (filter, stuk schoorsteen etc.) toe te voegen aan de bestaande techniek kan worden voldaan aan de regelgeving. Ondernemingen proberen dus met minimale aanpassingen te voldoen aan de regels, zodat de voortgang van de technische ontwikkeling niet in gevaar wordt gebracht. Het technologie-forcerende karakter van de regeling is klein. Dit heeft te maken met de aard van de regelgeving die alleen is gericht op het gewenste effect (minder milieubelasting) en niet is aangepast aan de manier waarop de generatie van variaties binnen bedrijven plaats vindt (OECD, 1985 en Schot, 1988b). Om deze reden is het beter om bij de vormgeving van de selectie-omgeving in te spelen op de manier waarop binnen ondernemingen aan de technische ontwikkeling vorm wordt gegeven. Voor het bedrijfsleven zijn bijvoorbeeld factoren als zekerheid en lange-termijn-afspraken van groot belang om milieuregelgeving in hun technologieplanning te kunnen meenemen. Concreet betekent dit voor milieuregelgeving dat er hoge normen voor een langere periode moeten worden vastgesteld waaraan met de bestaande (schoonmaak)technologie niet kan worden voldoen. Dit heeft tot gevolg dat ondernemingen gedwongen worden nieuwe oplossingen te zoeken. De overheid moet echter wel rekening houden met de grote onzekerheid die hiermee samenhangt. Dit kan door de onderneming een zekere (gefaseerde) tijd te geven om de gewenste techniek te ontwikkelen. Tegelijkertijd moet de overheid aangeven dat als het na serieuze pogingen niet mocht lukken, ondernemingen niet gestraft zullen worden voor het niet voldoen aan de normen. Uit de literatuur blijkt dat als aan deze voorwaarden wordt voldaan, de ontwikkeling van schone technieken kan worden gestimuleerd (zie White, 1982 voor een voorbeeld van een mislukte poging en Ashford, Ayers en Stone, 1985 voor voorbeelden van successen). Het veranderen van de selectie-omgeving als strategie is dus vooral succesvol als wordt geprobeerd de selectie-omgeving (bijvoorbeeld regelgeving) zo te ontwerpen dat de onderneming daarop kan anticiperen.

3) Beïnvloeding van de variatiegeneratie binnen de ondernemingen.

Voor deze manier van beïnvloeding bieden vooral de nexussen tussen variatie en selectie goede aanknopingspunten. Nexussen brengen variatie en selectie bij elkaar. Er zullen drie voorbeelden van nexussen worden besproken (zie ook Schot, 1989 voor andere voorbeelden):

- Marketingafdelingen en andere voor publieke (of geloofwaardigheids) druk gevoelige afdelingen;
- Milieuafdelingen;
- Samenwerkingsovereenkomsten.

Marketingafdelingen van bedrijven hebben als taak om de vertaalslag te leveren van de eisen vanuit de selectie-omgeving naar technische opties. Marketingafdelingen zijn daarom gevoelig voor signalen uit de markt en voor publieksdruk. Volvo heeft bijvoorbeeld de vrij diffuse druk vanuit het publiek voor veiligheid omgezet in een specifiek ontwerp (en verkoopstrategie) voor auto's waarin veiligheid een grote rol speelt. Dit heeft een geloofwaardigheidsdruk vanuit publiek op andere autofabrikanten gelegd om meer aandacht te schenken aan veiligheid (Rip, 1986). Voor de chemische industrie geldt meer in het algemeen dat de geloofwaardigheid in toenemende mate als problematisch wordt ervaren (zie bijvoorbeeld de toenemende aandacht voor milieu en veiligheid in de jaarverslagen van zowel individuele bedrijven als de gehele bedrijfstak). Het is de ondernemingen er veel aan gelegen om niet als milieucrimineel bekend te raken (Rip, 1986). Op dit punt zou de overheid meer kunnen inspelen door de nog vrij diffuse druk vanuit het publiek op het bedrijfsleven beter te kanaliseren, bijvoorbeeld door verplichtingen te creëren voor risico-communicatie, zoals nu al het geval is voor een beperkt aantal bedrijven in het kader van de post-Seveso-richtlijn van de EEG. Hierdoor zal de druk op de ondernemingen om schoner en veiliger te produceren toenemen (Baram, 1988, 11).

Een tweede nexus vormen de milieu-afdelingen binnen bedrijven. Dit is vooral een voorbeeld dat laat zien dat het overheidsbeleid het ontstaan van vanuit TA gezien wenselijke nexussen kan frustreren. Tot nu toe houden milieufunctionarissen binnen ondernemingen zich nauwelijks bezig met de R&D-strategie. Ze zijn vooral gericht op de bewaking van de naleving van interne en externe regels, de training en instructie van het personeel en de registratie van emissies. Vanuit ondernemingsgezichtspunt is hun belangrijkste taak ervoor te zorgen dat de onderneming de benodigde vergunningen krijgt. Er zijn op dit punt echter veranderingen op gang gekomen. De milieuafdeling wordt steeds meer betrokken bij R&D-strategie van de onderneming. Het milieubeleid van de overheid neemt traditioneel de vorm aan van een vergunningenstelsel. In feite is de functie van milieufunctionaris binnen de ondernemingen gecreëerd om deze vergunningen aan te vragen. Op dit moment wil de overheid meer nadruk gaan leggen op zelfregulering door het bedrijfsleven. Milieufunctionarissen en -diensten moeten hierbij een cruciale rol vervullen. De overheid wil daarom het bestaan van zulke diensten voorschrijven en heeft daartoe criteria ontwikkeld. Het probleem van dergelijke maatregelen is echter dat niet is onderzocht wat de uitwerking hiervan is op de positie van de milieuafdeling als potentiële nexus tussen variatie en selectie. Er bestaat een grote kans dat de milieudiensten zich weer zullen richten op het overheidsmodel, waardoor de positie van de milieudiensten richting R&D-strategie niet goed uit de verf zal komen (Schot, 1989).

Een derde nexus tot slot zijn de samenwerkingsovereenkomsten tussen ondernemingen. Er is een trend in de richting van meer uitbesteding van werk door grote uitbesteders aan minder toeleveranciers. Met dit kleiner aantal toeleveranciers wordt dan intensiever samengewerkt. Dit betekent onder meer dat de leveranciers aan allerlei kwaliteitseisen (waar veiligheid een onderdeel van uitmaakt) moeten voldoen. Uitbesteders gaan soms zo ver dat ze de hele ingangscntrole op kwaliteit afschaffen (Hagedoorn en Schot, 1988). Dergelijke samenwerkingsovereenkomsten zouden als een soort nexus kunnen worden beschouwd tussen de selectie (grote bedrijven) en variatie (produkten en processen van toeleveranciers). Door die overeenkomsten wordt immers de druk groter op toeleveranciers om te voldoen aan bepaalde kwaliteitseisen. Dit geldt overigens ook voor toeleveranciers die nog niet zijn opgenomen in een samenwerkingsverband. Zij zullen er naar streven om deze positie wel te bereiken. Een voorwaarde hiervoor is het verbeteren van hun kwaliteit. Dit verschijnsel is vanuit veiligheids- en milieuoogpunt erg belangrijk, omdat problemen op dit punt vaak liggen bij middelgrote en kleine ondernemingen die moeilijk zijn te bereiken voor de overheid. Via samenwerking tussen grote en kleinere ondernemingen zou hetgeen de

overheid op het gebied van veiligheid en milieu bij grote ondernemingen bereikt, sneller doorstromen naar de kleinere ondernemingen.

Naast de nexussen biedt het verschijnsel 'strategisch niche-management' mogelijkheden om de variatiegeneratie binnen ondernemingen te beïnvloeden. Strategisch niche-management slaat op de pogingen die ondernemingen ondernemen om hun variaties te beschermen tegen een al te snelle selectie. Voor TA is belangrijk dat in dergelijk strategisch niche-management ook andere criteria dan de markt-economische aan de orde komen. Een voorbeeld van de manier waarop de overheid gebruik kan maken van dit verschijnsel is al onder punt 2 behandeld. Daar werd aangegeven hoe milieuregelgeving kan worden aangepast aan de variatiegeneratie binnen ondernemingen. In feite neemt de overheid hier de selectiedruk tijdelijk weg, om ze daarna gefaseerd op te voeren. Hierdoor worden drempels voor de ontwikkeling van schone techniek weggenomen. TA zou erop gericht kunnen worden om de ruimtes die worden gecreëerd door strategisch niche-management binnen ondernemingen meer zichtbaar te maken (dan blijkt wellicht dat bredere criteria wel degelijk een rol spelen) en te moduleren (vergroten of verkleinen). Verder zouden de verschillende techniek-stimuleringsregelingen opgevat kunnen worden als het creëren van ruimtes. Nagegaan zou kunnen worden welke mogelijkheden die regelingen bieden om TA-aspecten te koppelen aan techniek-stimulering. Zie voor zo'n voorstel het CTA (Constructief Technology Assessment) rapport waarin wordt geadviseerd om 1% van het voor technologie-stimuleringsprogramma's beschikbare budget te oormerken voor TA (1987, 11).

## **Issue 2: het belang van cognitieve structurering**

*Zoekprocessen waarin variaties worden gegenereerd worden gestuurd door verwachtingen over en beloften van succes. De vragen die daarbij gesteld kunnen worden zijn: hoe ontstaan die verwachtingen: 'at random' of via voor-structurering en hoe kunnen verwachtingen veranderen?*

### **Argumentatie**

In de economische literatuur wordt gesteld dat niet elke denkbeeldige variatie zal worden ontwikkeld. De inperking van het aantal variaties dat wordt uitgeprobeerd vindt plaats vanuit wat Dosi het technologisch paradigma<sup>6)</sup> noemt. Dit begrip wordt gedefinieerd als een stel regels of heuristieken die aangeven wat de relevante problemen en oplossingsrichtingen zijn.<sup>7)</sup> Nelson en Winter, waarop Dosi zich ondermeer baseert, gebruiken het begrip technisch regime en definiëren dat als 'technicians' beliefs about what is feasible or at least worth attempting'. Dosi spreekt ook over 'perceptions' (1982, 152) en 'beliefs' (1988, 1128). Hierin komt tot uiting dat het zowel bij het paradigma- als bij het regime-begrip gaat om een *cognitieve* structurering die tot een oriëntatie voor het handelen leidt. Technologie wordt dan ook gedefinieerd als een 'body of knowledge'. Het effect van het paradigma is dat het onderzoeksproces in een bepaalde richting wordt gestuurd en blind is voor richtingen die daarin niet passen. Omdat het zoekproces door het paradigma in bepaalde richtingen wordt gestuurd, ontstaat er een traject. Dat wil zeggen technische vooruitgang langs het pad uitgestippeld door het paradigma. Als de verwachtingen worden ingelost en/of de ontwikkeling langs het traject leidt tot succesvolle commercialisatie, stabiliseert het paradigma zich. Succesvolle commercialisatie is evenwel geen noodzakelijke voorwaarde voor stabilisatie van een paradigma. Ook verwachtingen en 'early promises' kunnen zich stabiliseren. Voorbeelden van paradigma's of ontwikkelingslijnen die stabiliseren zonder dat ze (nog) succesvol zijn op de markt zijn supergeleiding, onderdelen van de biotechnologie. Een interessant voorbeeld is ook de ontwikkeling van de Stirlingmotor bij Philips, waaraan lange tijd kon worden verder gewerkt terwijl commerciële realisatie uitbleef (Rip, 1988).

In het sociaal-constructivisme wordt het begrip technisch zoekraam gebruikt dat sterke verwantschap vertoont met het neo-Schumpeteriaanse paradigma-begrip. 'Technisch zoekraam' wordt gedefinieerd als 'the concepts and techniques employed by a community in its problem solving ... (it is) a combination of current theories, tacit knowledge, engineering practice, specialized testing procedures, goals and handling and using practice' (Bijker, 1987, 168). Er is echter een belangrijk verschil met het paradigma-begrip. Het zoekraam beperkt niet alleen het denken van technici en ingenieurs, maar ook van andere groepen die bij de technische ontwikkeling zijn betrokken, zoals managers, overheidsfunctionarissen en consumenten. 'Thus a technological frame should be understood as a frame with respect to technology, rather than as a technologist's frame' (Bijker 1987, 172). Die andere groepen kunnen dus delen in hetzelfde zoekraam en daarvan gebruik maken bij het doorzetten van hun beleidsdoelstellingen. Dit leidt tot een andere observatie, namelijk dat paradigma's en zoekramen een soort dubbelkarakter bezitten. Wat hiermee wordt bedoeld wordt kan verduidelijkt worden door beide begrippen te vervangen door het begrip 'spelregels' (zie hiervoor Rip, 1987 en 1988, Schot, 1988 en 1989). In een spel reageren spelers (actoren) op elkaars zetten. De manier waarop de spelers zullen reageren volgt een bepaald patroon omdat ze zijn gebonden aan spelregels. Spelers kunnen deze spelregels negeren, maar dat heeft dan wel consequenties voor hun positie in het spel. Ze zullen minder serieus worden genomen en als niet betrouwbaar worden gezien. Spelers gebruiken echter niet alleen de spelregels omdat ze zich eraan gebonden voelen, maar ook omdat deze een belangrijke hulpbron ('resource') vormen om het spel te winnen. Wanneer spelregels niet meer bevallen of een bepaalde speler in een nadelige positie plaatsen, kunnen spelers de spelregels ook proberen te veranderen. De spelregels vormen dan de inzet van het spel. De dubbelheid van de spelregels ligt daarin dat ze enerzijds worden gevormd tijdens de interactie tussen spelers en anderzijds druk uitoefenen op het gedrag van de spelers.

#### **Implicatie voor TA**

- 1) Voor TA is het belangrijk om het cognitieve aspect van de technische ontwikkeling serieus te nemen. Technische ontwikkeling verloopt immers via het volgen en verder articuleren van cognitieve schema's (of spelregels). De actie van de spelers wordt niet alleen bepaald door hun belangen, maar ook door hun gebondenheid aan spelregels (Rip 1988 en Schot, 1988a). Dit betekent dat geprobeerd kan worden om de binding aan vanuit TA-oogpunt gewenste spelregels te vergroten en de verdere articulatie van deze spelregels te bevorderen. Voor ongewenste spelregels geldt het omgekeerde. Gebondenheid en articulatie ontstaan door interactie. De ontwikkeling van spelregels is afhankelijk van verschillende actoren. Dit legt enerzijds een grote beperking op in de sfeer van directe reguleringsmogelijkheden (zie punt 3), maar biedt anderzijds mogelijkheden om invloed uit te oefenen via andere actoren. Zo geldt voor de overheid dat zij bijvoorbeeld milieucriteria als het ware over de rug van andere partijen een bedrijf binnen kan brengen. Een goed voorbeeld van zo'n derde partij zijn de verzekeringsmaatschappijen. De overheid zou kunnen inspelen op de trend binnen de verzekeringswereld van verzekering van het restrisico naar service-verlenend bedrijf. Service verlenen impliceert dat verzekeraars zich meer gaan bemoeien met de preventie van ongelukken. Ze gaan bijvoorbeeld eisen stellen aan de manier waarop de veiligheidszorg is georganiseerd (Rip, 1988 en Schot, 1989). Door de aansprakelijkheid ten aanzien van veiligheid en milieurisico's strikter te maken, kan de overheid de spelpositie van de verzekeraars versterken en op deze manier de door haar gewenste institutionalisering van de milieuzorg binnen ondernemingen bevorderen.
- 2) Vanuit TA-oogpunt kan een te grote binding aan bepaalde spelregels ongewenst zijn. Hierdoor ontstaat een ongevoeligheid voor alternatieve mogelijkheden en negatieve signalen (early warning). Aan de andere kant is gebondenheid noodzakelijk om de spelregels verder te ontwikkelen en invloed te kunnen uitoefenen op het verloop ervan. Binnen het bedrijfsleven

wordt dit dilemma opgelost door verschillende spelers aan te wijzen voor de twee taken, het verder ontwikkelen van het spel (techniek) en de early warning. De kwaliteitsafdelingen binnen het bedrijfsleven hebben bijvoorbeeld zo'n early-warning-functie. Het probleem dat door de scheiding wordt gecreëerd is dat kwaliteitsdiensten als ze fouten constateren, niet rechtstreeks in het proces kunnen interveniëren. Daarvoor zijn ze afhankelijk van de andere spelers, die bereid moeten zijn om de spelregels te veranderen. De conclusie is: vanuit TA als beïnvloedingsstrategie zal een zekere gebondenheid aan spelregels noodzakelijk zijn, terwijl vanuit TA als early warning en ontwikkelaar van nieuwe mogelijkheden dit minder gewenst is.

- 3) Er is geen directe beïnvloeding mogelijk van de cognitieve schema's of spelregels. Zij vormen de output van het spel. Implicatie is dat het goed is om het proces te kennen en niet enkel in termen van het verbeteren van de eigen instrumenten te denken. Instrumenten vormen aanbiedingen in het interactieproces, de uitwerking ervan wordt bepaald door het *verloop* van het proces. Interactieprocessen zijn dus niet te sturen, ze vertonen een eigen logica. Dit is ook de reden waarom onzekerheid zo'n grote rol speelt in technische zoekprocessen. De uitkomst van elke actie is in principe onvoorspelbaar, omdat ze afhangt van acties van andere actoren. Er is geen informatie over 'future states of the world whose occurrence is, to different degrees the unintentional result of present decisions taken by heterogeneous agents characterized by different competences, beliefs, and expectations' (Dosi et al., 1988, 18). [Deze vorm van onzekerheid wordt door Dosi 'strong uncertainty' genoemd (Dosi, 1988, 1134).] Het verloop van het proces staat echter niet los van de strategieën van de betrokken actoren. Meer spelinzicht zal een actor in staat stellen het spel beter te spelen door meer rekening te houden met gedrag van andere actoren en de speldynamiek. Het belang hiervan kan geïllustreerd worden met de manier waarop de Nederlandse overheid op dit moment de zelfregelgeving door het bedrijfsleven op het terrein van milieu wil stimuleren. De overheid wil aan vergunningverlening voorschriften gaan koppelen over de organisatie van milieuzorg. Dit zou echter de op gang komende speldynamiek binnen het bedrijfsleven kunnen frusteren. De taken van milieufunctionarissen evolueren langzaam in de richting van beïnvloeding van de R&D-strategiebepaling. Overheidsregelgeving zou ertoe kunnen leiden dat de taakstelling van deze functionarissen helemaal bepaald wordt door deze regelgeving in plaats van door de interne dynamiek (Schot, 1988a). De overheid zou de taak op zich kunnen nemen om het gehele spelverloop te bewaken en om gewenste interactie te bevorderen (te vergelijken met het bewaken van openbare orde). Door interactie stabiliseren spelregels en worden ze verder gearticuleerd. De overheid zou dus een regulatief perspectief kunnen kiezen. In een recent OECD document (1988, 22) wordt die rol omschreven als die van 'social creative regulator of technical change'. Bij regulering gaat het niet om het beperken van handelingsmogelijkheden van actoren. Regulering kan worden gedefinieerd als (overgenomen uit Jacobs, 1988, 25 met kleine aanpassing): het voortdurende (her)orderingsproces dat tijdens de technische ontwikkeling plaatsvindt als resultaat van het geheel van (niet-)handelingen, die voortkomen uit de strategieën van actoren (ondernemingen, overheden etc.). Reguleren wordt hier dus vooral gebruikt in de zin van ordenen, doen werken en niet in de zin van regelgeven.

### **Issue 3: het belang van structurele situatietekarakteristieken**

*Het verloop en de uitkomsten van variatie- en selectieprocessen worden niet alleen bepaald door het volgen van cognitieve schema's, maar ook door de karakteristieken van de situatie waarin die processen plaats vinden. De vraag is: door welke situatietekarakteristieken (factoren) laten actoren, waaronder ondernemingen, zich leiden bij hun strategiebepaling?*

## Argumentatie

De strategiebepaling van ondernemingen, de daaraan gekoppelde aard van technische ontwikkeling (R&D-intensief of meer 'informele', incrementele ontwerpverbeteringen) en de innovatiegeneigdheid verschillen sterk per sector. Er zijn binnen de (neo-Schumpeteriaanse) economische benadering verschillende pogingen ondernomen om deze verschillen te verklaren en patronen aan te brengen. De volgende variabelen worden naar voren geschoven (voor een overzicht zie Dosi, 1988 en ook Teece 1986):

- *Technische mogelijkheden.* Deze zijn gebaseerd op de rijpheid van het paradigma (1), karakteristieken van het paradigma (2) en de mogelijkheden die er zijn om innovaties over te nemen van gebruikers of toeleveranciers (3). De eerste factor, rijpheid van het paradigma, heeft te maken met de veronderstelling dat mogelijkheden die bepaalde paradigma's bieden voor verdere ontwikkeling op een bepaald moment uitgeput raken. Ten aanzien van de tweede factor worden twee karakteristieken onderscheiden: het paradigma is ofwel gebaseerd op wetenschappelijke ontwikkeling ofwel op continue, incrementele verbeteringen van ontwerp en productieproces. De laatste factor impliceert dat mogelijkheden in een sector afhankelijk zijn van mogelijkheden in andere, ermee verbonden sectoren. Als daar doorbraken plaatsvinden, kunnen die worden overgenomen.
- *Toeëigeningscondities.* Dit zijn die eigenschappen van de technische kennis, de markten en het legale systeem die bepalen in welke mate de techniek kan worden beschermd tegen imitatie door concurrenten. De veronderstelling is dat als de toeëigeningscondities slecht zijn, een onderneming, ook als er veel mogelijkheden (zowel technisch als qua markt) zijn, niet zal overgaan tot investeringen in nieuwe variaties. Die leveren dan te weinig op, omdat andere ondernemingen de resultaten snel zullen overnemen. Als belangrijke condities worden door Levin et al (1984, geciteerd door Dosi, 1988, 1139) genoemd:
  - patenten
  - geheimhouding
  - benodigde tijd (lead-time) voor het ontwikkelen van de techniek
  - kosten en tijd nodig voor imitatie
  - leercurve effecten
  - superioriteit van verkoop- en dienstverleningsapparaatDosi voegt daar nog aan toe:
  - efficiency-effecten door schaalvoordelen.

Uit onderzoek blijkt dat vooral technische voorsprong, leercurve-effecten en het bezit van een goed distributie-apparaat van doorslaggevend belang zijn.<sup>8)</sup> Opgemerkt kan worden dat vooral de eerste twee factoren hebben te maken met het 'tacit' karakter van de techniek in kwestie.

- 'market inducements'; het gaat dan om factoren als prijzen van productie-factoren, marktomvang en marktstructuur en inkomenselasticiteit van producten.<sup>9)</sup>

Deze laatste factor speelt vooral een rol *binnen* de grenzen zoals die worden gesteld door de technische mogelijkheden en toeëigeningscondities.

Op basis van al deze factoren heeft Dosi (1988, 1148-1149) geprobeerd een indeling te maken naar sectoren waar innovatie-generatie zal plaats vinden. Hij maakt daarbij gebruik van een eerder (1984) door Pavitt ontwikkelde taxonomie. (Het probleem van deze indeling is dat Dosi de verschillende sectoren niet systematisch afzet tegen door hem zelf geïntroduceerde factoren):

- *Door toeleveranciers gedomineerde sectoren (supplier dominated sectors).* In deze sectoren is de technische ontwikkeling incrementeel en vooral gebaseerd op verbetering van het proces- of produktontwerp. De R&D-uit-

gaven zijn laag. Uitbesteders kopen innovaties in de vorm van machines, instrumenten en grondstoffen. De toeëigeningsmogelijkheden zijn groot. Voorbeelden zijn de landbouw, de textiel en de kledingnijverheid.

- *Sectoren van gespecialiseerde toeleveranciers (specialized suppliers)*. Het verschil met de vorige sector is dat hier de technische mogelijkheden binnen de sector zelf veel groter zijn en gebaseerd op innovatie van ontwerp. Het gaat ook hier vooral om incrementele en 'informele' verbeteringen, waarbij de toeëigeningsmogelijkheden evenwel klein zijn. De te leveren instrumenten en machines worden op maat gemaakt. In deze sectoren spelen de gebruikers een dominante rol bij de ontwikkeling van de techniek. Von Hippel (1976) spreekt in dat verband van 'consumer-induced innovation'. Voorbeelden hiervan zijn de machine- en instrumentenbouw.
- *'Science based' sectoren*. De technische mogelijkheden zijn groot en vooral gebaseerd op R&D. De technische ontwikkeling is afhankelijk van de wetenschappelijke vooruitgang. Voorbeelden zijn te vinden in de elektronische en de chemische industrie.
- *'Scale-intensive sectors'*. Het belangrijkste kenmerk van deze sector is dat innovatie nauwelijks via toeleveranciers verloopt. Toeleveranciers worden geïntegreerd in eigen onderneming. Learning by doing is in deze sectoren erg belangrijk. Een voorbeeld is de auto-industrie.

Teece (1986, 288) noemt naast toeëigeningsregimes en technische mogelijkheden (bij hem vertaald in rijpheid van paradigma) nog een derde belangrijke factor die het gedrag van onderneming kan verklaren (hij slaat de 'market inducements' over): het bezit van complementaire assets. Succesvolle commercialisatie vereist 'that the know-how in question be utilized in conjunction with other capabilities or assets. Services such as marketing, competitive manufacturing and after-sales support are almost always needed'.<sup>10)</sup> Later voegt hij daar nog de factor complementaire technieken aan toe. Deze factor is in zijn model van belang als de toeëigeningsmogelijkheden zwak zijn en de technische ontwikkeling een zekere rijpheid heeft bereikt. Ook uit ander onderzoek blijkt dat de koppeling tussen het bedrijf en de markt een belangrijke succes bepalende factor is.

Ook binnen het sociaal-constructivisme is een poging ondernomen om een taxonomie te ontwikkelen, waarin gedifferentieerd kan worden naar de aard van technische ontwikkeling bij specifieke situatietekarakteristieken. Bijker (1987) onderscheidt drie situaties (waarin de aard van de technische ontwikkeling verschilt en ook het soort selectiemechanisme) met gebruikmaking van de drie concepten sociale groep,<sup>11)</sup> inclusie<sup>12)</sup> en technisch zoekraam:

- 1) Er is geen dominant zoekraam en er is geen enkele groep met een hoge inclusie in een bepaald zoekraam. Dit heeft tot gevolg dat de variatie radicaal zal zijn. Alle aspecten van het technisch artefact staan ter discussie. Het belangrijkste mechanisme in deze situatie is 'enrolment'. Dat begrip is ontleend aan de actornetwerkbenadering die hierna nog zal worden besproken. Het betekent kortgezegd dat de ene groep de andere groep overtuigt van zijn probleemdefinitie. (Het begrip heeft binnen de actornetwerk een wat preciezere betekenis, maar deze voldoet hier). Een manier om dit te bereiken is herdefinitie van het probleem.
- 2) Er is een dominant zoekraam, waarin meerdere groepen een hogere inclusie hebben. Deze groepen zullen vooral gevoelig voor functionele fouten. Dit is de belangrijkste motivatie achter de generatie van variaties. In Kuhniaanse termen wordt de situatie gekenmerkt door 'normale' probleemoplossingen. Er kan echter ook een radicaal nieuwe richting worden ingeslagen door groepen met een lage inclusie. Zij identificeren bijvoorbeeld wat Constant heeft genoemd een 'presumptive anomaly':



*"(a presumptive anomaly) occurs in technology, not when the conventional system fails in any absolute or objective sense, but when assumptions derived from science indicate either that under some future conditions the conventional system will fail (or function badly) or that a radically different system will do a much better job"* (Constant, 1980, 15, geciteerd door Bijker, 1987).

- 3) Er zijn verschillende gearticuleerde zoekramen met twee of meer verschillende groepen met een hoge inclusie. In deze situatie zal het selectieproces hectische vormen aannemen, vooral omdat gevestigde belangen op het spel staan. Een belangrijk mechanisme is retoriek. Stabilisatie vindt niet plaats als er geen amortisatie (afschrijving) van gevestigde belangen plaats vindt. Een voorbeeld hiervan is het opgeven van de strijd van Philips tegen de VHS- en Betamax-videosystemen. Hierbij werden de in het eigen video-systeem (Philips 2000) gedane investeringen afgeschreven.

Binnen de actornetwerkbenadering wordt het belang van situatiekarakteristieken voor de aard van de technische ontwikkeling genegeerd (net als het belang van paradigma's/zoekramen). Er wordt vooral aandacht besteed aan actorstrategieën, al is de focus niet specifiek gericht op ondernemersstrategieën.

Er is al eerder aangegeven (zie issue 1) dat deze benadering het heterogene karakter van strategieën van de actoren benadrukt. Actoren proberen *tegelijktijd* technische en sociale aspecten met elkaar te verbinden. Het verbinden van heterogene actoren (elementen) wordt het ontwerpen van actorwerelden genoemd. Dit gebeurt op twee manieren. In de eerste plaats door de verschillende (heterogene) benodigde elementen naast elkaar te zetten (juxtaposition) en met elkaar te verbinden. De elementen staan daarbij niet in een hiërarchische verhouding tot elkaar. Elk element is nodig, het wegvallen van één element betekent dat de actorwereld uit elkaar valt of zich anders structureert. In de tweede plaats worden deze elementen vereenvoudigd (simplification). Dat wil zeggen dat ze worden herleid tot de plaats die ze innemen in de actorwereld; de actorwereld bepaalt hun plaats, hun grootte en hun toekomst. Zo kreeg Renault in de actorwereld van de ontwerpers van een elektrische auto de plaats toebedeeld van producent (assembleur) van elektrische auto's. In deze actorwereld zou Renault dus niet langer een grote zelfstandige onderneming zijn die bijvoorbeeld uit is op het vergroten van zijn marktaandeel van benzineauto's. Verder zou bijvoorbeeld de regering een regelgeving moeten ontwerpen om de elektrische auto's te stimuleren. Wetenschappers en technici zouden zich bezig moeten gaan houden met het oplossen van de technische problemen die de realisatie van zo'n auto nog in de weg staan en voor consumenten zou het milieucriterium doorslaggevend moeten zijn in hun koopgedrag. In een actorwereld is elk element een soort 'black box', dit wil zeggen alles wat het element meer is of meer kan zijn (of kan worden) dan de specifieke plaats en functie die het inneemt in de actorwereld onzichtbaar is gemaakt. Hieruit blijkt tevens dat de positie van een element alleen bepaald kan worden in de context van de andere elementen. 'Simplification and juxtaposition' dus aan elkaar gerelateerd. Beide begrippen bepalen ook de structuur van het actornetwerk.

De gegeven invulling van deze structuur geeft tegelijkertijd inzicht in de dynamiek van de ontwikkeling. De actorwereld realiseert zich door alle actoren, zowel technische als sociale, hun plaats te laten innemen. Dit proces wordt 'translatie' genoemd en verloopt via 'enrolment' (recrutering). Actorwerelden hebben altijd een ontwerp karakter. De realiseerbaarheid moet worden bepaald in het translatieproces. Daarbij is een belangrijk punt dat als het lukt om een actor zijn plaats te laten innemen, dat tot gevolg heeft dat niet alleen die actor, bijvoorbeeld Renault, wordt getransleerd, maar ook het achterliggende netwerk waar de actor deel van uit maakt. Renault zit immers zelf ook weer in een actornetwerk van toeleveranciers, overheden, etc. Het nieuw gebouwde actornetwerk profiteert zo ook mee van de sterkte van dit achterliggende netwerk en kan via dat achterliggende netwerk zijn invloed laten gelden. Callon formuleerde dit als volgt (1986, 31-32):

*"EDF [de ontwerper van de elektrische auto's] only sees and knows fuel cells, accumulators, city council spokesman, and the public transport authorities. But each of these entities enrolls a mass of silent others from which it draws its strength and credibility. Entities are strong because each entity gathers others. The strength of EDF and the durability of VEL [de elektrische auto] are built by means of these simplified and mobilised entities. Thus a network is durable not only because of the durability of the bonds between the points (whether these bonds concern interests or electrolytic forces) but also because each point constitutes a durable and simplified network. An actorworld is a network of simplified entities which in turn are other networks".*

Het innemen van een plaats in een specifieke actorwereld door een actor of juist het verlaten van die plaats heeft dus grote effecten. Niet alleen op de actorwereld zelf die een andere structuur (netwerk) zal krijgen, maar ook op het achterliggende netwerk (the silent others) die niet langer via die actor zijn verbonden met de actorwereld.

De vraag die vervolgens gesteld moet worden is: op welke manier wordt een actorwereld gerealiseerd? Welke strategieën worden gebruikt? Een voorbeeld van zo'n strategie is problematisering. Dit betekent dat EDF Renault voorhoudt dat als ze in de toekomst wil overleven, het produceren van elektrische auto's noodzakelijk is. EDF probeert zijn produkt (en daarmee zijn actorwereld) de elektrische auto te maken tot wat genoemd wordt een 'obligatory point of passage'.

#### **Implicatie voor TA**

Het algemene belang van bovenstaande indelingen voor TA is dat duidelijker wordt op welke specifieke plaatsen en factoren de beïnvloeding zich moet richten. Ook kan duidelijker worden door welk probleem bepaalde vanuit TA gewenste ontwikkelingen geen doorgang vinden.

- 1) De indeling in sectoren van Pavitt maakt duidelijk dat het verschilt per sector welke actor invloed kan uitoefenen op het technische ontwikkelingsproces. In het geval van de 'supplier dominated sectors' en 'specialized suppliers sectors' vinden innovaties buiten de gebruikerssfeer plaats, maar in het laatstgenoemde geval hebben die gebruikers wel weer een grote invloed op het uiteindelijke gebruik. Deze indelingen zijn van belang omdat ze duidelijk maken dat in sommige gevallen de dynamiek van de innovatie wordt bepaald door de situatie bij de toeleveranciers en daar kunnen andere criteria de doorslag geven dan in de sector zelf het geval zou zijn. Zo werd bij synthetische wasmiddelen de ontwikkeling van niet-schuim-veroorzakende grondstoffen gedragen door de toeleveranciers. Binnen de sector zelf heerste een wederzijdse kat-uit-de-boom-sfeer, waardoor geen enkele wasmiddelenfabrikant dit 'kartel van de angst' durfde te doorbreken. Bovendien waren de toeëigeningsmogelijkheden laag, zodat er weinig voordeel ten opzichte van de concurrentie kon worden gehaald. Het probleem bij de fosfaten in de synthetische wasmiddelen was lange tijd dat de innovatie van de wasmiddelenfabrikanten zelf moest komen. Het kartel van de angst kon niet door een derde partij worden doorbroken (Rip, Van den Belt en Schwarz, 1987). Voor de 'specialized suppliers' geldt dat de gebruikers wel degelijk een grote invloed uitoefenen op het innovatieproces. Bovendien zijn de toeëigeningsmogelijkheden groot, omdat het vooral om maatwerk gaat. Hier zou TA zich vooral moeten richten op de gebruiker en meer in het bijzonder op de interactie tussen gebruikers.
- 2) Belangrijke factoren voor TA zijn de toeëigeningsregimes en complementaire assets. Beide zijn beïnvloedbaar. De invloed van toeëigeningsregimes verloopt via patentwetgeving, al is duidelijk dat die nooit doorslaggevend is. Bij de complementaire assets die een onderneming bezit is vooral de koppeling met de markt van belang. De overheid kan hierop invloed uitoefenen door vraagarticulatie te stimuleren: door partijen op de markt hun

eisen en verlangens beter te laten definiëren en wel in zo'n vorm dat ondernemingen daar op in kunnen spelen. De theorie van Teece voorspelt dat er in dat geval een drempel wordt weggenomen voor onderneming om te innoveren. Een voorbeeld hiervan zijn de vele nog niet gebruikte schoonmaaktechnieken op milieuvlak. Een factor die hierbij een rol speelt is de ondoorzichtigheid van de markt.

- 3) De implicatie van de indeling van Bijker zou kunnen zijn dat bijvoorbeeld in een situatie zonder een dominant zoekraam belangen een relatief kleine rol spelen. Dan is er ruimte voor een strategie gericht op cognities, voor het overtuigen van het belang van een specifieke probleemdefinitie. In een situatie van één dominant zoekraam zou vooral gezocht moeten worden naar derde partijen die buiten het bestaande spel staan en als soort hefboom kunnen fungeren om dominantie van dat zoekraam te verminderen. In de situatie tenslotte waarin sprake is van verschillende gearticuleerde zoekramen, zou de strategie er wel op gericht kunnen zijn die zoekramen dichter bij elkaar te brengen door interactie op gang te brengen. Zo zou bijvoorbeeld de NOTA workshop voor centrale actoren in de ontwikkeling van ISDN gezien kunnen worden (zie P. Slaa, 1988).
- 4) De netwerk-analyse ondersteunt vooral eerder gedane uitspraken over het belang van inzicht in het spel en de speldynamiek. Netwerken kennen bepaalde knooppunten van waaruit andere netwerken (the silent others) worden gereguleerd. Door de strategisch belangrijke knooppunten (actoren) te identificeren en te beïnvloeden, kunnen effecten worden bereikt die veel verder reiken dan de actor (en de plaats) die wordt beïnvloed.
- 5) De vraag die bovenstaande pogingen om een taxonomie te maken oproept is: kun je vanuit *algemene* technologie-dynamica-inzichten (zie issue 1 en 2) *specifieke* beïnvloedingsmogelijkheden afleiden. Dat wil zeggen is er een algemeen technisch ontwikkelingspatroon, dat je invult voor een bijzonder geval. Of ontstaat inzicht in beïnvloedingsmogelijkheden pas als je gaat verbijzonderen. De vraag is dan op welke dimensies verbijzondering nuttig: soort techniek of sector?

#### **Issue 4: diffusie als innovatie**

*Via welke fasen verloopt de technische ontwikkeling? In welke fasen van technische ontwikkeling zijn de beïnvloedingsmogelijkheden het grootst? Is het zinvol om de beïnvloeding vooral op een bepaalde fase, bijvoorbeeld de ontwerpfase, te richten?*

#### **Argumentatie**

Binnen de neo-klassieke economie worden drie fasen onderscheiden in de technische ontwikkeling. Een belangrijke wortel van dit inventie-innovatie-diffusie model is de analyse van Schumpeter, (Rosenberg, 1976, 61-77 en Staudenmaier, 1985, 55-61), die een scherp onderscheid maakt tussen de drie fasen. In zijn analyse is de inventie een exogene factor. In die fase wordt de techniek uitvoerbaar gemaakt. Op het moment van innovatie is de techniek al geschikt voor commercieel gebruik. Het is dan wachten op een ondernemer die de durf heeft om de mogelijkheden aan te grijpen. In de innovatiefase, maar ook in diffusiefase spelen technische factoren geen rol van betekenis meer. In die fase regeert de economie. Diffusie is voor Schumpeter dan ook in essentie een imitatieproces. De oorzaak voor het niet toepassen van een innovatie wordt in dit model noodzakelijkerwijs gezocht bij de karakteristieken van de gebruikers (adopters). Het bestaan van een winstgevende techniek wordt immers verondersteld. Het blijven bestaan van de oude techniek kan niet anders meer verklaard worden dan vanuit conservatisme en irrationeel verzet tegen verandering of vanuit een factor als gebrekkige communicatiemogelijkheden.

Rosenberg (1976 en 1982) is een van de eerste economen geweest die op dit door economen, maar ook door historici, veel gebruikte model fundamentele kritiek leverde. De analyses van de neo-Schumpeterianen grijpen altijd op hem terug en verlaten hiermee dus het denken van Schumpeter. Rosenberg stelt dat zowel in de innovatie- als in de diffusie-fase er sprake is van substantiële technische ontwikkeling. Dit komt doordat de techniek steeds locatie-specifiek is. Techniek is niet zomaar overdraagbaar van een situatie naar een andere, maar moet worden toegeëigend. Rosenberg legt verder grote nadruk op het incrementele en evolutionaire karakter van de technische ontwikkeling. Dit in tegenstelling tot Schumpeter die meer dacht in termen van grote discontinuïteiten. Innovaties zijn volgens Rosenberg niet automatisch superieur aan de oude techniek. Nieuwe technieken moeten na inventie nog superieur *gemaakt* worden. Dat wil zeggen dat er een leerproces zal optreden waarin verdere verbeteringen worden aangebracht die de nieuwe techniek geschikt maken voor de specifieke omgeving waarin ze moet worden gebruikt. Rosenberg spreekt in dit verband over 'learning by using' en 'learning by doing'. Barton (1988, zie ook Schot 1988c) betoogt dat het niet alleen gaat om aanpassing van de techniek aan haar omgeving, maar ook om aanpassing van de omgeving aan de techniek: 'implementation of technical innovations is best viewed as a process of mutual adaption i.e., the re-invention of technology and simultaneous adaption of the organization' (253). Bij het ontwerp kunnen nooit alle problemen die zich voordoen bij implementatie worden voorzien. Zo geeft opschaling van processen in de chemische industrie altijd problemen waarvan bij het testen en de prototyping geen sprake was. Barton geeft ook aan dat de nodige adapties sterk verschillen voor wat hun implicaties betreft. Soms kan met kleine wijzigingen in het bestaande productieproces of de organisatie worden volstaan, soms moet een geheel nieuwe fabriek worden gebouwd. Zij heeft het over 'large and small cycles of redefinition' (260). Uit de analyse van Barton blijkt dat 'learning by doing and using' 'learning by interacting' impliceert. Dit punt heeft onder meer Lundvall (1988) verder uitgewerkt, vooral voor de situatie waarin producent en gebruiker van de techniek zijn gescheiden door de markt, terwijl Barton het heeft over implementatie binnen een organisatie. Voor de dynamiek van 'learning by interacting' maakt dit echter niet uit. De stelling van Lundvall is dat relatie via markten resulteert in 'unsatisfactory innovations'. Er is onvoldoende feedback mogelijk over de eisen die de context stelt waarin de techniek moet functioneren. Hierdoor ontstaan allerlei 'mismatches'. Hij legt daarom grote nadruk op netwerken en organisatorische relaties tussen produkten en gebruikers als voorwaarde voor een succesvol implementatieproces.

De conclusie die uit dit alles getrokken kan worden is dat er tijdens het hele technische ontwikkelingstraject voortdurend nieuwe variaties zullen worden ontwikkeld. Innovatie vindt ook plaats tijdens het diffusieproces, diffusie is innovatie. In de woorden van Barton (1988, 265):

*'Technology transfer requires, it is argued here, continuous, ongoing dedication to the process of change and the conscious management of mutual adaption because technology will never exactly fit the user environment. There is always a need for a carefully managed "beta site", i.e. experimental introduction into user environment with the intent to learn'.*

Eerder (zie issue 2) is al geconstateerd dat in de technische ontwikkeling niet alle mogelijke variaties worden uitgeprobeerd. De variatiebreedte wordt ingeperkt door het paradigma of zoekraam. Brian Arthur (1988) heeft dit verder uitgewerkt en laten zien dat als een bepaald technisch traject zich eenmaal heeft genesteld, het een zodanige positie bezit dat het moeilijk door een andere variatie van de markt kan worden gedrongen. Verdere variaties bouwen dus steeds voort op vorige variaties. Dosi en Orsenigo (1988, 17) stellen op basis hiervan zelfs dat als de nieuwe technieken superieur zullen worden aan de oude, het oude traject toch de overhand houdt, ongeacht wat de prijsverhoudingen zijn, nota bene het belangrijkste allocatie-(beslissings-)mechanisme binnen de neo-klassieke economie. De oorzaak hiervan ligt in factoren als schaalvoordelen, het bestaan van complementaire technieken, 'learning by

using' (werkt in het voordeel van bestaande variatie omdat daarmee ervaring is opgedaan), waardoor er een cumulatie optreedt die altijd zal werken in het voordeel van het bestaande traject. Arthur stelt dan ook dat de technische ontwikkeling padafhankelijk en onomkeerbaar is. Hierdoor komt ook de *historische* dimensie van technische ontwikkeling sterk op de voorgrond te staan (Freeman, 1988, 5 en 12). Anders geformuleerd de technische ontwikkeling raakt gevangen (locked in) in haar eigen gevolgde pad.

Vanuit de techniek-sociologische en -historische benaderingen kan hieraan worden toegevoegd dat de padafhankelijkheid nooit alleen technisch moet worden geconceptualiseerd. Het betreffende pad raakt ook verankerd in zijn hele (politieke, economische, maatschappelijke) omgeving waardoor techniek en omgeving op elkaar afgestemd kunnen raken. Dit sluit aan bij de ideeën zoals die zijn ontwikkeld binnen de Franse regulerings-school. Het daar centrale begrip van accumulatieregime heeft naast technische ook allerlei economische politieke en sociale aspecten. Boyer (1988, zie ook Roobeek, 1988 en Perez, 1986) noemt in een overzichtsartikel bijvoorbeeld: 'monetary and credit relationships, wage and labour nexus, type of competition, mode of adhesion to the international regime en forms of state intervention'. Op deze manier wordt een verbinding gelegd tussen het micro- en macro-niveau. De uitwerking daarvan zal verder aan bod komen bij de argumentatie van issue 5. Hughes onderscheidt in zijn systeembenadering fasen in de ontwikkeling van het systeem die analoog zijn aan de hierboven genoemde drie fasen als inventie, innovatie en diffusie. Er is echter één belangrijk onderscheid. Het gaat om een *heterogene* ontwikkeling. Dat wil zeggen dat het niet alleen om de diffusie gaat van een technisch object, maar ook van de in dat object besloten liggende sociale wereld, met alle heterogeniteit van dien. Hughes stelt verder ook dat er zich zoiets als padafhankelijkheid ontwikkelt, al gebruikt hij dit begrip niet. Hij heeft daarvoor twee argumenten die aansluiten bij argumenten van de neo-Schumpeteriaanse economische benadering, maar deze ook verder uitwerken. Het eerste argument is dat de ontwikkeling van het systeem een hiërarchisch patroon kent. Dat betekent dat eerdere gekozen richtingen het kader bepalen waarbinnen verdere ontwikkeling plaats kan vinden. Hierdoor wordt de ontwikkeling steeds specifieker en minder flexibel. De richting van de ontwikkeling komt meer vast te liggen en wordt daardoor ook meer voorspelbaar.<sup>13)</sup> In de tweede plaats krijgen systemen tijdens hun ontwikkeling 'momentum' of impuls. Dat wil zeggen ze raken verankerd in technische objecten, de infrastructuur, organisaties en individuen die een groot belang hebben bij het voortbestaan van het technische systeem. Als een systeem met een groot momentum stuit op een probleem dat niet oplosbaar is binnen het systeem, zal door de systeembouwers geprobeerd worden de omgeving zodanig te veranderen dat het probleem niet langer relevant is.

Samenvattend (zie Schot, 1988c): tijdens het hele proces van technische ontwikkeling worden continue nieuwe variaties gegenereerd, maar die variaties vinden plaats binnen het door de ontwikkeling zelf gedetermineerd pad. Variatie- en selectieprocessen drukken een hiërarchische structuur op de evolutie van de techniek. Variaties creëren de voorwaarden voor en gaan logisch vooraf aan andere variaties. Er wordt voortdurend voortgebouwd op eerdere keuzen en ervaringen. De hiërarchische structuur impliceert dat er variaties van hogere en lagere orde zijn. Het verschil zit in de omvang of specificiteit van de betreffende variatie. Diffusie betekent dus verdergaande variatie op een 'lagere' tree in de hiërarchie. Deze determinatie door voorafgaande variaties is bovendien niet alleen technisch bepaald, maar wordt gedragen en is ingebed in de economische, sociale, politieke en culturele omgeving. De stuwkracht daarachter is niet technisch, maar 'socio-technisch'. De hiërarchische structuur van de technische ontwikkeling heeft nog een andere belangrijke implicatie. Binnen de economische benadering worden twee soorten veranderingen geïdentificeerd: een radicale verandering van paradigma en een incrementele verandering langs de lijnen van het traject binnen het paradigma. De hiërarchische structuur maakt duidelijk dat er veel meer soorten veranderingen zijn, die meer of minder discontinuïteit met zich meebrengen. Voor de verdere ontwikkeling kunnen een,

twee, drie of meer stappen terug worden gezet in de hiërarchie van variaties (Schoot 1988). Het is dan ook niet terecht om een absolute onomkeerbaarheid van een traject of pad te poneren. Er is binnen het paradigma ruimte voor verschillende trajecten. Dit sluit aan bij het model van Hagedoorn (1988) die binnen een paradigma verschillende generaties van technische ontwikkeling plaatst, elk met hun eigen traject.

### Implicaties voor TA

- 1) De beïnvloeding van de technische ontwikkeling moet zich niet richten op het identificeren van het beste beslismoment omdat in alle fasen van de technische ontwikkeling er nog veel keuzes mogelijk zijn en variaties kunnen worden gegenereerd. Bovendien maakt de hiërarchische structuur van de ontwikkeling duidelijk dat het voor veranderingen niet nodig is om alle eerder gedane variaties ongedaan te maken. Er kan worden volstaan met enige treden terug te zetten in de hiërarchische opbouw van het traject en van daaruit een nieuw traject te starten. De eerste implicatie voor TA is dat de gedachte 'hoe eerder hoe beter' – meestal wordt dan aan het ontwerp gedacht – niet in algemene zin kan worden gehandhaafd. De andere kant van deze medaille is dat er meer aandacht moet worden gegeven aan de diffusie- en implementatie-kant van de technische ontwikkeling. Een belangrijk instrument daarbij kan zijn het 'monitoren' van de technische ontwikkeling, zodat meer zicht ontstaat op variatie en keuze tijdens de diffusiefase en sneller gesignaleerd wordt dat het variatieproces een vanuit TA-oogpunt verkeerde wissel neemt.
  
- 2) Niet alle effecten en gevolgen van de technische ontwikkeling kunnen worden voorzien. De technische ontwikkeling wordt bovendien deels gevormd tijdens de diffusiefase. Techniek en omgeving worden dan geschikt gemaakt voor elkaar. Dit geschikt maken moet als een leerproces worden opgevat, waarbij mogelijkheden voor feedback en interactie cruciaal zijn. De implicatie voor TA zou kunnen zijn dat het nuttig is de aandacht te richten op het creëren van netwerken en het scheppen van condities voor interactie en feedback. Een noodzakelijk voorwaarde voor feedback is een zekere vraagarticulatie. Gebruikers weten vaak niet precies welke eisen zij willen stellen aan een produkt. Dat heeft tot gevolg dat de producent dit vacuum in eerste instantie zelf zal opvullen en de problemen pas in latere fasen naar voren komen. Dit door schade en schande wijs worden kan men niet voorkomen. Effecten en gevolgen worden altijd voor een deel pas duidelijk in de praktijk. Men kan dit leerproces echter wel zo organiseren dat de kosten ervan zo laag mogelijk zijn. Een voorbeeld van dit principe kan worden gehaald uit de sfeer van veiligheid. Bij de introductie van de DNA-techniek was het niet goed mogelijk te voorspellen welke risico's er aan vast zaten. Aanvankelijk werden er hele strenge normen gesteld, die vervolgens, nadat er meer ervaring werd opgedaan, verschillende malen werden versoepeld. Een ander voorbeeld is de manier waarop de ontwikkeling en diffusie van milieutechnologie verloopt. Er is sprake van een heel ondoorzichtige markt, waaruit nauwelijks signalen komen over bruikbare toepassingen. Hierdoor zijn de producenten erg terughoudend bij het ontwikkelen van die technologie, zeker als het om complexere processen gaat. Bovendien wordt vooral schoonmaaktechniek ontwikkeld die wordt toegevoegd aan het bestaande proces. De voor de ontwikkeling van procesgeïntegreerde (schone) techniek noodzakelijke interactie tussen producenten en gebruikers ontbreekt dus. Door het ontbreken van de juiste condities aan de vraagkant ontstaan er zodoende 'unsatisfactory innovations'.

Deze argumentatie onderstreept het al eerder (issue 1) geconstateerde belang van nexussen tussen variatie- en selectieprocessen, niet alleen voor de ontwikkeling, maar ook voor de implementatie van technieken. Verder onderstreept het de bij issue 2 getrokken conclusie dat het vanuit TA-oogpunt gezien nuttig is een proces-perspectief te kiezen. Door het strategisch stimuleren van interactie kunnen er leereffecten worden gegenereerd die

zich vervolgens zullen vertalen in spelregels. Lundvall (1988, 354) spreekt in dit verband over 'codes of information'.

Het belang van innovatie tijdens de diffusiefase maakt ook duidelijk dat het zogenaamde Collingridge-dilemma valt te omzeilen (Collingridge, 1980). Collingridge stelt dat er al in een zeer vroeg stadium een ja/nee-beslissing moet worden genomen over nieuwe technieken, omdat in latere fasen geen correcties meer mogelijk zijn. De noodzaak om in een vroeg stadium zo'n beslissing te nemen wordt door bovenstaande argumenten genuanceerd.

- 3) Het is belangrijk om een inflexibele verankering van de technische ontwikkeling tegen te gaan. Dit gebeurt als de de technische ontwikkeling te laag in de hiërarchische boom terecht komt, waarin bijna geen verdere variaties mogelijk zijn. Dit heeft tot gevolg dat negatieve feedbacks nauwelijks meer kunnen worden omgezet in het ontwikkelen van andere variaties.
- 4) Het feit dat zich in de technische ontwikkeling padafhankelijkheden ontwikkelen, betekent dat deze ontwikkeling een tot op zekere hoogte voorspelbare loop zal volgen. Voorspelbaar in de zin van de manier waarop de techniek zich verder zal ontwikkelen en de manier waarop de verschillende actoren hierop zullen reageren. Als hulpmiddel hiervoor is het opstellen van sociaal-technische kaarten (Smits & Leyten, 1984 en Daey Ouwens, 1987) nuttig, waarin een beeld wordt gegeven van de ontwikkeling van de techniek, gekoppeld aan de betrokken organisaties en groepen en hun netwerken. Dit sluit aan bij de eerdere constatering dat het nuttig is om het spel in kaart te brengen. Hiermee wordt ook een ander element van het Collingridge-dilemma genuanceerd. Het is wel degelijk mogelijk om met enig succes te anticiperen op toekomstige ontwikkeling en hierop in te spelen.
- 5) Het bevorderen van diffusie van technische ontwikkeling is geen kwestie van het verbeteren van de kennistransfer, zoals nogal eens wordt verondersteld in het technologiebeleid. Techniek is geen brok informatie die van de ene locatie naar de andere moet worden overgeplaatst, waarbij het belangrijkste probleem is de barrières voor informatie-overdracht weg te nemen. Techniek is daarentegen locatie-specifiek. Belangrijk voor het stimuleren van diffusie van technische ontwikkeling is daarom het beïnvloeden van contextualiserings- en de(re)contextualisering-processen. Het gaat dan om zaken die hierboven zijn beschreven, zoals het bevorderen van interactie.

#### **Issue 5: de locus van de technische ontwikkeling en de internationale technologiewedloop**

*Verloopt de technische ontwikkeling volgens een algemeen patroon dat voor alle bedrijven, sectoren en/of landen gelijk is of bestaan er juist grote verschillen? In hoeverre legt de internationale technologiewedloop dwingende imperatieven op en in hoeverre vallen die te modificeren? Valt er een specifieke locus van technische ontwikkeling te identificeren?*

#### **Argumentatie**

De ontwikkeling van technische kennis vindt plaats op verschillende niveaus: op het micro-niveau (binnen het ondernemingen), op het meso niveau (binnen netwerken van ondernemingen) en op het macro-niveau (binnen nationale staten). Het belang van het identificeren van de locus van de technische ontwikkeling is dat 'a social locus will introduce a dynamic of its own, because of its social and economic make-up, and its interest in survival' (Rip, 1988, 11). De in issue 4 gegeven karakterisering van het innovatie- en diffusieproces impliceert dat technische kennis niet gelijkgesteld kan worden aan algemeen toegankelijke en gemakkelijk te reproduceren informatie. 'One where firms can produce and use innovations by dipping freely into a general stock or pool of technological knowledge' (Dosi, 1988, 1130). Dit kan verklaard worden vanuit

het gegeven dat de kennisbasis waaruit wordt geput voor de technische ontwikkeling een 'tacit' component heeft die bovendien bij het aflopen van het traject steeds belangrijker zal worden vanwege de cumulatie van kennis en leercurves. 'Tacit' kennis is slecht te definiëren en niet opgeschreven of gepubliceerd. Het gaat bijvoorbeeld om kennis van typische gebruikscondities en over toepassingen van voorafgaande generaties. 'Tacit' kennis is dan ook altijd locatie- of locus-specifiek.

De relatie tussen de meer algemene (expliciete) en de 'tacit' onderdelen van de kennisbasis kan worden vergeleken met de verhouding tussen een grammatica en een literaire tekst. Kennis van de formele regels en principes van de grammatica impliceert nog niet dat iedereen 'Hamlet' kan schrijven.

Als locus voor de technische ontwikkeling wordt binnen de economische theorievorming meestal impliciet (het wordt althans niet geproblematiseerd) uitgegaan van de onderneming (R&D-afdeling). Dat betekent dat de 'tacit' component van de kennisbasis wordt verondersteld *ondernemingsspecifiek* te zijn. Dat wil zeggen aangepast aan specifieke productie-omstandigheden binnen de ondernemingen. De 'tacit' component kan echter ook het ondernemingsniveau overstijgen. Ondernemingen zijn via allerlei netwerken met elkaar verbonden (bijvoorbeeld samenwerkingsovereenkomsten, toeleverancier-uitbesteder-relaties). Binnen die netwerken wordt kennis uitgewisseld, waardoor een voor dat niveau specifieke 'tacit knowledge' ontstaat. Lundvall (1988) en Andersen en Lundvall (1988) gaan zelfs een stap verder en betogen dat deze netwerken ook de basis vormen voor nationale innovatiesystemen. Ook op dat niveau is er dus sprake van 'tacit knowledge' die de vorm aanneemt van een collectieve 'asset'. Netwerken worden vooral op nationaal niveau bevormd vanwege geografische (nabijheid) en culturele (bijvoorbeeld dezelfde taal) factoren. Daarnaast is het bestaan van nationale overheden van groot belang. Zij interveniëren in innovatieprocessen en leggen de industrie allerlei regels op. Internationale specialisatie wordt volgens Lundvall (1988, 360) niet bepaald, zoals men in de neoklassieke economie denkt, door 'factor endowments' maar door netwerken van user-producer relaties:

*'The fact that Denmark is strongly specialized in dairy machinery, Sweden in metalworking and wood-cutting, and Norway in fishery technology cannot be explained by the general factor endowments in those countries. Rather, we should look for the explanation in the close interaction between producers of such machinery and a competent and demanding domestic user sector'.*

Deze analyse leunt sterk aan tegen de Franse filière benadering. Roobeek (1988, 47) definieert een filière als volgt:

*'de gehele produktieketen van verschillende met elkaar samenhangende commerciële en technische produktiestadia van toeleveranciers van grondstoffen, technische bewerking, en onderdelen tot en met de consument van het eindprodukt' '...Filières zijn met andere woorden op te vatten als geïntegreerde subsystemen op meso-niveau' (47).*

Centraal staat dus de interactie en interdependentie tussen de verschillende actoren. In dit verband is ook het begrip 'technische stijl' vanuit de systeembeoordeling relevant. Met dit begrip wil Hughes (zie ook Perez, 1983) aangeven dat de manier waarop technische, sociale, politieke, culturele factoren met elkaar verweven zijn locatie-specifiek is. Hij laat in zijn studie naar het ontstaan en de ontwikkeling van de elektriciteitsvoorziening zien dat er niet één beste manier is om een stad, regio of land van elektriciteit te voorzien. De organisatie van de elektriciteitsvoorziening kan bijvoorbeeld plaats vinden door centrale grote elektriciteitscentrales in handen van de centrale overheid of door veel kleinere centrales in handen van de lokale overheden. Beide gevallen worden ook historisch aangetroffen. Hughes betoogt dat er wel zoiets is als een 'common pool of technological knowledge' maar deze common pool moet iedere keer worden vertaald naar de specifieke plaats van toepassing. Hij laat ook zien



dat het daarbij om meer relaties gaat dan alleen die tussen producenten en gebruikers, zoals Lundvall poneert. Er zijn ook allerlei andere actoren in het netwerk opgenomen zoals de overheid (bijvoorbeeld via regelgeving en subsidies) de banken, verzekeringsmaatschappijen, normaliseringsinstanties, etc.

Samenvattend: De locus van de technische ontwikkeling kan op micro-niveau worden gesitueerd binnen de onderneming. Ondernemingen zijn echter geen monolithisch blok. Dat wil zeggen dat er ook binnen het bedrijf netwerken van actoren zijn te identificeren die *gezamenlijk* in *interactie* aan de techniek vorm geven. De grenzen tussen ondernemingen en hun omgeving zijn bovendien permeabel. Actoren buiten de onderneming kunnen hechte relaties onderhouden met actoren binnen de onderneming. Het netwerk van relaties en afhankelijkheden waarin een onderneming zich beweegt, bepaalt mede de technische ontwikkeling. Dit sluit aan bij het betoog van Lundvall en de Franse filière-benadering, waarin juist het belang van netwerken als locus voor de technische ontwikkeling wordt benadrukt. Hierdoor ontstaat een locus op meso-niveau: de netwerken tussen ondernemingen én andere actoren. Dit meso-niveau heeft meestal weinig te maken met de traditionele sectorindeling. Een laatste locus, op macro-niveau, wordt gevormd door nationale staten, die een relatieve afgrenzing vormen voor de uitbouw van de verschillende netwerken.

Tot nu toe is echter één belangrijke locus over het hoofd gezien: de wetenschappelijke gemeenschap, die voor een groot stuk internationaal is. Binnen de economische benadering is wetenschappelijke kennis tot algemene kennis verklaard, kennis zonder 'tacit' component. Wetenschappelijke kennis is puur, niet verbonden met niet-technische elementen zoals technologische kennis. Uit wetenschapsdynamische studies (Latour, 1986) blijkt dat deze stelling niet klopt. Ook wetenschappelijke kennis is heterogeen en context-specifiek. De ontwikkeling van technische kennis wordt dan ook niet alleen beïnvloed vanuit de contexten op micro- meso- en macro-niveau, maar ook vanuit de context van de wetenschapsontwikkeling.

#### **Implicaties voor TA**

- 1) Het identificeren van locussen biedt voor TA aangrijpingspunten voor techniek-beïnvloeding. Een strategisch belangrijke locus vormen de netwerken op meso-niveau. Op dat niveau worden de landspecifieke keuzes gemaakt die zich uiteindelijk vertalen in nationale patronen van technische ontwikkeling. Dit betekent omgekeerd dat internationale imperatieven tot op zekere hoogte quasi-imperatieven zijn, die worden aangepast aan landspecifieke kenmerken. De netwerken op meso-niveau zijn bovendien verbonden met de netwerken op micro-niveau, binnen de ondernemingen. TA zou door haar beïnvloeding vooral te richten op meso-niveau indirect zowel het macro- als het micro-niveau kunnen beïnvloeden. Acties op meso-niveau worden via de verschillende netwerken getransporteerd en verder verspreid naar zowel micro- als macro-niveau.
- 2) Voor de technische ontwikkeling is daarnaast de wetenschappelijke locus van groot belang. Vooral ook omdat de overheid op die context een relatief grote invloed kan uitoefenen. Als binnen de wetenschappelijke gemeenschap bredere criteria worden geïntroduceerd in het onderzoek, zullen die zich verder vertalen naar de technische ontwikkeling. Het bevorderen van het verbreden van het onderwijs aan Technische Hogescholen is dan ook van groot belang.

#### **Literatuur**

Abernathy, W.J., Clark K.B. en Kantrow, A.M., 1983, *Industrial Renaissance* Basic Books, New York.

- Akrich, M., *For an Anthropology of Technics*, 1988, Paper prepared for the 4S/EASST Conference, Amsterdam, 16-19 November.
- Andersen, E.S. en Lundvall, B.A., 1988, 'Small National Systems of Innovation Facing Technological Revolutions: An Analytic Framework', in: C. Freeman en B.A. Lundvall, *Small Countries Facing Technological Revolutions*, Pinter Publishers, Londen en New York.
- Ashford, N.A., Ayers, C. en Stone, R.F., 1985, 'Using Regulation to Change the Market for Innovation', *Harvard Environmental Law Review*, vol 9, nr. 2, 419-466.
- Baram, M., 1988, *Rights and Duties Concerning the Availability of Environmental Risk Information to the Public*, Paper presented at Loccum Symposium on Environmental Information Evangelische Akademie Loccum, April 29 – May 1, 1988, Center for Law and Technology, Boston University Law School, Boston.
- Barton, D., 1988, 'Implementation as Mutual Adaption of Technology and Organization', *Research Policy* 17, 251-267.
- Becht H.Y., e.a., 1987, 'Kolenvergassing: het verbranden of vergassen van steenkolen voor de elektriciteitsproductie', in: C. Daey Ouwens e.a., *Constructief Technologisch Aspectenonderzoek. Een verkenning*, NOTA voorstudie nr. 4.
- Belt, H. van den en Rip, A., 1984, 'Technologie-ontwikkeling: het Nelson-Winter/Dosi model', Lisbon, Leiden.
- Belt, H. van den en Rip, A., 1987, 'The Nelson-Winter-Dosi model and the Synthetic Dye Chemistry', in: W.E. Bijker, T.P. Hughes en T. Pinch, *The Social Construction of Technological Systems New Directions in the Sociology and History of Technology*, MIT Press, Cambridge/Londen, 159-190.
- Boyer, R., 1988, 'Technical change and the theory of 'regulation'', in: Dosi et al., *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londen en New York.
- Bijker, W.E., 1987, The Social Construction of Bakelite: Toward a Theory of Invention, in: W.E. Bijker, T.P. Hughes en T. Pinch, *The Social Construction of Technological Systems New Directions in the Sociology and History of Technology*, MIT Press, Cambridge/Londen, 159-190.
- Bijker, W.E., Hughes, T.P. en Pinch, T., 1987, *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, MIT Press, Cambridge/Londen.
- Callon, M., 1986, 'The Sociology of a Actornetwork: The Case of the Electric Vehicle', in: M. Callon, J. Law en A. Rip, *Mapping the Dynamics of Science and Technology*, Mac Millan, Londen, 19-34.
- Callon, M. Law J. en Rip A., (1986) *Mapping the Dynamics of Science and Technology*, MacMillan, Londen.
- Clark, K.B.B., 1985, 'The Interaction of Design Hierarchies and Market Concepts in Technological Evolution', *Research Policy*, 14, 235-251.
- Clark, N. en Juma, C., 1987, *Long Run Economics: An Evolutionary Approach to Economic Growth*, Pinter Publishers, Londen en New York.
- Collingridge, D., 1980, *The Social Control of Technology*, Londen.
- Coombs, R., Saviotti, P. en Walsh, V., 1987, *Economics and Technological Change*, MacMillan.

- Daey Ouwens, C., 1987, *Constructief Technologisch Aspectenonderzoek. Een verkenning*, NOTA, Den Haag.
- Dosi, G., 1982, 'Technological Paradigms and Technological Trajectories: a Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technological Change', *Research Policy*, 11, 147-162.
- Dosi, G., 1984, *Technical Change and Industrial Transformation*, MacMillan, Londen.
- Dosi, G., 1988, 'Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation', *The Journal of Economic Literature*, vol 26, nr. 3, 1120-1171.
- Dosi, G., en Orsenigo, L., 1988, 'Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments', in: Dosi et al., 1988, *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London and New York.
- Dosi, G. et al.(eds), 1988, *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London and New York.
- Freeman, C., 1988, 'Introduction', in: Dosi et al., 1988, *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London and New York.
- Hagedoorn, J., 1988, *Evolutionary and Heterodox Innovation Analysis. A study of industrial; and technological development in process control and information technology*, Proefschrift RU Limburg.
- Hagedoorn, J. en Schot, J.W., 1988, *Cooperation between companies and technological development*, STB-TNO, Apeldoorn.
- Hughes, T.P., 1983, *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880 – 1930*, Baltimore: John Hopkins University Press.
- Hughes, T.P., 1987, 'The Evolution of Large Technological Systems', in: *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, MIT Press, Cambridge/Londen.
- Jacobs, D., 1988, *Gereguleerd Staal. Nationale en internationale economische regulering in de Westeuropese staalindustrie 1750-1950*, Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Kuhn, T.S., 1962, *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago Press, Londen.
- Latour, B., 1986, How to Write 'The Prince' for Machines as well as for Machinations. Paper gepresenteerd op het congres Technologie en Sociale Verandering, Edinburgh, 12-13 juni 1986.
- Law, J., 1987, 'Technology and Heterogenous Engineering: The Case of Portuguese Expansion', in: W.E. Bijker, T.P. Hughes en T. Pinch, *The Social Construction of Technological Systems New Directions in the Sociology and History of Technology*, MIT Press, Cambridge/Londen, 111-134.
- Leydesdorff, L. en van den Besselaar, P., 1987, 'What we have learned from the Amsterdam Science Shop', in: S. Blume et al (eds.), *The Social Direction of the Public Sciences. Sociology of the Sciences Yearbook*, Vol 6, 135-160.
- Leyten, A.J.M. en Smits, R.E.H.M., (1987) *The Revival of Technology Assessment. De ontwikkeling van TA in vijf Europese landen en de VS*, Staatsuitgeverij, Den Haag, NOTA uitgave.

- Lundvall, B.A., 'Innovation as a interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation', in: Dosi et al., 1988, *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, London and New York.
- MacKenzie, D. en Wajeman, J., (eds.) 1983, *The Social Shaping of Technology*, Milton Keynes: Open University Press.
- Nelson, R.R. en Winter, S.G., 1977, 'In Search of a Useful Theory of Innovation', *Research Policy*, 6, 36-76.
- Nelson, R.R. en Winter, S.G., 1982, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge Mass.
- Noble, D., 1983, 'Het ontwerpen van machines als maatschappelijke keuze: de automatisaties gestuurde gereedschapmachine als een uitdaging voor de arbeiders', *Te Elfder Ure*, nr 33, 78-118.
- OECD, 1985, *Environmental Policy and Technical Change*, Parijs.
- OECD, 1988, *New Technologies in the 1990s. A Socio-economic Strategy*, Parijs.
- Pavitt, K., 1984, 'Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory', *Research Policy*, 13, 343-373.
- Perez, C., 1983, 'Structural Change and the Assimilation of New Technologies in the Economic and Social System', *Futures*, 357-375.
- Pinch, T.J. en Bijker, W.E., 1987, 'The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit each Other', in: W.E. Bijker, T.P. Hughes and T. Pinch, *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge Mass: MIT Press.
- Rip, A., 1986, *Corporate Response to Risk Issues*, RMNO-PSG Milieu en Veiligheid, Rijswijk, 1986.
- Rip, A., Belt, H. van den en Schwarz, M., 1987, Theoretische analyses, in: C. Daey Ouwens, *Constructief Technologisch Aspectenonderzoek. Een verkenning*, NOTA, Den Haag, pp. 14-30.
- Rip, A., 1988a, *Technologie als Mensenwerk*, Inaugurale Rede, Universiteit van Twente, 13 oktober.
- Rip, A., 1988b, Between Innovation and Evaluation: Sociology of Technology Applied to Technology Policy and Technology Assessment, Paper Prepared for the seminar 'From Scientific Discovery to Technological Innovation', Milaan, 29-2-1988.
- Roobeek, A.J.M., 1988, *Een race zonder finish. De rol van de overheid in de technologiewedloop*, VU uitgeverij, Amsterdam.
- Rosenberg, N., 1976, *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press.
- Rosenberg, N., 1982, *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press.
- Schot, J.W., 1988a, Zelfregelgeving als spel, in: G. Huppes, T. de Groot, H. Bezemer, *Instrumenten voor milieubeleid*, Samson: Den Haag, 195-204.
- Schot, J.W., 1988b, 'Regelgeving en Technologische ontwikkeling: mogelijkheden voor sturing', *Tijdschrift voor Politieke Economie*, 11, nr. 3, 79-96.

Schot, J.W., 1988c, *Technology in Decline: A Search for Useful Concepts. The Case of the Madder Industry in the Nineteenth Century*, Paper prepared for the 4S/EASST Conference, Amsterdam, 16-19 November.

Schot, J.W., 1989, 'Milieuregelgeving en het belang van het technologieperspectief', In : H. Vollebergh (red), *Milieu en Innovatie* (in druk).

Slaa, P., 1988, *ISDN as Design Problem. The Case of the Netherlands*. NOTA voorstudie 5.

Smits, R.E.H.M. en Leyten, A.J.M., 1984, *Technology Assessment: Op zoek naar een bruikbare aanpak. Analyse van mogelijkheden en beperkingen*, Den Haag: Staatsuitgeverij.

Smits, R.E.H.M. en Rip, A., 1988, 'De opkomst van TA in Nederland', in: *Wetenschap en Samenleving*, 40, nr. 5, 7-16.

Staudenmaier, J.M., 1985, *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric*, Cambridge Mass, MIT Press.

Teece, D.J., 1986, 'Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy', *Research Policy*, 15, 285-305.

Von Hippel, E., 1976, 'The Dominant Role of Users in Scientific Instrument Innovation Process', *Research Policy*, vol 5, nr. 3, 212-239.

White, L., 1982, 'U.S. Mobile Source Emission Regulation: The Problems of Implementation', *Policy Studies Journal*, 11, 77-88.

De tekst die nu volgt is een weergave van de inleiding die door de auteur van dit werkdocument werd gegeven op de workshop.<sup>14)</sup> De inleiding was een poging om in de laatste middagsessie de discussie over de relevantie van het technologie-dynamica-onderzoek voor TA vanuit een andere invalshoek een nieuwe impuls te geven en tot enige prioritering van onderzoekslijnen te komen. In het issuepaper is de vraag gesteld welke resultaten van het technologie-dynamica-onderzoek leveren welke implicaties op voor TA. Om de beperking en meerwaarde van de bijdrage van het technologie-dynamica-onderzoek scherper in zicht te krijgen, werd nu de omgekeerde vraag gesteld: welk technologie-dynamica-onderzoek dient vanuit TA gezien gestimuleerd te worden? TA wordt daarbij gedefinieerd als een interventiestrategie (zie inleiding) gericht op het ontwerp, de ontwikkeling en de transformatie van de techniek. Voor het lezen van deze inleiding is het noodzakelijk dat kennis is genomen van de inhoud van het issuepaper.

Vanuit het oogpunt van TA kan men drie centrale problemen formuleren. Aan elk probleem kan een cluster van vragen voor onderzoek worden gekoppeld. Deze drie centrale problemen en daaraan gekoppelde onderzoeksvragen zijn:

1) *Het informatie-probleem*

De onderzoeksvragen daarbij zijn:

- (a) Hoe kan inzicht worden verkregen in toekomstige effecten?
- (b) Hoe kan het proces van terugkoppeling van informatie over verwachte effecten worden beïnvloed?

2) *Het machtsprobleem*

De onderzoeksvragen daarbij zijn:

- (c) Hoe kan macht gemobiliseerd worden om het ontwerp, de ontwikkeling en de transformatie van de techniek te beïnvloeden? Wat zijn de mogelijkheden om vanuit eigen doelstellingen meer invloed uit te oefenen?
- (d) In hoeverre kan er invloed worden uitgeoefend op de randvoorwaarden waarbinnen technische ontwikkeling plaats vindt?

3) *Het normatieve probleem*

De onderzoeksvragen zijn:

- (e) In welke richting is beïnvloeding gewenst?
- (f) Wat is de rol van de overheid daarin?

Voor elke onderzoeksvraag zal duidelijk worden gemaakt welke bijdrage vanuit het technologie-dynamica-onderzoek kan worden verwacht.

(a) Hoe kan inzicht worden verkregen in toekomstige effecten?

Voor TA is het van belang betrouwbare inschattingen van effecten te krijgen. Het technologie-dynamica-onderzoek maakt duidelijk dat in de technische ontwikkeling institutioneel gebonden verwachtingen en inschattingen van de verschillende actoren een centrale rol spelen. Om inzicht te krijgen in toekomstige effecten is het daarom nuttig om deze verwachtingen en inschattingen in kaart te brengen.<sup>15)</sup> Verder heeft het technologie-dynamica-onderzoek laten zien dat er technologische trajecten ontstaan die verankerd raken in hun socio-institutionele omgeving. Dit geeft de technische ontwikkeling een zekere stabiliteit en voorspelbaarheid. Dit betekent dat het voor goede effectinschattingen noodzakelijk zal zijn om naast de verwachtingen van actoren ook de historische gegroeide technologische trajecten en verankeringen in de socio-institutionele omgeving in kaart te brengen. Binnen het TA-onderzoek wordt voor het identificeren van relevante actoren vaak gebruikt gemaakt van sociale kaart of sociaal-technisch kaarten, waarop alle relevante actoren, hun percepties en belangen worden aangegeven. Aan de methodologische verdere uitwerking van dit instrument is echter relatief

weinig aandacht besteed. De sociale kaarten die worden gemaakt, bestaan dan ook vaak inderdaad alleen uit lijstjes van relevante actoren. Dit instrument zou methodologisch verder uitgewerkt moeten worden met behulp van inzichten vanuit het technologie-dynamica- onderzoek.

- (b) Hoe kan het proces van terugkoppeling van informatie over verwachte effecten worden beïnvloed?

Hierbij kan men twee deelvragen formuleren:

- Welke signalen over effecten worden opgevangen en welke worden als irrelevant beschouwd?
- Hoe kan de overheid dit proces van terugkoppeling van informatie beïnvloeden?

Aan dit soort processen van terugkoppeling is binnen het technologie-dynamica-onderzoek nog relatief weinig aandacht geschonken. Verder onderzoek is dan ook gewenst. Het onderzoek zou erop gericht moeten zijn de in het issuepaper ontwikkelde notie van 'nexus' (issue 1) verder uit te werken. Vanwege het explorerende karakter van het onderzoek ligt het voor de hand om voor case-onderzoek te opteren. Daarbij is het van belang hedendaagse cases te nemen en indien mogelijk om actie-onderzoek te verrichten. Dat wil zeggen dat het proces van terugkoppeling in werking wordt bestudeerd.

- (c) Hoe kan macht gemobiliseerd worden om ontwerp, ontwikkeling en transformatie van de techniek te beïnvloeden?

Allereerst moet opgemerkt worden dat, zoals uit de formulering van de vraag al blijkt, het niet alleen om beïnvloeding van de ontwerpfase gaat. Ook in de latere fasen van de technische ontwikkeling is beïnvloeding mogelijk. De overheid heeft verschillende instrumenten om die te beïnvloeden. Ten eerste de aanschaf van technische producten en diensten. Ten tweede het verschaffen van diensten en infrastructuur in bepaalde sectoren (bijvoorbeeld medische sector) en financiering van het wetenschappelijk onderzoek. Ten derde de regelgeving, waarbij aan de uitkomsten van de technische ontwikkeling bepaalde eisen worden gesteld. Er is veel onderzoek gedaan naar de effectiviteit en efficiëntie van deze instrumenten. In deze onderzoeken is echter relatief weinig aandacht besteed aan de (on-)mogelijkheden om 'techniek-forcerend' op te treden. Daarom zou het zinvol zijn om meer 'technologie-dynamisch geïnspireerd' onderzoek te doen naar de vraag: welke instrumenten, en op welke manier vormgegeven, zullen leiden tot wijzigingen in de bestaande technische trajecten?

- (d) In hoeverre kan er invloed worden uitgeoefend op de randvoorwaarden waarbinnen de technische ontwikkeling plaats vindt?

In de discussie over de invloed van de verschillende instrumenten (zie c) wordt vaak voorbijgegaan aan het feit dat de technische ontwikkeling maar voor een klein deel wordt bepaald door de keuze en vormgeving van de instrumenten. Daarnaast spelen allerlei andere actoren en factoren (randvoorwaarden) een rol. In het issuepaper (onder issue 5) is beargumenteerd dat het onderzoek naar deze randvoorwaarden zich zou moeten richten op het meso-niveau. Dat wil zeggen op de netwerken tussen ondernemingen en andere actoren (overheid, banken, verzekeringsmaatschappijen etc.). Uitgangspunt daarbij is dat via die netwerken een sturende invloed wordt uitgeoefend op de technische ontwikkeling. Door het blootleggen van de beïnvloedingslijnen in die netwerken zou duidelijk kunnen worden hoe de overheid daarop invloed kan uitoefenen. Voor een eerste concretisering hiervan voor milieu-aspecten wordt verwezen naar Schot, 1989 (voor referentie zie issuepaper).

- (e) en (f) In welke richting moet de beïnvloeding gaan en wat is de specifieke rol van de overheid?

Dit zijn voornamelijk politieke (en soms ethische) vragen die voor TA wel belangrijk zijn, maar waarvoor het technologie-dynamica onderzoek geen antwoorden kan leveren. Voor het beantwoorden van deze vragen is het echter wel nuttig om een goede *beschrijving* te bezitten van het actorveld,

de aanwezige percepties, normen en waarden en belangen en de technische keuzes die er in het verleden zijn gemaakt en op dit moment nog kunnen worden gemaakt. Kortom het is nuttig een sociale kaart op te stellen. Voor het opstellen van die kaarten zijn technologie-dynamica inzichten nuttig (zie ook onder a).

### **Prioriteiten**

Bovenstaande exercitie levert de volgende prioriteiten voor onderzoek op:

1. Het methodologisch verder uitwerken van sociale kaarten op basis van technologie-dynamica inzichten;
2. Het verder operationaliseren van het concept 'nexus';
3. Het doen van onderzoek naar (on-)mogelijkheden om met behulp van overheidsinstrumenten technische ontwikkeling in een gewenste richting te forceren. Daarvoor zou kunnen worden aangesloten op onderzoek dat naar deze vraag wordt gedaan binnen het milieu-onderzoek;<sup>16)</sup>
4. Onderzoek naar netwerken (structuren op meso-niveau) van interdependencies tussen en binnen ondernemingen.



In overleg met de opdrachtgever is er voor gekozen om van de workshop geen integraal verslag te maken. In plaats daarvan is de discussie geanalyseerd en zijn de 'krenten uit de pap' gehaald. Het voordeel van deze aanpak is dat kwesties die op verschillende momenten in de workshop aan de orde zijn gesteld en door de deelnemers belangrijk werden gevonden op een samenhangende manier kunnen worden gepresenteerd. (De nu volgende discussiepunten zijn aan de orde gesteld tijdens de workshop. Per discussiepunt volgt steeds een toelichting):

### **Is toewijzing van effecten aan technologie wel mogelijk?**

Als de effecten van technologische ontwikkeling zijn vastgesteld, zouden ze vervolgens vertaald moeten worden naar de technologische ontwikkeling, om de gewenste veranderingen te bewerkstelligen. Het technologie-dynamica-onderzoek zou inzicht moeten geven in deze vertaalslag. Voor sommige effecten (bijvoorbeeld milieu-effecten) is het heel goed mogelijk om die 'vertaalslag' te maken. Het technologie-dynamica-onderzoek kan dan zinnige bijdragen leveren. Voor andere effecten is dat niet het geval. Werkgelegenheidseffecten bijvoorbeeld zijn niet altijd zo eenduidig te vertalen in technologische keuzen. Dit geldt ook voor effecten van het elektronisch betalingscircuit. Dit levert een beperking op voor de relevantie van technologie-dynamica voor TA. Voor de oplossingen van sommige voor TA relevante effecten kan het technologie-dynamica-onderzoek geen relevante inzichten leveren. Hiermee wordt tevens duidelijk dat TA niet altijd te maken heeft met technologie-beïnvloeding, maar ook met beïnvloeding van bijvoorbeeld het arbeidsbeleid.

### **Het belang van de 'nexussen'**

Door de meeste workshop deelnemers werd het belang voor TA van het in het issuepaper (issue 1) geïntroduceerde begrip 'nexus' benadrukt. Tijdens de discussie op de workshop is dit begrip ook verder uitgewerkt. Een nexus is een intermediair met als taak de eisen vanuit de selectie-omgeving te vertalen in verstandige aanbevelingen voor doelmatig handelen richting specifieke technische opties of omgekeerd de eisen die een bepaalde technische optie stelt te vertalen in benodigde veranderingen in de structuur van de selectie-omgeving. Een nexus werd op de workshop omschreven als een microkosmos van de geïnternaliseerde selectie-omgeving, als interface-management en als een geïnstitutionaliseerde koppeling tussen variatie en selectie. Er werd gewezen op het feit dat er vele nexussen zijn omdat organisaties voor verschillende onderdelen van de selectie-omgeving verschillende nexussen zullen creëren. Dat betekent dan vervolgens dat er ook coördinatie tussen de verschillende nexussen nodig is, waardoor er een zekere hiërarchie zal ontstaan. Voor TA is het van belang dergelijke nexussen te identificeren omdat zij een centrale rol spelen bij de vertaling van eisen vanuit de selectie-omgeving richting technologie-ontwikkeling. Er werd opgemerkt dat analyse van nexussen zich vooral zou moeten richten op de 'decisie criteria' die binnen deze nexussen worden gehanteerd. Verder zou nagegaan kunnen worden hoe binnen nexussen gebruikersspecificaties worden opgesteld. Dit is van belang omdat uit onderzoek blijkt dat het goed toegesneden zijn op gebruikers van een product of proces een belangrijke succesfactor is. Tot slot werd gewezen op het belang van het creëren van nexussen of intermediairen voor het dichten van de kloof tussen het technologisch-economisch en het socio-institutioneel systeem. Als voorbeeld waar zo'n intermediaire rol belangrijk zou zijn geweest, werd gewezen op de manier waarop computers zijn geïntroduceerd in het onderwijs. Nu is op geen enkele manier rekening gehouden met de behoeften vanuit het onderwijssysteem.

## Het belang van diffusie en monitoring

In het issuepaper werd er grote nadruk op gelegd dat ook in de diffusiefase nog allerlei keuzes mogelijk zijn. Daarom zou het niet nodig zijn om alle aandacht vanuit TA op de ontwerpfase te richten. In de workshop werd aangegeven dat deze constatering juist is en dat de daarmee gegeven nadruk op leereffecten en mogelijkheden van herontwerp waardevol is. Maar er werd tevens aangegeven dat er zich in de diffusiefase rigiditeiten ontwikkelen, waardoor het aantal mogelijk keuzes sterk wordt ingeperkt. Het is dus wel degelijk van belang om in de ontwerpfase of in een zo vroeg mogelijk stadium rekening te houden met bepaalde effecten. Effecten vallen echter niet altijd te voorzien. Om latere wijzigingen mogelijk te maken is het daarom van belang in het ontwerpproces criteria als transparantie (zichtbaarheid van eventueel optredende effecten vergroten) en flexibiliteit (mogelijkheid om in latere fase nog wat te veranderen) mee te nemen.

In de discussie over diffusie werden nog twee andere punten naar voren gebracht:

- Diffusie is niet alleen van belang met het oog op leerprocessen, maar ook met het oog op verspreiding. Een grote verspreiding impliceert een grote invloed op de economie en maatschappij;
- Het is van belang om te experimenteren met leerprocessen. Dat betekent dat leerprocessen op gang kunnen worden gebracht met proefprojecten. Hiervan zou de NOTA meer gebruik moeten maken.

## Het belang van het meso-niveau

Verschillende malen werd tijdens de workshop het belang van netwerken tussen ondernemingen en andere actoren zoals banken, verzekeringsmaatschappijen, overheden, etc. als analyse-niveau voor technologie-dynamica onderstreept. Analyses van zulke samenhangende netwerkstructuren op meso-niveau werden van belang geacht omdat zo de effectiviteit van TA-interventies kan worden vergroot.

Tot slot nog enkele losse opmerkingen:

- Er werd verschillende malen op gewezen dat technologie-dynamica-onderzoek niet de normatieve problemen die samenhangen met TA kan oplossen. Voor TA is er ook een meer fundamentele (deels ethische) discussie nodig. Op zo'n manier kan TA een grote rol spelen in de parlementaire besluitvorming;
- Er werd betwijfeld of het gepresenteerde variatie en selectie model ook buiten de industriële context, bijvoorbeeld in de dienstensector, bruikbaar is;
- Er werd opgemerkt dat verdere inzichten niet verworven kunnen worden via het genereren van algemene inzichten of modellen. Ze moeten gespecificeerd worden naar technologieën of sectoren.

## DEEL V AANBEVELINGEN

1. In de discussie-nota en tijdens de workshop zijn pogingen ondernomen om de inzichten vanuit het technologie-dynamica-onderzoek te vertalen in voor TA bruikbare inzichten. De discussie-nota is een eerste poging tot systematisering en daarom inventariserend van karakter. Bovendien wordt er veel gebruik gemaakt van vakjargon. Aanbevolen wordt dat de NOTA een samenhangend goed toegankelijk artikel laat schrijven waarin de belangrijkste resultaten worden samengevat.
2. De verdere uitwerking zou in principe kunnen gebeuren langs twee lijnen:
  - Het verder uitwerken van de theorie;
  - Het bruikbaar maken van theoretische inzichten voor specifieke technologische ontwikkeling.Aanbevolen wordt de tweede lijn te kiezen. De NOTA zou moeten stimuleren dat in haar bestaande technologie-programma's gebruik wordt gemaakt van verworven inzichten binnen het technologie-dynamica-onderzoek. Daarvoor zou het nuttig zijn dat aanbeveling 1 wordt uitgevoerd. Maar om dit te kunnen realiseren is het noodzakelijk om op het NOTA-bureau iemand verantwoordelijk te maken voor de doorwerking van technologie-dynamica inzichten in de technologie-programma's.
3. Op aanbeveling 2 kan één uitzondering worden gemaakt. Aanbevolen wordt om de notie van 'nexus' en de daarmee gegeven koppeling tussen variatie en selectie conceptueel verder uit te werken. Daarbij zou gebruik gemaakt moeten worden van inzichten vanuit de theorie van de externe organisatie.
4. De NOTA zal gezien haar doelstelling niet kunnen optreden als trekker van het technologie-dynamica-onderzoek. Het is echter wel belangrijk voor de NOTA om op de hoogte te blijven van nieuwe inzichten en ontwikkelingen. Bovendien zou de NOTA kunnen stimuleren dat onderzoeksresultaten worden vertaald in voor TA relevante inzichten en dat kennis van verschillende disciplines wordt geïntegreerd. Aanbevolen wordt dat de NOTA een werkgroep opzet met een vaste secretaris als platform voor uitwisseling van ideeën en als stimulans voor het onderzoek op het raakvlak tussen technologie-dynamica en technology assessment. Om onnodig lange communicatielijnen te voorkomen zou de persoon die verantwoordelijk wordt gesteld voor vertaling van technologie-dynamica inzichten naar de technologie-programma's van de NOTA (zie aanbeveling 2) ook deze secretaris-positie moeten bezetten.
5. Veel relevante ontwikkelingen binnen het technologie-dynamica onderzoek vinden in het buitenland plaats. Aanbevolen wordt om de organisatie van een internationale workshop te stimuleren. Deze workshop zou kunnen aansluiten op twee eerder aan de Universiteit van Twente georganiseerd workshops op dit terrein.
5. Binnen TA-studies wordt veelvuldig gebruik gemaakt van sociale kaarten. Dit instrument is echter methodologisch gezien nog weinig uitgewerkt. Aanbevolen wordt dit instrument met behulp van technologie-dynamica-inzichten methodologisch verder te laten uitwerken.

## NOTEN

- 1) Deze discussie sluit aan bij het binnen de economische traditie gevoerde debat over 'technology push' versus 'market pull'. Voor een overzicht van dit debat zie: R. Coombs, P. Saviotti en V. Walsh, 1987, hoofdstuk 5.
- 2) Andere relatief onafhankelijk ontwikkelde overzichten van genoemde benaderingen zijn: MacKenzie en Wajcman, 1985 en Laudan, 1984.
- 3) In het Nelson en Winter model (1977) zijn de variaties ingebed in organisatorische routines. De ex-post-selectie gebeurt op deze routines en niet zozeer op de produkten.
- 4) Binnen de actornetwerk benadering wordt niet zozeer het bestaan van een onafhankelijke context (selectie-omgeving) ontkend, maar er wordt gesteld dat het bestaan ervan niet relevant is voor de analyse. In de analyse ligt de nadruk op de interactie tussen alle elementen en de context is alleen van belang voor zover er invloed wordt uitgeoefend op de interactie.
- 5) Of dat soort afdelingen de functie van nexus vervult, verschilt per bedrijf en per tijdsperiode. Op dit moment spelen bijvoorbeeld milieuafdelingen nauwelijks een rol bij de techniek-ontwikkeling en hebben dus ook niet de functie van het vertalen van milieu-eisen in criteria voor techniek-ontwikkeling binnen het bedrijf. Dat is echter wel aan het veranderen (Schot, 1988a, 199).
- 6) Overgenomen vanuit de wetenschapssociologie en daar geïntroduceerd door Kuhn, 1970.
- 7) Dosi definieerde een technologisch paradigma als 'an "outlook", a set of procedures, a definition of the "relevant" problems and the specific knowledge related to their solution' (1982, 148) en later in hetzelfde artikel (152): 'we shall define a "technological paradigm" as a "model" and a "pattern" of solution of selected technological problems, based on selected principles derived from natural sciences and on selected material technologies', hij concludeert dan 'in other words a technological paradigm embodies strong prescriptions on the directions of technical change to pursue and those to neglect'.
- 8) Er worden wel verschillen per sector en per soort innovatie (produkt of proces) geconstateerd, voor literatuur zie Dosi, 1988, 1140.
- 9) Bij de voorbeelden die Dosi geeft, wijst hij op nog een factor (1141) namelijk technische competentie. Al zijn de toeïgeningscondities goed en de mogelijkheden groot, dan nog kunnen ondernemingen de kennis en bekwaamheden missen om daar gebruik van te maken.
- 10) Voor hem maken zaken als een goed verkoopapparaat dus geen onderdeel uit van de toeïgeningscondities. Toeïgeningscondities zijn eigenschappen van de omgeving van de onderneming, terwijl complementaire 'assets' in het bezit zijn van de onderneming zelf.
- 11) Sociale groepen zijn samengesteld uit personen/instituten voor wie een techniek dezelfde betekenis heeft. Anders geformuleerd: zij willen met de techniek dezelfde doelstellingen bereiken.
- 12) Inclusie kan worden gedefinieerd als de mate waarin een bepaalde actor zijn gedrag en betekenisverlening laat bepalen door een technisch zoekraam. Actoren met een hoge inclusie laten hun gedrag dus leiden door de oriëntatie zoals die wordt geleverd door het zoekraam.
- 13) Dit sluit aan bij het werk van Abernathy, Clark en anderen (1983 en 1987) over ontwerphiërarchieën. Zij stellen dat de logica van het ontwerp-proces tot gevolg heeft dat de technische ontwikkeling een hiërarchische structuur krijgt. Dit logica heeft betrekking op het feit dat vorm (techniek) en context (omgeving of markt) naar elkaar op zoek gaan. In eerste instantie zal het zoekproces zowel aan de techniek als aan de markt vrij breed zijn gedefinieerd. Keuzen die dan gemaakt worden specificeren het variatieproces en bepalen ook het verdere verloop, omdat ze het uitgangspunt vormen voor het zoekproces naar verdere specificering.
- 14) Op enkele punten zijn er naar aanleiding van de discussie wijzigingen aangebracht. De inleiding is gebaseerd op een door Michiel Schwarz geschreven tekst.
- 15) Die blijkt ook uit een recent STB-rapport gemaakt in opdracht van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen over het uitvoeren van verkenningen. In dat rapport wordt gewezen op het belang van het uitvoeren van verkenningen in samenwerking en interactie met de betrokken actoren. C.M. Enzing en R.E.H.M. Smits, *Verkenningen en strategisch wetenschaps- en technologiebeleid*, TNO Studiecentrum voor Technologie en Beleid, Apeldoorn, juni 1989.
- 16) Zie hiervoor onder andere de NOTA studie J. Klink, J. Krozer en A. Nentjes, *Technologische ontwikkeling door marktconform milieubeleid*, 1989.

## BIJLAGE 1 DEELNEMERSLIJST

Naam	Werkplek
dr. M. Bakker	Universiteit van Eindhoven
drs. P. van den Besselaar	Vakgroep Sociaal-Wetenschappelijke Informatica, UvA
dr. J.A.M. van Boxsel	NOTA
ir. W.E. Bijker	Vakgroep Algemene Wetenschappen Universiteit van Maastricht
drs. H. van den Belt	Universiteit van Nijmegen
drs. C. Disco	'De Boerderij', UT Twente
drs. A.M.E. Ter Haar-Pel	Directie Algemeen Technologiebeleid, Ministerie van EZ
drs. J. Gruppelaar	IVA-Tilburg
dr. J. Hagedoorn	MERIT, Maastricht
dr. L. Leydesdorff	Vakgroep Wetenschapsdynamica Universiteit van Amsterdam
dr. D. Jacobs	STB-TNO
dr. J. Jelsma	'De Boerderij', UT Twente
prof.dr. F. Prakke	STB-TNO
prof.dr. A. Rip	'De Boerderij', UT Twente
drs. J.W. Schot	STB-TNO
dr. M. Schwarz	De Balie, Amsterdam
dr. P. Slaa	Vakgroep Algemene Vorming, Vrije Universiteit Amsterdam
ir. R. Smits	STB-TNO
drs. R. van Tulder	Vakgroep Internationale Betrekkingen, UvA
dr. P. Vergragt	Wetenschap & Samenleving, Universiteit van Groningen

## BIJLAGE 2 DAGPROGRAMMA

### Technologie-dynamica: een verkenning van de potenties voor TA

- 09.30 Ontvangst met koffie
- 10.00 Welkomstwoord door dagvoorzitter prof.dr. A. Rip
- 10.05 Inleiding op de workshop en het issuepaper door drs. J.W. Schot
- 10.20 Discussiebijdrage van prof.dr. L. Soete
- 10.30 Discussiebijdrage van dr. P. van den Besselaar
- 10.40 Discussiebijdrage van drs. C. Disco
- 10.50 Plenaire discussie
  
- 12.30 Lunch
  
- 13.30 Samenvatting van ochtenddiscussie door dagvoorzitter
- 13.45 Plenaire discussie
- 15.00 Thee
- 15.15 Inleiding op discussie over prioritering van onderzoekslijnen van belang voor TA door drs. J.W. Schot
- 15.30 Discussiebijdrage van drs. R. van Tulder
- 17.00 Sluiting en afronding dagvoorzitter
- 17.10 Aperitief
- 17.45 Diner

In de reeks "Jaarprogramma's en tweejaarlijkse beleidsgerichte rapporten" van NOTA zijn tot nu toe verschenen:

- P2    NOTA Werkprogramma 1987 (1987), ISBN 90 346 1256 2.
- P2    NOTA Programme 1987 (1987), ISBN 90 346 1339 9.
- P3    NOTA Werkprogramma 1988 (1988), ISBN 90 346 1428 x.
- P4    NOTA Werkprogramma 1989 (1988), ISBN 90 346 1713 0.
- P5    NOTA Programme 1989 (1988), ISBN 90 346 1714 9.
- P6    NOTA Werkprogramma 1990 (1989), ISBN 90 346 2087 5.
- P7    NOTA Programme 1990 (1989), ISBN 90 346 2088 3.

In de reeks "Vorstudies" van NOTA zijn tot nu toe verschenen:

- V1    J.W. Schot en P.J.M. Stallen, Technologische risico's. Balans en perspectief van het onderzoek (1987), ISBN 90 346 1255 2.
- V2    A.J.M. Leyten en R.E.H.M. Smits, De revival van Technology Assessment. De Ontwikkeling van TA in vijf Europese landen en de VS (1987), ISBN 90 346 1333 x.
- V3    M.L.A. ter Borg en M.J.W. Tulp, Defence Technology Assessment. Improving defence decisionmaking (1987), ISBN 90 346 1334 8.
- V4    C. Daey Ouwens, e.a. Constructief Technologisch Aspectenonderzoek (1987), ISBN 90 346 1371 2.
- V5    P. Slaa, ISDN as Design Problem. The Case of the Netherlands (1988), ISBN 90 346 1675 4.
- V6    H. Sarink, J. Bunders en H. Mabelis, Biotechnologie en Wereldvoedselproductie. Discussies over perspectieven en sturingsmechanismen (1988), ISBN 90 346 1694 0.
- V7    R.J. Houwen, H. Boer, J.M. Gutteling en O. Wiegman, Voorlichting over risico's. Bouwstenen voor een planmatige aanpak (1988), ISBN 90 346 1716 5.
- V9    P. Slaa, Publieksgerichte videotex in Nederland. Een tussentijdse evaluatie van vijf projecten (1989), ISBN 90 346 1852 8.
- V10   S.C. de Hoo, e.a., Handleiding voor preventie van afval en emissies (1990), SDU, Den Haag, ISBN 90 120 6749 9.
- V11   I.Th.M. Snellen e.a., Informatisering in het Openbaar Bestuur: Indicaties voor politiek-inhoudelijke sturing (1989), ISBN 90 346 1958 3.
- V12   P. van Diepen en J. Fokkema, De intelligente woning (1990), ISBN 90 346 2215 0.

In de reeks "Werkdocumenten" van NOTA zijn tot nu toe verschenen:

- W1    M. Schwarz, Controversen in besluitvorming over technologie: politieke culturen en technology assessment (1987), ISBN 90 346 1252 x.
- W2    J.C.M. Van Eindhoven e.a., Initiatieven voor verbreding van besluitvorming over wetenschap en technologie, een schets van het probleemgebied en aanzetten tot een onderzoekbenadering (1987), ISBN 90 346 1253 8.
- W3    J.W. Schot e.a. (STB/TNO), Aanzet voor inventarisatie van onderzoek in Nederland van belang voor TA (1987), ISBN 90 346 1254 6.
- W4    H. Verhoeven, Nieuwe technologie bij thuiszorg: een nieuwe zorg in huis? (1988), ISBN 90 346 1450 6.
- W5    Mw. Mr. L.F. Markenstein, Datacommunicatie en dataondersteuning in de gezondheidszorg (1988), ISBN 90 346 1574 x.

- W6 E. Kranakis, The relevance of history for technology assessment (1988), ISBN 90 346 1576 6.
- W7 Drs. N.J.F.M. Mol, Nieuwe diensten in lokale gemeenschappen. Een onderzoek naar het introductie- en ontwikkelingsproces van lokale omroep en kabelkrant in zes gemeenten in Nederland (1988), ISBN 90 346 1775 0.
- W8 Ben Dankbaar en Rob van Tulder, The construction of an open standard. Process and implications of specifying the Manufacturing Automation Protocol (MAP) (1989). ISBN 90 346 2132 4.
- W9 Rob van Tulder (editor), Small industrial countries and economic and technological development (1989), ISBN 90 346 2133 2.
- W10 F. Moulaert, F. Martinelli, F. Djellal, The role of information technology consultancy in the transfer of information technology to production and service organizations (1990), ISBN 90 346 2165 0.
- W11 Drs. J.W. Schot, Technologie-dynamica: een verkenning van de potenties voor technology-assessment (1990), ISBN 90 346 2236 3.
- W12 P. Vergragt, e.a. De matrijs van verwachtingen ingevuld voor de polymeren Tenax en Twaron (1990), ISBN 90 346 2237 1.
- W14 W.A. Poelman, F.A. Kauer, Ontwerpers in de industrie. Van locals tot cosmopolitans (1990). ISBN 90 346 2134 0.
- W15 H.J. van Houten, Sociale experimenten met informatie- en communicatietechnologie. De gebruiker als produktvernieuwer (1990), ISBN 90 346 2166 9.

Alle publikaties van NOTA zijn schriftelijk of telefonisch te bestellen bij het Distributiecentrum DOP, Postbus 20014, 2500 EA, 's-Gravenhage, telefoon (070) 3789885 onder vermelding van het ISBN-nummer en het afleveringsadres.