

Technologiebeleid en transformaties in de technische wetenschappen¹

Technologiebeleid van overheid, bedrijfsleven en universiteit

Prof. ing. W.C.L. Zegveld is bijzonder hoogleraar Technologie-economie aan de Economische Faculteit van de Vrije Universiteit en voorzitter van de Nederlandse Organisatie voor Technologisch Specieonderzoek (nota).

Er zijn weinigen die zullen twijfelen aan de bijzonder grote invloed van wetenschap en technologie op de economische- en maatschappelijke ontwikkeling. Minder eenvoudig wordt het wanneer binnen de black-box technologie-economie de rol van technologie op de economische ontwikkeling wordt beschouwd. Of wanneer geprobeerd wordt een lijn te trekken door aspecten van technologie en maatschappelijke besluitvormingsprocessen. Dat gehele complex is in zijn volle breedte het domein van het technologiebeleid. In meer economische termen: de wijze van het beschikbaar maken en het omzetten van technologie in economisch goed.

De sterk toenemende omvang waarin in de geïndustrialiseerde wereld – in zowel publieke als private sector – fondsen beschikbaar worden gesteld voor technologie-ontwikkeling maken een technologiebeleid meer en meer noodzakelijk.

De te volgen richting in het technologiebeleid wordt mede bepaald door ontwikkelingen binnen de technische wetenschappen zelve. Er kan een aantal discontinuïteiten worden gesignaleerd die van grote invloed zijn op het technologiebeleid van zowel overheid, bedrijven als universiteiten.

In dit artikel komen de volgende punten aan de orde: ontwikkelingen in de relatie technologie en economie; ontwikkelingen binnen wetenschap, technologie en innovatie; ontwikkelingen in de relatie technologie en maatschappij; consequenties van het bovenstaande voor het beleid.

Technologie en economische ontwikkeling

Het empirisch onderzoek naar de relatie tussen technologie en economische ontwikkeling kreeg in de jaren vijftig een nieuwe impuls door het werk van Abramovitz en Solow. Zij toonden aan dat de economische groei voor slechts ongeveer 20% kon worden verklaard uit een toename van de productiefactoren kapitaal en arbeid. Het zoeken naar de variabelen voor het onverklaarde deel, het zogenaamde residu, bracht theorieën over technologische vernieuwing en innovatie sterk in de aandacht. Solow stelde in die tijd technologische vernieuwing nog voor als een 'disembodied' en autonoom gebeuren; in zijn Cobb-Douglas productiefunctie waren dan ook geen directe technologievariabelen opgenomen. Het was onder andere Denison die heeft getracht technologische vernieuwing te endogeniseren in de productiefunctie.

Naast de meer 'klassieke' invalshoek en de econometrische benaderingen van het

meer evolutionaire en integratieve invalshoek op; zoals ontwikkeld door Nelson en Winter, Dosi, Freeman, Soete en Boyer. Door hen wordt het historisch karakter van de technologische ontwikkeling benadrukt, de onmogelijkheid aangegeven van het Pareto-optimum denken, en het belang van een maatschappelijk draagvlak onderstreept.

Gezien het belang van technologie in de bedrijfsontwikkeling behoeft het geen verbazing dat ook vanuit de bedrijfskunde belangrijke bijdragen aan het inzicht in de relatie technologie/economie worden geleverd.

Enerzijds leidt het bovenstaande tot de conclusie dat het pad dat wordt gevolgd door de economen die de hoofdstroom van de economische beleidsontwikkeling bepalen, voornamelijk weinig perspectief biedt voor een effectief innovatie- en technologiebeleid. Daarnaast blijkt dat het belangrijkste deel van het wetenschappelijk onderzoek naar de relatie technologie/economie en naar innovatie- en diffusieprocessen sterk gericht is op deelaspecten. Gezien de omvang van de inspanning op het gebied van de technologieontwikkeling wordt het zoeken naar – en het formuleren van – geïntegreerde innovatie- en diffusieconcepten meer en meer noodzakelijk. Daaruit moeten uiteindelijk de analysekaders voortkomen voor het voeren van beleid in zowel de publieke als private sector. In het navolgende zal een aantal recente aanzetten worden aangegeven tot het ontwikkelen van meer geïntegreerde analysekaders in de relatie technologie en economische ontwikkeling.

1 *Het nationale systeem van innovatie*

Freeman (1987) introduceerde een benadering in termen van National System of Innovation. Hij definieerde dit als het netwerk van instituties in de publieke en private sector waarvan de activiteiten en de interacties nieuwe technologieën initiëren, modificeren en tot economisch goed omvormen. De hoofdlijn van de studie van Freeman is gebaseerd op zijn analyse van Japan en bestaat uit de integratie van het wetenschappelijke en technologische systeem in de grotere institutionele, culturele en industriële structuur van de nationale economie. De Deense economen Esben Sloth Andersen en Bengt-Ake Lundvall hebben het concept van Freeman verder uitgewerkt in de richting van nationale leersystemen.

2 *De MIT-Commissie voor industriële produktiviteit*

In 1986 werd door het Massachusetts Institute of Technology een commissie ingesteld met als doel zich te richten op het probleem van de neergang van de Amerikaanse prestaties op het gebied van de industriële produktie. Deze studie stond onder leiding van onder andere Solow en Thurow en werd in 1989 afgerond. In de studie werd een aantal sectoren geanalyseerd te weten automobielen, chemie, commerciële vliegtuigen, consumenten-electronica, gereedschapsmachines, halfgeleiders, computers en kantoormachines. Voor deze acht sectoren was de handelsbalans in 1972 nog in evenwicht doch in 1987 had deze zich ontwikkeld in een negatief saldo van 75 miljard dollar.

Op grond van analyses en honderden interviews binnen en buiten de Verenigde Staten bleek er een zestal samenhangende gedragspatronen te bestaan die de positie van het bedrijfsleven in deze acht sectoren bepaalden respectievelijk beïnvloedden, te weten:

het volgen

- technologische zwakte, niet in het fundamenteel onderzoek, maar in ontwikkeling en productie;
- het verwaarlozen van een human resources beleid;
- het tekortschieten op het vlak van samenwerking zowel binnen als buiten het bedrijf;
- het bestaan van tegenstellingen tussen bedrijfsbeleid en overheidsbeleid.

Vastgesteld kan worden dat van de geconstateerde zes gebieden van zwakte er slechts één is, die wijst op een gebrek aan technisch-wetenschappelijke inputs in het innovatieproces; tevens dat het voornamelijk onvolkomenheden betreft in het sociale, economische, organisatorische en institutionele kader waardoor de concurrentiepositie in de geanalyseerde acht sectoren nadelig wordt beïnvloed.

3 *Nieuwe richtingen in management-praktijk en arbeidsorganisatie*

In een bijdrage aan de conferentie 'New Technologies for the 1990s: a socio-economic strategy' die gezamenlijk door de Finse regering en de OESO in december 1989 in Helsinki werd gehouden, presenteerde Boyer (1989) van het Franse Centre d'Etudes Prospectives d'Economie Mathématique Appliquées à la Planification een synthese van vijf - in opdracht van de OESO uitgevoerde - landenstudies en wel in Frankrijk, Japan, Zweden, de Verenigde Staten en de Duitse Bondsrepubliek. In de landenstudies werd in relatie tot technologie een twaalfal factoren in beschouwing genomen, zoals integratie van Research & Development (R&D) met productie, gebruiker-producent-relaties, decentralisatie van productie, horizontale coördinatie en networking, lange-termijn-samenwerking op het gebied van onder andere subcontracting, algemeen onderzoeksniveau en on-the-job-training.

De belangrijkste conclusies van Boyer waren als volgt:

- nieuwe technologie en nieuwe organisatievormen vormen zowel binnen als tussen bedrijven een sleutel-component voor een nieuw groeimodel;
- het nieuwe groeimodel is niet noodzakelijk uniform voor alle OESO-landen; de vijf landenstudies suggereren belangrijke nationale verschillen;
- de consequenties van de transformatieprocessen waarmee we worden geconfronteerd zijn verreikend voor onder andere de arbeidsmarkt, het economisch beleid en het gebied van onderwijs en training.

4 *De concurrentiepositie van landen*

Porter, hoogleraar aan de Harvard University, is één van de leidende Amerikaanse autoriteiten op het terrein van strategisch management. Hij heeft de faam oog te hebben voor de complexiteit van de omgeving waarin ondernemingen opereren (Porter, 1980; Porter, 1985). In zijn nieuwe boek 'The Competitive Advantage of Nations' heeft hij zijn aandacht verlegd naar het niveau van landen.

In Porters (1990) opvatting heeft elk land een specifieke combinatie van sterke en zwakke kanten dat het meer geschikt maakt voor bepaalde sectoren dan voor andere. Eigenlijk wil Porter niet te lang stilstaan bij het nationaal niveau, of in andere woorden de macro-economie. De teneur is duidelijk: landen zijn niet concurrerend in alle sectoren; een land moet vooral voortbouwen op zijn sterke kanten; het accent moet liggen op de meso-economie, dat van sectoren. Porter wilde in kaart brengen welke factoren daartoe bijdragen. In de loop van zijn onderzoek kwam hij evenwel tot de bevinding dat de nationale of regionale context nog belangrijker is dan hij vermoed had, dit ondanks de

toenemende internationalisering van de economie. Sterker, de internationalisering doet volgens Porter het belang van de nationale concurrentievoordelen toenemen.

Met recht kan men beweren dat deze benadering niet geheel nieuw is. Porter bouwt voort op benaderingen die al een tijdlang in ontwikkeling zijn en integreert deze met het begrippenkader uit zijn bedrijfsbenadering die hij in vroeger werk heeft ontwikkeld (Porter 1980, 1985). Het overbrengen van het aantal centrale concepten uit Porters bedrijfsbenadering (concurrentievoordeel, waardeketen) en stellingen (het belang van het upgraden en diversificeren van concurrentievoordelen) leidt tot nieuwe inzichten. Dat wordt nog versterkt doordat hij een nieuwe methode ontwerpt waarmee clusters van met elkaar verbonden competitieve sectoren in kaart worden gebracht. Op deze wijze wordt een brug geslagen tussen de grotendeels Europese neo-institutionele benadering en benaderingen zoals gepubliceerd in de Amerikaanse management-literatuur.

De betekenis van het bovenstaande is als volgt:

- technologie en human resources spelen een sleutelrol in de concurrentieverhoudingen;
- technologie is van invloed op alle bedrijfsfuncties;
- technologie werkt als change-agent ten aanzien van industriële en maatschappelijke structuren maar niet autonoom. Er bestaat een nauwe relatie tussen technologie en het maatschappelijk systeem waarin ze is ingebed;
- technologie wordt vaak nationaal of regionaal geoperationaliseerd en van daaruit tot internationale concurrentiepositie gebracht.

Daaraan is nog het volgende toe te voegen:

- de te verwachten verdere technologisering zal bovengenoemde elementen versterken.

Was het beleid in de jaren zeventig en tachtig gericht op het genereren en verspreiden van kennis, voor de jaren negentig geldt daarenboven aandacht voor de integratie van technologie in economische en maatschappelijke processen.

Ontwikkelingen binnen wetenschap, technologie en innovatie

Vele jaren was het dominante model van het genereren en verspreiden van kennis uit fundamenteel onderzoek dat kennis werd geproduceerd in universiteiten en van daaruit verspreid naar andere sectoren van de samenleving, waaronder het bedrijfsleven. De toepassing van deze kennis leidde dan achtereenvolgens tot nieuwe technologische, economische en sociale ontwikkeling. Dit is het model van de 'pool of knowledge'. Gedurende de afgelopen decade is er een aantal ontwikkelingen opgetreden die het noodzakelijk maken nieuwe concepten te ontwerpen voor kennisgeneratie, technologie-ontwikkeling en innovatie. Er zal hier op twee aspecten worden ingegaan, namelijk: veranderingen in de ontwikkeling van wetenschap en technologie, en veranderingen in de rol van actoren in het proces van wetenschap en technologie-ontwikkeling.

Veranderingen in de ontwikkeling van wetenschap en technologie

De accumulatie van wetenschappelijke kennis en de toepassing van techniek is gedu-

rende eeuwen stap voor stap voortgeschreden en vindt momenteel wereldwijd plaats op een schaal zonder precedent.

Er zijn geen tekenen dat de wetenschap van aard is veranderd, in zoverre dat er geen tekenen zijn van verzadiging van wat bekend is, bestudeerd kan worden, of wat technologisch te bereiken is. Het voortschrijden van kennis verandert evenwel de wetenschap in cognitieve zin. De onderzoeksproblemen van vandaag zijn niet alleen verschillend van aard van wat zij enkele tientallen jaren geleden waren; zij zijn ook intellectueel verschillend van karakter als ook in de methoden van benaderen. Onderzoek kan ook worden gezien als meer 'finalized' dat wil zeggen meer in staat gericht te worden op vooropgestelde doelen (Ziman, 1987). De consequentie van een zogenaamde 'finalized' wetenschap is dat er niet langer een scherpe grens kan worden getrokken tussen academisch en toegepast onderzoek. Theoretisch onderzoek kan gemotiveerd zijn door nieuwsgierigheid of het kan worden uitgevoerd als bijdrage tot potentiële praktische toepassing. Anderzijds kan de oplossing van een probleem dat ontstaat gedurende technologische ontwikkeling ook gelden als sleutel tot nadere wetenschappelijke onderbouwing.

De tijd benodigd om een resultaat vanuit de fundamentele wetenschap te exploiteren kan zo kort zijn dat bedrijven zelf betrokken willen zijn bij het uitvoeren van fundamenteel onderzoek. Bedrijven realiseren dit individueel, in de vorm van strategische allianties en het wereldwijd op de voet volgen van onderzoek in universiteiten. Tegelijkertijd zijn academische wetenschappers zich er van bewust dat nieuwe economische bedrijvigheid uit hun werk kan ontstaan. Wetenschap en technologie zijn meer en meer gebaseerd op dezelfde basis van concepten en gegevens, gebruiken veelal dezelfde methoden, ontmoeten dezelfde problemen en zijn vaak verweven. Er is in dit verband sprake van technologisering van wetenschap. Dit brengt verandering in de ethos van de universiteiten, als ook de plaats van de universiteit in de samenleving. Het concept van 'finalized service' noodzaakt tot een andere benadering in prioriteitsstelling. Dit neemt momenteel – ook in Nederland – onder andere de vorm aan van zogenaamde 'prospective studies' oftewel verkenningen. De domeinen van wetenschap waar 'finalization' geldt bieden nieuwe technologische kansen op een ongekende schaal. Een substantiële R&D-inspanning op korte zowel als langere termijn zal evenwel steeds moeten worden geleverd, om de praktische voordelen te behalen.

Wij zijn derhalve geconfronteerd met een nieuwe situatie. De huidige cyclus van hightech industrie, bijvoorbeeld, is gebaseerd op informatietechnologie, voortgekomen uit resultaten van fundamenteel onderzoek in onder andere electronica, 'solid state physics' materialen en mathematica. Wetenschap en bedrijfsleven bereiden reeds de volgende cyclus voor die waarschijnlijk geaccentueerd zal zijn op de biotechnologie en voortgekomen uit de resultaten van fundamenteel onderzoek in onder andere de genetica, biochemie en microbiologie. Daarenboven komen er nog andere cycli in ontwikkeling die zijn gebaseerd op fundamenteel onderzoek in nieuwe combinaties van wetenschappelijke disciplines.

Teneinde het gevaar te beperken dat nu veel van het onderzoek wordt gericht op 'market pull', wordt toenemend aandacht gegeven aan het zogenaamde strategisch onderzoek. De achtergrond is dat de tactiek van het toepassen van resultaten van wetenschappelijk onderzoek voor korte termijn doelstellingen verruimd wordt met een strategie van het uitvoeren van fundamenteel onderzoek met bredere, lange termijn doelstellingen.

Strategisch onderzoek kan niet worden verruimd tot al het wetenschappelijk onderzoek

dat grotendeels vanuit de overheid wordt gefinancierd. In andere woorden, er is een nieuwe demarcatielijn in ontwikkeling tussen wat gebruikelijk het fundamenteel onderzoek wordt genoemd en die een substantieel deel van het academisch onderzoek buiten de bescherming van de strategische paraplu houdt.

In de meeste gebieden van wetenschap en technologie is de voortgang afhankelijk van een nauwe samenwerking van wetenschappen en gespecialiseerde kennis en kunde vanuit een aantal onderscheiden onderzoekgebieden. Team-work is altijd noodzakelijk gebleken bij het oplossen van urgente praktische problemen, vooral in het bedrijfsleven. De huidige technologische en sociale problemen passen nu eenmaal niet binnen traditionele academische grenzen. De marktkrachten die het fundamenteel onderzoek naar een grotere betrokkenheid van deze problemen trekken, vormen de organisatie van onderzoek in multi-disciplinaire teams. Deze worden vaak centra- of instituten gericht geplaatst op specifieke probleemgebieden. Deze benadering wordt inmiddels ook gevolgd bij het oplossen van problemen in het fundamenteel onderzoek al dan niet van strategisch belang.

Veranderingen in de rol van actoren bij wetenschaps- en technologie-ontwikkeling

Teneinde de afstand tussen het bereiken van resultaten uit het strategisch onderzoek en de toepassing ervan te verkleinen, met als oogmerk het kunnen innemen van concurrentieposities, is het bedrijfsleven er de laatste jaren toe overgegaan strategisch onderzoek meer en meer zelf uit te voeren. Naast een toename van het toegepast onderzoek en ook een grotere betrokkenheid bij het fundamenteel onderzoek, heeft dit geleid tot een zowel in kwantitatieve als kwalitatieve zin belangrijker rol van het bedrijfsleven in het onderzoek als geheel. Ter adstructie hiervan mag gelden dat in de geïndustrialiseerde wereld de omvang van het R&D-volume gedurende de afgelopen tien jaar is vergroot van gemiddeld 2% naar 2,7% van het Bruto Nationaal Product en dat deze uitbreiding nagenoeg geheel heeft plaatsgevonden in het bedrijfsleven. In kwalitatieve zin wordt door de OESO over dezelfde periode verdubbeling van het aandeel van de bedrijven in het fundamenteel onderzoek gesignaleerd. Het toekennen van de Nobelprijs voor de fysica aan twee medewerkers van het IBM-laboratorium in Zürich op het gebied van supergeleiding mag gelden als indicatie van die grotere betrokkenheid. Bedrijven zijn er niet alleen toe overgegaan de omvang van hun R&D-activiteiten aanzienlijk uit te breiden, maar ook de interface tussen R&D en de andere bedrijfsfuncties te versterken, relaties te intensiveren met bronnen van kennis in de publieke sector en vooral internationaal strategische technologie-allianties op te zetten vooral met andere bedrijven. Binnen de bedrijven ontstaat, op grond van de veelheid van technologische mogelijkheden, behoefte aan een bedrijfs-technologiebeleid; in welke technologieën moet het bedrijf investeren? Er wordt daarbij vaak onderscheid gemaakt tussen *basis-technologie*, algemeen bekend doch voor wat betreft de toepassing vaak lastig; *coretechnologie* waarop de huidige concurrentiepositie van het bedrijf is gebaseerd; en zogenaamde *emerging technologie*, de technologie waarop de toekomstige concurrentiepositie kan worden gevestigd.

De structuur van de technologie-portfolio van de bedrijven wordt door een aantal factoren beïnvloed waarop in dit kader nu niet zal worden ingegaan, maar die wezenlijk zijn

voor het beleid ten aanzien van de produkt-markt-technologie-combinaties die het bedrijf voert en in de toekomst wil gaan voeren.

In een groot deel van de geïndustrialiseerde wereld is momenteel een tendens aanwijsbaar van een verschuiving van het beschikbaar stellen van overheidsmiddelen aan met name grote bedrijven naar het zich richten op meer specifieke overheidstaken en het in standhouden en ontwikkelen van de door de overheid mede-gefinancierde technisch-wetenschappelijke infrastructuur. De achterliggende gedachte is dat nu de vermogenspositie van de bedrijven ten opzichte van de begin jaren tachtig is hersteld, de overheid ten aanzien van de produkt-en-proces ontwikkeling in grotere bedrijven slechts een katalyserende functie heeft. Katalyserend ten opzichte van het intensiveren van de eigen R&D, ten aanzien van de relaties met de technisch wetenschappelijke infrastructuur in de publieke sector en ten aanzien van het aangaan van strategische technologie allianties met met name bedrijven in het buitenland. Ten aanzien van kleinere en middelgrote technologie gedreven bedrijven is het met name de technisch wetenschappelijke infrastructuur – inclusief de innovatie advies centra – die het probleem van schaal moeten compenseren.

.....
Ontwikkelingen in de relatie technologie en maatschappij

In de dominante visie op de ontwikkeling van wetenschap en technologie kan deze ontwikkeling – al dan niet met overheidsstimulering – in principe aan zichzelf worden overgelaten, mits er rekening wordt gehouden met bepaalde neveneffecten. Het is de functie van TA (Technology Assessment) deze neveneffecten tijdig op te sporen (early warning), zodat op basis daarvan kan worden bijgestuurd. Deze benadering is echter maar in beperkte mate in staat gebleken problemen op te lossen of te voorkomen.

Het inzicht in het complex van oorzaken, waardoor de ontwikkelingen van wetenschap en technologie niet volledig konden worden beheerst, is toegenomen: toename van schaal, internationalisering, onderlinge afhankelijkheid van technologieën, toenemende afhankelijkheid van technologie van voorzieningen in de samenleving, meer groepen die de gevolgen ondervinden, en grote verschillen in waardering van de ontwikkelingen. Wetenschap en technologie worden – nogmaals – meer en meer als strategische factor voor ontwikkeling beschouwd. Daardoor gaan ontwikkelingen sneller. Het vermogen tot early listening is evenwel niet meegegroeid met deze ontwikkeling.

Daarnaast zijn er ook andere ontwikkelingen in de samenleving (democratisering, emancipatie, secularisatie, individualisering en andere), die van invloed zijn op de waardering van wetenschap en technologie. Over de betekenis en wenselijkheid van deze ontwikkelingen bestaat een grote divergentie in opvatting. In samenhang hiermee blijkt het steeds moeilijker maatschappelijke consensus en legitimatie voor politieke besluiten te verkrijgen.

De genoemde situatie heeft belangrijke consequenties voor de wijze waarop de ontwikkeling van wetenschap en technologie onderdeel moet worden van de ontwikkeling van de samenleving. Het geeft drie lijnen aan waarlangs TA zich in de jaren negentig verder zal moeten ontwikkelen om hieraan een substantiële bijdrage te kunnen geven. Deze drie lijnen zijn als volgt:

1 De afstand tussen innovatie en evaluatie moet verder verkleind worden

Technologie-ontwikkelaars, de overheid, noch de samenleving in brede zin kunnen volstaan te wachten met handelen totdat de effecten van nieuwe technologieën aan het licht zijn gekomen. Reeds tijdens de ontwikkeling van nieuwe technologie moet er naar worden gestreefd een zo gunstig mogelijke balans te verkrijgen van positieve en negatieve effecten, die tevens op maatschappelijk aanvaardbare wijze zijn verdeeld. Dit vereist dat nieuwe vormen van TA worden ontwikkeld waarmee dit kan worden gerealiseerd: constructief TA is daarvan een voorbeeld. Aan de kant van de technologen zal dit leiden tot nieuwe ontwerpstrategieën, waarbij men zich veel meer zal richten op specifieke gebruikerscategorieën om de nieuwe mogelijkheden van technologie volledig te exploreren. Voor verschillende categorieën gebruikers zullen complementaire benaderingen worden ontwikkeld, bijvoorbeeld ontwikkeling van gebruiksvormen via sociale experimenten. Maar ook moeten strategieën ontwikkeld worden om met andere aspecten en belangen dan van de directe gebruikers rekening te houden. Zowel uit de theorie als uit de praktijk is duidelijk geworden dat dit complexe leerprocessen zijn en dat stapsgewijze verbetering het beste resultaat is waarop men mag hopen. Dit zal bijdragen aan het maatschappelijk draagvlak voor technologie waardoor ook de huidige onderbenutting van technologie kan worden verkleind.

2 Ethische en culturele veronderstellingen bij de ontwikkeling en beoordeling van technologie moeten zichtbaar en bespreekbaar worden gemaakt

In alle stadia van de ontwikkeling van wetenschap en technologie wordt beoordeeld en gekozen uit alternatieve ontwikkelingspaden. De normen en waarden die deze ontwikkeling en beoordeling bepalen dienen zelf onderwerp van onderzoek en discussie te worden voordat ongewenste maatschappelijke effecten zichtbaar zijn. Uit de praktijk van TA blijkt dat zulke keuzes deel uitmaken van iedere TA-studie, bij veel meer onderwerpen dan die als 'ethische kwestie' worden aangeduid. Ethische aspecten zijn vaak geen afzonderlijke aspecten, waaraan aandacht moet worden besteed naast een aantal andere aspecten zoals technische, economische, juridische, sociale, enzovoort.

3 Omdat zowel de technologie-ontwikkeling als de daarmee samenhangende problemen en oplossingen steeds meer in internationaal kader plaatsvinden, zal ook TA steeds internationaler moeten opereren.

Op alle terreinen is sprake van een toename van het belang van de internationale dimensie, zowel in de ontwikkeling van wetenschap en technologie, als in de dimensie van problemen, die door wetenschap en technologie (mede) zijn veroorzaakt of met behulp hiervan tot een oplossing kunnen worden gebracht.

Er zijn twee thema's die hier als concrete voorbeelden worden belicht. Het eerste betreft de te volgen strategieën bij geheel nieuwe producten of nieuwe diensten – geen substituten van bestaande producten – waarbij high-tech wordt toegepast. Voorbeelden hiervan zijn onder andere videotex, voice response systemen, telewerken en de mogelijke diensten die via ISDN kunnen worden aangeboden. Het zijn in deze gevallen met name de introductie-strategieën en minder de technologieën die het succes bepalen.

Een tweede thema is dat van de maatschappelijke context waarbinnen het op technologie gebaseerde product wordt ontwikkeld en toegepast. Daar zijn op de eerste plaats de milieu- en gezondheidsproblemen. Bij informatie- en telecommunicatietechnologie kan

er het probleem van de privacy bestaan; bij biotechnologie dat van veiligheid en ethiek. Het is niet eenvoudig vanuit de traditionele structuur van het ontwikkelen van produkt/markt combinaties maatschappelijke overwegingen te betrekken. Dat kan tot vervelende consequenties leiden. Zo staat het ten behoeve van het Openbaar Ministerie ontwikkelde informatiesysteem ten dele haaks op de regels van de rechtsstaat. Zo besloot PRT-Telecom recent op grond van een signaal uit de politiek een deel van de 00-informatie te beëindigen. Voor door middel van biotechnologie ontwikkelde produkten gelden, naast het vraagstuk van overheidstoelatingseisen, problemen zoals ethische aspecten ten aanzien van bijvoorbeeld het maakbare dier en het vraagstuk van de 'octrooierbaarheid' van levend materiaal. Ook de ontwikkeling van kleurenfotokopie-apparaatuur kan in dit verband worden genoemd. Het blijkt bijvoorbeeld nauwelijks mogelijk fotokopieën van bankbiljetten van de originele te onderscheiden. Door het bedrijf zelf uit te voeren (of te doen voeren) assessment-studies moeten hier leiding geven teneinde te voorkomen dat produkt/markt-strategieën op drijfzand blijken te zijn gevestigd.

Consequenties voor het beleid van overheid, bedrijfsleven en universiteit

Het is niet zonder risico aan te geven wat de consequenties van het voorgaande zijn voor het technologiebeleid. Immers, ontwikkelingen kunnen zich in meerdere of mindere mate aftekenen maar dat hoeft nog niet te betekenen dat deze door actoren worden onderkend en erkend. Als zij al worden erkend dan is het de vraag op welke termijn het beleid gestalte kan krijgen. Dat hangt op zijn beurt weer samen met structuren, belangen en bereidheid tot veranderen. Zo kan bijvoorbeeld worden geobserveerd dat 'onderzoekscholen' in de Verenigde Staten en Frankrijk onder andere naamgevingen reeds zo'n vijf tot zes jaar geleden werden opgezet. Bij het bespreken van mogelijke consequenties voor beleid moet het voorgaande in acht worden genomen.

Het beleid van de overheid

Het beleid van de overheid zal gericht blijven op het doen uitvoeren van fundamenteel onderzoek, de integratie van het strategisch en toegepast onderzoek met behoeftegroepen, het in stand houden van de technisch-wetenschappelijke infrastructuur, en het doen uitvoeren van onderzoek ten behoeve van gebieden van staatszorg. De overheidsondersteuning ten behoeve van het bedrijfsleven zal naar verwachting worden gereduceerd tot die projecten die voor wat betreft risico (technologisch zowel als markt), of hun lange tijd horizon niet door het marktmechanisme worden bediend. De overheid zal internationale technologie-allianties stimuleren en de technisch wetenschappelijke infrastructuur stimuleren om – al dan niet via onderzoekscholen – centres of excellence, tot meer multi-disciplinair onderzoek te komen. De overheid zal stimuleren dat technologieverkenningen worden uitgevoerd totdat ook voor wat dat betreft het marktmechanisme zal functioneren. Mocht in de jaren negentig het economisch tij keren, dan heeft de overheid wederom de taak het op peil houden van het R&D-niveau in bedrijven: Overheid en politiek zullen (nog) meer nadruk leggen op technologie-assessment; enerzijds om tot een beter inzicht te komen van mogelijke ongewenste gevolgen van technologie, anderzijds om onderbenutting van technologie te voorkomen.

Het beleid van het bedrijfsleven

Het beleid van het bedrijfsleven zal meer en meer gericht zijn op integratie van technologische kennis binnen het onderzoek en de produktontwikkeling, van technologie met de andere bedrijfsfuncties, met introductie van technologie zowel binnen het bedrijf als bij de marketing van high-tech produkten, maar vooral ook op de samenhang er tussen. Het verder ontwikkelen van bedrijfstechologiestrategieën zal een belangrijk aspect vormen als ook het oog hebben voor de noodzaak van assessmentstudies teneinde niet geconfronteerd te worden met negatieve verrassingen.

Het beleid van de universiteit

Het beleid van de universiteit zal vooral gericht zijn op relevantie in onderwijs en onderzoek; relevantie in dit verband niet beperkt te zien tot een grote omvang van derde geldstroomonderzoek – hoe nuttig dit ook vanuit een standpunt van technologietransfer moge zijn – maar vooral relevantie in nieuwe disciplines, interdisciplinair onderzoek, excellence en in het deelnemen in strategische technologie-allianties. Het is ook een rol van de universiteit in te spelen op de groeiende behoefte aan technologie gerelateerd beleidsonderzoek.

De verscheidenheid van organisatorische benadering gericht op integratie van de benodigde disciplines zoals deze zich bij de grote technologie gerelateerde Amerikaanse adviesbureaus aftekent, geeft aan dat we ook hier nog ver verwijderd zijn van een uitgekristalliseerd concept.

Noten

Dit artikel bevat de tekst van een lezing voor het Lustrumcongres van de Universiteit Twente over 'De nieuwe technologie', gehouden op 27 november 1991.

Literatuur

- Boyer, R. (1989) *Technological change as a social process — society, enterprises and the individual*. New Directions in Management Practices and Work Organisation. OECD Conference, Helsinki, December 1989.
- Freeman, C. (1987) *Technology policy and economic performance. Lessons from Japan*. London: Pinter.
- MIT (1989) *The MIT committee on industrial productivity*. MIT-Press.
- Porter, M.E. (1980) *Competitive strategy*. New York: The Free Press.
- Porter, M.E. (1985) *Competitive advantage*. New York: The Free Press.
- Porter, M.E. (1990) *The competitive advantage of nations*. New York: The Free Press.
- Ziman, J. (1987) *Science in a 'Steady State'*. The Research Systems in Transition, SPSG concept paper nr. 1.
