

**Harry Beckers
over
innovatie**

redactie Ton Langendorff

Adviesraad voor het
Wetenschaps- en Technologiebeleid



Publicatie van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid.
Deze bundel is uitgegeven in de reeks AWT-achtergrondstudies als
Achtergrondstudie nr. 12.

Den Haag, november 1998
ISBN 90 346 3617 8

Het secretariaat van de AWT is gevestigd aan de:
Javastraat 42
2585 AP DEN HAAG
tel 070 - 3639922
fax 070 - 3608992
e-mail: secretariaat@awt.nl
URL: <http://www.awt.nl/>

Ontwerp omslag: SDU Grafisch Bedrijf / AWT
Foto's omslag: Hendrik Snijders

Deze publicatie is schriftelijk of telefonisch te bestellen bij:
Sdu Fulfilment
Postbus 20014
2500 EA Den Haag
tel 070 - 378 9880
fax 070 - 378 9783
onder vermelding van het ISBN en een duidelijk afleveradres, of via de AWT-
Website: <http://www.awt.nl/>

Inhoud

Voorwoord	5
1. Ervaring	7
Deel 1 - Basisgedachten	15
Inleiding	15
2. Industrial R&D and Competition	27
3. Ontdekken, uitvinden, ontwikkelen	45
4. Gebruik van kennis	55
5. Energy: Illusions and Reality	65
Deel 2 - Europa	79
Inleiding	79
6. Europa, de VS en Japan	83
7. Europese samenwerking	85
8. Back to basics for European growth	95

Deel 3 - Technologiebeleid	97
Inleiding	97
9. Don't pick the winners, let the winners pick	103
10. Technologiebeleid en economische structuur	107
Deel 4 - Wetenschapsbeleid	121
Inleiding	121
11. Levenslang studeren	123
12. Roer in onderwijs moet om	143
13. Meer uitvinders, minder ontdekkers	151
Curriculum Vitae Harry L. Beckers	157

Voorwoord

Dit boek wordt uitgegeven ter gelegenheid van het afscheid van Harry L. Beckers als voorzitter van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT). Het bevat lezingen die Harry heeft gehouden – de meeste in zijn AWT-tijd, maar ook een tweetal uit zijn Shell-tijd – en artikelen die hij heeft geschreven. Ook staan er enkele vraaggesprekken in. Hoofdstuk 3 is speciaal voor dit boek geschreven. Op mij rustte de aangename taak een selectie te maken uit de enorme hoeveelheid toespraken, artikelen en interviews.

Dit boek gaat over innovatie. Wie de verschillende hoofdstukken ziet, zal zich wellicht afvragen of al die uiteenlopende onderwerpen – R&D-management, maar ook onderwijs en levenslang leren – wel door die ene term innovatie worden gedekt. Harry vat het begrip innovatie echter zeer breed op. Het omvat niet alleen vernieuwing in het bedrijfsleven, maar ook allerlei vernieuwingen in de maatschappij, inclusief het overheidsbeleid, de universiteiten en de hogescholen. Innovatie is niet louter iets technisch, want vernieuwing kan ook zonder technologie tot stand komen. Innovatie is wat er eerder nog niet was; iets nieuws.

Dit boek bestaat uit vier delen: de basisgedachten van Harry, zijn ideeën over Europa, zijn visie op het technologiebeleid en die op het wetenschapsbeleid. Elk deel wordt door mij ingeleid en toegelicht. Voor de inleidingen heb ik dankbaar gebruik gemaakt van de lezingen die Harry in zijn Shell-tijd heeft gehouden.

Ton Langendorff

1. Ervaring

Ton Langendorff

Harry, het plan voor dit boek is ontstaan uit de gedachte dat jouw ervaringen waard zijn om te worden vastgelegd. Wat jij weet over R&D-management en over het wetenschaps- en technologiebeleid, in Europa en in Nederland, is niet opgedaan door daarover theorieboeken te lezen. Je leest natuurlijk wel de vakbladen en managementtijdschriften en ook de verhandelingen van managementgoeroes, maar telkens breng je in onze gesprekken jouw ervaring te berde.

Niet alleen mijn eigen ervaring, ook die van anderen. Bij mijn colleges in Delft heb ik topmensen uit de research gastcolleges laten geven. En ik heb enorm veel geleerd uit mijn EIRMA- en IRDAC-tijd. Bij EIRMA en IRDAC ontmoette ik researchmanagers uit allerlei ondernemingen en diverse landen. We wisselden ervaringen uit en probeerden meer grip te krijgen op het innovatieproces.

In zijn Essays schrijft Michel de Montaigne (Boek III, hoofdstuk 13) over ervaring, en ik citeer: “Er is geen natuurlijker verlangen dan het verlangen naar kennis. Geen middel dat ons daartoe kan brengen laten we onbeproefd. Wanneer de rede ons in de steek laat, maken we gebruik van de ervaring die een minder sterk en waardig werktuig is, maar de waarheid is zo’n belangrijke zaak, dat we geen enkele weg die ons erheen leidt mogen veronachtzamen”.

Dat is natuurlijk onzin. Van die tweedeling, rede versus ervaring, klopt niets. De theorie staat niet hoger dan de praktijk, en omgekeerd ook niet. Het gaat om de combinatie.

Maar je leert ook veel van anderen. Je leert iets van een ander op een bepaald stukje waar je de mist bent ingegaan. Maar daar overheen leer je je eigen oordeel te wantrouwen. En juist daarom staat ervaringskennis bij mij zo hoog in het vaandel. Van anderen kun je veel meer leren dan in je eentje. En dat soort verstand komt met de jaren.

Ervaringskennis is dus zoiets als kennis opgedaan door vallen en opstaan, maar ook kennis gedeeld met anderen, die hebben geleerd door vallen en opstaan. De prak-

tijkervaring van een ander komt als theorie bij jou binnen en, als ‘t goed is, beklijft die kennis. Van je eigen fouten leren én van die van anderen.

Ervaring, een slechte leermeester?

*Toch zeg ik even ‘for the sake of argument’ dat ervaring een slechte leermeester is. Dat geldt misschien voor mensen die in een grijs verleden wat hebben ondervonden en daar nu nog op teren. Dat zijn grammofoonplaten, mensen die op zichzelf wel iets zinnigs te melden hebben, maar het is steeds hetzelfde liedje. Je weet dat ik in heel wat adviescommissies heb gezeten. Daarin kwam ik nogal eens mensen tegen met hun *hobby-horse* waar ik na een paar meetings van moest geeuwen.*

Toch spreken al die mensen uit ervaring. Is ervaring nu een goede of een slechte leermeester?

Ik weet niet wat ik hier in zijn algemeenheid op moet zeggen. De ervaring als slechte leermeester? Ik denk eerder het tegendeel. Er zijn namelijk zoveel dingen die je niet kon overzien toen je jong was. Maar ik weet niet of jonge mensen van nu het leerzaam vinden om naar ervaren mensen te luisteren of dat ze het maar gewoffel¹ vinden; misschien hóren ze ‘t niet eens.

Maar goed, er zijn twee voorvalletjes die in dit verband zijn blijven hangen.

Het eerste slaat op de public affairs van Shell. Ik weet niet meer wat de issue was waarmee Shell in het nieuws was gekomen. Ik zat in een groepje van tien mensen in de research in Amsterdam en wij vonden dat Shell in debat moest gaan met de mensen van buiten en dingen moest uitleggen. We kwamen toen in gesprek met de directeur public affairs van Shell Nederland in Rotterdam. Hij zei dat zo’n debat niet zou helpen. Van ‘t een komt ‘t ander. Wij vonden dat maar onzin, maar hij bedoelde toen wat Jeng Kremers, de Commissaris van de Koningin in Limburg, altijd zei: “Als je geschoren wordt, moet je stilzitten.” En als je het me nu vraagt, zou ik dat óók zeggen. Ik heb nog steeds de neiging om het niet te doen, maar de ervaring heeft me geleerd dat je er geen barst mee opschiet.

Natuurlijk weet ik dat de lijn van Shell onder leiding van Herkstróter totaal is ver-

¹ Harry gebruikt af en toe eigen woorden; soms bestaan ze niet eens. Gewoffel is geen Nederlands woord, maar het lijkt op het Engelse ‘waffle’ wat kletsboek betekent en dat is precies wat Harry met ‘gewoffel’ bedoelt. Het doet ook een beetje denken aan ‘gewauwel’, langdurig geklets.

anderd. De tijden zijn nu eenmaal veranderd. Maar toen, in mijn jonge jaren, kon dat helemaal niet en wij jonge honden wilden niet luisteren naar een ervaren man.

Een ander voorbeeld waarbij ervaring als goede leermeester heeft gediend, heb ik uit de tijd dat ik pas in Londen zat. Eerst iets over de voorgeschiedenis. Eind jaren zestig was ik baas van de fysieke afdeling in Amsterdam. Toen de baas van de afdeling wiskunde en computing vertrok en professor werd in Eindhoven, zei de directie tegen mij dat ik met mijn grote mond die afdeling er maar bij moest nemen. Ik was toch al een beetje wiskundig georiënteerd en zo kwam ik in de operationele research terecht. En op een gegeven moment werd mij gevraagd of ik daar professor in wilde worden. Nou, dat zijn dan van die dingen waar je twee weken van wakker ligt. Maar ondertussen ben je toch bezig met de vraag: wat zou ik doen als ik daar professor in zou worden? Na een tijdje had ik een vrij goed collegeprogramma gemaakt.

Maar je bent niet op de uitnodiging ingegaan?

Nee. Maar wat ik wilde zeggen is dat ik in '70 ben weggegaan uit Amsterdam. Tussen twee haakjes, dat gebeurt wel vaker bij Shell. Als er getrokken wordt aan een man, dan zeggen ze, jongens, kunnen we die niet weghalen uit dat nest, want als hij er langer blijft, dan zijn we hem kwijt.

Anyhow, ik ging naar Planning in Londen. Toen ik daar een paar jaar zat, kwam ik tot de conclusie dat als ze na die drie of vier jaar Planning me weer gevraagd zouden hebben als professor, dat mijn colleges dan honderdtachtig graden verschillend zouden zijn geweest dan die uit mijn Amsterdamse tijd. En dat kun je dan de winst van de ervaring noemen.

In Amsterdam hield ik me bezig met Het Oplossen Van Managementproblemen. Dan kwam er een probleem op tafel en dat ging je helemaal uitrekenen, tot in details. Je ziet consultants die dat nu nog zo doen. Dan komen ze met het resultaat en zeggen: "Alsjeblieft, zet je handtekening er maar onder, je kunt het zo doen." Nou, zo werkt dat niet. Een manager laat zich niet verleiden door een zwart doosje waar je wat gegevens in stopt en aan de andere kant komt er ja of nee uit. Zo werkt dat niet in de praktijk. Zo'n manager moet er met eigen logisch redeneren achter komen of hij overtuigd is van het 'ja' of dat hij toch maar, met pijn in zijn buik, 'nee' moet zeggen.

Dus wat je moet doen is alternatieven aandragen. Jij zult misschien zeggen dat zoiets voor de hand ligt. Ja, voor mensen die dat ervaren hebben; niet voor iemand die gewend is problemen met een bepaalde methode, zoals operationele research, uit te rekenen. Je moet alternatieven aandragen en het proces openleggen en zeggen:

”Als je dit doet, kan er dat gebeuren. Enzovoort, enzovoort.” De beslissing zelf moet je aan de manager overlaten.

Kortom, ik denk dat de stelling ‘ervaring is een slechte leermeester’ ergens anders op gebaseerd is. Het gaat dan namelijk om mensen die ervaring hebben en daarna hun hersenen sluiten.

Ervaring als leerproces

Inderdaad. Met ervaring wordt nogal eens geschermd. We hebben in de staf van de AWT een junior gehad die daar gevoelig voor was. Hij was een jonge hond, slim, maar onervaren. Hij zei tegen me: ”Het ergste wat ze tegen me kunnen gebruiken is te zeggen: ‘Hou nou maar je mond, want dat weet ik uit ervaring’.”

Maar hij had natuurlijk volkomen gelijk. Als je alleen maar met ervaring schermt, sla je elke discussie dood. Je moet zeggen: ”Ik heb die of die ervaring en ik zal je *uitleggen* wat ik daarmee bedoel.”

Ja, maar de stelling ‘ervaring is een slechte leermeester’ kan ook nog een andere achtergrond hebben. Soms zie je zogenaamde ervaren mensen, ouderen vaak, die niet meer open staan voor nieuwe dingen. Tenzij je mensen ‘ervaren’ noemt als zij hun ervaring hebben opgebouwd juist door open te staan voor nieuwe dingen.

Precies! En wat is dan nog het verschil tussen ervaring, leren om te leren, en research doen? Als je dát in je hoofd hebt zitten, dan is ervaring geen leermeester, maar een leerproces. Dat is gewoon analytisch om je heen kijken wat er gebeurt en daar proberen conclusies uit te trekken. Dat mag toch wel? Dat is toch hetzelfde als een experiment doen?

Ik heb dat zelf vaak meegemaakt. Als researchcoördinator stond ik bij de businessmensen een beetje aan de zijlijn. Ik was in hun ogen een techneut en wist van business niks af. Maar ik moest wél weten wat er in hun businesswereld omging. Dus dan zat ik daar vaak als een juffertje, of een muurbloempje, op een bankje in de balzaal terwijl iedereen aan ‘t dansen was. Maar het gaf me tegelijkertijd de gelegenheid te analyseren wat die businessmensen nou eigenlijk voor argumenten en methoden hadden. Dat was dus een cursus in de praktijk. Je krijgt ‘t gewoon voor je neus afgedraaid.

18 jaar geïndoctrineerd door de researchhouding

Je praat bij de AWT wel steeds over de businessmensen alsof je één van hen bent, maar je bent als het ware geboren in de research.

Ja, dat is waar. En aan de indoctrinatie van de research, daar ontkom je niet aan. Als je jaren in de research hebt gezeten, ook al word je daarna businessman, dan zie je toch dat je steeds die typische researchbenadering toepast: steeds opnieuw beginnen, analyseren en tot iets nieuws komen. Dat kan natuurlijk heel verfrissend zijn. Aan de andere kant heb je aan de businesskant bepaalde methodieken die hun waarde bewezen hebben en dan zeggen ze tegen een researchman: "Oh, daar begint hij weer; hij wil alles weer van tafel vegen en opnieuw beginnen." Daar hebben ze gelijk in, want dat doe je vaak in de research, nietwaar, juist om tot iets nieuws te komen.

Nou, als je dat eenmaal in je body hebt zitten, dan blijf je je leven lang leren.

Op mijn computer bijvoorbeeld zitten allerlei programma's; allemaal rommel die ik niet nodig heb. Maar waarom heb ik 't er dan toch op staan? Omdat ik het niet kan laten. Als er een nieuw programma op de markt komt, dan moet ik het hebben; om te kijken hoe het werkt, hoe het is samengesteld.

Maar dat geldt toch voor iedereen die onderzoek heeft gedaan?

Jawel, maar vergeet niet dat ik na de universiteit en mijn promotie achttien jaar research heb gedaan. Als je een paar jaar wat aan de universiteit hebt gedaan en bent gepromoveerd, dan begin je net. Als je iets anders gaat doen, ben je er ook zo weer uit. Maar achttien jaar tikt echt aan. Althans bij mij. Je hebt óók mensen die dat van nature hebben. Als zij een nieuw boek zien, dan willen ze weten wat erin staat.

Jij hebt natuurlijk wel het voordeel gehad dat je bij een grote onderneming werkte. Ten eerste kon je vanuit de research iets anders gaan doen. En ten tweede mocht je fouten maken en daarvan leren.

Ja, het systeem bij Shell zat zo in elkaar dat er ruimte was voor het nemen van risico's. Maar ik heb een baas gehad die daar anders over dacht. Hij zei: "Harry, jij neemt te veel beslissingen. Je kunt beter tien beslissingen nemen die allemaal goed zijn dan honderd beslissingen waarvan er eentje fout is." Ik ben toen kwaad geworden. Op een hoger niveau heb ik gevraagd of dit inderdaad de cultuur was en het antwoord was: "Nee, natuurlijk niet." Die mensen van tien goede beslissingen zijn erg voorzichtig, ze zullen nooit een riskant avontuur aangaan, alles moet precies uitgedokterd worden. In tegenstelling tot mensen die af en toe een foutje maken. Ja, als je van de honderd er tien fout maakt, dan ben je natuurlijk ook zuur.

‘Gut feelings’

Er zijn nu al heel wat invalshoeken de revue gepasseerd. De tegenstelling tussen de ervaring en de rede waar Montaigne het over had. Ervaring als leermeester en als leerproces. Van je eigen fouten leren en die van anderen. Ervaring kan betekenen dat je je hersenen afsluit of dat je juist openstaat voor nieuwe dingen.

Daar komt nog een aspect bij. Vooral de laatste jaren, voor mijn pensioen, kwamen jonge mensen bij me die iets helemaal uitgewerkt hadden en zus of zo precies wisten en tot die of die conclusie waren gekomen. En toen zei mijn gevoel steeds vaker dat ‘t tóch mis was, alleen kon ik niet uitleggen waarom. Maar ja, dan krijg je al die logische analyses voor je neus en dan geef je toe. Later bleek dan dat je uiteindelijk gelijk had. Nou is dat een kwestie van statistiek natuurlijk en misschien wel zelfverlakterij, in die zin dat je alleen die dingen onthoudt die misgingen, maar ik had toch het akelige gevoel dat ik in die gevallen nee had moeten zeggen.

Ik weet eerlijk gezegd niet hoe ik met die *gut feelings* overweg moet. Het blijft toch een beetje gepieremachochel². Ik heb die *gut feelings* nu eenmaal, maar in mijn jonge tijd was ik een vijand van ‘de ervaring’, zeker als die zich uitte in *gut feelings*. Ik ben schreeuwend en brullend over de lijn getrokken. En ik heb daar nog steeds in zekere zin last van. Misschien merk jij dat niet of misschien laat ik het te weinig merken – zoiets kun je moeilijk van jezelf zeggen –, maar ik denk steeds als ik iets vanuit mijn ervaring zeg: “Wie ben ik dat ik dit zeg en is het wel waar?” Dat komt voort uit die research-indoctrinatie: eigenlijk zou je ‘t allemaal moeten kunnen uitrekenen en logisch beredeneren. Dat is me met de papelepel ingegoten.

Maar, zo heb je me verteld, er was ook al vroeg iemand die andere pap uitdeelde.

Ja, dat was een vriend van me die priester was. Hij gaf me een filosofieboek. En plotseling donderde mijn hele wereld in elkaar. Ik dacht: “Ik ben ingekapseld in een vak, in mijn geval wis- en natuurkunde.” Een ander is ingekapseld als fietsenmaker of weet ik veel, terwijl de filosofie veel breder is en alles overkoepelt. Ik dacht: “Waar ben ik in godsnaam mee bezig?” Ik heb toen een stuk of twintig filosofieboeken verslonden. Niet omdat ik in de filosofie zelf geïnteresseerd was, maar gewoon omdat mijn wereld was ingestort en daar moest ik meer van weten. Geleidelijk kwam ik met mezelf in het reine. En ja, toen werd ik in zekere zin toch weer ingekapseld, maar... ergens brandt er iedere keer een rood lichtje op de achtergrond.

² Een pieremachochel is onder meer een roeiboot. Met gepieremachochel bedoelt Harry het *spelevaren* in zo’n roeibootje.

Stop je altijd voor dat lampje?

Nee, niet altijd. Een keer kwam er iemand die een of ander wiskundig model dat hij zelf gemaakt had, op Shell wilde toepassen. Het doet er niet toe wie het was en wat hij wilde. Waar het om gaat is, dat ik in mijn hart sympathie voelde voor die man, een rekenaar, maar mijn mond zei: “Onzin.” Door hogerhand is hij toch naar Londen gekomen voor een voordracht. En natuurlijk zei iedereen: “Onzin.” Maar terwijl hij daar stond, heb ik hem wel zitten verdedigen.

Die schizofrenie is gebeven, die enge grijze grens tussen enerzijds alles willen berekenen en beredeneren en anderzijds op ervaring koersen.

It's lonely at the top

Toch heb je je laatste jaren bij Shell vooral op je ervaring geleund. Dat zei je net zelf.

Ja. Dat heeft te maken met leeftijd, maar ook met je plek in de hiërarchie. In grote organisaties als Shell worden de meeste beslissingen genomen door mensen op de lagere niveaus. Die beslissingen komen niet naar boven. Wat er wél naar boven komt, is steeds meer *intangibile*. En daar zijn nu eenmaal geen methodieken voor. Als die er waren, had de top ze wel gebruikt; die mensen zijn ook niet dom. Dus hoe hoger je in een organisatie komt, des te meer word je getest op die ongrijpbare dingen. Van 's ochtends tot 's avonds krijg je niet eens meer een 'leuk', dat wil zeggen te berekenen, probleem voorgeschoteld. Al die methodieken die je vroeger hebt geleerd, methodieken die je recht voor z'n raap kon toepassen; die worden je uit handen genomen, want die worden gebruikt door andere mensen in de lagere echelons. Wat ze aan jou overlaten zijn die ongrijpbare dingen.

Expertsystemen werken op dat niveau niet, als ze er al zijn?

Hier geldt hetzelfde als wat ik zei over de operationele research. Een expertstelsysteem kan helpen als je het in een alternatieve vorm giet, in de zin dat het systeem alternatieven aangeeft en zegt wat er gebeurt als je dit of dat doet. Op die manier kun je ermee spelen; net als met die computerspelletjes waarmee je steden kunt bouwen. Expertsystemen moeten wel leren van de praktijk, want daar zijn ze voor bedoeld; om de *intangibles* er meer in te brengen dan alleen maar lijnrecht uitrekenen. Plus vooral de terugkoppeling met degene die ermee speelt. Maar als je denkt dat expertsystemen jou kunnen vervangen, vergeet 't dan maar. Dat is precies het verschil van honderdtachtig graden waar ik het eerder over had: mijn colleges operationele research zoals ik die toen in mijn hoofd had en de colleges zoals ik die nu zou geven. Toen, met mijn nul-ervaring, zou ik gezegd hebben dat expertsystemen in principe de

manager kunnen vervangen. Nu weet ik dat zoiets *never ever* zal gebeuren.

Ervaring zou je kunnen omschrijven als een data-base, waarin het aantal *intangibles* steeds groter wordt. Je moet zo'n data-base natuurlijk wel goed onderhouden.

Harvard

Je had het over achttien jaar research en de indoctrinatie die daar vanuit ging. Alles van tafel schuiven, het probleem opnieuw definiëren. En alles willen uitrekenen. Toen je met de filosofie in aanraking kwam, viel die wereld in. Toen je vanuit de research naar Planning in Londen ging, kreeg je alweer met een andere wereld te maken: die van de business. Je stond erbij en keek ernaar.

Maar ik heb ook ontzettend veel geleerd van de *Advanced Management Course* op Harvard. Er ging een wereld voor me open. Dat was in 1974. Drie maanden duurde die cursus; van 's ochtends vroeg tot 's avonds laat. Vooral de methode sloeg bij mij erg aan. Je kreeg per dag vijf cases en 's avonds moest je de cases doornemen voor de volgende dag. Laat ik een heel bekend voorbeeld noemen: de elektriciteitsvoorziening in New York. De directeur van het elektriciteitsbedrijf zat altijd in de problemen met het publiek en deed 't nooit goed, ook met het nucleaire en het bouwen van nieuwe centrales. En dan moesten de elektriciteitsprijzen weer omhoog. Alles kwam in de krant en dat materiaal kregen wij, studenten, in handen, naast natuurlijk de interne gegevens. Dat hele proces heeft zich in een periode van twintig jaar afgespeeld. Die werd bij Harvard in vier moten van vijf jaar gehakt. Jij werd als student in de positie geplaatst om een beslissing te nemen; de dag erop moest je je beslissing vertellen. En dan gaven ze aan wat de beslissing van de directeur van het elektriciteitsbedrijf was geweest. En dat liep dan weer vijf jaar door en moest je weer een beslissing nemen, enzovoort.

Dat werkte fantastisch; ik heb daar ontzettend van genoten. Als je dezelfde beslissing had genomen als hij, dacht je: "Ha!" Maar 't ging helemaal fout. En er werd uitgelegd waarom het fout was gegaan. Soms had je een andere beslissing genomen, omdat je bepaalde zaken niet over het hoofd had gezien. Dus je loopt als het ware met iemand mee en je leert van zijn ervaring en van zijn fouten. Fantastisch was dat.

Deel 1 – Basisgedachten

Inleiding

Ton Langendorff

Dit deel bevat vier hoofdstukken. In de eerste drie staat de kern van het gedachtegoed van Harry Beckers. Het vierde hoofdstuk is inhoudelijk van aard; hierin kijkt Harry terug op de resultaten van het energieonderzoek en werpt hij een blik vooruit.

In deze inleiding volgt een toelichting en enkele eerder gedane uitspraken van Harry.¹ Dat zal iets uitgebreider gebeuren dan in de volgende delen, omdat die delen eerder te beschouwen zijn als uitwerkingen van de ideeën van Harry.

R&D in fasen en door mensen

Tijdens zijn After Dinner Speech voor de leden van EIRMA in mei 1983, zei Harry: “In research we have three components, three types of research. We have fundamental research, applied research and development. Fundamental research is work undertaken primarily to acquire new knowledge without any particular application in view. Applied research is also original investigation, however, it is directed primarily towards a specific aim. Finally, development is work drawing on existing knowledge to produce new products or new processes. Fundamental research and development are like oil and water, immiscible. We need to add a solvent, called applied research, to make the two compatible. I think that is what R&D management is about: deciding where to sit in this triangle.”

Harry is het hier in grote lijnen nog wel mee eens. Alleen gebruikt hij andere termen. Over toegepast onderzoek praat hij niet meer. Wél over exploratief onderzoek en over uitvinders. Hoe dan ook, de *fasen* die in de R&D kunnen worden onderscheiden, hebben nog steeds volop de aandacht van Harry. Ze komen in elk van de drie volgende hoofdstukken aan bod.

¹ Als er geen bron bij de citaten staat vermeld, zijn de uitspraken van Harry ontleend aan vraaggesprekken met mij.

Wat óók centraal staat bij Harry, is het gegeven dat R&D mensenwerk is. Niet alleen van de onderzoekers zelf, maar ook wat betreft de bemoeienis van de businessmen. Over dat laatste vertelde Harry tijdens een andere EIRMA-bijeenkomst de volgende grap: “Let me illustrate the inadequacy of technologists to deal with technological challenges with the following anecdote. Not long ago, a young country decided to nationalise all foreign-based industries and to execute their executives. Since the new rulers had a keen sense of fair play, the managers were to risk their necks only once. If the guillotine did not function the first time, they would be free to leave the country in one rather than in two parts. Scores of managers lost their heads after this decision was announced but one particular top manager kept his head cool and made a financial arrangement with the executioner. He, his financial director and the technical director would be saved by a miracle. On the day of the execution the top manager put his head on the block, and the miracle happened. The blade did not come down. Then it was the financial director’s turn and the miracle repeated itself. Quivering the technical director put his head down, then looked up at the mechanism of the guillotine and shouted: ‘Wait, I think I know why it’s not working’.” (Technological challenges to European Industry today. EIRMA Special Conference, Brussels, 22-23 september 1983).

Met de voorgaande citaten zijn twee belangrijke aspecten van R&D-management aangegeven: de verschillende fasen in het R&D-proces en de relatie tussen de R&D-mensen onderling en met de businesskant.

Het begin van de georganiseerde R&D

Dit eerste deel heeft zowel betrekking op de R&D in het bedrijfsleven als op het universitaire onderzoek. De universiteiten hebben een lange geschiedenis, maar de *georganiseerde* R&D in het bedrijfsleven bestaat hooguit een eeuw. Wat daaraan vooraf ging was technologie of techniek, waar wetenschappers niet aan te pas kwamen. Harry: “Ik ben geen historicus, maar volgens mij, als amateur, is alles begonnen met technologie en geheimhouding. In het verre verleden was technologie natuurlijk ook een wapen in de concurrentiestrijd. Als jij vuur kon maken en hij niet, dan had je een voorsprong; daar heb ik nog een film over gezien. Vuur is misschien een extreem voorbeeld. Maar er zijn ontzettend veel dingen die zijn uitgevonden en die de mensen natuurlijk niet aan de grote klok gingen hangen. Daar heeft Cees le Pair nog op gewezen. Hij werd door allerlei historici aangevallen; zij zouden wel degelijk oog hebben voor technische ontwikkelingen. Maar wat Cees bedoelde, was dat historici vaak naar de schriftelijke bronnen kijken, de wetenschappelijke publicaties, en zodoende de technici en hun vindingen over het hoofd zien, zoals de elektronenmi-

crosscoop en de stormvloedkering in de Oosterschelde.

Of iemand kon lekkere jam maken en dan ging je naar dat winkeltje of die boerderij. Dat heeft zich nog in mijn jeugd afgespeeld. Ik noem altijd de voorbeelden van de Schotse whiskey, Schotse wol, Limburgse kaas, Brand bier. Het ging vaak om recepten. En recepten heb je nu nog steeds. Dr. Oetker nota bene of Coca-Cola.

Daar werd vroeger natuurlijk niet over gerapporteerd; ook niet over de mechanische dingen. Daarnaast had je een separate wereld, die van de wetenschap, die juist wél rapporteerde over de ontdekkingen. Maar die academische wereld deed heel wat anders dan de technologen uit de praktijk; de wetenschappers keken naar de sterren of, zoals Newton, naar appels die uit een boom vielen. Die lui hebben hun kennis af en toe voor de grap toegepast. Archimedes was een uitzondering; je zou hem echt de eerste ingenieur kunnen noemen.

Van mensen als Stevin en Huygens wordt wel gezegd, dat zij aan de wieg van belangrijke technische toepassingen hebben gestaan, maar daar geloof ik niet veel van. Is Simon Stevin de eerste waterbouwkundige? Nou, ik heb een van zijn boeken bekeken. Die man was gewoon hoofd van de Waterstaat in Brugge. In zijn vrije tijd deed hij wat aan wiskunde en van daaruit heeft hij formules gemaakt over hoe water stroomt. Dat was alles.

Die koppeling tussen die grote namen en technische uitvindingen is volgens mij niet juist. Ik kan 't niet bewijzen, maar die wetenschappers namen dingen uit hun praktijk – bestaande uitvindingen – en beschreven die of ze maakten er modellen van. De zaak wordt omgedraaid; er wordt gezegd: 'Zij zijn de uitvinders.' Maar er is een groot verschil tussen de filosoof, de Betrachter, degene die observeert, beschrijft en verklaart, en degene die daadwerkelijk tot een vondst komt zonder altijd precies te weten waarom iets werkt."

Wat Terence Kealey betreft heeft Harry hierin gelijk. In zijn boek *The Economic Laws of Scientific Research* (1996) stelt Kealey: "Technology came first. That is one of the great lessons of history. The palaeolithic, mesolithic and neolithic developments of fire, harpoons, spears, canoes, pottery, querns, spinning, weaving, dying, fermenting, distilling, sailing, sowing, milling, smelting and irrigation were not based on science". (p. 24). Kealey noemt ook nog wat recentere uitvindingen, zoals zeep, de windmolen, en de krukstang.

Op een gegeven moment kwamen die twee separate werelden – de technologie en de wetenschap – bij elkaar. In hoofdstuk 2 wordt het begin van de geschiedenis van de industriële R&D geschetst. Harry: "Ik zie 't al voor me, die *board meetings* met die heren in donkere kostuums en hoge witte boorden. Zegt de ene tegen de ander: 'Heb je gehoord dat Pietje een – hoe heet zo'n vent – wetenschapper in dienst heeft geno-

men? Moeten wij dat ook niet doen? Ja, maar waar haal je zo'n vent vandaan? Hij heeft 'm van de universiteit gekregen. Zullen wij er ook niet eentje van de universiteit halen?' Alleen wordt dit verhaal wat netter en meer uitgebreid verteld."

Hoofdstuk 2: Industrial R&D and Competition

Dit hoofdstuk stamt uit 1992, een jaar nadat Harry met pensioen is gegaan. Onder zijn naam staat niet meer Shell, maar 'Balnor', de naam van zijn huis, Hook Heath Road in Woking, Surrey GU22 OLF, UK.

Het hoofdstuk is nog steeds te beschouwen als de kern van het gedachtegoed van Harry. Dat gedachtegoed is vooral op ervaring gebaseerd, maar ook op gesprekken met anderen, zoals uit de referenties onder dit hoofdstuk blijkt. Ik heb nog nooit een artikel gezien waar – afgezien van een voetnoot waarin Jan, Piet en Klaas voor hun commentaar worden bedankt – onder de references stond: "Many private discussions with former colleagues, R&D managers in many companies all over the world". Dit is geen opschepperij (many companies all over the world), maar bescheidenheid die zo kenmerkend is voor Harry.

Dat het hoofdstuk de basisgedachten van Harry bevat, wil natuurlijk niet zeggen dat er niets in zijn ideeënwereld is veranderd of is bijgekomen. De andere bijdragen in dit boek zijn daar een illustratie van.

Opvallend is echter ook, dat sommige ideeën al een tijdje geleden ontstaan zijn. Het hoofdstuk opent met een korte beschouwing over de universiteiten, omdat deze de grondslag hebben gelegd voor de georganiseerde R&D in het bedrijfsleven. Daar kunnen we lezen dat universitair onderzoek vooral als functie heeft het academisch onderwijs te ondersteunen. Iedereen die Harry een beetje kent, weet dat dit één van zijn stokpaardjes is. (Al is het aardig te zien, dat Harry de zogenaamde eenheid van onderwijs en onderzoek wél problematiseert vanwege de massaliteit van de studentenaantallen.) Dat stokpaardje is al heel oud. In zijn keynote speech tijdens the Research and Development Society Symposium, op 12 april 1983, zei Harry het volgende: "I hear much these days about universities having a more industrial orientation; perhaps I hear too much. However my university friends decide to approach this question, I would ask them to consider whatever they do in the light of the question: Is whatever I am proposing to do supportive of my role in educating students? If the answer is, 'yes', I would ask them to think again and ask themselves the question: Is it really supportive rather than subversive? If the answer is 'no', I suggest they think again."

Na de universiteiten komt de industriële R&D ruim aan bod: de geschiedenis, de verschillende generaties R&D-management, de oprichting van EIRMA, het manage-

ment van wat Harry *technology assets* noemt, de verschillende typen researchers en de bij Shell al jaren in gebruik zijnde *customer-contractor*-regel.

Customer-contractor

Het *customer-contractor*-principe is door wijlen Lord Rothschild in de jaren zestig bij Shell ingevoerd. In 1972 adviseerde hij de Engelse overheid het principe over te nemen. Dit is niet gelukt. Jim McQuaid, Director of Science and Technology of the Health & Safety Executive, wilde weten waarom. David Fishlock schrijft hierover: “HSE could not possibly act as a Rothschild-type customer for all the R&D needed to underpin its huge regulatory canvas. It had to work with research contractors – in other government and commercial laboratories, universities, etc.

Shell’s R&D management, then headed by Dr Harry Beckers (...) was very cooperative. McQuaid interviewed 75 senior Shell managers in the UK and Holland on how they implemented the customer-contractor principle.

He was convinced that it operated to the general satisfaction of the concerned players in Shell. But McQuaid discovered one profound difference in how it was being used. Shell saw the research contractor as a partner. Whitehall saw the research contractor as subservient.

Shell, he learned, worked hard to foster the partnership – even though most of the research was commissioned from Shell’s own corporate laboratories. It had a head-office team of 35 under Beckers as research coordinator, managing the customer-contractor relationship. The essence of the partnership, believes McQuaid, is that it was never a cosy relationship. Although the belief that research was essential to business success ran deep in Shell, research contractors still had to perform. They were never encouraged to think that contracts would come their way simply because they were Shell’s source of expertise on a topic”.²

In een voordracht waarop gewoon *Talk in India* (November 1980) staat, heeft Harry als volgt over de praktijk van het *customer-contractor*-principe uitgeweid:

“The Shell system is firmly founded on the customer-contractor relationship. In general our planning procedure starts with a top-down or customer statement of the business objectives and a translation into generalised technical terms. The R&D laboratories and individual workers respond by generating a possible portfolio of

² ‘McQuaid of the HSE’, *R&D Efficiency*, April 1998, Volume 7, Issue 6.

individual projects (bottom-up planning). By an iterative procedure, and discussion, these are refined into a complete portfolio of projects. If the total cost of the projects exceeds that which the customer deems acceptable, as is usually the case, objective or quasi-objective methods are used to rank the projects according to priority.

Now this emphasis on the customer-contractor relationship is admirable, but there are dangers if it is not applied flexible in a way which ensures that the degree of coupling between the customer and the contractor is appropriate to the circumstances.

I can illustrate what I mean by taking two extreme cases. The first case represents a business which is mature i.e. one in which the market dominates the possibilities of obtaining an economic reward from a new development. The business is one in which the increased market share or increased profitability resulting from a successful project can be reasonably predicted. In this situation it is right and proper that the customer is in a position to exert influence on the R&D programme at all stages, i.e. he should be able to influence the programme without ever being in a position to decide the way in which it is carried out.

The second extreme case is represented by a new business possibility where the market parameters are ill-defined. In this case the customer-contractor relationship should be much weaker and the R&D-man should have a much greater freedom for independent action. The customer still has the responsibility to define, as far as he is able, the economic and other parameters which will influence the success of the project, but even if he comes to the conclusion that the project is not viable, the R&D-man should have the freedom to reject his advice, since one of the functions of R&D is to change economic and other parameters.

The difficulty in applying the customer-contractor relationship lies in the fact that most businesses are somewhere in the middle and the crucial step is to recognize whether a given project could lead to a new or enlarged total market or whether the market limitations inevitably restrict the rewards which would result.”

How much R&D

In hoofdstuk 2 gaat Harry ook in op de vraag hoeveel een onderneming aan R&D moet doen. Tegenwoordig heeft hij daar een ‘slang-theorie’ over. (Zie inleiding Deel 3 en hoofdstuk 10.) In de al eerder genoemde *keynote speech* at the Research and Development Society Symposium maakte Harry een vergelijking tussen R&D-uitgaven en de investeringen van een boer:

“I am often asked the question: How does a company decide how much it should spend on R and D, and I know only one way of answering it. There is no way of deci-

ding what single figure is appropriate. The process is rather like the way a farmer decides how much he should spend on maintaining the long-term fertility of his fields. In reaching his decision he doesn't pay too much attention to the annual fluctuations in his crop yields, but if he decides to spend too little on putting muck into his land or maintaining drainage, or if he decides to spend too much, this becomes apparent in the course of time. This is because farming is an open system. A farmer's neighbours look over his fence and if his land is ill-kept, full of weeds and messy he gets a bad reputation and his local bank is reluctant to lend him money. Similarly, if he spends too much, he gets the reputation of being profligate and wasting money and his local bank looks critically at his requests for loans. The good farmer takes action to correct his misjudgements before his bank leans on him.

So it is with companies. Their performance is scrutinised by the financial community and ultimately by investors, who can use other companies for comparison. The danger in the process for both farmers and companies is that they may be farming in an area where standards are uniformly low and then the message may take too long to get through."

Hoofdstuk 3: Ontdekken, uitvinden, ontwikkelen

Dit hoofdstuk is speciaal voor dit boek geschreven. De terminologie 'ontdekken, uitvinden, ontwikkelen' slaat niet bij iedereen aan, maar Harry legt uit waarom hij er toch aan vasthoudt.

In ieder geval wil hij niet over fundamenteel versus toegepast onderzoek praten.

Tijdens een discussiebijeenkomst merkte Harry op:³ "Ik heb eerlijk gezegd moeite met het begrip 'toegepaste research'. In mijn ogen is alle research toegepast, heeft een *doel*. Anders weet ik niet wat toegepast betekent. En de arrogantie om te denken dat alle uitvindingen uiteindelijk voortkomen uit ontdekkingen in de fundamentele wetenschap vind ik belachelijk. Van de honderd mensen die werken in de research, werkt er grosso modo 95% in het exploratieve onderzoek en het ontwikkelingswerk. Van de grote hoeveelheid geld die aan onderzoek besteed wordt, komt slechts een paar procent ten goede van wie de kans heeft om zich wat meer fundamenteel op te stellen en heel diep na te denken over de problemen. Als dat gebeurde voor die 95% die in onderzoek en ontwikkeling (O&O) werkt, dan denk ik dat het heel snel afge-

³ *Wetenschap als cultuur*. Acta van het colloquium ter gelegenheid van het tienjarig bestaan van de Vlaamse Raad voor Wetenschapsbeleid. Brussel, 22 oktober 1996, p. 30.

lopen zou zijn met de sponsoring van die O&O.

(...) Er is een nuttigheidsaspect verbonden aan onderzoek, ook aan fundamentele research. Het grootste gedeelte van die fundamentele research gebeurt aan de universiteiten. Ze is, denk ik, in de eerste plaats bedoeld om mensen op te leiden, om een atmosfeer te creëren, producten te creëren. De industrie is niet verantwoordelijk voor de opleiding van mensen. Maar ze is wel geïnteresseerd in afgestudeerden met nieuwe ideeën. Dat betekent dat ze ook geïnteresseerd is in wat zich inzake fundamentele research afspeelt aan de universiteit.

Ten tweede. Vanuit de industrie gezien zou men niet zozeer van toegepaste research kunnen spreken, maar veeleer van exploratieve research. Want het gaat ten slotte om uitvindingen. En dat is helemaal iets anders dan wetenschappelijke ontdekkingen. Het is een gebied waar brede multidisciplinaire benaderingen een rol spelen om te komen tot een nieuw product, een nieuw concept, een verbetering van een proces.”

Ontdekken, uitvinden en ontwikkelen verloopt niet lineair

In hoofdstuk 3 merkt Harry op, dat er geen lineair verband bestaat tussen ontdekken, uitvinden en ontwikkelen. Dat zei hij reeds eerder, toen hij opmerkte het belachelijk te vinden als mensen uitvindingen herleiden tot ontdekkingen. Tijdens diezelfde discussiebijeenkomst weidde Harry hierover wat uit: “Als je je als industrie zou beperken tot wat er in een land als Nederland of België ontdekt of gedaan wordt in fundamentele research, dan mis je 99% of meer van de totale kennis die wereldwijd geproduceerd wordt. Ik zeg dat omdat dat arrogante denken, dat lineaire denken van wetenschappelijk onderzoek versus toegepast onderzoek, wat ik exploratief en ontwikkelingsonderzoek noem, dat dat bij politici vaak leidt tot de uitspraak ‘we moeten meer het verband leggen tussen de lokale industrie en de lokale universiteit’. Ik denk dat dat dodend is voor het opleiden van goeie mensen. Want daardoor worden ze precies gedwongen om steeds maar exploratief toegepast onderzoek te doen en dat is niet de bedoeling. De bedoeling is om goeie mensen op te leiden.

Deze lineaire gedachtegang is ook onzinnig omdat in dit kleine land misschien 1% van het totale wereldwijde wetenschappelijke fundamentele onderzoek wordt gedaan en de industriële activiteit ook maar 1% uitmaakt van de totale industriële

activiteit in de wereld. De kans dat de industrie in dit land iets oppikt uit die fundamentele research is dus 1 op 100.”⁴

Ontdekken, uitvinden, ontwikkelen = $\alpha + \beta + \gamma$

Belangrijk in hoofdstuk 3 is de constatering dat de driedeling ‘ontdekken, uitvinden, ontwikkelen’ niet beperkt is tot de technische en natuurwetenschappen. Ook op de terreinen van alfa en gamma worden ontdekkingen en uitvindingen gedaan en nieuwe dingen verder ontwikkeld. Daarvan worden enkele voorbeelden gegeven. Niet alleen worden alle wetenschapsgebieden bij het innovatieproces betrokken, ook de onderlinge samenwerking is van groot belang. Hierover heeft Harry eens een voordracht gehouden, maar wegens een te grote overlap is dit hoofdstuk niet in dit boek opgenomen.⁵ Volstaan kan hier worden met enkele opmerkingen uit een artikel van Harry uit 1981.⁶ Het is verrassend om te zien hoe actueel dit onderwerp, dat hij zeventien jaar geleden aansneed, nog steeds is.



Harry sprak over het grote aantal leidinggevenden dat zo kenmerkend is voor de procesindustrie. De helft van het management is ingenieur: “A person with a high level of scientific or technical education, irrespective of his personal role within the company or his precise academic training.” Zo iemand moet aan drie eisen voldoen: “engineering competence, managerial capability” en, niet onbelangrijk, “cosmopolitanism”. Verder moeten ingenieurs met complexiteit kunnen omgaan; ze moeten zowel technisch hun vak verstaan als oog hebben voor zaken als concurrentieverhoudingen, wettelijke aangelegenheden en dergelijke. De volgende citaten zijn opmerkelijk voor iemand die zegt (zie hoofdstuk 1 over ervaring) 18 jaar geïndoctrineerd te zijn geweest door het doen van R&D en daardoor de onstuitbare neiging heeft ontwikkeld om steeds alles te willen uitrekenen.

⁴ Cees le Pair haalt in het *Technisch Weekblad* van 1 mei 1997 een onderzoek van Narin aan, waaruit blijkt hoe belangrijk nabijheid is voor het opdoen van ideeën. In octrooien van Nederlandse uitvinders wordt zes keer zoveel verwezen naar in Nederland verricht onderzoek dan op grond van de nationale bijdrage aan de wereldkennisproductie mag worden verwacht. Harry: “Dat is 6%.”

⁵ ‘Bruggen bouwen tussen alfa, bèta en gamma in de praktijk’, in: H.J. Verkuyl e.a., *Wetenschap en maatschappij: kennis en vooruitgang*, 1995, pp. 44-54. Den Haag: SMO.

⁶ ‘What does a multinational company expect of its engineers’. *European Journal of Engineering Education*, 1981, nr. 6, pp. 35-44.

“The essential point about complexity is that the engineer has to deal not only with technical matters which are germane to his academic specialisation, but also with non-technical matters, and more especially with the interaction between these factors.

In this regard I would like to voice my concern regarding the inclination of many young engineers to concentrate attention on quantifiable knowledge and their corresponding reluctance to deal with subjective and intuitive aspects of the problem.

(...) Pascal stated this dichotomy a long time ago in his *Pensées* when he differentiated the mind by referring to *L'esprit géométrie* and *L'esprit de finesse*. The first relates to the ability of the mind to deal with matters which are quantifiable, and hence is related to logical and analytical thinking, whereas the latter is related to the ability to deal with the non-quantifiable, and hence to general awareness, intuitive thinking, or as we say within Shell, the helicopter view.

(...) A *sine qua non* of any successful engineer is a thorough training in the basic principles and methodology of his trade. Post academic studies are of great value in updating the engineer, but they can never make up for defects in the original training received.

(...) It may seem paradoxical, but I believe that the polyvalent or multipolar engineer needs specialisation. It is only specialisation which, by forcing an engineer to go deeply into the various facets of a problem before reformulating them into workable terms, can develop the ability to handle and dominate complex and new situations.

(...) I have stressed so far the engineering aspects of education but these qualities derive in large measure from a person's interest in what happens around him. I feel that a training in humanities, economics, languages and similar subjects is necessary. Therefore I would plead for a broad general education to a high level before specialisation begins.”

Hoofdstuk 4: Gebruik van kennis

In het vierde hoofdstuk ontvoert Harry zich als zakenman. Hij mag dan wel jarenlang in de research hebben gezeten, maar dat heeft hem niet belet zakelijk naar al die R&D te kijken. De *bottom-line* is de *return on investment*.

Harry: “Ondanks die 18 jaar research was ik natuurlijk niet achterlijk. De coördinator Marketing bij Shell zei destijds vaak tegen mij: ‘Hou jij je mond maar, jij weet niet wat marketing is, jij bent een wetenschapper.’ En als er dan niemand bij was, zei ik tegen hem: ‘Oh ja? Zal ik jou eens een verhaaltje vertellen? In de vakanties vroeger trok ik met mijn oom op en dan moesten we appels verkopen. In de ene

winkel zei mijn oom ‘schatje’ tegen die mevrouw. In de andere winkel zei hij beleefd ‘dag mevrouw, ja mevrouw, zeker mevrouw’, ‘komt in orde mevrouw’, ‘tot ziens mevrouw’. In de derde winkel riep hij uitgelaten: ‘Hé, ben je er nog?’ En dat gebeurde allemaal binnen een uur. Dat is marketing.’ En toen zei die coördinator tegen me: ‘Jij hebt het begrepen’.”

In hoofdstuk 4 laat Harry diverse businessstrategieën de revue passeren: zelf met iets compleet nieuws komen of naar de wensen van klanten luisteren, stapsgewijs veranderen of *quantum jumps*, en nadruk op kwaliteit of *after sales services*? Elke strategie heeft zijn waarde bewezen.

Er is een klein beetje overlap met de eerdere hoofdstukken, maar voor de leesbaarheid heb ik die niet weggehaald. Het begrip technologie-arsenaal management komt wederom aan de orde. Wie eenmaal de anekdote heeft gelezen, die Harry vertelt over een Japans bedrijf zal nooit meer vergeten wat *technology assets management* inhoudt: eerst zoeken, dan (desnoods) onderzoeken.

Hoofdstuk 5: Energie

Alle hoofdstukken in dit boek gaan over management en beleid. De inhoud van onderzoek en onderwijs komt niet aan bod. Het leek me daarom goed toch een inhoudelijk hoofdstuk op te nemen. En dat slaat natuurlijk op het onderwerp waar Harry zich jaren mee bezig heeft gehouden: energie. Ook voor leken een goed leesbaar verhaal.

In het hoofdstuk komt ook de S-curve een paar keer ter sprake. Dat is een andere curve dan die uit hoofdstuk 4. Hier bedoelt Harry met de S-curve de plek die een technologie in zijn ontwikkeling inneemt: in de kinderschoenen, redelijk nieuw, of uitontwikkeld dan wel *mature*. In het ene geval gaat het om typen activiteiten (ontdekken, uitvinden, ontwikkelen), in het andere om de mate van rijpheid van een technologie; in beide gevallen staan op de y-as de investeringen.

Hoewel het hoofdstuk sterk inhoudelijk is en daarom interessant is om te zien waar Harry zich nu feitelijk mee bezig heeft gehouden, kan hij het natuurlijk niet laten beleidspunten naar voren te brengen. Allerlei oplossingen voor het energievraagstuk komen aan bod: besparing, nieuwe en alternatieve energiebronnen en dergelijke. Maar één hot item springt eruit: de bevolkingsgroei. Dat is het werkelijke probleem. Daar blijft Harry op hameren. “Maar ja, als je dat dan met elkaar hebt geconstateerd, ga je naar huis en ga je de volgende morgen over tot de orde van de dag.”

2. Industrial R&D and Competition ¹

Introduction

(...) After I finished my education in mostly chemical-engineering-oriented subjects at the Technical University in Delft, The Netherlands, I applied for a research job at the Shell Laboratory in Amsterdam. In one of the interviews I had with my future colleagues and superiors, I was told that I would join an outfit that could be considered as a university within the Shell Group and that I really was free to choose my subjects for research myself.

In a way I was pleased to hear that, but, on the other hand, I wondered what was in it for the company. Were they not going to tell me what they wanted me to do for them? But, at that time, I did not go in for more probing. After all, at a younger age I was told that if I wanted to be able to get a good job later in life, I would have to learn a lot of things, like the law of Boyle–Gay–Lussac: $PV = RT$.

Being an ambitious young man, of course, I listened to that sort of advice carefully and learned about all these things, often without having a clue what it really meant or why it was necessary for me to know about all that.

It is perhaps due to those early experiences that I became more and more interested in the purpose of research and its programming and planning at the universities as well as in the industry. My ambition led me to become involved in many governmental and industrial committees and bodies dealing with relevant issues in research management at the universities and within the industrial companies. And on the side-line, I also learned very quickly how to interpret the meaning of the statement "I could do whatever I liked to do in research" made by my future supervisor.

Having been involved with EIRMA, the European Industrial Research Managers Association, from the beginning in 1965 onwards, and having been for six years the first President of IRDAC, the Industrial R&D Advisory Committee of the EC commission in Brussels, I was able to watch and analyse developments in this area during a couple of decades in various countries and companies.

¹ Titel van de zevende P.V. Danckwerts Memorial Lecture, gehouden op 12 mei 1992. De tekst is gepubliceerd in *Chemical Engineering Science*, 1993, Vol. 48, No. 8, pp. 1359-1366.

Especially during the last decade, when I was in a unique position, not only to be in charge of the industrial research & development in Shell and President of IRDAC, but also to be the Deputy Chairman of the Advisory Committee on Research Policy of the Dutch Government, it has become very obvious to me that there is a lot of confusion and that there are many different opinions about the subject I tried to indicate by the title of this talk: *Industrial R&D and competition*. Especially, the role of the governments and the universities in industrial innovation is often under heavy discussion.

Over time, we, in industry as well as elsewhere, are making progress in understanding the various relevant issues and I would like to discuss with you that progress and also give you my views, perhaps sometimes too strongly expressed but, from my point of view, necessary in order to make my points clear. It is also obvious that my opinions are somewhat coloured by my past experiences, especially by my career in an industry where chemical engineering is a major activity.

University Research and Industry

Let us first consider for a moment the research executed at the universities.

From my point of view, over many centuries, the objective of research effort at the universities has been to underpin and to create the environment within which students are educated at the frontiers of science. This was the objective for centuries but one often is driven to wonder whether this is still the objective today!

As an industrialist, one should support this objective. After all, one is not looking for new graduates who only have more of the same in their skills bag. They should provide new and more modern thinking when they join an industrial company.

At the university, they should have been exposed to challenging scientific and technical endeavours, and should have climbed a mountain in one of the other scientific landscapes. By having done that, they would have learnt how to climb another mountain, even if that one is very different from the one they climbed during their student time. Therefore, it is not that important, of course within reason, which mountain they have been climbing during their stay at the university. In actual fact, I placed a bet in the past that I would be able to recruit a pure mathematics graduate to work in chemical engineering research who would later join the business side of the company and be a success. I won the bet!

Therefore, the main products of a university are the graduates it delivers to the society. Research effort and its results are one of the means to fulfil this task. A healthy research budget and facilities will put a university into a good position to

attract skilled researchers and scientists and, therefore, hopefully, good teachers.

The personal ambition of the actors, the scientific personnel of the universities, is to become well known in the scientific world and ultimately to reach for a Nobel prize in his or her scientific field. Discovering new theories and facts, and being first in publishing them, obviously in the best scientific journals in the world, is the name of the game.

Competition is kept alive and quality and duplication of effort are critically looked at by peer review systems, which exist almost worldwide in any scientific area.

This existing worldwide system has created and refreshes a worldwide reservoir of knowledge, free for everybody or every company to use. Most of the time and in most places, there are no barriers which prevent the people or companies to have entrance to this reservoir of knowledge. Most countries in the industrialized world continuously provide financial resources on a proportional basis. All countries, including the bigger ones such as USA, profit not only from the results of their own research but even more so from the results of the vast amount of research done elsewhere.

For an individual company the world is its oyster. Within this open system, it is able to pick up the latest development in basic science all over the world and it would be foolish if it would link itself only to basic developments produced within its own local environment.

Nowadays, there are sometimes politicians or industrialists who question the free entrance of foreign companies and persons into their own universities and their world of research. Ways and means have been and are sometimes explored to limit such free entrance. I deplore such possible developments and actions.

I am convinced that it would be a disastrous development for all of us if governments would proceed further along this path. It would be far better, again for all of us, to keep the present open system alive and convince the few governments in the world who do not follow the general rules that they should contribute their fair share of effort to maintain and increase the worldwide knowledge reservoir.

However, over many years, the existing universities have been expanding enormously and many new universities have been set up in the Western world as well as in the developing countries.

They not only educate students to become teachers and researchers but also provide courses for many other jobs in the society. And, for many of these courses, one wonders if the original idea of education at the frontiers of science is still relevant or even possible from a financial point of view. Never mind the question whether there is enough room for so many scientists to work on the same subjects at the frontiers

of science.

Duplication of effort and reinventing the wheel are becoming important issues. One of the ways to escape these dangers is for the universities to shift their research effort away from pure basic research to what is now often called strategic basic research: research effort that is more guided by societal needs than basic research is.

Technical universities have already been active in this field for many years. They perhaps do not work at the basic frontiers of science but at the frontiers of technology, thereby fulfilling the objective of providing graduates with new ideas. The individual researchers at these technical universities are also able to establish their position in the ranking order by their publications in the technical journals of the world.

The driving force for more university research continues to become stronger every day. Since universities are still adhering to the principle of coupling teaching and research, and with the growing number of people who want to follow something at a university in order to be able to obtain a better job in society later, the dilemma is there for everybody to see.

Does one limit the number of entrants at university education? Forget it. This is not possible from a societal point of view. Should the society provide the finances to keep the coupling between research and teaching in place? I doubt whether the society will be able to provide the finances to do this. So, should one reconsider the basic principle of a university and accept that not all the universities called universities are really universities in the original sense of the word 'university'? In future, I think they will have to look critically at the various teaching and education programmes they are providing and reconsider the necessity for an accompanying research effort.

Another way out of this problem is for the universities to find funding elsewhere by executing research of a shorter-term nature for industrial companies, or even by providing customer-oriented teaching. As long as this is done on a small scale it can do no harm. On the contrary, it could provide a channel through which the universities could keep contact with the needs and problems of the industry. But if such efforts are becoming a substantial part of the total effort within the university, it could, depending upon the nature of such contract research, dilute the basic principle of a university. It could force a university to educate more of the same, i.e. to become a school rather than a university.

By having individual contracts with the industrial companies, a university takes over the role of a commercial research laboratory and could indeed contribute to the competitiveness of that particular company. Unless this is done on a small scale, such developments could, in addition to the other mentioned harmful effects, also endanger the worldwide open knowledge system and should, therefore, not be encouraged.

In general, however, I do not believe that, within one particular country, local uni-

versities contribute directly to the competitiveness of local companies by their research efforts. The results of these efforts are freely available and should be kept freely available for every company, wherever in the world, that has an open eye for new scientific developments.

The local universities contribute to the competitiveness of the local companies more efficiently and effectively by delivering the right innovating graduates that these companies need. That the local universities should behave as good neighbours and help the local industry by providing sometimes *ad hoc* professional help or by providing opportunities to use their unique instruments or systems can be of great value and is well understood. And, of course, the choice of the fields of research the local universities are involved in determines, in a sense, the usefulness of their graduates for local industry. For example, I think that oil and chemical industries are more interested in chemical engineering departments at the universities than in some of the other departments.

History of Industrial R&D

Ladies and gentlemen, I would not be surprised if some of you are starting to wonder whether they are attending the right lecture. While the title says Industrial Research and Competition, till now you have heard me talking only about universities and university research. But there is a good reason for doing that. While research has been done at the university for many, many centuries, it is only since the end of the 19th century that many industrial enterprises started to organize their own R&D on a larger organized scale. Therefore, university research can be considered as, and in many aspects is, the origin of industrial research.

It is, within this context, worthwhile to mention also that it was during the second half of the 18th century that in France the first professional engineering schools and universities were started. The first one was the Ecole Nationale des ponts et chaussées in 1747, followed by the Ecole supérieure des Mines in 1778 and the Ecole Polytechnique in 1794. In Germany the first Technische Hochschule was established in 1825 in Karlsruhe. In the United States the Rensselaer Polytechnic Institute in Troy, New York, started in 1824, followed by the start-up of MIT in 1865 and Caltech in 1891. In The Netherlands the Polytechnische school was started on the ruins of a number of unsuccessful trails which started around 1814. I have been told that in UK the art of empirical engineering was so successful that for a long time one did not believe that such a professional engineering education was necessary.

Anyhow, it was around the end of the 19th century, after the industrial revolution

had already made its impact, that companies became more and more convinced that recruiting scientists and letting them work within their companies could be beneficial for the company.

It was in 1877 that Edison established his own company, implementing his own inventions. It was the beginning of the General Electric Company, that, after some acquisitions, was established in 1892. In 1900, GEC established its laboratory and, according to the initiator, Prof. Whitney, a former professor in chemical engineering at MIT, it was “the first American laboratory to employ scientists in a new role as industrial researchers rather than as inventors, engineers, testers or calculators” and “to be devoted to original research by which hopefully profitable fields may be discovered”.

It was in 1888 that Alexander Bell established his small company, that led to the start of ATT and, after integration of a number of laboratories, the Bell AT&T Laboratories were established in 1925.

Bayer in Germany started in 1891 a central laboratory with 24 chemists, headed by Carl Duisburg. Quickly afterwards he complained that, due to his administrative duties, he hardly found time for his own research any more. Eleven years later he became the General Director of Bayer. Eastman Kodak set up a separate experimental unit in 1896. The Shell Lab in Amsterdam and the Nat Laboratory of Philips started in 1914. In 1900, the NPL was registered in U.K., and in U.S.A. the Nat Bureau of Standards started a year later.

Many of these laboratories were, in several aspects, organized around one or a few well-known scientists recruited from a university and it seems that for them the only difference in their daily working life was the institute that paid their salary. Most of them, having previously worked extensively in universities, also brought with them the culture they were used to. And, for years to come, many young graduates, having had long years of studying and doing research at universities behind them when they were joining these new industrial research laboratories, did not change their way of working very much.

In fact, during my younger years when I worked at the laboratory, and even today, issues like the right to publish under your own name, or to have some time available for free research, or how far the company can go in deciding what should be published or not, were and are still hot issues. Another peculiar example is that in many companies all company reports are, in essence, anonymous, except for research reports.

For many years the presence of this extended university culture within industrial laboratories did not matter too much, mostly due to the successes most of these laboratories were booking. After all, industrial research and development was starting to

deal with an uncultivated field and the opportunities for innovation were available all over the place.

But following the steep growth of industrial research after the Second World War, it was during the sixties that companies started to worry about costs and efficiency and to forget the effectiveness of their R&D outfits.

It was around 1965 that, under the auspices of the OECD, EIRMA, the European Industrial Research Managers Association, was formed, similar to the Industrial Research Institute in USA that already existed since 1938.

EIRMA was meant to create the opportunity for industrial research managers to exchange views and learn from each other how to deal with the various aspects of managing an industrial R&D outfit.

So, especially during the last three decades, the industry has been learning a lot and I feel that during the last two decades the industry has gone along the steep part of the learning curve, away from the inherited university culture towards an industrial culture with its own identity.

The fact that it is only recently that in many countries in Europe academies or similar institutes of engineering have been established and that in UK the Fellowship of Engineering this year obtained its Royal Charter and will change its name to the Royal Academy of Engineering proves in a way my point.

Characteristics of Industrial R&D

Let us now look into some main characteristics of industrial research and compare them with similar ones of basic research at the universities.

Firstly, the simple objective of industrial R&D is to put the company in a position to be technically capable of being better than its competitors in providing services and products. To put it more bluntly, to be able to kill its competitors. It is simple as that. Scientific quality and originality alone are, therefore, not the main and overriding objectives as it is with university research. Therefore, judging an industrial research project on its quality and originality alone, as is often done by academic experts for, as an example, EC or government funding, is utterly wrong.

Industrial researchers should not seek publicity, contrary to university researchers, who are obliged to publish their results. Publication is not the name of the game. Proprietary patents and know-how are. It is only for those cases where it fits the business strategy of a company that the publication of a research programme or its results is carried out. Therefore, judging an industrial laboratory or researcher on its or his or her publications, as is the normal procedure with academic institutions

or persons, is wrong again.

Contrary to academics who are, in principle, always willing to exchange information and co-operate with researchers elsewhere, this should not be the policy for industrial researchers. Therefore, as an example, industrial researchers attending outside scientific conferences often face a real danger that they fall back too easily to their old university culture and habit, and communicate too much about their work with their scientific brothers.

Naturally, companies will not be inclined to set up research co-operations with their competitors. It is done only when it fits the company strategy and, in that case, tough rules for information exchange will be established. In this respect, it is worthwhile mentioning that the government officials, used to the culture of their academic advisors, rightly consider research co-operation and personnel exchange between the various research institutes or universities to be a natural and good thing to do. But they often wrongly think that that must be true in industry too.

As I said earlier in a different way, the objective of industrial R&D is to increase or improve the technical capabilities of the company. However, over the years, companies have been learning that this is not the only way to do that, but, certainly, often the most expensive way. Since the manufacturing of products and the provision of services have to be developed more and more on a global scale, the corresponding risks and costs of R&D for developing new products and processes have been increasing significantly. Therefore, many more companies are becoming eager to explore other ways for technical innovation, such as buying in new technology or sharing costs and risks with competitors. As a consequence, opportunities for other approaches are indeed opening up.

Management of Technology Assets

But before I delve further into the role of industrial research, I also want to give you my view of an industrial company and its role in the society. My definition of the role of an industrial company is very simple: to deliver services and/or goods of a quality and price that customers find satisfactory in a way that meets the wishes of shareholders and employees. I am convinced that most companies in the industrialized world will, in principle, agree with this statement. However, emphasis on certain parts of this statement will differ from country to country or continent to continent.

In providing these services and goods, the companies are striving to do this better and more efficiently than their competitors and thereby increase their market share. One among many other ways of doing this is to use better and more advanced

technology. Technology that is not available to the competitor can be a very efficient weapon in the fight for more profit and a greater market share. So, the technological assets, as one could call the proprietary know-how of a company, are an important part of the total assets of the company, and maintaining or increasing these assets should be an essential part of the long-term strategy of a company.

I am sure that, for many centuries in the past, the content of the technology assets of a company, implicitly or explicitly, always had a determining influence on the long-term success of a company. But today, as in the past, companies will not, in the first instance, be very eager to discuss their business strategy and their strategy with respect to their technology assets with outsiders, and certainly not with their competitors. Co-operation with other companies will only be done under strict rules and contracts.

It is certainly due to this natural attitude that it is difficult to trace the historic development of industrial technologies. Scientific development over many centuries is well known and described in many scientific papers. Often, it is possible to detect only traces of the technical development over the past centuries, and especially before the industrial revolution, from papers written and published by scientists who were amateurs or worked at a university. This often happened when, on the sideline, a scientist became interested in one or the other technology and, obeying the existing cultural rules, produced a learned scientific paper about that particular technical project.

Many examples can be given of such happenings. Archimedes, living around 250 years before Christ, is also considered to be the first physics engineer. Simon Stevin, living in the 16th century, used his hobby, mathematics, to analyse the waterworks in Brugge, and is sometimes called the first hydrologist. Huygens, living during the 17th century, became as a mathematician, interested in clocks and optics.

The introduction of the patent and licensing system in the Western world has made the spreading of information about technologies quicker and far more open.

While in the past it was perhaps often possible to survive for a while even using an obsolete technology, due to limited information, national or local protection, or due to a slow penetration of foreign companies and their new technology, nowadays it is becoming less and less possible.

Today, and certainly in the future, many companies will have to operate on a worldwide basis. Information exchange is so fast, and becoming even faster, that a change of technology by some company somewhere in the world will have an almost immediate impact on the success of its competitors. Therefore, it is becoming more and obvious that the management of the technology assets is becoming crucial for many companies, for big multinationals as well as for SME's.

The management of the technology assets should be an integral part of the business strategy of the company or the various business units of a company in their struggle for success and survival. For many companies, the management of the technology assets should have a very high priority, much higher than it often has today. For many smaller companies, the handling of their technology assets should certainly have a higher priority than issues such as having their own R&D effort, and, if so, how much to co-operate in R&D with the other companies or the universities.

Unfortunately, in many discussions on industrial innovation within the triangular circles of governments, universities and industries, the attention is often focused much more on R&D and the necessity for innovation to be implemented by doing in-house R&D than on how to handle the technological capabilities of the company. It is often forgotten that there is a lot of technology available in the world and that the problem of companies, and not only smaller ones, is really how to get hold of and deal with the existing technologies.

The first and overriding objective of the management of the technology assets is to maintain and develop the technological capabilities of the company so as to have the technology weapons, as far as is needed, in the competitive fight today and in the future.

In order to play their role in the present and future markets, business units have to do their sums continuously. In addition to analysing the outcome of the scenario analysis of future market needs and opportunities, and the awareness analysis of the capabilities of the competitors, a number of technological issues have to be dealt with on a continuous basis, such as the following:

1. In which technology does the company want to play a passive, following or a leading role, and what will be the resources needed for this role?
2. Should technology be bought in or sold, from whom or to whom, and under what conditions?
3. Should technology be licensed, in or out, and under what conditions of service, i.e. a need for a patents and licensing policy?
4. Should technology be developed in co-operation with the supplier or customer of products and services?
5. What technology exchange should be developed in joint ventures?
6. Which company could be acquisitioned in order to get hold of their technologies? What would be the value of their technologies?
7. What role should be given to venture capital in acquiring new technology?
8. Would co-operation with outsiders to develop a particular technology be advantageous?
9. How is it possible to maintain and improve the transfer of technology within and

from outside the company?

10. How to develop and maintain the technical skill pools of the company?
11. Last, but not least, what R&D should be executed and how much will be needed? Should internal or external R&D be developed and maintained, or should co-operation in R&D with outsiders be advantageous from a competitive point of view?

Many more issues and subjects could be added to this list. I only listed a dozen of them in order to give a broad indication of what I consider to be the terms of reference for the managers or management of the technology assets within a company.

Theories of Innovation

By introducing to you the importance of technology management, I am diverging very much from what is often called the linear chain of industrial innovation, a theory that is still very fashionable, but wrongly so from my point of view.

According to this theory, innovation follows a path that starts with the results of basic science. By using these in applied research, one can come up with new ideas about products and processes, which can then be further developed to improve existing industrial processes and products, or the introduction of new ones.

Within this theory, it sometimes seems that either the needs of customers are taken into account directly by the scientists in choosing their subjects for basic research, or that market needs just follow the outcome of basic scientific research, which automatically are, or should be, further developed through the technical innovation chain. From my point of view, neither is true. The reality of industrial innovation is much more complex. It is a much more interactive process between the market needs, the economic factors governing the possible opportunities to fulfil the customers' needs and new developments in scientific and technical research.

It really starts with those people who one could call inventors, who are able to combine these various inputs and produce ideas which could indeed lead to one or the other technically led innovation. This way of thinking is sometimes called the 1-3-9 theory. For every three inventors, one needs one scientist to keep them aware of the ongoing developments in science and, as a penalty for the success, one needs, for every inventor, three graduates to develop their ideas further. This simple theory stands in reality for an intensive interaction between the marketplace, the management of the technology outfit within the business unit and the research outfit of the company.

It is obvious that, within this framework, the research division should get its planning guidelines on a regular basis from the business units and its technology managers. The R&D division has to operate within the framework of a customer-contractor relationship, whereby the business unit acts as the customer, and the R&D outfit as the contractor.

The Customer-Contractor Principle

It was during the sixties that within Shell the customer-contractor relationship between the research outfit and its customers, the various business units, was established by my eminent predecessor, Lord Victor Rothschild, who later, as the Chairman of the Think Tank of the British Government, tried to advocate this principle for the government-owned research institutes and its customers, the various government departments.

Funny enough, this principle was introduced in the first place to get the business side more interested in what their responsibility was and, even more important, in what was not to be their responsibility.

The result of this learning process was that sometimes a tendency developed for business units to become too much involved in the day-to-day management of the R&D division. It is only over the last decade that the companies are becoming more and more aware of the distinction between, on the one hand, the management of the technology assets as such and the needs and coordination of the R&D programmes needed to improve or increase these assets, and, on the other hand, the management of the R&D resources and the execution of R&D projects.

How Much R&D

I would like to illustrate the importance of having such a clear view about the role of R&D and technology management by considering the two main issues facing the companies with regard to their own R&D. The first one is 'How much R&D?' and the second one is: 'What balance to choose between R&D effort for improving the existing processes and products and more exploratory R&D effort for longer-term developments?'

The answer to the first question of how much a company should spend on R&D depends very much on the existing consensus views which are found within the industrial sector the company and its competitors belong to. When analysing a num-

ber of competitors within a certain sector of business, it is obvious that their R&D spending as a percentage of revenue changes up and down over the years, according to the economic prospects during those years. But, whatever they do, they almost always stay very close to the average spending within that sector.

Too much spending could, in the long term, give a company an advantage but can also put it in financial danger in the short term. Too little spending gives the company an advantage in the short term but can put it competitively in danger for the long term. Therefore, one should have a very good case if one wants to diverge from the average spending of one's competitors. Sometimes, a company does exactly that, but one often sees that after a couple of years such a company converges back quickly to the safer area around the average spending of the group.

With regard to the average spending of R&D as a percentage of revenue, the industrial sectors could be divided into three archetypes: sunset industries, sunrise industries and what I would call sunshine industries.

Within the sunset sector, the companies are not spending very much on industrial innovation. They produce mature services and products against lowest costs. Their profit margins are low and they are in the business of cost-cutting exercises all the time. By doing this, they are almost always driven as a group to lesser and lesser innovation. Price cutting is the tool to destroy the competitors.

As some of you can still remember, it were these sectors which drew first the attention of governments in Europe when trying to prevent increase in unemployment after the boom following the Second World War. Governments tried to keep their sunset sectors such as the shipbuilding and metals industries unsuccessfully alive by huge cash injections.

Revival of parts of such sectors happened later by entrepreneurs coming back into some areas of these sectors and injecting new technology and new innovative policies and, in this way, they were able to fight back the competition from the Far East.

Within the sunrise sector, the name of the game is innovation all the time and as fast as possible. The companies are driven to spend more and more R&D effort to stay alive or on top. The lifetimes of their products shorten all the time and are becoming obsolete faster and faster. By spending more and more on R&D, the companies are putting themselves financially at risk. And governments, having learned that their help in the sunset sectors was not very successful, now became convinced that they should not inject cash as such but that they should stimulate the R&D programmes of companies and, thus, help them in fighting the murderous competition from abroad. Examples can be found all over, but more specifically in sectors such as consumer electronics, computer industries, etc. Will they be successful? I doubt it. One wonders whether in the end these companies will not be forced to reduce their inno-

vation. One can already see entrepreneurs coming in to fight the high R&D spenders by introducing innovative actions.

Away from these two extremes, one finds the sunshine sectors, which are more balanced from an R&D spending and innovation point of view. Over the years, they spend a reasonable amount of their resources on R&D and innovation, and are providing the products and services, and the jobs for the society on a profitable basis. It should be emphasized that, contrary to the impression one often finds within some academic or political circles or even within some industrial circles, most of the industrial companies fall into this category. Over time, they are introducing new high technology but at an affordable pace.

Governments nowadays should learn, and are learning, their lessons and be well aware of these various industrial sectors, and in their endeavour to help their industry not to overlook the importance and size of these archetypical sectors.

In this regard, it is perhaps worthwhile to note that the first and overriding advice from IRDAC, the Advisory Committee on Industrial R&D to the European Commission, a few years ago was to make sure that governments would keep their technical education systems and the accompanying scientific infrastructure alive and at a high level rather than transferring the necessary resources to helping industrial companies in their R&D spending.

What R&D Effort

The second example regarding the balance of short- and long-term R&D is a little bit more complicated.

It should be realized that, in most larger companies who have own R&D divisions, more than two-thirds of their R&D effort is devoted to short-term work that has mostly to do with improvement of their processes and products. In short, this work can be described as pilot plant work, demonstration projects testing of improved products on a larger scale, etc.

Around a quarter of most companies' R&D can be described as exploratory work, under which heading new ideas to improve or find new processes and products are explored on a laboratory or bench table scale. In addition, most bigger companies spend around 10% of their R&D effort on what is often called general or basic, or strategic basic, or mission-oriented basic research. This work is closest to what the universities are doing. Its objective is to keep an open eye for scientific developments at the universities and to provide the company with an insight for those scientific developments which could become important for them.

Why 10% basic R&D and why 25% exploratory R&D? I do not think that there is a clear rational reason that leads to such numbers, but they are born out of experiences of many industrial research managers of the last decades. These figures are, of course, averages over a number of business units the R&D division is serving.

For one particular business unit of a larger company or for a smaller company active only in one particular industrial area, the balance between basic, exploratory and development research is a matter of choice for the company or the business unit management. Like with the sunset, sunshine and sunrise sectors, one can draw up three archetypical strategies:

1. Buy-in technology and its accompanying technical services

Many smaller companies who are active in the field of providing products or services in matured areas are often following this strategy. They are using other means and weapons to keep or increase their market share, and technology does not play a big role in getting a competitive edge. Taking on a new technology or developing a new one with the help of outside contract with research laboratories, or even university departments, is a very risky affair and is often more underestimated by the suppliers than by the receivers of such new technology.

2. License technology and the accompanying R&D to maintain or improve the technology in-house

It could be called the follow-the-leader strategy. The technical risk involved is not too big and profit margins are reasonable. In the computer industry one calls such companies the cloners. Again their competitive weapons are not, in the first place, to use the newest technology, although, besides other weapons, also technical aspects could be used as a weapon. Their R&D policy should be one whereby efforts are sharply focused on their existing technology and its improvements. The amount of basic research or exploratory effort should be kept under very strict control and, if present at all, should be strictly coupled to their own proprietary technology. Again, if such companies would step up their in-house R&D to diversify and develop their own new technology, they would enter a very different and much more risky ball game.

3. The technological leaders strategy

Being the leader in the technology used is the name of the game. It is a high-risk strategy, with possibly high profit margins when successful. It is a strategy whereby the patent ownership of the manufacturing process or the products produced is very important. Basic and exploratory research will be a considerable part of the research

effort of these leading companies. To share the financial risks, companies sometimes set up joint ventures with one or more competitors, but this is done under very strict rules with regard to communication of R&D results or future ownership and use of the new processes or products.

Which of these technology strategies a company or a business unit of a larger company should adopt is very much a business strategy and should certainly not be left to the R&D outfit of the company. During the past, especially in the industrialized companies in the West, the cultures of many of their R&D divisions were much too focused on the 'technological leader' strategy. Too many companies were doing too much wide-ranging R&D which did not fit their business strategy. Too many of their R&D managers were indoctrinated by their past education, which naturally pushed them towards an attitude to focus too much on the new areas and not on the improvement of the existing technologies and products of their companies. Japanese companies and, in general, companies from the Far East have often followed a more clear strategy.

They are masters in follow-the-leader strategies, i.e. not developing the new technologies themselves but acquiring new scientific and technical developments from elsewhere and applying the results for a continuous improvement of the products and processes which in the West were often considered to be matured.

It is nowadays crucial for companies to organize themselves so as to link their R&D policies more closely, but also carefully, to the business strategies of the business units.

This does not necessarily mean that I would propagate to reduce the role of R&D divisions to that of being the slaves of the business units and lay all the power with regard to the total and the content of the R&D programmes in the hands of the technology manager of the business unit.

Naturally, the business manager is tempted to focus too much on the short-term R&D and limit longer-term R&D too much. Therefore, and for many other reasons, I, for one, am not in favour of decentralizing the R&D outfit into small outfits managed by the business units themselves.

Naturally, the R&D manager prefers longer-term R&D. Therefore, and also for other reasons, I prefer the use of a customer-contractor principle.

Within this framework of the contractor-customer relationship between the R&D division and the technology management of the business unit or units of the company, it is crucial for the top management to lay down rules and regulations which will discharge the various responsibilities in the right way.

Ladies and gentlemen, I am coming to the end of my talk. It is obvious that, within the time given, I could only touch the many aspects of my subject in a broad sense, but I hope that this quick look into the kitchen of industrial R&D has given you a little bit more insight into this cooking process, and how it has been improving over the last couple of decades. And I hope that I have given a little bit more insight to those people, academicians, politicians, civil servants and many other outsiders, who are in one way or another interested in what is happening in the industrial R&D and its role in the industrial innovation.

References

- Managing research and development: what we've learned in the past 50 years, 1989, Industrial Research Institute Inc. Washington, DC.
- EIRMA, The first 25 years, highlights 1965-1990, 36, cours Albert ler, F-75008, Paris.
- Many private discussions with former colleagues, R&D managers in many companies all over the world.

3. Ontdekken, uitvinden, ontwikkelen

In dit hoofdstuk wil ik wat dieper ingaan op het begrip ‘innovatie’ en dan met name op de mensen die daarbij betrokken zijn: de ontdekkers, de uitvinders en de ontwikkelaars. Ik weet dat deze terminologie bij sommigen verwarrend overkomt. Vooral ontdekken en uitvinden worden nogal eens door elkaar gehaald. Om alvast de gedachten te bepalen: de wet van de zwaartekracht is ontdekt, de fiets niet; die is uitgevonden.

Innovatie moet volgens mij breed worden opgevat. Innovatie omvat meer dan alleen R&D in een laboratorium. De meeste bedrijven hebben niet eens een laboratorium of een hoekje waar sommigen zijn vrijgesteld om nieuwe dingen te verzinnen en te experimenteren. Bijna elke afdeling van een bedrijf heeft wel mensen die (een deel van) hun tijd besteden aan vernieuwing en verbetering van het product of het proces. Dat *market research* niet onder de officiële OESO-definitie van R&D valt, wil nog niet zeggen dat het geen bijdrage aan een innovatie kan leveren. Managers denken na over hoe ze met organisatorische innovaties de inzet, de loyaliteit, de efficiëntie en de teamgeest van hun medewerkers kunnen verbeteren. Stroomlijning van logistieke processen is vaak een belangrijke innovatie. Bij grote banken worden speciale landenstudies verricht en verzekeraars doen aan risico-research.

Uit het voorgaande volgt al dat innovatie niet beperkt is tot natuurwetenschappelijk onderzoek. Ook kennis uit de sociale en geesteswetenschappen wordt bij het innoveren gebruikt.

Bij innoveren gaat het voorts niet alleen om nieuwe producten en productieprocessen in de industrie; ook in de dienstensector en bij de overheid wordt op grote schaal geïnnoveerd. Het kan gaan om compleet nieuwe producten, diensten of processen, maar ook om het verbeteren van bestaande zaken of om het toepassen van een bestaande technologie op een nieuw terrein, zoals bijvoorbeeld de chipkaart.

En naast product- en procesinnovaties zijn er ook transactie-innovaties (imago, kortingen, betalingsmogelijkheden en dergelijke) van belang; hierbij speelt marketing een grote rol.

Ontdekken, uitvinden, ontwikkelen

Ik onderscheid drie soorten activiteiten die mensen, eventueel in een deel van hun tijd, kunnen verrichten om tot innovaties te komen: ontdekken, uitvinden en ontwikkelen. Een ontdekker wil een mysterie ontrafelen, een uitvinder wil iets nieuws bedenken waar hopelijk behoefte aan zal bestaan, en het is de taak van de ontwikkelaar om ervoor te zorgen dat de uitvinding uiteindelijk realiteit wordt. Deze activiteiten beperken zich niet tot de laboratoria. Overal vinden innovaties plaats, zij het dat men buiten de laboratoria minder gewend is innovatie als apart aandachtsgebied te zien. Het onderscheid tussen ontdekken, uitvinden en ontwikkelen – afkomstig uit de bèta-hoek – is bruikbaar voor het gehele, brede innovatiebegrip. Dit betekent onder meer dat ook bij processen waar met name gebruik wordt gemaakt van niet-bèta-kennis – kennis van gedrag, organisatie, financiën, vormgeving, taal en dergelijke – gesproken kan worden van ontdekken, uitvinden en ontwikkelen. Er zijn ontzettend veel niet-technische uitvindingen gedaan. Alleen zijn we niet gewend ze als uitvindingen te bestempelen. Bij de overheid is de bestuursdienst bedacht om de mobiliteit van topambtenaren te stimuleren, het concept ‘besturen op afstand’ is een uitvinding evenals de OV-jaarkaart voor studenten. (Uitvindingen kunnen natuurlijk wel eens in de praktijk mislukken.) De eco-tax is uitgevonden. En Vadertje Drees was de uitvinder van de AOW. Musea hebben de walkman toegepast voor rondleidingen. En er is een gebarentaal voor zwakzinnigen uitgevonden. En wat te denken van het winkelwagentje met statiegeld van een gulden? Dat is geen technisch hoogstandje, maar is het resultaat van de studie van menselijk gedrag.

De activiteiten ontdekken, uitvinden en ontwikkelen zijn weliswaar goed te onderscheiden, maar in de praktijk zeker niet altijd goed te scheiden. Toch is het onderscheid volgens mij waardevol.

Ontdekken	Uitvinden	Ontwikkelen
Bestaand / onbekend	Nieuw concept	Realisatie
Fundamenteel	Exploratief	Toegepast
Wetmatigheden	Werkzaamheid	Produceerbaarheid
Waarom?	Wat?	Hoe?
Vrij / nieuwsgierig	Marktgericht	Gebruikersgericht
Theorie / toetsen	Ontwerp / prototype	Nulserie / testen
Monodisciplinair	Interdisciplinair	Multidisciplinair
<i>Frontiers of science</i>	<i>Ingéniosité</i>	<i>In der Beschränkung...</i>
Netwerk (<i>peers</i>)	Solist	Team

Voordat ik wat dieper op deze drie activiteiten inga, wil ik de indruk wegnemen als zouden ontdekkers geleerden zijn, uitvinders creatievelingen en ontwikkelaars praktische uitvoerders. Ze kunnen allemaal even slim en creatief zijn. Waar het om gaat, is dat de activiteiten wezenlijk verschillend zijn, verschillende taken en verantwoordelijkheden met zich meebrengen, en worden verricht door mensen met verschillende karaktertrekken. Ontdekkers ontdekken graag; dat is hun belangrijkste ambitie. Ze hebben niet als taak om aan praktische toepassingen te werken. Ontwikkelaars moeten praktische problemen oplossen, maar welke theoretische verklaringen er achter hun oplossingen schuilgaan, mag ze niet te veel bezighouden; dat is hun werk nu eenmaal niet. Uitvinders zitten tussen de ontdekkers en de markt in; zij moeten op de hoogte zijn van de mogelijkheden die nieuwe ontdekkingen zouden kunnen bieden en zij houden voeling met de markt. Hun specialisme bestaat eruit om met hun ‘combinatiekennis’ tot iets geheel nieuws te komen.

Van het onderscheid tussen ontdekken, uitvinden en ontwikkelen gaat een zekere suggestie uit, als zouden de ontdekkers aan de wieg van de innovaties staan; ontdekkingen leiden tot uitvindingen, uitvindingen leiden tot ontwikkelingen, ontwikkelingen leiden tot innovaties. Deze relaties lopen echter niet alleen van links naar rechts, maar ook omgekeerd; een uitvinding kan bijvoorbeeld ook de inspiratiebron zijn voor veel ontdekkers en zo tot nieuwe ontdekkingen leiden.

Deze interacties vinden plaats zonder zich te storen aan grenzen van bedrijven of landen. Ontdekkingen en uitvindingen worden immers wereldwijd gedaan en veelal ook openbaar gemaakt. Iedereen kan van dat wereldarsenaal aan kennis gebruik maken. Een ontdekking gedaan in bijvoorbeeld Nederland, hoeft dan ook niet te leiden tot een uitvinding in Nederland; de kans daarop is zelfs klein. Dit geldt *a fortiori* voor een onderneming; de ‘eigen’ ontdekkingen, voorzover die er al zijn, leiden zelden tot ‘eigen’ uitvindingen; de *in house* ontdekkers fungeren vooral als anteneposten voor ontdekkingen in de wereld. Van de uitvindingen zal in de regel slechts een klein deel geschikt zijn voor verdere ontwikkeling.

Ontdekken

Ontdekken is ontsluiten van wat er al is

Ontdekken is gericht op het ontfutselen van de geheimen van de werkelijkheid. Ontdekkingen zijn in principe *niet* octrooieerbaar, want wat ontdekt wordt, was er al, in de natuur, de mens, de psyche, de samenleving, de geschiedenis.

Ik weet dat er filosofen zijn, die deze interpretatie van ontdekken aanvechten. Zij menen dat wetenschap een manier is om de werkelijkheid te ‘construeren’.

Ik zie dat toch anders. Ik voel me meer verwant met Newton die zijn onderzoekingen c.q. ontdekkingen vergeleek met een jongen die op het strand loopt en wat dingen opraapt die uit de zee der onwetendheid zijn aangespoeld. Newton vond dat niet hij roem en hulde verdiende, maar de Schepper wiens werken hij slechts 'onthulde'.¹ Piet Borst schreef in zijn column 'Wetenschap en kunst' in *NRC Handelsblad* (20.6.1998) dat een biomedisch onderzoeker niets nieuws maakt, maar de werkelijkheid ontrafelt die er al was.

Ontdekkingen zijn gratis toegankelijk. Weliswaar zijn aan ontdekkingen vaak de namen van de ontdekkers verbonden – de wet van Ohm, de eilandjes van Langerhans, de *invisible hand* van Adam Smith, de wet van de remmende voor-sprong van Jan Romein – maar iedereen mag gebruik maken van het wereldarsenaal aan ontdekkingen. Dit wil niet zeggen dat de toegang tot dat wereldarsenaal geen geld of moeite kost. Integendeel, er zijn ervaren en deskundige onderzoekers nodig om de wetenschappelijke ontwikkelingen te kunnen volgen. Om dit te kunnen, dienen de onderzoekers te participeren in wetenschappelijke netwerken waarin zij alleen serieus worden genomen wanneer zij een bijdrage eraan leveren. Onderzoeksresultaten aftappen vraagt met andere woorden om eigen onderzoek.

De dubbelfunctie van ontdekkers

Ontdekkers werken vooral aan de universiteiten, maar ook bij TNO, de gti's, de academische ziekenhuizen en bedrijven.

Universiteiten hebben als hoofdtaak het opleiden van academici. Om die taak te kunnen uitoefenen, moeten docenten aan de grenzen van de wetenschap werken. De motieven van individuele onderzoekers zijn veelal gericht op de ontdekkingen zelf, maar vanuit de optiek van de belastingbetaler gezien, wordt het merendeel van het onderzoek gefinancierd met het oog op de opleidingstaak van de universiteiten.

In het bedrijfsleven zijn het voornamelijk de grote ondernemingen die ontdekkers in dienst hebben. Hun aantal is gering. Volgens de vuistregel 1 : 3 : 9 is er grofweg één ontdekker op 3 uitvinders en 9 ontwikkelaars. De ontdekkers in het bedrijfsleven hebben een vergelijkbare dubbelrol als bij de universiteiten. Evenals hun universitaire *peers* zijn ze gericht op het doen van baanbrekende ontdekkingen. Maar hun hoofdtaak is te fungeren als antennes die signalen opvangen van de wetenschappelijke ontwikkelingen en deze als in-house consultants aan anderen in de onderne-

¹ F.A. Muller. 'De geniale denker', *Hollands Maandblad*, 1996, nr. 8/9, p. 18.

ming door te geven. Ook hebben zij vaak als taak jonge onderzoekers in de bedrijfs-laboratoria te trainen. Zoals Terence Kealey het uitdrukt: "... companies have to invest very heavily in their researchers' first-mover science to retain them as second-mover consultants".²

Alle disciplines

Ontdekkingen doen zich op alle wetenschapsgebieden voor. De methoden en de 'hardheid' van de onderzoeksresultaten mogen verschillen, er is geen enkele reden om vanuit de invalshoek van innovatie kennis op het gebied van alfa en gamma buiten beschouwing te laten. Sterker, het belang van deze kennis wordt almaar groter, zowel bij industriële innovaties als bij vernieuwingen in de dienstensector en de overheid. Mede door de invloed van de semiotiek (Umberto Eco, Roland Barthes) waarin de 'taal der tekens' centraal staat, is de reclamewereld en die van de marketing ingrijpend veranderd. Philips heeft zijn *Human Behaviour Research Centre* opgericht om mede te kunnen profiteren van de ontdekkingen binnen de culturele antropologie. Managers en beleidsfunctionarissen laten zich regelmatig inspireren door allerlei goeroes die op hun beurt weer leunen op de ontdekkingen van anderen.

Uitvinden

Een uitvinder komt met ideeën voor nieuwe producten, processen of diensten, nieuwe concepten of nieuwe combinaties van bestaande zaken.

Sommige uitvindingen kunnen worden beschermd; de wetgeving terzake verschilt per land. De bedoeling van de wetgever was door middel van bescherming van het intellectueel eigendom de kennis openbaar te maken en te verspreiden in ruil voor een (tijdelijk) monopolie van de uitvinder.

Een uitvinder kan octrooi aanvragen, maar kan daar ook om diverse redenen van afzien. Het bekendste voorbeeld van een onderneming die destijds bewust geen octrooi heeft aangevraagd in de zekerheid dat niemand het geheim van zijn recept zou kunnen ontraadselen, is Coca-Cola. Veel traditionele recepten in de voedingsmiddelenindustrie zijn nog steeds geheim.

Niet alle uitvindingen kunnen tegen imitatie worden beschermd; de wetgeving

² T. Kealey. *The Economic Laws of Scientific Research*, 1996.

voorziet hier niet altijd in. Te denken valt aan een nieuwe manier van bewegwijzering, een op emotie gericht winkelconcept, het ‘vliegje’ in de urinoirs van Schiphol, een nieuwe hypotheekvorm, een kleur, de methode ‘onderdompeling’ van Ceran voor het leren van een vreemde taal, Van Gend en Loos’ paard en wagen in Den Haag (nostalgie én bereikbaarheid van de binnenstad), een nieuw type garage die alleen maar simpele reparaties verricht (banden, uitlaten e.d.), levering van medische hulpmiddelen per post, een organisatieconcept als concurrent engineering, het silhouet van een vogel op groot vensterglas om te voorkomen dat vogels er tegenaan vliegen, een computerschermb beveiligingsprogramma met beroemde dichtregels. Dit soort uitvindingen zijn veelal niet gebaseerd op technische kennis, maar op kennis ontleend aan gedrags- en organisatie-analyses, marketing, gevoel voor taal en kleur en dergelijke.

Ontwikkelen

Vergeleken met de ontdekkers en uitvinders is de groep van ontwikkelaars het grootst. Een heel leger van mensen van zeer divers pluimage is nodig om nieuwe ideeën en concepten tot ontwikkeling te brengen en bestaande producten en processen verder te ontwikkelen. Een prototype kan er fraai uitzien en ook werken, maar of het ook in serie is te maken en tegen een betaalbare prijs kan worden verkocht of in gebruik kan worden genomen, is vers twee. Wat op laboratoriumschaal geslaagd lijkt, kan bij opschaling in de praktijk mislukken. Een nieuw marketing concept kan lumineus zijn, maar de praktijktest zal moeten bewijzen of het levensvatbaar is.

Voor een R&D-laboratorium geldt de vuistregel 1 : 3 : 9; op 9 ontwikkelaars lopen 3 uitvinders en 1 ontdekker c.q. *in-house consultant* rond. Voor het geheel van bedrijfsprocessen gaat die vuistregel zeker niet precies op, maar de regel geeft in ieder geval aan dat de investeringen in het ontwikkelingswerk vele malen groter zijn dan die in het ontdekken en uitvinden. Tijdens het ontwikkelingswerk moeten tal van beslissingen worden genomen en zeer uiteenlopende onderzoeken en tests worden verricht: welk materiaal, hoe dik, hoe lang, hoe hard of zacht, welke kleur, welk mengsel, welke bijwerkingen, welke marktspecifieke aanpassingen, welke opschalingsproblemen, welke veiligheids- en milieueisen, *make or buy*, welke kwaliteitseisen, welke levensduur, welke vormgeving, welke kostprijs, welke ergonomische eisen, welke wettelijke belemmeringen, welke eisen als gevolg van produceerbaarheid, welke onderhandelingen met derden, welke juridische problemen, welke verpakking, welke reclame, welke financiering, enzovoort.

Uit deze opsomming moge duidelijk zijn dat ontwikkelingswerk vele disciplines

omvat. Juist om de inbreng van vakspecialisten en all-rounders te optimaliseren wordt er veelal in teams gewerkt. Ook kan het betekenen dat ‘zachte’ en ‘harde’ disciplines met elkaar gecombineerd moeten worden. Bijvoorbeeld als het gaat om de samenwerking tussen een technisch ontwerper, een spuitgieter, een matrijzenmaker en een vormgever. Of het kan gaan om software-specialisten en taalkundigen, of om samenwerking tussen vele soorten technici, kunstenaars en ontwerpers van attracties in pretparken, of om telecomspecialisten en juristen, of om interieurbouwers en ontwerpers van winkelinrichtingen.

Management van innovatie

Het onderscheid tussen ontdekkers en uitvinders is soms in de praktijk moeilijk te maken. Sommige ontdekkers ontpoppen zich als uitvinders. Ook het omgekeerde komt voor. Ook het onderscheid tussen uitvinders en ontwikkelaars verloopt in de praktijk vloeiend. Een uitvinder beperkt zich zelden tot het louter uitvinden; hij zal in de regel bij het ontwikkelingswerk betrokken (willen) zijn. En er zijn ontwikkelaars die soms met ideeën aankomen die de naam uitvinding verdienen.

Toch kan er onderscheid gemaakt worden naar soort activiteit. De activiteit uitvinden is cruciaal; de uitvinder vervult een spilfunctie. Ontwikkelaars kunnen niet meteen uit de voeten met wetenschappelijke ontdekkingen. Ontwikkelaars kunnen pas aan de slag als er een uitvinding is. De ontdekking van de lasertechnologie bijvoorbeeld heeft niet als vanzelf tot de ontwikkeling van de cd geleid; daarvoor was eerst de uitvinding van de cd nodig waarbij onder meer de mogelijkheden van de lasertechnologie zijn gebruikt.

De positie van de uitvinder is een kwetsbare. Als de innoveerders namelijk door het management over één kam worden geschoren, gaat het geluid van de uitvinders verloren in het rumoer van de ontwikkelaars. De uitvinders hebben op zeker moment nog niets laten zien; zij werken ‘in stilte’ aan iets waarvan ze nog niet weten of het echt werkt, laat staan dat ze weten of het uiteindelijk ook wel kan of mag. Dit ligt anders bij de ontwikkelaars; zij hebben al ‘iets’ in handen. Ze moeten aan allerlei ‘lastige’ regels en voorschriften voldoen, die als een kostenpost worden ervaren; uit dien hoofde krijgen ze in het algemeen veel aandacht van het management.

Het voorgaande moet genuanceerd worden naar type onderneming. Als het MKB in de gelukkige positie verkeert, dat er een uitvinder rondloopt, dan wordt die persoon als een kip met gouden eieren beschouwd. De afwegingen tussen marktkansen, risico's, kosten en rendement zitten in het MKB immers veelal in één hand. Anders

is het in een grote onderneming waar de beslissingen betreffende *go/no go* van een innovatie door vele personen c.q. afdelingen beïnvloed worden.

De interacties binnen het innovatieproces zijn dus zeer belangrijk. De onderlinge relaties en de relaties met andere afdelingen verlopen langs een cascade van overleg. De marketing- en productiemensen zeggen wat zij als 'klant' van de ontwikkelaars nodig hebben. (Of als marketing echt iets nieuws wil, gaat men direct naar de uitvinders.) De ontwikkelaars treden vervolgens op als klanten van de uitvinders, die op hun beurt weer in interactie staan met ontdekkers. Aldus kunnen de schakels in de innovatieketen onderling en met de andere medewerkers c.q. afdelingen beter op elkaar worden afgestemd. Dit proces van onderlinge relaties wordt vaak het *customer-contractor* principe genoemd.

Bovengenoemd principe heeft betrekking op de interne organisatie van een onderneming. Maar innoveerders onderhouden ook externe contacten en doen daarmee kennis op. Er zijn vele manieren om aan externe kennis te komen: contacten met klanten en toeleveranciers, literatuur doornemen, verkennen van het straatbeeld, bezoeken van winkels en shows, uitbesteding van ontwikkelingswerk, R&D-samenwerking met een bedrijf of een *joint venture*, acquisitie, bedrijfsspionage, *reverse engineering*, bezoeken van vakbeurzen, samenwerking met hoogleraren of docenten aan hogescholen, participatie in een 'techno-starter', enzovoort. Het zelf doen van onderzoek is kostbaar en is geen vanzelfsprekendheid. Het afwegen van wat extern kan worden afgetapt en wat aan interne kennis ontwikkeld moet worden, duidt de AWT aan met kennis-arsenaal management. (In mijn Engelse artikel had ik het over *technology assets management*.) Kennis-arsenaal management zou men kunnen samenvatten met de strategie van 'eerst zoeken, dan onderzoeken'.

Innovatiemanagement vraagt om een delicaat samenspel tussen ontdekkers, uitvinders, en ontwikkelaars onderling en met andere medewerkers binnen een onderneming. Tevens is de relatie met de buitenwacht essentieel om externe kennis af te tappen. Het management moet een balans zien te vinden tussen sturen en laten vieren. Dat laatste is van belang om de creativiteit vrij baan te geven. Daarbij kan het toeval of het onverwachte een grote rol spelen. Toeval, samenwerking tussen innoveerders en andere medewerkers (*customer-contractor*), kennis-arsenaal management (welke kennis zelf ontwikkelen en welke extern aftappen?), dit zijn minstens drie ingrediënten van het innovatiemanagement.

Dit is al complex genoeg, maar de complexiteit neemt nog toe doordat allerlei vormen van kennis steeds meer verweven zijn. Door het belang van bijvoorbeeld

organisatorische of logistieke vernieuwing en van marketing – een product hoeft niet per se technisch beter te zijn dan dat van de concurrent, maar kan om andere redenen die te maken hebben met imago, uitstraling en vormgeving beter aanslaan – is technologie verweven met andere vormen van kennis. Dit is op zich niets nieuws; alleen komen de onderlinge relaties steeds meer bloot te liggen en daardoor kunnen verbeteringen in dit proces gerichter worden aangebracht. Dit geldt zowel in de industrie als in de dienstensector.

Daarbij komt dat het onderscheid tussen industrie en dienstensector aan het vervagen is. Delen van de dienstensector krijgen door het toepassen van vooral de informatietechnologie industriële trekken. Het bank- en verzekeringswezen is hiervan een sprekend voorbeeld (pinnen, girotellen, chipknip), maar ook in andere takken van de dienstensector worden nieuwe technologieën steeds sneller ingebed, zoals bij kappers die een *image computer* gebruiken om de klant te demonstreren hoe diverse kapsels hem of haar staan, bij reisbureaus waar met EDI wordt gewerkt, bij de Wegenwacht met het netwerk van praatpalen, bij de ingenieursbureaus (*turn key* projecten), in de horeca waar met allerhande moderne apparatuur wordt gewerkt, in winkels (o.a. lezen van streepjescode), in het transport (*Value Added Logistics*), enzovoort. Aan de andere kant neemt het aandeel van diensten-activiteiten in de industrie toe, ondanks de uitbesteding van diensten als schoonmaak, organisatieadviezen, accountants, kantine, en reclame. Industriële ondernemingen leggen zich steeds meer toe op advisering, *after sales service*, onderhoud, terugname van artikelen voor recycling, levering *just in time*, kwaliteitszorg, training, leasing en dergelijke. Fabrikanten van kopieerapparaten, machinefabrikanten, autofabrikanten, leveranciers van computers halen een steeds groter deel van hun omzet uit diensten die aan hun producten gelieerd zijn.

Zoals gezegd vat ik het begrip ‘innovatie’ breed op. Technologie blijft een noodzakelijke voorwaarde voor veel innovaties, maar is geen voldoende voorwaarde. Naarmate de techniek voor een bedrijf minder uniek is, verschuift de aandacht naar andere factoren om zich ten opzichte van de concurrenten te profileren. Management van innovatie omvat meer dan alleen technologiemanagement.

4. Gebruik van kennis ¹

Dames en heren,

Ik weet niet hoe 't u vergaat, maar ik lees zelden de *glossy* brochures van congressen helemaal door. Ik kijk vooral naar het onderwerp en de lijst van sprekers.

Dit keer heb ik wat beter gelet op de toelichting bij het thema van vandaag. Dat is de zoektocht naar nieuwe methoden voor de kennisuitwisseling tussen enerzijds de verschaffers van kennis en anderzijds de gebruikers.

Kennis en gebruikers. Eerlijk gezegd kan ik met deze simpele tweedeling niet uit de voeten. Ten eerste worden, zo lijkt het, allerlei verschillende vormen van kennis op één hoop gegooid. Industriële R&D is niet één pot nat. De praktijk dwingt ons een aantal wezenlijke onderscheidingen binnen de R&D aan te brengen. Ten tweede doen we er goed aan te beseffen dat de diverse soorten R&D door heel verschillende mensen worden voortgebracht. En tot slot is er niet één alleszalmakende business-strategie.

De R&D moet marktgericht zijn. Dat is de hedendaagse leuze. Maar de praktijk laat zien dat deze strategie heel verschillend kan worden ingevuld.

Sóórten R&D, soorten R&D-ménen, en soorten business-strategieën. Daarover kan ik hier maar heel kort zijn. Laat ik snel van start gaan met een voorbeeld, want een voorbeeld kan meer duidelijk maken dan een lang betoog.

Drie voorbeelden van strategieën

De uitvinder en marketeer centraal

In de jaren zeventig was ik vaak in de VS en werd toen geconfronteerd met twee uitersten. De heer Morita van Sony werd op zeker moment beschouwd als degene die wist hoe je een nieuw product moest ontwikkelen en introduceren. Het betrof het op

¹ 'Afstemming van wetenschappelijk onderzoek op concrete productontwikkeling', lezing gehouden op het congres *Naar een zelfstandige kennismarkt*, georganiseerd door het Erasmus Forum, 24 mei 1995. Bewerkte versie is gepubliceerd in: F.J.M. Zwetsloot (Red.), *De markt voor wetenschappelijk onderzoek*, 1996, pp. 101-108. Utrecht: LEMMA.

de markt brengen van een totaal nieuw, pas uitgeprobeerd product, te weten de walkman. Een enorme nieuwe ontwikkeling die gepaard ging met een enorm risico. Zoals u weet is deze riskante strategie succesvol gebleken.

Tegelijkertijd was General Electrics bezig met promotieacties voor hun introductie van een nieuwe draagbare radio. Met elke denkbare klantenwens was rekening gehouden en ze prezen dit product aan als de radio van de consument. Het hele project van GE is op een fiasco uitgelopen.

Wie heeft er nu gelijk? De heer Morita?

De mislukking van de Concorde lijkt hem echter ongelijk te geven. Het verschil is evenwel dat de Concorde een schoolvoorbeeld is van *technology push*, terwijl de heer Morita als *marketeer* met een technische achtergrond, diepgaande studies had gemaakt van wat er zich in de samenleving afspeelde. Wat zouden de toekomstige behoeften zijn van de jongelui die veel meer vrije tijd en geld ter beschikking zouden hebben? Na deze studie ontwikkelde hij zijn business-strategie. Hij was een uitvinder die goed om zich heen had gekeken.

De veelgeprezen *market pull*-aanpak kan mislukken, zoals het voorbeeld van General Electrics bewijst. Dat kwam waarschijnlijk omdat General Electrics zich uitsluitend had gebaseerd op enquêtes van bestaande behoeften. Er is een belangrijk verschil tussen de *sales* benadering van General Electrics en de *marketeer* aanpak van Sony.

Dit zien we ook bij de Twingo. De conceptueel ingestelde uitvinders van Renault hebben de Twingo ontworpen; de sales mannen en vrouwen zijn er alleen aan het eind aan te pas gekomen. De Twingo verkoopt goed.

Ik laat deze kwestie verder met rust en ga over op mijn tweede voorbeeld. Dat laat de betrekkelijkheid van het begrip 'productvernieuwing' zien.

Stapsgewijze verbeteringen versus 'quantum jumps'

Het Westen heeft alles uitgevonden, zegt men, en de Japanners zijn ermee aan de haal gegaan.

Het Westen is goed in wetenschap en Japan in toepassingen, zegt men. Dat is zwart-wit geformuleerd het beeld.

Japan heeft een geschiedenis die een kopieercultuur bevat. Men gelooft er heilig in voortdurende verbeteringen van bestaande producten, stap voor stap. Vaak verbeteringen van bestaande producten uit het Westen die daar als uitontwikkeld werden beschouwd. Denkt U maar aan auto's, horloges en camera's. De risico's van totaal

nieuwe producten en ontwikkelingen werd aan het Westen overgelaten. Denkt U maar aan computers en CD's.

In het Westen overheerst de cultuur van de Nobel-prijzen. Men mikt op *quantum jumps*. Onze universiteiten zijn daarvan nog steeds doortrokken. Werken aan verbeteringen van bestaande producten en processen is niet favoriet maar werken aan zogenaamde echte radicale doorbraken heeft de grote aandacht.

Beide strategieën – stapsgewijs sleutelen aan een product en het zoeken naar *quantum jumps* – hebben hun waarde in de praktijk bewezen. Welke is nu de beste?

Kwaliteit bovenal versus 'after sales service'

Het derde voorbeeld ligt in het verlengde van het voorgaande. Als je voortdurend met verbeteringen bezig bent, staat kwaliteit voorop. De kwaliteit zodanig maken dat er vrijwel niets aan kapot kan gaan. En mocht het toch onverhoopt gebeuren dan maar weggooien dat ding. Dit is voor vele Japanse bedrijven de strategie.

In het Westen worden vaak monumenten met eeuwigheidswaarde opgericht. Mercedes en Leica zijn daar voorbeelden van.

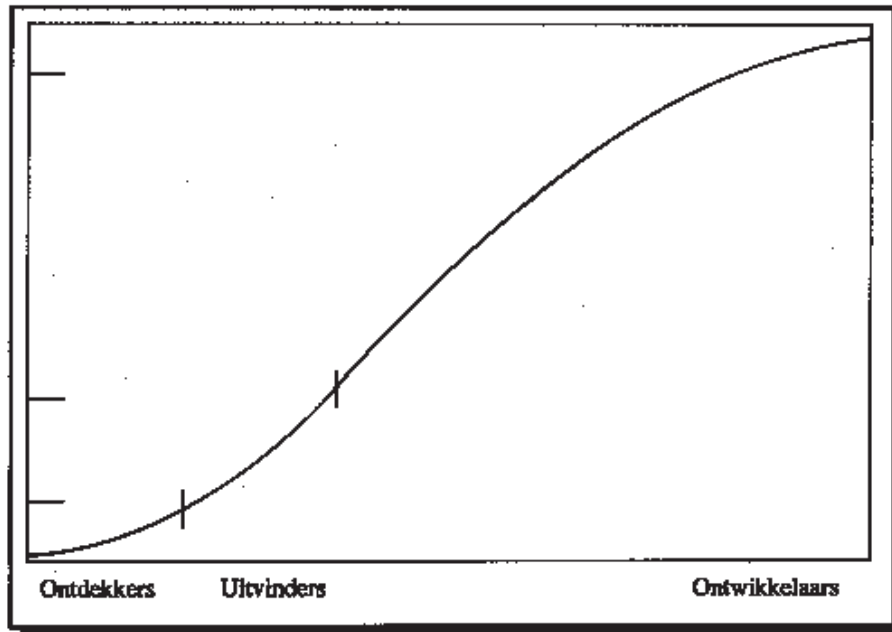
Als eenmaal een *quantum jump* is gemaakt, wordt decennia lang in service geïnvesteerd. Het product blijft op de markt. Onderdelen zijn na jaren nog te verkrijgen.

Kwaliteit en service gaan in de praktijk natuurlijk hand in hand, maar als je aan het eerste meer doet, hoef je aan het andere minder te doen, en omgekeerd. Beide strategieën hebben hun bestaansrecht bewezen.

Misschien heeft u 't al gemerkt. De voorbeelden die ik noemde, hadden betrekking op strategieën van ondernemingen die binnen hun R&D *diverse soorten R&D* hebben.

Het eerste voorbeeld betrof de centrale positie van de R&D-mensen die nieuwe concepten uitvinden. Het tweede liet zien hoe verschillend men tegen de D van R&D kan aankijken. En tot slot heeft die blik weer gevolgen voor de manier waarop men omgaat met het productontwerp.

Kortom, er is niet zoiets als een kennismarkt laat staan een zelfstandige kennismarkt, het thema van vandaag. Er zijn diverse markten. En op die markten opereren mensen die net als vogeltjes zeer verschillend zingen naar gelang zij gebekt zijn. Ik gebruik hiervoor vaak de zogenaamde S-curve.



De S-curve: verhoudingen tussen soorten R&D en mensen die daarbinnen werkzaam zijn

Stel, u heeft dertien R&D-mensen in dienst, of dertienduizend. Wat laat u ze doen? Alleen maar development? Of alleen exploratief onderzoek? Om nog maar te zwijgen over strategisch of *mission oriented basic research*.

Als U hetzelfde doet als zeer vele grotere bedrijven in Europa en Amerika, laat u ze de volgende werkzaamheden verrichten:

Ten eerste heeft u behoefte aan enkele mensen die nieuwe concepten voor producten uitvinden of radicale veranderingen aan bestaande producten of processen ontwerpen. Deze uitvinders zijn de intermediairs tussen de fundamentele onderzoekers en het toegepaste ontwikkelingswerk. Hun gebied is dat van het exploratieve onderzoek. Zij maken dankbaar gebruik van de ontdekkingen in de wetenschap om na bestudering van bestaande of voorziene behoeften in de markt, nieuwe of verbeterde producten of processen uit te vinden. Hiervoor is een apart type ingenieur nodig, iemand die inzichten vanuit verschillende disciplines tot een geheel kan smeden.

Uit de praktijk blijkt dat je op iedere drie van deze uitvinders behoefte hebt aan één wetenschapper die de nieuwe ontwikkelingen in de wetenschap bestudeert en bijhoudt.

Blijven er negen van de dertien over. Wat moeten zij doen? Zij brengen de concepten van de uitvinders verder tot ontwikkeling. Van prototype tot uiteindelijk product of proces. Ook daarna zit het werk er niet op. Er moet immers voortdurend aan de verbetering van het product gesleuteld worden. Al dit ontwikkelingswerk wordt vaak onderschat. Ten onrechte, want het betreft vaak een gigantisch karwei dat handenvol geld kost. Tal van beslissingen en tests moeten worden genomen: welk materiaal, hoe dik, hoe lang, hoe hard of zacht, welk mengsel, welke bewerkingen, welke marktspecifieke aanpassingen. En op ieder moment kan het vaak nog misgaan, zowel om technische of marktredenen als om zakelijke veranderingen. Om over de opschaalingsproblemen in bijvoorbeeld de procesindustrie nog maar te zwijgen.

De driedeling van ontdekker, uitvinder en ontwikkelaar is misschien te illustreren door naar de bouwwereld te kijken.

De basic research wordt gedaan door de bouwinstituten. Zij leveren letterlijk en figuurlijk de fundamenteën van een bouwwerk.

De architect met zijn kennis van de specialismen en nieuw ontwikkelde materialen van de bouwinstituten, maakt een uitvinding, een nieuw ontwerp. Hij is tevens gesprekspartner voor de aannemer die op zijn beurt met onderaannemers het project realiseert. (Want u weet, tegenwoordig wordt er niet meer gewoon gebouwd, nee een bouwproject wordt 'gerealiseerd'.)

Op de bovenstaande figuur ziet u een S-curve met de verhoudingen tussen de drie hoofdonderdelen van de R&D. Dit is natuurlijk een vereenvoudiging van de werkelijkheid, maar duidelijk is hier de cruciale bemiddelende rol van de uitvinder, de architect. Ook zien we de enorme kosten van het ontwikkelingswerk van de aannemers.

De verhouding 1 : 3 : 9 moet losjes worden opgevat. Het is een vuistregel die in de praktijk redelijk opgaat.

De verhouding is niet alleen kwantitatief maar heeft ook een menselijk aspect. *R&D is a people's business*. Niet alleen hebben de drie groepen van R&D-mensen verschillende verantwoordelijkheden, ze lopen ook in aard en karakter sterk uiteen. Een bouwinstituut zal nooit aannemer kunnen en willen worden, en omgekeerd. Tussen fundamentele onderzoekers en exploratieve researchers en ontwikkelaars ligt een wereld van verschil.

Tijdspanne tussen idee, product en marktrijp product

Overigens kan dat hele proces van ontdekken, uitvinden en ontwikkelen vele jaren duren. Ná de R&D kan het bovendien nog veel langer duren voordat een product marktrijp is.

Neem bijvoorbeeld de fax. Wanneer denkt u dat die is uitgevonden? Eerlijk gezegd dacht ik aanvankelijk aan de jaren 50 of daaromtrent. Maar in het mei-nummer van *Fortune* (1995) staat te lezen dat het principe van de fax in 1843 is bedacht door Alexander Bain, een Schotse klokkenmaker. Twee decennia later ontwierp een Italiaanse priester, Giovanni Caselli, het eerste commerciële systeem. Napoleon III gebruikte deze primitieve telegraaf-fax tussen Lyon en Parijs om er stafkaarten en beursberichten mee te kunnen ontvangen.

Research, een idee, een concept, een prototype, productontwikkeling, productverbetering, marktintroductie... Zoiets kan jaren en nog eens jaren kosten. Als we hiertegenover termen zetten als ‘kennisverschaffers en kennisgebruikers’ of zoiets als een ‘zelfstandige kennismarkt’, dan klinken die mij wat ongeduldig in de oren.

Customer-contractor

R&D moet marktgericht zijn, zo valt te beluisteren. Maar dit lukt natuurlijk nooit als een fundamentele onderzoeker gedwongen wordt tot zaken die niet bij zijn aard passen. En dat is zijn taak ook niet.

We moeten leren denken in termen van *customers* en *contractors*. Deze termen moeten echter niet al te letterlijk worden genomen. Waar het om gaat is overleg. De marketing- en productiemensen zeggen wat zij als *customers* van de ontwikkelaars nodig hebben. De ontwikkelaars treden vervolgens weer op als *customers* van de uitvinders, de ontwerpers. En deze overleggen weer als afnemers met de fundamentele onderzoekers. Zo kan een gesprek tussen burens ontstaan die elkaar beter verstaan dan mensen die een verschillende taal spreken.

Dit is geen pleidooi voor soft gedoe. Integendeel, het is de keiharde realiteit die vraagt om afstemming van de diverse schakels in de R&D-keten. Dat werkt, om maar wat te noemen, beter dan de stoere taal van mensen die vinden dat de universiteiten meer toepassingsgericht onderzoek moeten doen. Dat kunnen de universiteiten niet en dat moeten ze ook niet willen. Uiteraard is dit een zwart-witte uitspraak. Marginaal derde geldstroom kan ook nuttig zijn maar dit hangt helemaal af van wat er gevraagd wordt.

Bijdrage van de kennisinfrastructuur

Technologie-arsenaal management

Met deze opmerking ben ik aangekomen bij het buitengebeuren van een bedrijf met zijn eigen industriële R&D. Mijn verhaal was tot nu toe op de interne organisatie van de R&D gericht. Een onderneming kijkt natuurlijk ook naar buiten. Ik doel hier op het *technologie-arsenaal management* van een onderneming.

Niet alleen de R&D-afdelingen moeten hun ogen gericht houden op wat zich buiten en vooral bij de concurrenten afspeelt, ook de ondernemingsleiding van een kleiner bedrijf of de businessunit van een groot bedrijf moet het eigen technologie-arsenaal als een wapen in de concurrentiestrijd zien en dus als een onderdeel van hun business-strategie beschouwen. Dit houdt in dat het businessmanagement bepaalt welke kennis nodig is en waar deze moet worden verkregen. Het zelf doen van R&D is kostbaar en steeds minder een vanzelfsprekendheid.

Andere opties doen zich dan voor. Technologie-arsenaal management zou men kunnen samenvatten als de strategie van 'eerst zoeken, dan onderzoeken'.

Weten wie de benodigde kennis heeft en hoe daarbij te komen is bijna net zo belangrijk of zelfs belangrijker dan het zelf ontwikkelen.

Technologie-arsenaal management

1. businessmanagement en
2. interne en
3. externe kennisbronnen

eerst zoeken, dan onderzoeken
know how & who

- Passive or leading role of technology in competitive game
- Buying or selling of technology
- Patents and licensing policy
- Cooperation with supplier or customers in R&D
- Joint ventures and technology exchange
- Technology improvement through company acquisition
- Use of venture capital
- Cooperation with outsiders for particular technology development
- Transfer of technology within and from outside the company
- Development and maintenance of technical skill pools
- Planning and resource allocation systems
- Guidelines for internal R&D division

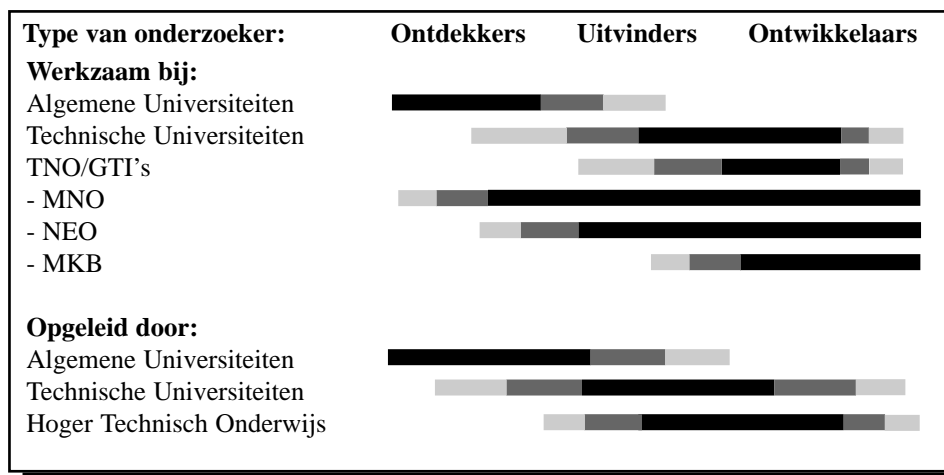
Hoe ver het management hierin kan gaan, heb ik eens in een Japans bedrijf kunnen zien. Het R&D-lab van dat bedrijf was één grote open kantoortuin. De onderzoekers en hun afdelingshoofden zaten allen in een immense ruimte met de directeur in het midden. Ze stonden voortdurend in contact met elkaar. Er waren geen telefoons. Rondom de ruimte was een glazen wand, waarachter enkele mensen in witte jassen in isolement hun werk deden. “Wat doen jullie hier en waarom zitten zij daar?” vroeg ik. In het antwoord lag een hele filosofie opgesloten. Ten eerste moet volgens hen een onderzoeker, voordat hij zelf onderzoek gaat doen, eerst zoeken. De literatuur raadplegen, inclusief de octrooiliteratuur. Is de benodigde kennis daaruit niet te halen, dan moeten contacten worden gelegd met universiteiten en onderzoeksinstituten waar ook ter wereld. Elke denkbare kennisbron moet worden aangeboord. Als laatste redmiddel zei de directeur geksheerend, is desnoods bedrijfs-spiionage of diefstal toegestaan. Pas als alle middelen hebben gefaald, rest het meest kostbare alternatief: het zelf doen van R&D. Dat gebeurde in dat Japanse bedrijf in een glazen kooi. De researchers werden als het ware zichtbaar voor hun collega’s te schande gezet. De harde les was: eerst zoeken, dan onderzoeken.

Technologietransfer über die Köpfe

Waar haalt een onderneming de benodigde externe kennis vandaan? De beste kennisbron bestaat uit mensen. De beste kennisoverdracht is, zoals de Duitsers dat zo mooi kunnen zeggen: *Technologietransfer über die Köpfe*.

Er wordt tegenwoordig veel gesproken over het onderzoek van de universiteiten. Dat zou marktgerichter moeten zijn. De maatschappelijke relevantie van de universiteiten is echter in eerste instantie gelegen in het feit dat zij gekwalificeerde academici – onderzoekers en ontwerpers – afleveren. Dat is hun hoofdtaak.

Hun belangrijkste bijdrage aan de industriële R&D ligt op dit terrein. Kijkend naar de drie groepen die ik zoëven onderscheidde, zouden de algemene universiteiten vooral de leveranciers moeten zijn van toekomstige researchers, de ontdekkers. De technische universiteiten zouden de ontwerpende uitvinders moeten leveren. En het HBO zou zich moeten richten op de opleiding van de ontwikkelaars. Hoewel er natuurlijk overlappingen zijn, meen ik te moeten stellen dat het huidige stelsel van hoger onderwijs in Nederland niet voldoet aan deze taakafbakening.



Onderzoek voor het bedrijfsleven

De tweede externe kennisbron voor het bedrijfsleven bestaat uit het wereldwijde arsenaal van onderzoeksresultaten. Die bron aanboren is de antenne-functie van alle R&D-afdelingen.

Een deel van de R&D kan worden uitbesteed. De grote ondernemingen beperken zich daarbij uiteraard niet tot Nederland dat slechts voor 1% tot 2% aan het wetenschappelijk onderzoek in de wereld bijdraagt. Uitbesteding kent vele vormen. Het aangaan van contracten is een manier, waarbij overigens de hiermee gepaard gaande contacten – ik zei u al dat R&D een *people's business* is – wel eens het belangrijkste motief zou kunnen zijn.

Uiteraard moeten we hier onderscheid maken naar type onderneming. Allereerst zijn er de MNO's, de multinationale ondernemingen. Vele hiervan hebben alle vormen van R&D in huis en besteden een deel ervan uit, meestal over de hele wereld verspreid. Dan zijn er de NEO's, de nationale exporterende ondernemingen die weliswaar wereldwijd opereren maar voor hun kennis veelal zijn aangewezen op de kennisinfrastructuur in hun moederland. Dit type onderneming concentreert zich vooral op de rechterkant van de S-curve: uitvinden van concepten en ontwikkelingswerk. Het overgrote deel van het MKB, tenslotte, heeft zelden ontdekkers en uitvinders in dienst, maar is gespecialiseerd in het voortdurend verfijnen en verbeteren van bestaande producten en processen.

Harry L. Beckers

Wat betreft contract-R&D zou er tussen de algemene universiteiten, de technische universiteiten en het HBO dezelfde taakafbakening moeten zijn als voor de afgestudeerden. In de praktijk zal dat wel enigszins kloppen en ik hoop dat het voorafgaande een indruk heeft gegeven hoe en in welke delen van de industriële research de aspiraties van universitaire onderzoekers kunnen liggen.

5. Energy: Illusions and Reality ¹

Mr. President, Ladies and Gentlemen,

Firtsly, may I thank you Mr. President for your kind introductory words and thank the Institute of Energy for the 1992 Melchet Medal.

I could say that I don't deserve such an award but I would prefer to say something else. It is with great satisfaction that I accept this award as a recognition for all the hard work and more specifically for all the R&D effort that has been and is still being done by the people working in the oil industry.

When I retired from active service for Shell last year, I had spent more than 35 years on energy related activities. Most of them were in the R&D field but at the beginning of the seventies I also spent a couple of years in the planning division of Shell.

During that time I was together with some of my superiors deeply involved in the introduction of scenarios as a basic means for conducting the strategic planning of the company. That period in planning brought me in close contact with the future outlook of energy and energy related issues.

However, my experience with energy in a more realistic and practical sense started much earlier in life.

During my younger years I grew up in circumstances in which I learned the hard way what the real value of energy was and is.

In those days, early in the morning, the stove had to be heated up by using soft wood and an old daily paper to boil some water for my father's daily shave and cup of tea. Heating was scarce during the winter and the fuel was provided for by accumulating wood during the autumn and once a year dealing with a big lorry loaded with fluidised coalslick.

In actual fact I almost departed too early from this earth when during the yearly autumn stockpiling of tree leftovers, a huge tree that was being felled came falling down too close to me for comfort. Later I was told that it was only due to the quick reaction of my mother that I am still alive today.

¹ Tekst van de *Melchet Lecture* uit 1992.

Can you imagine the joy of our family when the old wood and coal stove was replaced by a cooking facility using bottled gas? The beauty of that blue flame I saw was magnificent. It was a great miracle. The gas was expensive and as a child on my scooter I often had to fetch the bottle of gas from the supplies three miles away, but the reward, this miracle, was worth the effort.

Why am I telling you all this? Firstly, because this experience has made me intensively aware of the beauty and power of compact energy and secondly because I am convinced that nowadays many human beings, living in the industrialized countries are not aware of and don't understand anymore the luxury and value of energy.

The switching on of a light, heating or power has become a routine act. The fact that the luxury of living and transport and everything that goes with this in present industrialized countries is based on the availability of relatively cheap and easy to use compact energy, is taken for granted.

That changes in this basic foundation for the worst could have huge effects on the well-being and prosperity of these societies is generally speaking not deeply felt.

But let us not make a mistake and forget that this luxury of cheap compact energy is only available for the privileged few, the people living in the industrialized world.

In many less privileged and developing countries and also nowadays in the countries of East Europe, the day to day experience with energy is very different. Every day, they experience and feel what the value of this absent energy is. And let us be aware that in percentage terms, the large majority of human beings living under these conditions is increasing and will go on increasing in the future.

If I had to summarise my experiences and learnings from all my personal activities during the last fifty years in the field of energy, it would indeed result in the title of this talk: *Energy: illusions and reality*.

During this talk I would like to scan quickly through the last fifty years, to indicate where we are today and to look forward to the enormous task which lies in front of us.

I will not go into too much detail and overload you with learned analyses and spreadsheets full of numbers. They are and have been produced in abundance and are widely available. I will try to keep on the philosophical side and explicitly or also implicitly, draw some general conclusions.

It is about 200 years ago that the industrial revolution started to develop and coal became a major 'industrial' source of energy fuelling this development.

About 100 years ago the oil industry started its life and became the main 'industrial' fuel for the evolving road transport in the world. It is also around the beginning

of, but more so after the second world war that oil was becoming the driving feed-stock for the development of the petrochemical industry, providing a huge variety and volume of new chemical products, replacing older long term established products. Again a luxury that is very much taken for granted.

Do we really appreciate the presence of these products? How often are we aware of the value of a plastic cup as seen through the eyes of somebody in the underdeveloped world?

No wonder that the oil companies started to flourish and were in an expanding mood during the fifties and sixties. New refineries were built all over the world and there was no limit to the number of oil exploration ventures that could be potentially developed.

It is in this atmosphere of expansion that I started my career in the laboratory of Shell in Amsterdam, at a time when the laboratory had just installed the first commercially available computer in Europe. It was called the "miracle computer" and was delivered by the British company Ferranti.

Its size was in the order of 4 by 10 meters and 2 meters high. Its power was less than that of a present normal desktop computer. Nevertheless, for us researchers at that time, it was a God sent. Colleagues of the central office in London started to use it for improving the scheduling of refineries and we in research used it to automate the various existing methods for calculating unit operations in refineries such as distillation columns but also to explore its use in quantum-mechanical calculations, if only for the simplest molecule, hydrogen. It was also at that time that the huge impact of computers in the oil exploration and production R&D started to develop.

From those exciting days onwards, based on fifty years effort and results before, the technical capabilities of the oil industry started to accelerate and have been accelerating continuously.

The objective of the marketing and refinery research was and is simple: increase the yield of value added products from a barrel of crude oil within the various constraints given, to fit market needs.

During these years, there has been a steady progress in upgrading and renewing products and processes. In my younger research years, steam cracking was the modern way of cracking the longer molecules into smaller ones and the introduction of more complicated distillation columns such as rectifying absorbers was a big challenge. But gradually catalysis was becoming a science in its own right and results could be applied. The introduction of catalytic cracking was a great adventure in the oil industry.

In those years, the oil industry was vertically integrated, from the oil-well to the petrol pump and most oil refineries were optimized with respect to one particular

crude oil.

But there was always the challenge and after the first oil crisis, there was an urgent need to make refineries more flexible in order to cope with a variety of crude oils. Steady progress in catalyst science and surface chemistry made this more and more possible.

There are two basic ways of increasing the value added to crude oils: taking carbon out or adding hydrogen. The first concept have led to facilities called cokers while the second one have led to hydro-crackers, in which hydrogen is added under high pressure and using the right catalists.

This hydrogen adding philosophy has ultimately culminated in the building of the biggest reactor facility ever built in the Shell refinery in Rotterdam, called Hycon. This reactor should be able to handle the heaviest and very metals rich crude oils available in the world.

As a result of all these years of R&D, the oil industry is now capable of efficiently converting the dirtiest barrel of crude oil into the highest value-added hydrocarbon-products for the present market requirements.

However, the Hycon in Rotterdam is the first of its kind and therefore in a way still a prototype. It will still take at least another twenty years before such a high level approach to a heavy barrel of crude will have sufficiently penetrated the entire oil industry.

Assuming for a moment, that there is not much more one can do to optimise the products extracted from a barrel of crude, one could conclude that to reach the top of the famous S-curve of development from the beginning of the concept of a refinery to the matured highly flexible Hycon, it took almost a hundred years and many teams of scientists and engineers.

I am the last one to say that we have reached the end of this development. One never knows what the future will have in store with respect to new technologies. But one should note that the entire development took almost a hundred years of hard work and devoted effort.

What about the production of oil?

In this area, I was also very lucky with my timespan of involvement.

When I joined the R&D during the fifties, the use of laboratory simulation techniques of oil reservoirs was in its infancy.

Waterdrives, i.e. processes by which oil in porous rocks was displaced by water, started to be simulated on a small scale in the laboratory.

At that time, they were mostly based on two-dimensional models. The space between two parallel glass or plastic plates was filled with sand or other material and oil was forced into the pores between the particles. Then the displacement of that oil by water could be watched and filmed and theories drawn up about the movement and the stability of the oil-water interfaces under varying circumstances.

One of those theories which became famous was based on the detected fingering of water into the oil region. Numerous experiments were set up with that phenomenon in mind and I remember that results were even shown to the Queen of the Netherlands and the Sjah of Iran when he visited the Netherlands.

These two-dimensional models were quickly followed by three-dimensional ones at a time when the use of plastic sheets became feasible. Some of these three-dimensional models were very realistic and were built to simulate the shape of existing oil-reservoirs in the world on a smaller scale. At one time, even pressurized and heated three-dimensional models were built to simulate the oil-reservoir conditions more accurately.

Also more complicated driving mechanisms such as those using hot water and steam and other mechanisms such as chemical flooding and in-situ combustion processes were simulated in the end. In many EP laboratories of oil companies, large halls were built to house these big models.

But in hindsight, their lives were very limited. The enormous development of computers and their number crunching capabilities, have made these simulating models out of date and obsolete. Computers took over and digital simulation started to flourish.

More and more, entire sets of non-linear differential equations of ever increasing complexity, governing the physical and chemical processes that were taking place during primary and secondary recovery of oil from their reservoirs, were successfully simulated.

In no time the buildings, housing many three-dimensional analogue models in the form of sometimes huge sandboxes or plastic bags of sand with the frivolous shapes of real oil-reservoirs were replaced by buildings, housing nice clean rooms. They were full of computer terminals, screens and plotters with beautiful colour-screens displaying what was happening in the simulated drives in oil-reservoirs.

The introduction of huge Craigh super-computers and nowadays computers with parallel processing facilities have led to simulations which can take care of incredible small details of the process.

During the last couple of years, however experimental work is coming back. In order to offer such supercomputers the right basic equations, more small-scale experimental research is needed to provide more accurate and detailed basic equations

and laws governing the physical and chemical processes taking place.

In the field of oil-exploration, progress on the S-curve has been enormous. In the past and according to some colleagues also today, most of the know-how was in the mind of experienced geologists who after many years of experience built up a knowledge base that was more based on art than on anything else.

Geology was a science founded on a different logic than that of physics and chemistry. But over the years the marrying of geology with physics and chemistry have led to tremendous progress in the resulting fields of geochemistry and geophysics and results are applied successfully.

Of course, without computers seismic methods were primitive and limited in their use. However, at the end of the sixties, after using computers for more than a decade, one of the leading developers of seismic tools dared to say that the field had become so sophisticated that one could not expect to be able to make more improvements in the future. How wrong can one be when talking about the future and future technology.

In the field of seismology, three-dimensional computer modelling of the subsurface is becoming normal practice and today numerical techniques older than 5 to 10 years are obsolete. But one indeed requires the latest super-computers to deal with the enormous numbercrunching.

These developments in seismology make the detection of the shape and other details of smaller oil-fields possible and therefore the drilling for oil, more accurate, thus preventing the drilling of costly dry holes.

Although we have been climbing the S-curve very fast in the field of exploration and production of oil, I am convinced that we have not reached a mature state yet. Artificial intelligence and parallel computing still have to make their full impact.

But progress over the last hundred years has been enormous and indeed also in this case, it took almost a century to reach the present advanced state of high technology.

What about gas?

It is obvious that the exploration for gas and its production has been having a free ride provided by the oil.

Till a few years ago, it was still very difficult in seismology to distinguish between the presence of oil or gas. Some openings are being made now. But I am sure that for quite some time to come, the exploration technology for gas will still go on profiting from the development of new technology in the field of oil exploration.

From being a nuisance in the oil business, gas gradually became an energy business in its own right.

I remember that at the beginning of the seventies my colleague in charge of the gas business was going around the laboratories with a full wallet, promising funding for any idea to transform gas into other products. He did not sponsor very much! Methane is indeed one of the most stable molecules around.

It is quite well known that gas reserves are huge. The proven reserves worldwide are about as much as 75% of that of oil and ultimate recoverable reserves are even bigger than that of oil.

The problem with gas is its long haul transport. In many cases gas fields have been developed where there is a market nearby that makes the pipeline venture economically feasible. LNG is a well developed way for transporting gas from larger gas fields further away from a possible market. For quite a number of years other ways of transport have been researched extensively and today still a lot of R&D is spent on other means to transport the hydrocarbons from gasfields to the consumer.

Manufacturing of methanol from natural gas has been in the limelight for a number of years but not many other exciting economic ideas have turned up yet.

Gas in remote and difficult to reach places should have a lower economic value. This could make other ways of transforming gas into fluids which normally would not be economically feasible. As an example, Shell has a process underway to produce higher molecular hydrocarbons from gas and a prototype plant is built in Malaysia. If successful, it could be used in other places where cheap gas is available.

If in the future high energy intensive hydrocarbon fluids would obtain a premium over gas, such a process could become a winner and be used on a broader scale than only for remote cheaper gas. However, it will at least take another 50 years before this could have a sizable impact on the energy market. But given the huge reserves in gas, one expects that in the future with rising costs of energy, more of such processes will be developed and become economic.

Conclusion again, even including the availability of oil technology, it will have taken more than a hundred years before gas will have reached a matured existence with a large impact on the energy market.

Coal

In the fifties, it was foreseen that coal was going to have a difficult future in the energy market; deep mining even more so than the cheaper surface mining.

However, during the beginning of the seventies when certain problems with

regard to oil supplies and the safety of nuclear energy were coming more and more into the public limelight, interest in coal was reviving.

After all, ultimately recoverable coal reserves are more than ten times bigger than oil- and gas reserves.

Application of new environmentally more friendly processes for using coal should make the coal business attractive again. Many established oil companies started to become involved in the coal business.

Simultaneously, R&D to provide new approaches to coal processing was increased tremendously, sponsored by companies as well as subsidised by governments.

Much of this research effort has disappeared but a few companies have developed or are still busy developing coal gasification processes. Shell is one of them.

This development provides another example, showing the long timespan that is needed for such a new approach in the energy field to be developed, come to fruition and have some impact. Even with all the know-how from the coal industry and new knowledge available from other areas such as oil, such a development will need a lot of time and resources.

After the idea for gasification of coal was accepted and proven on a bench scale, an entire chain of development work was started and is still going on to reach ultimately a viable economic proposition. From bench-scale experiments, one has to experiment with a laboratory pilotplant, followed by a larger pilotplant in a manufacturing environment. Thereafter a demonstration plant, followed by a first commercial plant.

After all this effort and spending a lot of money and if one is going to be lucky in the marketplace and from a competition point of view, one could at last have a winner. But in the meantime more than thirty years have gone by. A sizable impact on the energy scene could not take place before another 30 or 40 odd years.

Nuclear energy

When I finished my university studies in the fifties, I was offered a job in Kjeller in Scandinavia and become employed in the nuclear energy. It took me a while to decide not to accept this challenging offer as it was seen at that time. A job in nuclear was considered to provide a promising future career for a young engineer.

Indeed, during the fifties and sixties many technical resources were drifting towards this field. Many concepts for generating nuclear electricity were invented and tested. The innovation engine for this industry was becoming more powerful and

the industry started to creep up the technology S-curve.

A worldwide reservoir of know-how that was capable to enlarge the use of nuclear fission was created and the path was opened for the nuclear industry to become a major player in the energy field.

The fact that this potential huge industry was growing very fast was also due to the piggybacking on the defense industry which provided it with many additional resources. In hindsight, one wonders, whether this advantage was also not a major factor that contributed to the growth of the anti-nuclear feelings in society.

At the beginning of the seventies, the future of the nuclear energy was considered to be so bright that a number of big energy-companies were becoming very interested and started to invest in this field. Some of the bigger oil-companies invested more than 600 million. It proves that there were not many people around who, given the possible future energy shortage and the growing unease about the future of oil, could foresee the coming problems of the nuclear industry.

It was at that time that I myself became involved in this industry when Shell joined the oil company Gulf to become the co-owner of a company called General Atomic and based in California. This company was not only involved in nuclear fuel, but also in building enrichment plants and the development of a new concept for a nuclear fission reactor. This concept was a further development of work done in the UK and was called the HTGR, the High Temperature Gas Cooled Reactor. And by the way, I am still convinced that the HTGR could have become one of the safest nuclear fission reactors in the world.

At that time a demonstration plant had been built in Fort St. Vrain in the USA. Then, gradually the outlook became so gloomy that companies started rightly so, to withdraw from the nuclear energy scene.

Since that time, a lot of the professional manpower have left this industry and the innovative engine has been greatly weakened. Some nuclear reactors of the standard type are still being built, but a possible revival of a healthy industry supplying nuclear energy does not seem a credible scenario for years to come.

Therefore, the chance for nuclear to become a major player in the energy field is not viable for at least another half a century. I repeat, a major player, because one should not forget that nuclear fission is in the meantime providing almost as much energy as hydro-power, the last of the five players providing what is sometimes called "industrial energy".

Hydropower provides about 6% of the total world supply of energy. For obvious reasons, one cannot expect that there are many opportunities for this form of energy to take up a much bigger share of the total energy supply. Speaking from a pure tech-

nical point of view, its ultimate share could be 4 to 8 times higher, but that number is arrived at without taking notice of environmental and social factors.

What about other forms of energy?

One of the most important ones that comes to mind is energy saving. This is the cleanest of any new energy sources and it has a huge potential. This statement is even true when taking into account the impact of the second law of thermodynamics that is often neglected by people who are analysing the potential of this form of energy resource.

From my point of view, the industrial innovation engine has not really tackled this area on a big scale yet. The built-up of technical resources is occurring, but there are still many opportunities which could be developed.

But many activities are already being developed and implemented. As an example, in the USA between 1973 and 1986 GNP increased by 36% while consumption of energy remained constant. On the other hand, are we conscience enough of facts such as, for example, that travel by air consumes ten times as much fuel as travel on a fast train? Or that a kilo of fruit produced in California for sale in Europe has consumed a gallon of kerosine.

Other forms of energy are still in one or other conceptional state. Nuclear fusion could be considered to be the all-embracing solution for the longer term, but will it ever become a solution or will it always stay the solution for the longer term?

Given the experience with other established forms of energy and assuming that nuclear engineers will succeed in making a breakthrough in the near future, one cannot expect it to have a sizable impact for another century to come.

In my opinion, the same statement can be made about the other renewable forms of energy such as windpower, solar energy, biomass, tidal waves and also electricity generated from water, heated deep under Cornwall's granite.

I am not saying that they could not contribute to the provision of energy in the near future. Nor am I saying that R&D should not be devoted to these new concepts. On the contrary, as I said before, R&D on new concepts and especially fundamentally new ideas should be rigorously pursued. But one should not expect them to make more than a marginal contribution for decennia to come.

Ladies and gentlemen, from all these experiences I have described above, I have drawn a couple of conclusions.

Firstly, a new concept for energy supply needs far more time and effort to become

a major factor than most people assume. Secondly, if we want to spend effort on long term solutions, it needs a lot of exploratory and fundamental work to find new concepts. Much more fundamental effort has to be stimulated parallel to ongoing R&D on local solutions which are often very limited in scope.

Thirdly, for decennia to come, we will depend on the major resources which exist today, oil, gas, coal, nuclear and hydro.

In the meantime, are there enough reserves for the present contributing industries to provide us with the necessary time to develop new forms of energy within credible scenario's of the future? Of course, the essence of this question lies hidden in the word 'credible'. The description of the word 'credible' is strongly linked to the way we will or want to behave at present and in the future.

Can we go on along the path we are following now and do we then have the time and the effort in place to develop other forms of energy which will in, say, half a century from now start to make a big impact?

When one is an optimist, the answer to this question could be yes, we should be able to cope with this situation. But in recent years a couple of disturbing facts and issues have come to the limelight which could raise considerable doubt about this optimistic answer.

From my point of view, the major and all others overruling issue is the world's population growth. It is obvious that with a growing population, energy demand will grow as well as the accompanying environmental problems and pollution.

Last year I had the honour to participate in a worldwide exercise requested by the UN and organized by ICSU (the International Council of Scientific Unions) to prepare a contribution from the scientific community to the coming United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), planned to take place during June 1992 in Rio de Janeiro.

ICSU organized a conference in Vienna in November 1991, called the ASCEND 21 Conference (an Agenda of Science for Environment and Development into the 21st century) in which more than 150 scientists participated and where I was one of the few participating people from industry. (...)

I would like to draw your attention to some facts and some issues raised in the discussions in Vienna which are very relevant and important.

The most important factor in any scenario for the mondial energy situation of the future is population growth. Around the year 1800 there were about 1 billion people on this earth; in 1950 the world population had increased to 2.5 billion people and in 1988 to more than 5 billion; in the year 2000 there will be more than 6 billion and if fertility and mortality rates would stay constant as they are today, the world popula-

tion would grow to more than 15 billion in the year 2050.

Even with a rapid fertility decline to TFR = 1.4 (Total Fertility Rate) and a medium mortality rate, the population would still grow to almost 8 billion in the year 2030.

I must admit that if I would watch the world as if it was a chemical reactor and I saw one of the important parameters change the way the world population has changed over the last century, I would at least become extremely alarmed if not even panic.

By the way, having the highest population densities in the world, the richest nations cannot simply point the finger to the underdeveloped world and blame them for the growth and resulting future population problems.

Let us now have a look at the present energy consumption. Of the world energy supply more than 50% is oil and gas; 25%, a quarter is coal and the rest is hydropower (6%) and nuclear (5%). Fuelwood and charcoal is about 7% and energy from crop wastes and dung about 4.5%.

The reserves for these various energy forms are very uncertain, but let us review them. For oil and gas together, the proven reserves are 45 years of present demand while ultimate recoverable reserves are at present about 100 years. For coal this varies from 250 years to more than 2000 years. For nuclear uranium, technically speaking only, the potential reserves are more than sufficient for centuries to come.

But let us keep in mind that we are talking about present consumption. Doubling the consumption reduces the number of reserve years by half. Therefore, with a growing population or an increased consumption by present population, these reserves will decrease very rapidly.

Another disturbing fact needs our attention too. Only 25% of the world population live in the industrial countries defined as those countries where GNP is more than \$ 4000 per year per person, but they consume almost 75% of the total energy produced.

60% of the world population have a GNP of less than \$ 1000 per year per person and they consume only 20% of the total energy produced. For many of these people living in the poorest regions of the world, the beauty of a blue gasflame will be an illusion for years to come.

This was the picture at the end of the 80's. Therefore in considering policies or solutions for our world problems, one should keep these additional important problems in mind.

The foregoing facts about population growth and energy resources would already be enough proof that there is a gigantic problem facing us in the near future. But in addition to the foregoing facts and figures, there are the foreseen problems regarding

pollution and environment.

Let us first consider pollution on a regional or local scale. I am convinced, that many of these problems can be solved by introducing the right measures and incentives for industry to focus their industrial innovating engine on them. It is up to the consumers and therefore societies to choose which rules and regulations industry should follow.

I am sure that the industrial innovation motor will be able to produce processes and develop products which will adhere to almost any standards, governments want to set with respect to the environment. It is of course the customer who ultimately will pay for these more stringent rules.

In addition to local and regional environmental problems, a couple of issues on a world scale have come into the limelight lately. If it is a problem created by mankind, the problem of the ozone layer can be solved by proper use of some chemicals.

But there is one issue that would create a big headache and would not be so easy to deal with. It is the so-called greenhouse effect and according to a number of people created by the increase of carbon dioxide in the atmosphere due to use of fossil fuels. This gas is such a basic element in the whole metabolism of the earth that one cannot treat it simply as a polluting gas that has to be removed like other elements such as SO_x, NO_x, or CFC's.

Let us just consider some of the figures and facts. Emission from fossil fuels was probably of the order of 0.1 Gtons around the year 1850 and together with other omissions created a CO₂ concentration in the atmosphere of about 290 ppm.

Fossil fuel emissions in 1960, 1973 and 1985 were estimated to be 2.7, 4.7 and 5.5 billion metric tons of carbon (GTC). Contributing to a total emission of 3.1, 5.1 and 5.9 GTC and leading to 317, 328 and 345 ppm of CO₂. Perhaps interesting to know that at present the USA's share of this emission is 17%, Japan's share 3.5% and the UK 2.5%.

It is obvious that these increases in carbon dioxide in the atmosphere will have an effect on climatic conditions on the earth. The debates about these effects are taking place and have not settled yet to one or other conclusive story. However, that there will be some impact is obvious, the big question is how much? I, for one, am not convinced that we have enough facts to give a conclusive answer yet.

But it seems that some governments are already convinced of the danger. They do not want to wait for the final results of the analyses and want to introduce measures to reduce CO₂ emissions now. One can argue about the wisdom of such measures but if they would lead to a reduction in energy consumption and stimulate the search for longer term solutions of the energy problem, the introduction of such

measures would, although for the wrong reason, at least lead to desirable outcomes anyhow.

If however, it is proven that the burning of fossil fuel is going to cause an important greenhouse effect, we have an even bigger problem than a potential energy shortage in front of us.

We should do our utmost best to spend sufficient time and effort to find out the truth about this issue.

The issue of the greenhouse effect convinces me even more that our main problem is the population density and growth. Even if we solve all the existing environmental issues and problems, it will only delay a potential crisis situation for a few years in case the population goes on growing as foreseen. And let us keep in mind the story that originated from the Club of Rome study: if all the flowers of a flower population on the surface of a pond, double every year, the pond will still be half empty and is therefore not alarming until the last but one year before it is covered completely.

One could even argue that too much attention devoted to environmental problems, could hide the real problem, the population density and growth so much that the pond story could become a reality.

Considering longterm scenarios almost always leads to the discovery of huge future problems and issues facing us. However, experience also teaches us that such analyses should not lead to doom and gloom forecastings. Such analyses should really be made to show us which challenging tasks are laying in front of us. Life would be dull if there were no challenging tasks in front of us needing our attention. And indeed, in the field of energy supply and consumption huge, colossal tasks will have to be tackled.

I hope Mr. President, that this talk also shows and contributes in a modest way to the overwhelming legitimacy for the existence of the Institute of Energy.

Ladies and gentlemen, I hope I have shown you the difference between illusions and realities in the energy field. I am convinced that there is still a timespan of about 50 to 100 years in front of us in which we can prepare the future for our grand- and greatgrandchildren.

In a couple of hundred years from now, people will look back to the timespan from 1850 to 2050 as the oil and gas period in which a minority of the world population had an easy and cheap compact energy supply. I hope that they also can say that the people living during that period, took the responsibility and used the opportunity to build the basis for a sustainable environment and energy supply for them.

Deel 2 - Europa

Inleiding

Ton Langendorff

Harry is een Europeaan in hart en nieren. Zijn kijk op Europa is niet zozeer een basisgedachte als wel een basishouding. In alles wat hij zegt en overdenkt, kijkt hij door de bril van een Europeaan. Iemand heeft eens tegen hem gezegd: "Als je een tekst leest waar het woord Nederland in voorkomt en je vervangt dat woord door Friesland en je moet vervolgens enorm lachen, dan heb je met onzin te maken." Zo'n statement is Harry uit 't hart gegrepen. Vervang "Nederland doet te weinig aan R&D" door "Friesland doet te weinig aan R&D" en de schellen vallen je van de ogen.

Harry was van 1983 tot 1985 president van EIRMA, de European Industrial Research Management Association. En hij was de eerste voorzitter van IRDAC, de Industrial R&D Advisory Committee van de Europese Commissie.

De resultaten van de samenwerking binnen de EU komen erg langzaam tot stand, maar dat vindt Harry nu eenmaal onvermijdelijk. Er is volgens hem nog geen echte Samenwerking met een grote S. Zie bijvoorbeeld de versnippering en de machteloosheid van de instellingen in de EU: een wetenschappelijke ESTA naast het industriële IRDAC, een ESF waar de belangen van de KNAW's en NWO's tot weinig aantrekkelijke compromissen leiden, een European Academy die nog niet zoveel voorstelt en allerlei Europese discipline-gerichte verenigingen die weinig weten te bereiken; er is geen geld, men vergadert een paar keer per jaar en deelt wat prijzen uit. Toch wijst Harry erop dat de geboekte resultaten heel wat zijn in het licht van de geschiedenis sinds de Tweede Wereldoorlog. In die ruim vijftig jaar is al heel wat bereikt.

Toch zal *bottom-up* vanuit de R&D-organisaties in de EU niet zo gauw Samenwerking met een grote S tot stand komen. Daarom hamert Harry voortdurend op de noodzaak dat de regeringen van de lidstaten initiatieven nemen. Elke lidstaat heeft zijn eigen kennisinfrastructuur. Niet alleen de universiteiten, maar ook de instituten zoals die in Nederland: ECN, GD, WL, RIVM, KNMI, enzovoort. Elk land heeft zijn eigen RIVM. Ligt Samenwerking dan niet voor de hand? Jawel, zegt ieder-

een, maar dat is moeilijk te realiseren. Begin er dan aan!, zou Harry zeggen. Er wordt enorm veel geld verspild, doordat in elke lidstaat de eigen RIVM's in stand worden gehouden. Op vele terreinen is samenwerking niet zinvol, bijvoorbeeld omdat de economische of sociale verschillen tussen de landen te groot zijn of omdat het om concurrentiegevoelige aangelegenheden gaat. Maar op terreinen van staatszorg die zich niet storen aan landsgrenzen – zoals energie, infrastructuur, volksgezondheid en milieu –, valt veel winst te behalen als de regeringen initiatieven zouden nemen tot echte samenwerking. Dit zou ertoe kunnen leiden dat afspraken worden gemaakt over taakverdeling en wellicht zelfs concentraties. Het is de overtuiging van Harry dat hierdoor niet alleen efficiëntiewinst is te behalen, maar dat er meer en betere onderzoeksresultaten kunnen worden behaald.

Hoofdstuk 6: Europa, de VS en Japan

In hoofdstuk 6 stipt Harry kort een aantal belangrijke verschillen aan tussen de ondernemingen in Europa, de VS en Japan wat betreft innovatiekracht. Er worden geen cijfers over R&D-uitgaven genoemd, maar dergelijke cijfers zijn op het niveau van economische blokken wel zinvol, niet op het niveau van (kleine) landen. Harry vindt het tamelijk onzinnig om de R&D-uitgaven van de Nederlandse overheid en/of de bedrijven met die van de VS te vergelijken. “O ja...”, zegt hij in dergelijke situaties, “waarom vergelijk je Nederland niet met de staat Ohio of Texas, of met Nordrhein-Westfalen met net zo veel inwoners als Nederland?”

Vergelijking tussen *like* en *like* is dus op zijn plaats, niet die tussen reuzen en dwergen. Daarom moet Europa vergeleken worden met de VS en met Japan. In zijn voordracht *Research in Europe* ter gelegenheid van het vijfenzeventigjarig bestaan van het Philips Natuurkundig Laboratorium (25 mei 1989) zei Harry hierover: “Als geconstateerd wordt dat Europa *als geheel* te weinig investeert in R&D en dat dit gezien het belang van technologie voor het economisch functioneren een zaak is die grote aandacht verdient, dan ben ik het daar absoluut mee eens. Maar laten we dan wel bedenken dat deze situatie per industrietak sterk kan verschillen en dat het zeker niet zo is dat Europa op alle fronten in de verdediging is gedrongen. Niemand zal toch willen beweren dat de farmaceutische industrie of de chemische industrie in Europa de mindere is van de concurrentie elders?”

Hoofdstuk 7: Europese samenwerking

Nederland is een provincie van Europa. Vanuit die optiek kijkt Harry naar de samenwerking en concurrentie tussen instellingen die worden gerekend tot de kennisin-

frastructuur. In hoofdstuk 7 wordt daarop ingegaan. Het is de rede die Harry hield ter gelegenheid van de opening van het academisch jaar 1993/1994 van het Limburgs Universitair Centrum (LUC) in Diepenbeek vlakbij Hasselt. Juist dat LUC probeert tot nauwe samenwerking, zelfs een fusie, met de Universiteit van Maastricht (UM) te komen. In mei bracht een commissie advies uit aan minister Ritzen en zijn Vlaamse collega Van den Bossche over de mogelijkheden van een Nederlands-Vlaamse universiteit, waarin het LUC en de UM zijn opgegaan. (Staatscourant, 29-5-1998). Harry is een warm voorstander van meer samenwerking tussen Maastricht en Diepenbeek.

Hoofdstuk 7 gaat niet zozeer over samenwerking op het gebied van onderzoek als wel over het onderwijs. Samenwerking tussen universiteiten, hogescholen en instellingen voor beroepsonderwijs. Met zijn aandacht voor het beroepsonderwijs laat Harry niet alleen zijn bewondering voor vakmensen zien, maar ook zijn zorg dat het wetenschaps- en technologiebeleid zich al te veel richt op de hogere regionen van het bedrijfsleven en onze kennisinfrastructuur.

Hoofdstuk 8: Back to basics for European growth

In hoofdstuk 8 pleit Harry voor een 'Europese NWO', een soort European Science and Engineering Research Council. Deze vorm van Samenwerking met een grote S komt voort uit aanbevelingen van IRDAC en is ook voorgesteld door de AWT.¹ In hoofdstuk 8 gaat Harry niet in op de vraag hoe zo'n Europees fonds voor fundamenteel onderzoek gefinancierd zou moeten worden. Hij wilde het idee op zich aan de orde stellen, maar hij had natuurlijk wel zo zijn eigen gedachten over wat er *niet* zou moeten gebeuren. Wat dat laatste betreft, moet worden gedacht aan een fonds waar alle Europese NWO's een deel van hun budget, zeg 5%, zouden storten en dat door die Europese NWO's gezamenlijk beheerd wordt. Dat zou een nóg grotere, nóg bureaucratischer organisatie in het leven roepen dan de ESF. Harry: "NWO aan tafel met de Engelse Research Councils, DFG, CNRS... dat wordt een ramp." Liever ziet Harry dat de verantwoordelijke Ministers een beslissing nemen voor een Europees fonds. Waar het geld vandaan moet komen, is vers twee. Mogelijk kan ook de Europese Commissie initiatieven nemen. De laatste tijd vingen we signalen op van ambtenaren van DG XII van de Commissie die erop duiden dat 'de 5% van Harry' er gaat komen.

¹ *Report on the Netherlands position on the Fifth Framework Programme of the EU*. AWT-advies nr. 24. Den Haag, april 1996.

6. Europa, de VS en Japan ¹

Europa heeft een enorme rijkdom aan kennis. Maar het heeft ten opzichte van zijn grootste concurrenten een aantal nadelen. De thuismarkt in Europa is nog niet zo groot als die van Japan of de Verenigde Staten. Van Japan kunnen we leren dat buitenlandse ontdekkingen kunnen worden overgenomen en verbeterd. En in de Verenigde Staten is het fiscale klimaat voor innovatief ondernemerschap veel zonniger. Niet onze technologische kennis is het probleem, maar onze omgang met de technologie en de inbedding ervan in ons maatschappelijk bestel.

Nobelprijzen winnen of afkijken?

In wetenschappelijk opzicht lopen Europa en de Verenigde Staten nog steeds voor op Japan. Wat dat betreft beschikken we over een enorme rijkdom aan kennis. Maar de Japanners hebben de kunst van ons afgekeken en hebben die kunst tot verkoopbare producten weten om te vormen. De Nobelprijswinnaars zitten in Europa en de Verenigde Staten, de concurrenten in Japan zijn echter met hun ontdekkingen aan de haal gegaan.

Daar kunnen we een les uit trekken. In Europa zijn we gericht op het bereiken van fundamentele doorbraken in de wetenschap. Daar mogen we trots op zijn. Maar de wetenschappelijke kennis is wereldwijd af te tappen. Voordat we zelf aan onderzoek gaan doen, zouden we net als de Japanners eerst op zoek moeten gaan naar kennis die ergens anders al is ontwikkeld. Eerst zoeken en dan pas onderzoeken.

Meer ideeënbouwers

Wetenschappelijke kennis kan niet zonder meer worden toegepast. Tussen de geleerden, de ‘Einsteins’ van deze wereld, en de praktische ontwikkelaars van nieuwe producten gaapt een kloof. Die kloof kan worden overbrugd door mensen die komen met radicaal nieuwe ideeën en die nieuwe producten uitvinden. Eigenlijk stellen dit soort

¹ Oorspronkelijke titel ‘Rijkdom aan kennis, laag rendement’, artikel gepubliceerd in *Europa Periodiek*, juni 1996, jaargang 13, nr. 1, p. 31.

mensen alleen maar lastige vragen: waarom verticaal en niet horizontaal, waarom analoog en niet digitaal, waarom verhitten als het ook koud kan?

Overall waar aan innovatie wordt gedaan, zou tussen de 'researchers' en de mensen van de 'development' een groepje moeten zitten van mensen die gekke vragen stellen en daardoor anderen op een nieuw spoor zetten. Zij zijn de onaangepaste architecten van de techniek. Dankzij hen is de cd ontstaan en het wasmiddel voor een koud vakantiewasje.

Aan onze technische universiteiten wordt nog te weinig van dat soort 'uitvinders' opgeleid. En ook binnen de onderzoeksinstituten is voor het bedenken van echt nieuwe producten en processen te weinig aandacht. Men is ofwel fundamenteel bezig met ontdekkingen, ofwel met praktische toepassingen en verbeteringen. Er zouden meer bruggenbouwers tussen deze twee werelden moeten worden opgeleid. Er is geen gebrek aan kennis; het probleem ligt in de omgang met die kennis.

Europese markt

Ondanks de Europese Unie hebben ondernemingen nog te kampen met een kleine thuismarkt. In de Verenigde Staten kan een bedrijf uit de ene staat zonder moeite 'exporteren' naar een andere staat. In de Europese Unie kan dat in principe ook, maar toch spelen allerlei belemmeringen (taal, verschillen in wet- en regelgeving) nog steeds een rol.

Toch zullen de grenzen binnen de Europese Unie echt gaan verdwijnen. Dat daarbij slachtoffers vallen (Fokker) lijkt onvermijdelijk.

Belonen van risiconemers

Met technologie een onderneming staande houden in de harde concurrentiestrijd is een riskante aangelegenheid. Veel vernieuwingsprojecten mislukken, dus zijn er vele nodig om een paar successen in de wacht te slepen.

Met technologiebeleid van zowel de Europese Unie als van de lidstaten afzonderlijk worden ondernemingen bij hun innovaties ondersteund. Maar dat is niet genoeg. Startende ondernemers moeten nog steeds veel drempels overwinnen. Gelukkig heeft de overheid daar steeds meer oog voor. Ten opzichte van vooral de Verenigde Staten is er nog een groot nadeel. Een innovatieve ondernemer die veel geld heeft verdiend door zijn nek uit te steken, hoeft daar aanzienlijk minder aan de fiscus af te dragen dan in de lidstaten van de Europese Unie. Met andere woorden, het nemen van risico's wordt in de Unie eerder afgeremd dan beloond.

7. Europese samenwerking ¹

Dames en heren,

Menige toespraak die op uitnodiging bij plechtige gelegenheden als deze wordt uitgesproken, begint vaak aldus: "Ik voel mij zeer vereerd om hier het een en ander te mogen zeggen over...". Of woorden van gelijke strekking. Als ik u nu zeg dat ik inderdaad zeer vereerd ben u hier te mogen toespreken, dan zult u ongetwijfeld veelbetekenend knikken en denken: ja ja, mijnheer Beckers, u bent een beleefd mens, maar gaat u toch vooral verder. Of gedachten van gelijke strekking.

Als ik nochtans staande houd zeer vereerd te zijn het woord tot u te mogen richten, dan meen ik dat oprecht, en wel om drie redenen. Allereerst natuurlijk vanwege de uitnodiging die professor Martens, uw rector en mijn collegabestuur lid van het Academisch Ziekenhuis in Maastricht, aan mijn adres richtte. Maar ook omdat ik als Limburger van geboorte de regio een warm hart toedraag. Ik zeg Limburg en ik bedoel het Limburg in Nederland. In mijn loopbaan bij Shell heb ik echter één ding geleerd: in de *research* zijn er geen grenzen, noch mentaal noch geografisch. Grenzen zijn de weerslag van politieke linealen. De mensen van de wetenschap en de technologie storen zich niet aan die rechtlijnigheid. Al eeuwen voordat het ideaal van een verenigd Europa gestalte kreeg, waren de wetenschapsbeoefenaren letterlijk en figuurlijk grensoverschrijdend actief. Erasmus, naar wie het Europese uitwisselingsprogramma is genoemd, is daar een lichtend voorbeeld van. Als ik het over Limburg heb, dan kan ik niet anders spreken dan over één Limburg dat toevallig in twee aangrenzende landen ligt. Twee landen overigens, die elk afzonderlijk maar toch ook te zamen een provincie van Europa aan het worden zijn. Dat u in de federatie België er een paar grenzen bij heeft gekregen, doet daar niets aan af.

Naast de eer van de uitnodiging door uw rector en de band met 'onze' regio, is er nog een derde, zo mogelijk belangrijkere, reden voor het genoegen waarmee ik

¹ 'Opleiding en onderzoek in een veranderend Europa: samenwerking op alle fronten'; toespraak gehouden bij de opening van het academisch jaar 1993/1994 van het Limburgs Universitair Centrum (Diepenbeek) te Hasselt, 24 september 1993. Een verkorte versie is gepubliceerd in *Tijdschrift voor Onderwijsrecht en onderwijsbeleid*, 1993-1994, nr. 2, pp. 101-104.

het woord tot u richt. En die reden vormt u allen te zamen als gehoor. Deze opening van het academisch jaar is namelijk, getuige de herkomst van de hier aanwezigen, geen academische aangelegenheid. Hier wordt niet voor eigen wetenschappelijke parochie gepredikt. Hier zijn wetenschap, technologie én maatschappij bijeen. Hier zijn niet alleen de aanbieders van kennis vertegenwoordigd, maar ook de gebruikers. En gaat het niet uiteindelijk om de laatsten, de gebruikers? Voor u allen zal mijn opmerking geen verbazing wekken. Immers, uw universiteit en uw hogescholen, verenigd op één campus, hebben een onmiskenbare regionale oorsprong en betekenis. Maar elders wordt in wetenschappelijke kringen wel eens vergeten waarom een gemeenschap een universiteit wenst te bekostigen. Niet voor ‘de’ wetenschap, niet voor het zo deftig klinkende maar niet meer van deze tijd zijnde *l’art pour l’art*, maar vanwege de dwingende noodzaak voor een gemeenschap om te beschikken over hooggeschoold talent. Talent voor de industrie, de handel, het onderwijs, het openbaar bestuur. Om het ook maar eens deftig te zeggen: *scientia est potentia*. Hiermee heb ik niet zozeer het fundamentele onderzoek op het oog dat mogelijk tot praktische toepassingen kan leiden, maar eerder de bijdrage van het onderzoek aan een waarlijk academische opleiding. Juist bij die opleiding heeft een gemeenschap groot belang. Vandaar dat ik zo verheugd ben dat in deze zaal zo veel vertegenwoordigers van diverse groeperingen uit de samenleving aanwezig zijn.

De titel van mijn bijdrage luidt: opleiding en onderzoek in een veranderend Europa. Als rode draad daar doorheen loopt het thema ‘samenwerking’. Samenwerking internationaal casu quo interregionaal, samenwerking tussen hogescholen en universiteiten, en samenwerking tussen het hoger onderwijs en het bedrijfsleven. Laat ik beginnen bij het nieuwe gezicht van Europa, het Europa van de negentiger jaren, het Europa zonder grenzen.

Samenwerking en concurrentie

Voor welke opgave worden de universiteiten en hogescholen gesteld bij het wegval-
len van de grenzen? Samenwerken of concurreren, of beide, en met wie? Moeten we binnenlands de handen ineen slaan om ons teweer te stellen tegen onze buitenlandse concurrenten? Of moeten we samenwerking met buitenlandse partners nastreven en onze naaste burens te vuur en te zwaard bestrijden? Deze voorstelling van zaken is al te simpel, want zij gaat voorbij aan de essentie van het grenzeloze van de nieuwe constellatie. Praten over concurrentie of samenwerking met het binnenland of het buitenland is zinloos geworden. Het binnenland heeft zich tot het grondgebied van in

principe héél Europa uitgestrekt. Wetenschapsbeoefenaren zijn mondiaal georiënteerd, hun studenten zullen zich straks meer en meer over Europa gaan verspreiden. Het programma Erasmus van de EU en het Vlaams-Nederlandse actieprogramma GENT vormen daartoe waardevolle aanzetten. Ook mag de overeenkomst tussen Nederland en Noordrijn-Westfalen inzake samenwerking tussen hogescholen en *Fachhochschulen* hier niet onvermeld blijven.

Dat het grondgebied van universiteiten en hogescholen nu Europa is, wil zeggen dat vooral de kleine landen als België en Nederland *provincies* van dat Europa zijn. In elk betoog moeten de woorden 'België', 'Nederland' of 'Denemarken' geschrapt worden en voortaan vervangen door 'provincie'. Er zijn kleine provincies, zoals Vlaanderen en Nederland, en er zijn grote provincies, maar al die provincies maken deel uit van dat ene grote landschap van Europa. Het is nog niet echt één land. Dat wordt het pas als de samenstellende delen zich ernaar gaan gedragen. De wereld van de wetenschap en het hoger onderwijs kan een voorbeeld stellen. Dat is voor de universiteiten en hogescholen tegelijk een uitdaging én een kans.

De tweede misvatting aangaande samenwerking en concurrentie schuilt in het woordgebruik. Neem de term samenwerking. Samenwerking klinkt mooi, maar in de praktijk komt het er vaak op neer dat een zwakke partij van zijn sterkere broeder wil leren. Die sterkere broeder zoekt echter liever samenwerking met een nog sterkere partij, die op zijn beurt ook weer niet zo geïnteresseerd is. En zo verder. Samenwerking kan eigenlijk alleen maar van de grond komen als beide partijen gelijkwaardig zijn. Gelijkwaardig, niet per se gelijk. Gelijkwaardig zijn wil zeggen dat het niveau van onderwijs en onderzoek min of meer equivalent is. Ongelijk zijn wil zeggen dat de sterktes van twee of meer universiteiten elkaar aanvullen, versterken.

Maar hoe word je sterk? Door concurrentie. Deze schijnbare paradox van samenwerking en concurrentie kan worden overwonnen als we ook concurrentie in een ander licht zien. Concurrenieren is niet van iedereen op alle terreinen winnen, maar je onderscheiden. Profileren! Profileren door kwaliteit en/of prijs. Profileren door bepaalde sterktes naar voren te schuiven. Er zijn maar weinig gerenommeerde universiteiten op de wereld die in alle vakgebieden uitblinken.

Zo bezien hoeven samenwerking en concurrentie elkaar niet uit te sluiten. Voeg daarbij de open grenzen binnen Europa en u heeft een breed terrein braak liggen: een groter werkgebied voor samenwerking met buitenlandse universiteiten, maar om die samenwerking daadwerkelijk te kunnen aangaan moet u zich van uw sterke kanten laten zien. Alleen als u sterk bent heeft u een partner wat te bieden. Dat vraagt om profilering. En alleen samen staat u sterk.

Het wordt kortom tijd dat we het ouderwetse adagium verlaten van samenwerken binnenlands en concurreren buitenlands – of nog erger: de praktijk van het elkaar op eigen bodem beconcurreren en het adoreren van al wat uit het buitenland komt – en op zoek gaan naar nieuwe vormen van coalities. Het is mijn overtuiging en verwachting dat ook universiteiten het gedrag van multinationale ondernemingen zullen moeten volgen en allianties zullen zoeken daar waar men gezamenlijk voordeel denkt te kunnen behalen, en de concurrentie – desnoods op eigen kracht – zullen durven aangaan daar waar men denkt sterk genoeg te staan.

De geografische grenzen vervagen en dus ook de landsgrenzen tussen concurrenten en partners. Uw concurrent kan dicht in de buurt zitten en uw partner kan veraf gelegen liggen, of omgekeerd. Hoe de patronen er uit komen te zien, is voorshands niet te zeggen. Wel denk ik dat samenwerking tussen de grensregio's – de zogenaamde Euregio's – een sterke eerste optie is. Denkt u maar aan de universiteiten en hogescholen in Diepenbeek en in Maastricht, Aken, Eindhoven en Tilburg.

Concluderend zou ik wil stellen dat het vraagstuk van profilering en samenwerking overall speelt en dat wij van elkaar kunnen leren. De mogelijkheden zijn grenzeloos en liggen voor het grijpen. Onze overheden hebben, getuige de programma's Erasmus, GENT en de culturele verdragen, elkaar inmiddels weten te vinden. Het komt er nu op aan dat ook de instellingen – de universiteiten en hogescholen – de daad bij het woord van hun regeringen voegen. Zij doen dat al, maar het gebeurt naar mijn indruk nog te veel ad hoc. Universiteiten en hogescholen moeten letterlijk en figuurlijk grensverleggend en grensoverschrijdend bezig zijn.

Universiteiten en hogescholen

De grenzen vervagen. Mijn betoog was bijgevolg tot nu toe ook wat vaag. Laat ik daarom wat concreter worden. Ik doel daarmee op het verschil tussen hoger en middelbaar onderwijs en het onderscheid binnen het hoger onderwijs tussen universitaire en hogere beroepsopleidingen.

Laat ik beginnen met het laatste. Wat onderscheidt een universiteit van een hogeschool? Hoewel er hierover boekenkasten zijn volgeschreven en ook in Nederland recentelijk de discussie hoog is opgelaaid, kan ik heel kort zijn. In een universiteit wordt onderwijs gegeven én onderzoek gedaan, een hogeschool beperkt zich tot het geven van onderwijs. Dat heldere onderscheid moet, denk ik, zo blijven. Deze grensafbakening, of profilering, sluit samenwerking echter geenszins uit.

De zogenaamde eenheid van onderzoek en onderwijs maakt de universiteit tot een unieke instelling. Het onderzoek aan een universiteit is geen doel in zichzelf. Het

onderzoek is er ook niet om de problemen van de maatschappij op te lossen. Het onderzoek dient primair het academisch onderwijs. Ik zeg hiermee ongetwijfeld niets nieuws, maar het kan in deze tijd van ‘toponderzoek’ en ‘maatschappelijke relevantie van onderzoek’ geen kwaad het oude maar waardevolle ideaal van Wilhelm von Humboldt in herinnering te roepen. Door les te krijgen van docenten die aan het wetenschappelijk debat meedoen en door zelf ook wat onderzoekoefeningen te doen – via practica en eindwerken – leren studenten spelenderwijs een wetenschappelijke houding aan. Zo’n houding brengt met zich mee dat de afgestudeerde heeft geleerd vragen te stellen en de tot nu toe geleverde antwoorden onbevredigend te vinden. Kritisch, nieuwsgierig, onderzoekend, dat is de attitude van een academicus.

Het verschil tussen een universiteit en een hogeschool is een kwestie van *onderzoeken* respectievelijk *uitzoeken*. De meer op de praktijk ingestelde afgestudeerde van een hogeschool is anders opgevoed dan de academicus. Hij of zij heeft geleerd bewezen technieken toe te passen of bestaande toepassingen tot nieuwe, verrassende combinaties aaneen te smeden. Hij of zij is niet minder dan de academicus, alleen anders. De één roeit met de riemen die hij heeft, de ander ontwerpt nieuwe riemen, of misschien zelfs een heel andere manier om een boot te doen voortbewegen. Een samenleving heeft, om nu en straks te kunnen overleven, beiden hard nodig.

Ziehier een illustratie van wat ik op het oog had met concurrentie – of liever: profilering – en samenwerking. Wat dat betreft kijk ik met enige jaloezie naar uw campus in Diepenbeek waar universiteit en hogescholen broederlijk bijeen staan. In Amsterdam is, onder mijn voorzitterschap, het voorstel gedaan door de initiatiefgroep wetenschappelijk centrum om in Amsterdam een toplocatie voor wetenschappelijk onderzoek en opleidingen te vestigen. Het is uitdrukkelijk de bedoeling van de initiatiefgroep geweest de technische faculteit van de hogeschool van Amsterdam in het beoogde centrum op te nemen. De universitaire en beroepsgerichte opleidingen concurreren onderling niet; integendeel, ze combineren tot een compleet aanbod. Het bedrijfsleven waarmee het centrum nauwe contacten zou kunnen aanknopen, kan in de universiteit, de hogeschool en enkele instituten een aantrekkelijke partner vinden voor fundamentele onderzoeksvragen, technische problemen en acquisitie van technisch personeel. Maar zover is het nog lang niet. Hopelijk zal dat centrum in Amsterdam er ooit komen. U bent daarentegen, op een meer bescheiden schaal, in Diepenbeek al een heel eind op weg.

Aangaande de relatie tussen universiteiten en hogescholen zou ik concluderend willen zeggen dat het onderscheid tussen de twee onderwijsvormen dient te worden gehandhaafd – beide hebben een eigen profiel – maar dat samenwerking wenselijk is teneinde van beide profielen een compleet mozaïek te vormen. De samenwerking zou aan kracht winnen als de universiteiten zich niet als de meerdere van de hoge-

scholen zouden beschouwen. De profilering zou helderder zichtbaar worden als de hogescholen minder wetenschappelijke ambities hadden en als de universiteiten minder beroepsgericht water in de academische wijn deden.

Beroepsonderwijs

Toch heeft die samenwerking binnen het hoger onderwijs een onvermoede schaduwzijde. Staat u mij toe dat ik even één van mijn stokpaardjes berijd. En dat is de tanende aandacht voor de lager en middelbaar opgeleide mensen en dan in het bijzonder de mensen die in de industrie werkzaam zijn.

In Nederland kennen we al jaren het politieke beginsel van ‘hoger onderwijs voor velen’. De doelstelling was heel nobel en ook heel juist. De participatie van alle lagen van de bevolking in het hoger onderwijs diende bevorderd te worden. En dat is ook gebeurd. Maar dit had mede tot gevolg dat ouders en hun kinderen streefden naar het allerhoogste opleidingsniveau, bij voorkeur de universiteit. Daar is niets op tegen, maar de massale toeloop naar de universiteit heeft ontegenzeggelijk tot kwaliteits- en rendementsdaling geleid. Gelukkig krijgt dit probleem steeds meer aandacht. Onder meer wordt – en ik denk terecht – gepleit voor een helder onderscheid tussen universitaire en hogeschoolopleidingen. Of voor hogeschoolachtige opleidingen binnen de universiteiten – een soort *colleges* dus. Eerlijk gezegd maakt het mij niet uit onder welk dak, of op welke campus, de opleidingen worden verzorgd, als het onderscheid naar wetenschappelijk gehalte maar duidelijk blijft.

Maar waar ik te weinig politici en bestuurders, althans in Nederland over hoor, dat is het lagere en middelbare beroepsonderwijs. Alle energie is als het ware door het hoger onderwijs opgezogen met als gevolg dat het lagere en middelbare beroepsonderwijs is verwaarloosd en de status ervan sterk is gedaald. Wie wil nu nog naar het beroepsonderwijs? In Nederland is, zo vrees ik, het vbo, het voorbereidend beroepsonderwijs, geworden tot een vergaarbak van de kanslozen. Gelukkig begint ook daar een kentering in te komen. Maar er moet meer gebeuren dan het geven van studievoorziening en het versterken van de praktijkcomponent in het leerlingwezen. Ik zie diverse wegen die tegelijk bewandeld kunnen worden, die ik omwille van de tijd niet alle zal noemen. Laat ik er één uithalen. Zorg ervoor dat mensen die een beroepsopleiding hebben gevolgd, een beroepsperspectief wordt geboden. Ik bedoel daarmee het volgende. Iemand die op zijn twintigste jaar als timmerman begint, is dat op zijn vijftigste ook nog. Me dunkt, geen aantrekkelijk perspectief. In hun werkzame leven zou beroepsmensen niet alleen meer bij- en nascholingsmogelijkheden moeten worden geboden, maar ook zouden de inspanningen beloond moeten worden

met een titel. Net als in Duitsland. Onlangs stond een grote foto in de *Frankfurter Allgemeine Zeitung*. Daarop stonden enkele schoorsteenvegers die hun *Gesellenprüfung* deden. In Nederland zouden we zo'n gebeurtenis onbelangrijk vinden. Liever zien we een foto van iemand die laag is begonnen en het bijvoorbeeld tot doctor in de natuurkunde heeft gebracht. Duitsland is daarentegen trots op zijn vakmensen.

Een titel is een blijk van waardering en erkenning van het vakmanschap. De titels die er waren, zijn afgeschaft of verouderd. Maar wat dacht u van *industriële technicus* of technicus zonder meer? Te beginnen met *leerling* technicus, daarna *gezel* technicus en tot slot *meester* technicus. Welke terminologie ook wordt gekozen, het gaat mij om een status die algemeen, liefst zelfs wettelijk is erkend. Ook dient de titel niet aan een bepaald ambacht of vakgebied te zijn gebonden; dat is immers ook niet het geval bij een ingenieur of een licentiaat. Met zijn titel kan een vakman verder komen dan alleen de waardering van zijn naaste collega's; iedere werkgever – in welke branche ook – kent dan, als hij de titulatuur hoort, de kwalificaties van de desbetreffende vakman of vakvrouw. De titels leerling, gezel en meester zouden op twee manieren kunnen worden behaald. Allereerst langs de weg van het beroepsonderwijs, dat zowel op lager als middelbaar niveau 'duaal' moet zijn, dat wil zeggen naast een leerlingwezen zou er ook een gezel-wezen en een meester-wezen moeten zijn. De eerste weg is dus die van het onderwijs, aangevuld met werkend leren. De tweede weg begint bij het werk. Iemand met veel werkervaring zou zich moeten kunnen bij- of nascholen en zodoende in het bezit moeten kunnen komen van één van de titels.

Ik denk dat met een herwaardering, ja opwaardering, van vakmensen niet alleen die vakmensen recht wordt gedaan, maar vooral dat ze een voorbeeld vormen voor jonge mensen die een technisch beroep willen kiezen. Het werken in de industrie en de distributie wordt zo weer aantrekkelijker.

Ik sprak daarnet over de buitensporige nadruk op het hoger onderwijs, een nadruk die het lager en middelbaar beroepsonderwijs niet ten goede is gekomen. Zo ook gaat de aandacht in het technologiebeleid te veel uit naar *high-tech*. Natuurlijk, *high-tech* levert toegevoegde waarde op. Maar deze toegevoegde waarde komt voornamelijk ten goede aan een nog steeds betrekkelijk kleine groep van hooggeschoolden. Begrijpt u mij goed, ik pleit niet voor het omgekeerde, een economie die draait op *low-tech* voor de massa van lager geschoolden. Maar de balans is zoek. We hebben ons blind gestaard op de lage-lonenlanden die het handwerk van ons hebben overgenomen. Dus dachten wij ons comparatieve voordeel te moeten zoeken in *high-tech* productie. Maar ondertussen zien we dat landen als India, Zuid-Korea, Taiwan, Hong Kong en Singapore ons ook meer en meer hóóggeschoold werk uit handen aan het nemen zijn.

Het is, denk ik, een illusie te menen dat er voor het leger van, gedeeltelijk werkloze, beroepsmensen van laag en middelbaar niveau, in onze industrie geen plaats zou zijn. De toverformule van tegenwoordig is toegevoegde waarde. Dat is dus wat we allemaal met elkaar verdienen. Maar bedoeld wordt meestal een hóge toegevoegde waarde. Welnu, die wordt gerealiseerd door de hooguit 20% hooggeschoolden van onze bevolking. Mijn toverformule is werk en welvaart voor iedereen, door hoge en iets minder hoge toegevoegde waarde.

Concluderend stel ik dat samenwerking tussen universiteiten en hogescholen in het verschiet ligt, maar dat we de balans tussen hoger en middelbaar c.q. lager beroepsonderwijs niet uit het oog mogen verliezen.

Contract-onderzoek

Tot slot wil ik uw aandacht vragen voor het derde front waarop samenwerking dringend gewenst is. Naast internationale samenwerking en samenwerking tussen de diverse niveaus van het onderwijs, dient ook de klant centraal te staan. Die klant is vooral het bedrijfsleven.

De meesten onder u zullen ongetwijfeld hierbij direct denken aan het contract-onderzoek dat universiteiten voor het bedrijfsleven verrichten. Ik ben een groot voorstander van dit soort onderzoek. Het geeft de universiteiten een open oog voor de praktijk van het bedrijfsleven en het kan het bedrijfsleven helpen bij de oplossing van zeer uiteenlopende vraagstukken. Wel zou ik erop willen aandringen dat het bedrijfsleven de universiteiten enige speelruimte geeft. Een onderzoekopdracht moet voor een universiteit een uitdaging zijn en geen routineklus. Dit is ook in het belang van het bedrijfsleven. Op korte termijn kan het handelen om een concreet antwoord op een praktische onderzoeksvraag, maar op lange termijn is het bedrijfsleven vooral gebaat bij een hoge kwaliteit van de afgestudeerden. Ik zei het al eerder, het universitair onderzoek heeft geen doel in zichzelf; het dient ter realisering van het wetenschappelijk onderwijs. Welnu, het bedrijfsleven kan uit een welbegrepen eigenbelang de kwaliteit van dat onderwijs helpen verbeteren door de universiteiten interessante uitdagende onderzoeksvragen voor te leggen.

Voor de gevaren van inhoudelijke bemoeienis door het bedrijfsleven ben ik niet zo bevreesd. Ik vergelijk de situatie wel eens met een sponsor van een schaak- en een damtoernooi. De sponsor kan op zeker moment meer schakers wensen en minder dammers. Die wens kan legitiem zijn en staat verder niets in de weg. Immers, de schakers en dammers kunnen, zij het in gewijzigde aantallen, hun eigen spel spelen. De sponsor heeft slechts een kwantitatieve norm aangelegd en laat de spelers verder

vrij. Zo zie ik ook de verhouding tussen het bedrijfsleven en de universiteiten. Door bepaalde onderzoeksvragen aan de universiteiten te stellen, kan het bedrijfsleven een signaal afgeven, een signaal dat aangeeft aan welk soort afgestudeerden behoefte bestaat. Dit impliceert geenszins een inhoudelijke bemoeienis met de inrichting van het onderzoek en het onderwijs.

Wel dreigt het gevaar dat de overheid denkt te kunnen bezuinigen op het universitair onderzoek met het argument dat de universiteiten meer onderzoeksgeld uit de markt moeten halen. Het mag echter niet zo zijn dat het contract-onderzoek het vrije onderzoek vervangt. De derde geldstroom hoort de eerste geldstroom juist áán te vullen.

Dames en heren, ik kom tot een afsluiting. Ik heb heel in het kort een complex geheel van veranderingen geschetst. Het Europa zonder grenzen dat nieuwe mogelijkheden voor profilering en samenwerking biedt. De nieuwe economische constellatie die om een juiste balans vraagt van hoger, middelbaar en lager onderwijs. En de kwaliteit van het hoger onderwijs die gediend is bij een nauwe samenwerking tussen het bedrijfsleven en de universiteiten en hogescholen. Deze thema's lijken op bewegende doelen. Het is schier onmogelijk om op elk doel raak te schieten.

Eén van onze kerkvaders heeft eens verzucht: "Heer geef mij de moed om de dingen te veranderen die veranderd moeten worden, geef mij de ootmoed de dingen te laten die zo gelaten moeten worden, en geef mij de wijsheid om tussen die twee onderscheid te maken." Juist van de universiteiten en de hogescholen mogen wij die wijsheid verwachten. Ik wens u een wijs academisch jaar!

8. Back to basics for European growth ¹

Thanks to the wanderings of scientists, a role for the EU in basic research would improve competitiveness.

The so-called linear model repeatedly crops up in debates on government funding of basic research. The idea is that government-funded academic research leads to more strategic research. This then leads to applied science or technology which leads in turn to economic growth. But while the linear model can be defended on a global scale, it is a false representation of reality for individual companies and states, or even for Europe as a whole. Indeed, the dogma of this line of thinking was convincingly challenged earlier this year by Terence Kealey in his book *The Economic Laws of Scientific Research*.

Why then would I be lobbying for an EU fund for basic research? After all, if the linear model is false, the economic justification for such a proposal would seem to be on shaky ground. But that's not entirely true. Kealey and other critics of the linear model overlook the most important function of academic research: the training of researchers. And it is precisely that training function that is the basis of my proposal.

Naturally, some basic research takes place as art for art's sake, without any attempt to transfer knowledge or teach. But this is an exception to the rule. The most important outcome of academic research is not a library full of discoveries, but rather people in the public and private sectors who are able to absorb the body of knowledge stored worldwide and enrich it further. In this respect the linear model does work. Free academic research leads to talented graduates and researchers, and these people are very valuable to the economy. The Germans have an excellent expression for it: *Technologietransfer über die Köpfe*.

An EU fund for basic research would therefore have as its main objective the education of top talent in Europe. Of course, at the moment high quality research is promoted in practically every EU member state. Universities frequently have their own funds to improve the quality of their research. And at the national level, research councils have the same job – for example the Deutsche Forschungsgemeinschaft in Germany, the Centre National de la Recherche Scientifique in France and the

¹ Gepubliceerd in *Research Europe*, December 1996, p. 7.

Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek in the Netherlands. An EU fund for basic research would be a natural corollary to these local and national stimuli.

Now one might object that there are existing centres of excellence all over the EU. Couldn't talent be educated there? It could be, and currently is. But there are two weaknesses in the existing arrangements.

First, there is little competition between Europe's basic research centres. Admittedly, there is competition to be first to publish in scientific journals and there are all kinds of prizes to be won. But there is no competition in the sense that researchers have to compete with each other at the European level for their research funds. An EU fund would challenge them to mutually compete. Those who counted themselves among the top flight could not afford to miss the opportunity.

Second, and more importantly, top quality research is restricted to a limited number of centres. I do not need to list them by name. They are known in every discipline. Those who want to reach the highest standards and come into contact with leading research have to go to these centres, either temporarily or permanently. These leading centres thus exert a magnetic force on talent from everywhere else.

An EU fund for basic research would allow top researchers to continue working in their own institution – helping to bring the best out of talent everywhere. It would also allow high quality research to get off the ground in a natural way in more places than just the established centres. Thus a fund of this kind would enable all the top talent in the EU to be accessed, developed and, last but not least, kept for the EU.

One further advantage of an EU fund would be that it would not have to copy the historical allocation of funds between disciplines developed by national research councils. Although an EU fund for basic research would be intended to reward research initiatives in a bottom-up way, it could still devote extra attention to some selected broad research areas.

Deel 3 - Technologiebeleid

Inleiding

Ton Langendorff

Op een dag reed ik met Harry mee in zijn auto naar een bijeenkomst die hij moest voorzitten. Ik vroeg hoe het was gegaan met die kapotte walkman van zijn dochter. Ik wist dat hij ermee naar de winkel was gegaan. Hem was verteld dat het ding wel te repareren was, maar dat hij beter een nieuwe kon kopen; dat was goedkoper. Die raad had hij niet opgevolgd.

Harry stamt uit een tijd waar dingen en voedsel niet werden weggegooid. Hij maakte de walkman van zijn dochter met een schaar open. Dat ging goed, al brak er een stukje plastic af. Elektronica gaat nooit stuk, zo is zijn ervaring. Dus moest het mankement in het mechaniek zitten. Hij zette er een grote lamp op. Tien minuten of langer bleef hij ernaar kijken. Tegelijk bewonderde hij al die staaltjes techniek die in zo'n eenvoudig apparaatje zitten verborgen. Toen zag hij dat er tussen twee tandwielletjes iets zat wat daar niet hoorde. Met een pincet peuterde hij het ongerechtigheidje er tussenuit. En floep, de walkman liep weer.

“Naar die techniek staren, dat is fantastisch. En dat ik het dan nog kan repareren, dat geeft voldoening.”

Dit is Harry in zijn element, een man die van techniek houdt, geen onderscheid maakt tussen *high-* of *low-tech*, dat onderscheid überhaupt onzinnig vindt. Een man die graag knutselt. Een man die vakmensen bewondert, terwijl hij de hoogste baas van Shell Research is geweest.

“Als we de techniek van de afgelopen vijftig of honderd jaar zouden wegdenken, zouden we er naakt bij zitten.” Allerlei dingen vinden we vanzelfsprekend, maar ze zijn ooit eens uitgevonden: gaskachels, waterkranen en riolering, aspirine, een balpen, kauwgum, de kroonkurk, lucifers, nylon, vuilnisbakken, snelkookpannen of een magnetron, horloges, elastiekjes, aanstekers, noem maar op. En de walkman.

Hoofdstuk 9: Don't pick the winners, let the winners pick

In het AWT-advies *Technologiebeleid en economische structuur* (1994) staat een

passage waarin de Raad de beleidsstrategie van *picking the winners* afwijst en kiest voor *let the winners pick*. Deze one-liner is kennelijk aangeslagen. Voor de insiders is de kreet wel zo aardig, omdat er een verwijzing in verborgen zit naar een bekend boek van het koppel Irvine & Martin.¹

Picking the winners lijkt een aantrekkelijke strategie, maar wie zijn de winnaars, welke economische sectoren verdienen staatssteun, welke technologieën zullen in de toekomst belangrijk worden? In zijn voordracht ter gelegenheid van het vijfenzeventigjarig bestaan van het Philips Natuurkundig Laboratorium, 25 mei 1989, zei Harry hierover het volgende: “Kort geleden was er een bijeenkomst in Brussel met Europarlementariërs, waar voor ‘de Europese industrie’ o.a. drie zegslieden het woord deden. Volgens de notulen van deze bijeenkomst werd daar het volgende naar voren gebracht. Nummer één, de president van een grote elektronische industrie, zei daar: “Elektronica en de toekomst zijn synoniem. In het jaar 2000 is 80% van de economische activiteiten in Europa sterk afhankelijk van de elektronica en we moeten nu een strategie voor dit gebied ontwerpen en uitvoeren.”

Nummer twee, een Europese autofabrikant, meende dat “als we alles zouden zetten op de kaart van de elektronica, hij bij een volgende gelegenheid wel wat innovatieve nieuwe elektronische producten zou kunnen tonen, maar misschien moest hij dan wel lopend naar Brussel komen! De automobiellindustrie, die was strategisch!”

Waarop nummer 3, een metalenfabrikant, zei: “En waar maak je die dingen mee? Als we onze zeventigerjaren strategie hadden uitgevoerd, hadden we nu geen ijzeren staalindustrie, non-ferrometaalindustrie of petrochemische industrie meer gehad. En zijn die in hun moderne vorm niet vitaal voor de Europese economie door hun nauwe relatie met de materialen van de toekomst?”

En ik zou daar dan nog aan toe kunnen voegen: Waar haal je de energie vandaan om al die mooie dingen te doen en waar rijden die auto’s op? Als Europarlementariër zou ik hier niet zoveel wijzer van geworden zijn, U wel?”

Hoofdstuk 10: Technologiebeleid en economische structuur

In hoofdstuk 10 vertelt Harry in zijn eigen woorden wat volgens hem de kern van het AWT-advies *Technologiebeleid en economische structuur* is. Hieronder een toelichting bij enkele onderwerpen die er wat Harry betreft uitspringen – naast het beginsel van *let the winners pick*.

¹ J. Irvine and B. Martin. *Foresight in science: Picking the winners*. London, 1984.

R&D-uitgaven

Over de hoogte van de R&D-uitgaven door overheden en bedrijven wordt door de meeste economen en beleidsmensen tamelijk simpel geredeneerd. Hun lijn van redeneren is: R&D leidt tot innovaties en de technologie verklaart de helft van de economische groei, dus is minder aan R&D doen dan anderen niet goed; Nederland doet minder, ergo: Nederland loopt achter. Journalisten springen op deze alarmverhalen in. Laatst nog in *Elsevier* van 18-7-1998, waarin Simon Rozendaal onder de titel 'Verdomming gaat door' een rapport van het Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie napraatte. Rozendaal: "Paars-I is er niet in geslaagd de teruggang in de overheidsuitgaven voor onderzoek en ontwikkeling om te buigen of zelfs maar te stabiliseren: het aandeel van kennis in de nationale productie is nog iets verder gezakt (van 0,81% in 1994 tot 0,77% in 1997)". Even verder wordt achteloos opgemerkt: "Weliswaar is het overheidsbudget voor onderzoek en onderwijs in absolute zin de afgelopen jaren toegenomen (met 2,8 procent sinds 1985), maar de nationale welvaart groeide sterker (het bruto binnenlands product groeide met 4,1 procent in die tijd) en dus nam het aandeel af". Harry: "Laat me niet lachen. Dat is het bekende noemerprobleem. Dus als de benzineprijs verdubbelt, zou Shell twee keer zoveel aan R&D moeten doen?"

Rozendaal vervolgt: "De situatie wordt verergerd omdat ook het Nederlandse bedrijfsleven de afgelopen jaren heeft bezuinigd op de productie van kennis".

Rozendaal wees ook op een artikel van mijn collega Hendrik Snijders.² Hij heeft de 'slang-theorie' van Harry aan de hand van cijfers getoetst. Harry beweert namelijk dat (grote) bedrijven, wanneer ze hun positie hebben gekozen (leider, nummer 2, volger of iets daar tussenin), de hoogte van de R&D-uitgaven wordt bepaald door wat de concurrenten doen. Gaan de anderen hun R&D-uitgaven opschroeven, dan kun je nauwelijks achterblijven. Uiteraard is er geen sprake van complete imitatie, maar de R&D-uitgaven, uitgedrukt in percentages van de omzet, bewegen zich toch binnen een zekere bandbreedte, de 'slang' van Harry. De bevindingen van Hendrik Snijders wezen erop dat Harry's theorie aardig klopte. Om de R&D-uitgaven te beoordelen, moet naar afzonderlijke bedrijven of businessunits worden gekeken. Als men aggregeert – naar ondernemingsgroep, regio of land –, dan moet rekening worden gehouden met het feit dat die macrocijfers optelsommen zijn van zeer uiteenlo-

² Hendrik Snijders, 'Nederlandse R&D: het valt best mee', *ESB*, 6-2-1998, pp. 112-113. Reactie hierop van Hugo Hollanders en Bart Verspagen, 'De Nederlandse innovatie-achterstand', *ESB*, 10-4-1998, pp. 290-291, met een nawoord van Hendrik Snijders, 'En toch is er geen R&D-achterstand', *ESB*, 10-4-1998, pp. 292-293.

pende eenheden (de olie- en chemiepoet van Shell bijvoorbeeld, of de voedings- en farmaciepoet van AKZO Nobel) of bedrijfssectoren in een land of regio.

Maar, zoals Rozendaal terecht opmerkt, niemand stoort zich aan dit soort nuances. Het quotiënt R&D/BNP daalt in Nederland, dus ‘de verdomming van Nederland gaat door’. Wie is hier nu eigenlijk dom?

High-tech

Méér R&D, méér *high-tech*; dat lijkt de boodschap van beleidsmensen, onderzoekers en adviseurs. Gemakshalve wordt voorbij gegaan aan het simpele feit dat de opbrengst van risicovolle investeringen het product is van rendement maal risico. Op de beursvloer is dat een normaal gegeven, maar in het beleidsland van de technologie lijkt men die regel over het hoofd te zien. Harry: “Pas als al die hooggeleerde adviseurs die aan de zijlijn om meer *high-tech* roepen, bereid zijn een fors deel van hun jaarsalaris in een *venture* te stoppen, wil ik ze geloven.”

Wat is trouwens *high-tech*? De OESO trekt de grens bij de hoeveelheid R&D die in een sector wordt uitgegeven. Ruimtevaart is dus *high-tech* en leerlooien niet. Daar wordt verschillend over gedacht. Een favoriet voorbeeld van Harry zijn de leerlooierijen. Hij verwijst dan naar P.J. Aben, directeur/eigenaar van de Koninklijke Verenigde Leder in Oisterwijk. Aben heeft in de consumentenelektronica gewerkt, voor Philips in Latijns-Amerika. Het maken van tv’s is volgens hem gewoon routinewerk. Maar leerlooien, dat is volgens Aben pas echt moeilijk; dat is *high skill*.

Aad Veenman is lid van de AWT geweest en vertelde aan Harry het volgende verhaal. (Veenman, RvB Stork, zal daar nu, gezien de belangstelling van Stork voor Fokker Space, misschien minder enthousiast over doen.) Ik parafraseer: “Wij zitten als toeleverancier ook in de ruimtevaartindustrie. Wat wij aanleveren is allemaal bewezen en dus verouderde technologie. Dat heeft te maken met lange besluitvormings- en veiligheidsprocedures en als zo’n ding eenmaal in de ruimte hangt, kun je er niet meer bij. Dus de ruimtevaart speelt op zekerheid. Daar komt geen *high-tech* bij kijken. Maar dan die kippenslachter. Wij hadden een ontwerp voor een machine om al die kippetjes in een mum van tijd panklaar te maken. Hij, de kippenslachter, maakte op de achterkant van zijn sigarendoos een sommetje en zei dat we ons gang konden gaan. Nou, Harry, wat wij daar allemaal niet aan *high-tech* in hebben kunnen stoppen! Daar is dat ruimtevaartspul niets bij vergeleken.”

Consumentenelektronica en leerlooien, ruimtevaart en kippenslachten. Floris Maljers voegt daar een derde rijtje aan toe. In een interview in *Trouw* (30-4-1997) zegt hij dat het begrip *high-tech* wordt verengd tot iets technisch “met een hoog Delfts gehalte”. Hij vervolgt: “Wat zou er gebeuren als vrouwen het industriebeleid

maken? Zou het dan ook zo'n hoog schroevendraaiiergehalte hebben? Ik denk een stuk minder. Het kan best eens zijn, dat als je iets wilt doen voor de wereld, dat je dan met een anti-rimpelcrème moet komen die werkt. Dat kan best eens meer *high-tech* zijn dan een vliegtuig.”

De grote leugen van het grote bedrijfsleven

In hoofdstuk 10 maakt Harry onderscheid tussen drie soorten sectoren waarin ondernemingen kunnen zitten: *sunset*, *sunrise* en *sunshine*. De eerste categorie is die van de ‘oude’ industrie: de confectie, de schoenenindustrie, de scheepsbouw. Daar heeft de overheid vroeger in geïnvesteerd. Zonder succes. Nu wordt gemikt op de *sunrise*-sectoren: biotechnologie, nieuwe materialen, IT en alles wat nieuw is. Daar gaan veel overheidssubsidies naar toe. Harry vraagt aandacht voor wat hij noemt de *sunshine*-sectoren: de metaal, de chemie, de olie, de voedingsmiddelenindustrie; sectoren waar Nederland – althans het bedrijfsleven in Nederland – sterk in is.

In het AWT-advies *Technologiebeleid en economische structuur* wordt een ander onderscheid aangebracht. Het gaat dan niet om soorten sectoren (afklevend, opkomend, bloeiend), maar om typen ondernemingen: multinationale ondernemingen (MNO's), nationale exporterende ondernemingen (NEO's) en het MKB. Dit onderscheid is uiteraard vloeiend. Wat er bedoeld wordt, is: de eerste groep – die van de MNO's – is het minst aangewezen op de kennisinfrastructuur in Nederland, terwijl het merendeel van het MKB daarvan sterk afhankelijk is. De advieslijn van de AWT volgt die driedeling. De multinationals kunnen overal de benodigde kennis vandaan halen; voor hen telt vooral Nederland als gunstige vestigingsplaats met goed opgeleide mensen. Overheid: zorg dus voor goed onderwijs. Ondernemingen die in Nederland zijn gevestigd, maar sterk internationaal georiënteerd zijn (via export of enkele buitenlandse vestigingen) zijn al wat afhankelijker van de Nederlandse kennisinfrastructuur. Dat geldt des te meer voor het MKB. De Nederlandse overheid zou zich dus wat meer op het MKB en de wat grotere maar wel sterk aan Nederland gebonden ondernemingen moeten richten.

Welk onderscheid men ook aanbrengt, bijna alle bedrijven roepen om overheids-subsidies of wijzen ze in ieder geval niet af. Of de bedrijven in de *sunset*-, *sunrise*- of *sunshine*-sector zitten, of ze groot of klein, multinationaal of nationaal zijn, geld is altijd welkom. R&D-managers die zijn vrijgemaakt voor het aantrekken van nationale of Europese subsidies, zeggen op bijeenkomsten van SENTER zonder blikken of blozen, dat zij alleen maar R&D-projecten voor subsidiëring indienen die sowieso doorgang vinden.

Dergelijke geluiden worden in de regel niet aan de grote klok gehangen. Harry

spreekt in dit verband over “de grote leugen” van het grote bedrijfsleven. Wanneer een journalist of een rijksambtenaar – of een onderzoeker in opdracht van die ambtenaar – aan een manager vraagt of de R&D-subsidie heeft geholpen, dan is het antwoord steevast: ja. De multiple-choice vraag van de onderzoeker/ambtenaar/journalist bevat meestal een aantal mogelijkheden: “het project zou anders niet van start zijn gegaan”, “dankzij de subsidie is het project sneller van de grond gekomen” (een favoriet antwoord), “dankzij de subsidie is er samenwerking in een cluster tot stand gekomen”, enzovoort. Over ‘de leugen’ – “die subsidies zouden afgeschaft moeten worden, maar nu ze er eenmaal zijn, gaan we natuurlijk niet zeggen dat ze overbodig zijn” – over die volgens Harry ‘grote leugen’ wordt niet gesproken. Telkens zijn bedrijfsmensen positief over extra overheidssteun voor R&D en als Harry de R&D-mensen van de *grote* bedrijven onder vier ogen spreekt en ze op de man af vraagt wat ze er nou echt van vinden, zeggen ze: “Harry, je hebt volkomen gelijk, maar dat kan ik toch niet in het openbaar zeggen.”

In het AWT-advies *Technologiebeleid en economische structuur* en het gelijknamige hoofdstuk 10 van dit boek wordt niet gelogen, maar wordt ‘de kleine waarheid’ van het MKB voor het voetlicht gebracht. De grote multinationals wenden zich tot Brussel en zijn niet aangewezen op de nationale overheid, zo is de boodschap – en daarmee wordt impliciet ‘de grote leugen’ tegengesproken –; de aandacht moet vooral uitgaan naar bedrijven die meer afhankelijk zijn van de Nederlandse kennisinfrastructuur.

9. Don't pick the winners, let the winners pick ¹

Multiple choices

Kiezen. In Nederland moeten keuzes worden gemaakt. Dat is een kreet die de laatste tijd veel wordt gehoord. Kiezen voor wat? En wie maakt die keuzes dan? En komt er vervolgens dan ook iets van terecht? Voor welke sectoren of bedrijfstakken moet bijvoorbeeld de overheid kiezen: industrie of diensten, procesindustrie of maakindustrie, *high-tech* of *low-tech*, micro-elektronica of textiel? Wie het weet mag het zeggen. Elke sector kiest voor zichzelf. Het steunen van zwakke sectoren is in het verleden op een fiasco uitgedraaid. *Picking the winners* is eenzelfde lot beschoren. De pleidooien voor meer *high-tech*, meer toegevoegde waarde, zijn eenzijdig. Niet ontkend kan worden dat met hoogwaardige activiteiten hogere marges te bereiken zijn, maar vergeten wordt dat deze marges hoog zijn omdat de risico's zo hoog zijn. Als een van de tien projecten slaagt, moet het rendement op die ene geslaagde onderneming de verloren gegane investeringen in die andere negen goed maken. Pas als al die hooggeleerde adviseurs die aan de zijlijn om meer high-tech roepen, bereid zijn een fors deel van hun jaarsalaris in een venture te stoppen, wil ik ze geloven.

Mijn devies is: *let the winners pick*. Via fiscale maatregelen, zoals de Wet Bevordering Speur- en Ontwikkelingswerk (WBSO), kan de R&D in de bedrijven worden gestimuleerd. Ook de zogenaamde clusterprojecten van EZ passen hierbij; TNO, universiteiten e.a. worden aan de grote ondernemingen gekoppeld. Die wisselwerking is een goede zaak, met dien verstande dat de ondernemingen 'op de bok' behoren te zitten. Zij moeten de R&D-projecten definiëren en zij moeten bepalen met welke instelling in binnen- of buitenland zij in zee willen gaan. De beperking tot grote ondernemingen is begrijpelijk maar op den duur onhoudbaar. Clusters moeten zich zelf definiëren. De kennisinfrastructuur kan op deze vraag inspelen. EZ kan met een fonds voor co-financiering van strategische R&D maar dan zónder oormerking van bepaalde technologiegebieden dit proces van wisselwerking op gang brengen. Als men desondanks van mening is dat de huidige economische structuur van

¹ Artikel gepubliceerd in *Manajournal*/9, februari/maart 1995, nr. 1, pp. 20-21.

Nederland versterking behoeft, dan is het niet zinvol de bestaande ondernemingen het risicovolle R&D-pad op te sturen; dan moet nieuwe vormen van bedrijvigheid worden gestimuleerd, bijvoorbeeld door het aantrekkelijker maken van het vestigingsklimaat voor buitenlandse ondernemingen en starters in nieuwe sectoren.

Beleid toesnijden op economische structuur

Een technologiebeleid moet toegesneden zijn op de economische structuur van een land. Voor multinationals is internationaal beleid nodig (*level playing fields*, EU-technologiebeleid). Voor grote nationale ondernemingen is tevens een landelijk beleid nodig dat de reeds aangestipte wisselwerking tussen de kennisinfrastructuur en deze ondernemingen versterkt. Voor het overgrote deel van het MKB is een op technologietransfer gericht beleid, in het bijzonder op regionaal niveau, de meest aangewezen weg.

Technologie als 'managementtool'

R&D moet steeds meer beantwoorden aan de wensen van het businessmanagement, zij het dat er een balans moet zijn tussen 'vrij' basisonderzoek, verkennend onderzoek en ontwikkeling van toepassingen. Dit is door Arthur D. Little wel de "derde generatie R&D-management" genoemd. Maar er is nog een vierde generatie, die van het 'technologie-arsenaal management'. Dit houdt twee soorten beslissingen in. Ten eerste, welke positie wil/kan het management ten opzichte van de concurrentie innemen: koploper, volger of iets daar tussenin? Ten tweede, gegeven de gekozen positie, welke technologie is nodig? Net als elke andere managementbeslissing kan het antwoord op die laatste vraag er een van *make or buy* zijn. Zelf R&D doen is niet langer een vanzelfsprekendheid.

Buy tech + Technologietransfer über die Köpfe

Weinig kleine en middelgrote ondernemingen hebben R&D-mensen 'in witte jassen' in dienst. Als ze al zelf aan ontwikkeling doen, dan gebeurt dat niet in laboratoria, maar in werkplaatsen waar men in stofjassen door *trail and error* tot iets nieuws komt. Innovatie in het MKB gebeurt vaak omdat de klant erom vraagt. Het gebeurt in samenwerking met de machinefabrikant, de grondstoffenleverancier of een ander bedrijf. Inspiratie wordt verder opgedaan bij de brancheorganisatie, op vakbeurzen e.d. Innoveren is vooral afkijken en inkopen. In het grijze gebied waarin de kleine of middelgrote ondernemer niet precies weet wat hij wil en bij wie hij zijn moet voor

Don't pick the winners, let the winners pick

de benodigde kennis, vervullen innovatiecentra en andere intermediaire organisaties een nuttige functie. Zij houden de ondernemer een spiegel voor, laten zijn bedrijf doorlichten en adviseren. Zij vormen de eerstelijnszorg, die netwerkvorming tussen kleine en middelgrote bedrijven stimuleert, of doorverwijst naar specialisten, zoals de ingenieursbureaus, TNO e.a. In het vervolgtraject kan de financiering een drempel opwerpen. Wanneer het om bedragen gaat die voor de banken en de participatiemaatschappijen, gelet op de benodigde managementondersteuning, te klein zijn, kan de overheid te hulp snellen via de regionale ontwikkelingsmaatschappijen, diverse publiek-private participatiefondsen en door het aanbieden van kleine ontwikkelingskredieten. De titel van een EZ-nota luidde *Concurreren met kennis*; voor het MKB geldt vooral concurreren met mensen. De kennis zit overal; hoe komt een ondernemer erbij en hoe betaalt hij die? Dit betekent *last but not least* dat de beschikbaarheid van vakmanschap essentieel is, zowel voor het oppakken van een innovatie als de implementatie ervan. Aandacht voor het beroepsonderwijs, initieel en postinitieel, op elk niveau vormt daarom een onlosmakelijk onderdeel van een MKB-gericht technologiebeleid.

10. Technologiebeleid en economische structuur

(Onderstaande lezing volgde na een prijsuitreiking aan Dr. Y.H. Xiao voor haar research op het gebied van lastechnologie.)¹

Dames en heren,

Lassen. Kunt u zich een techniek voorstellen die – afgezien van de houten hamer – nog ouder is dan lassen? In deze moderne tijd denken we bij het woord technologie niet zozeer aan verbeteringen van aloude technieken als wel aan hele *nieuwe* technieken: biotechnologie, het nieuwste van het nieuwste op het gebied van informatietechnologie, nieuwe materialen, mechatronica, telematica, milieutechnologie, medische technologie, enzovoort. Maar lassen? Valt daar nog iets aan te vernieuwen? Wel, u heeft mevrouw Xiao gehoord.

Wat voor de techniek geldt, gaat in zekere zin ook op voor het produkt staal en het bedrijf waar we hier vandaag te gast zijn.

Bij het woord technologie denken de meeste mensen niet meteen aan bedrijven als Hoogovens of Shell; bedrijven die bulkproducten produceren. Meestal denkt men dan aan de industrieën die *high-tech* worden genoemd, zoals de farmaceutische industrie en de consumentenelektronica. Ik vind de terminologie *high-* versus *low-tech* een verkeerde voorstelling van zaken. Er zijn zogenaamde *low-tech* producten – taal, olie, kunststofproducten, voedingsmiddelen – die met zeer geavanceerde apparatuur en volgens zeer gecompliceerde processen worden gemaakt. En er zijn zogenaamde *high-tech* producten, zoals pc's, die heel eenvoudig geassembleerd worden. Maar goed, deze industrieën worden ook wel *sunrise* industrieën genoemd. De suggestie die van deze terminologie uitgaat is, dat wij het in onze kennisintensieve

¹ 'Eerst zoeken, dan onderzoeken: management van interne en externe technologiebronnen'. Rede uitgesproken ter gelegenheid van de uitreiking van de Researchprijs Hoogovens 1994 aan mevrouw Dr.Y.H. Xiao, Velsen Noord, De Schouw, 15 september 1994.

technologische ontwikkelingen kunnen bijhouden. De risico's zijn enorm.

Aan het andere uiterste staan de *sunset* industrieën die in een dalende markt van uitontwikkelde, volwassen producten opereren. Aanvankelijk richtte de overheidssteun zich op deze bedreigde bedrijfstakken. Zoals bekend, zonder succes. De textiel en confectie, de schoenenindustrie en een groot deel van de scheepsbouw zijn uit ons land en het merendeel van Europa verdwenen. Overheden richten hun hoop nu op de *sunrise* industrieën, maar ik denk dat het beter is het een niet te laten maar tevens er toch vooral voor te zorgen dat de nieuwe technologieën in de bestaande industrieën worden toegepast. Nieuwe biotechnologiebedrijfjes zijn natuurlijk een fraaie aanwinst voor Nederlands economische structuur. Maar ik zie liever meer biotechnologie toegepast in de bestaande industrieën. Die bestaande industrieën zitten tussen de op- en ondergaande zon in. Het zijn de volwassen bedrijfstakken waarbinnen een zekere balans is ontstaan tussen R&D-uitgaven en marktontwikkelingen. Ik zou deze industrieën – die overigens het grootste deel van onze producten voortbrengen en voor zeer veel werkgelegenheid zorgen – *sunshine* industrieën willen noemen. Laat ik voor de verandering niet Hoogovens noemen, maar een belangrijke afnemer van Hoogovens: de fietsenindustrie. Nederland is een fietsende natie. In de jaren tachtig werden er per jaar zo rond de 800.000 fietsen in Nederland verkocht. Nu ligt dat aantal boven de 1,3 miljoen. Die stijging is niet alleen te danken aan het feit dat meer mensen zijn gaan fietsen of omdat er zo veel fietsen worden gestolen. Ook de innovatie in de fietsenindustrie, met name bij Batavus, heeft een enorme rol gespeeld. Als u tegenwoordig in een café om een biertje vraagt, loopt u de kans dat u de wedervraag krijgt: witbier, trappist, Duvel, alcoholvrij bier, ook wel malt geheeten, De Koninck, of wilt u gewoon een pilsje? En zelfs in het laatste geval moet u aangeven of u een gewoon glas wilt, een fluitje, een Amsterdammertje, een vaasje, een pint of een halve liter. Zo gaat het ook als u een fiets koopt. Er zijn niet alleen fietsen voor kleuters, jeugdigen en volwassenen. Er zijn ook 'oma-fietsen' in allerlei felle kleuren. Er zijn race-fietsen, toerfietsen, sportfietsen met gewone versnelling of met derailleur, *mountain bikes*, atb's ofwel *all terrain bikes* en hybride fietsen. Waarschijnlijk heb ik nog enkele typen overgeslagen. Hiermee wil ik maar zeggen dat de 'gewone' industrieën die ik *sunshine*-industrieën noem, wel degelijk volop aan innovatie doen. Ze verdienen het, als het aan mij ligt, vandaag hier in het zonnetje te worden gezet.

R&D-management

Toch, zo vreesde minister Andriessen van Economische Zaken, stapelen zich schaduwwolken op. Achtergrond voor deze vrees vormt de schaalstructuur van het Ne-

derlandse bedrijfsleven. Ongeveer de helft van de R&D door het Nederlandse bedrijfsleven zit bij 'de grote vijf' geconcentreerd: Philips, Shell, Akzo, Unilever en DSM. De andere helft van de bedrijfs-R&D is uitgesmeerd over enkele honderden ondernemingen. De rest, vooral het industriële MKB, doet vrijwel niets aan R&D.

Moet deze onevenwichtige structuur ons geen zorgen baren, zeker gelet op de dalende R&D-uitgaven?, zo vroeg de Minister aan de AWT. Nee, was het antwoord. Maar de raad heeft de Minister wel op een andere zorg gewezen.

R&D-uitgaven

Eerst iets over die vermeend onevenwichtige economische structuur. Een oppervlakkige blik op de grafiek van de R&D-uitgaven in Nederland door de tijd heen, leert ons dat de R&D-uitgaven inderdaad zijn gedaald. Maar dat is geheel toe te schrijven aan 'de grote vijf'. Bij de andere ondernemingen te zamen zijn die uitgaven op peil gebleven.

We moeten bovendien niet vergeten dat de grote vijf niet zozeer minder aan R&D zijn gaan doen. Ze zijn meer R&D in het *buitenland* gaan doen, iets wat voor een multinational met zijn hoofdkantoor in Nederland een heel gewone zaak is. De multinationals met hun hoofdkantoren in bijvoorbeeld Duitsland en Zwitserland doen dat in veel mindere mate. Nederland loopt niet zozeer achter, de 'Nederlandse' multinationals lopen bij de mondialisering van de R&D juist voorop.

Een andere factor die we bij de interpretatie van de cijfers niet over het hoofd moeten zien, is de omstandigheid dat in sommige landen waar Nederland mee wordt vergeleken, veel R&D plaatsvindt in de omvangrijke en beschermde defensie-industrie.

De cijfers hoeven dus niet direct tot ongerustheid te leiden. Maar ik zou hier nog iets anders aan willen toevoegen: de hoogte van de R&D-uitgaven in een land kunnen een signaalfunctie hebben, maar we moeten ze niet tot hét richtsnoer voor het technologiebeleid verheffen. Immers, de R&D-uitgaven worden door de marktontwikkelingen en de concurrentieverhoudingen bepaald. Ik sprak daarnet al over de *sunshine* industrieën. In die industrieën beweegt de R&D als percentage van de omzet zich binnen een bepaalde bandbreedte. De markt en de concurrentie bepalen de voorwaarden waaronder een bedrijf binnen die 'slang' kan blijven of juist een koppositie wil innemen door zijn marges te verleggen.

Zit een onderneming te hoog met zijn R&D-uitgaven ten opzichte van zijn concurrenten, dan prijst hij zich uit de markt, tenzij in een uitzonderlijk geval men met een fundamentele doorbraak nummer 1 van de wereld wil worden. Zit men te laag,

dan mist men de aansluiting en dreigt het gevaar dat de producten ouderwets raken en de omzet bijgevolg daalt.

De hoogte van de R&D-uitgaven hangt dus af van de sector waarin een onderneming zit – farmaceutische bedrijven geven nu eenmaal meer aan R&D uit dan bouwbedrijven – en de hoogte van de R&D beweegt zich voortdurend in de buurt van een dynamisch evenwicht. Uit de overzichten van de wereldtop-500 R&D-ondernemingen van *Business Week* blijkt telkens dat de Nederlandse topbedrijven zich ten opzichte van hun concurrenten in de hogere regionen dan wel in de middengroep bevinden; geen enkele onderneming bungelt onderaan. We moeten dus altijd achter de cijfers kijken om te zien wat er werkelijk aan de hand is. De optelsom van alle strategische posities van de bedrijven in de diverse bedrijfstakken is een resultante van managementbeslissingen en geen statistiek die zonder meer naast die van andere landen kan worden gelegd.

Technologie-arsenaal management

Ik zou echter nog een stap verder willen doen en het belang van de R&D-cijfers als indicator voor innovatieactiviteiten willen relativeren. Natuurlijk is R&D belangrijk, maar het is slechts één van de middelen waarmee de technologische kennis van een onderneming kan worden verhoogd. Wat ik nu zeg, lijkt op het intrappen van een open deur, maar geloof u mij, er zijn nog heel wat grote ondernemingen die lijden aan het ‘*not invented here*-syndroom’. Laat ik daarom even stilstaan bij het management van interne en externe technologiebronnen. Bij gebrek aan een geschikter woord noem ik dit technologie-arsenaal management. Een groot voedingsconcern in Nederland heeft onlangs enkele *technology assets managers* aangesteld. Ik bedoel maar, als iets eenmaal in de lucht hangt, is het even zoeken naar de geschikte aanduiding, maar vroeg of laat wordt een klinkende term door iemand verzonnen en door iedereen begrepen. Nu is het nog even zoeken. Alleen de kreet volstaat niet. Wat er achter zit, daar gaat het mij nu om.

Management van interne en externe technologiebronnen. In deze titel komen drie sleutelbegrippen voor: management, intern, en extern.

Om met het eerste te beginnen: management. Daarmee bedoel ik dat het opsporen, selecteren en gebruiken van allerlei kennisbronnen onderdeel moet zijn van het management van een onderneming. Dat lijkt vanzelfsprekend, maar de geschiedenis leert anders.

Rond het begin van deze eeuw ontstonden de grote industriële laboratoria. Die lab's waren eigenlijk kleine universiteiten binnen de onderneming. De knappe koppen zetten er hun traditie van academische vrijheid voort. Het was het tijdperk van

de hoop. De grote bedrijven gaven hun researchers de vrije ruimte, ook financieel, in de hoop dat er iets uit zou komen. En omdat de research nog maar net begonnen was aan zijn triomftocht van fundamentele doorbraken met verrassende toepassingen, kwamen er natuurlijk heel wat praktisch bruikbare vindingen uit die bedrijfslaboratoria.

Maar na deze eerste generatie, kwam de tweede, waarin meer op de kleintjes werd gelet. De behoefte ontstond om de research toch meer in projecten te organiseren. Planning en begroting begonnen ook in de research vertrouwde begrippen te worden. Maar het was allemaal nog *technology push* wat de klok sloeg. De R&D moest rendement opleveren, maar of er een product of productverbetering uit voortkwam waarmee de onderneming de concurrent de baas kon blijven, dat stond nog niet voorop.

Dat kwam volgens deskundigen van het bekende bureau Arthur D. Little pas in de derde generatie, waarin de markt vraag centraal stond. Voor kleine en middelgrote bedrijven was dit natuurlijk al lang een vanzelfsprekendheid. Development, productie en marketing zijn in het MKB bijna in één hand. Aan research wordt in het MKB niet gedaan, behalve dan in enkele bedrijfjes die het juist daarvan moeten hebben. Maar in de grote ondernemingen waren al die functies uit elkaar gegroeid. Research en development vond mooie dingen uit, afdeling marketing zei dat de klant daar niet op zat te wachten, en afdeling productie ergerde zich aan die onpractische jongens van 'de tekenkamer'. Spraakverwarring tussen drie culturen. Met de derde generatie van concurrent engineering probeert men daar iets aan te doen. Alle drie de afdelingen – R&D, marketing en productie – houden hun eigen verantwoordelijkheid, maar ze moeten meer naar elkaar luisteren, met elkaar leren praten en elkaar leren respecteren. De schotten moeten neergehaald en worden omgevormd tot loopplanken tussen de afdelingen. Dat is de opdracht van de top van vele grote ondernemingen.

Maar dat is, denk ik, nog niet alles. De diverse afdelingen binnen een bedrijf – gemakshalve heb ik me tot de drie afdelingen R&D, productie en marketing beperkt – hebben niet alleen met elkaar, maar ook met de buitenwacht te maken: de klant, potentiële markten, de toeleverancier, de uitbesteder, de hogeschool uit de buurt, TNO, noem maar op. Die kennis van hun omgeving moeten de afdelingen ook inbrengen in het onderling overleg. Zo iets gebeurt niet vanzelf. Mensen moeten ten eerste worden aangespoord kennis van buiten te halen. Voorts moeten ze die kennis niet voor zichzelf houden. En die kennis moet worden gekoppeld aan de kennis die reeds intern aanwezig is, of intern ontwikkeld moet worden. Dat vraagt om management. Management dat vooral bij de businessunits van een onderneming moet liggen en niet bij de R&D-afdeling. Technologie-arsenaal management in een grote onder-

neming is vooral een intern organisatieprobleem, misschien zelfs wel een cultuurprobleem. Voor een klein bedrijf waar alles intern nog overzichtelijk is, vormt technologie-arsenaal management eerder een extern organisatieprobleem; als een kleine ondernemer weet wat hij wil, hoe komt hij dan aan de benodigde kennis?

Het tweede sleutelbegrip uit de ondertitel van deze voordracht is: interne technologiebronnen. Dat zijn dus de resultaten van de R&D-afdeling, zult u zeggen. Jawel, maar R&D is maar één van de interne kennisbronnen. De R&D-kennis binnen een onderneming kan pas worden ingebed als die kennis ook wordt verspreid. Het lijkt zo vanzelfsprekend, maar vergist u zich niet: een researcher vindt het uitdagender nieuwe kennis te ontwikkelen dan, in zijn ogen, ‘ouwe koek’ aan anderen uit te leggen. En die anderen moeten ook nog in staat zijn om kennis op te nemen. Kennistransfer vanuit de R&D-afdeling en kennisabsorptie door een gericht opleidingsbeleid vormen dus een integraal onderdeel van het technologie-arsenaal management. Voor Hoogovens met zo veel academisch én vakgeschoolden is dat vanzelfsprekend. Kennis zit niet in boeken of rapporten, maar in de hoofden van mensen. Mensen zijn de belangrijkste *assets* van een onderneming. Niet alleen de ‘denkers’ van afdeling R&D vormen het IQ van een onderneming, maar zeker ook de ‘doeners’ van productie, inkoop en verkoop. *Human resources management*, om maar eens een vage modekreet te gebruiken, is een vorm van *technology assets management*. *Human resources management* kan omschreven worden als een instrument dat ervoor moet zorgen dat alle talenten binnen een ondernemingen optimaal worden benut; de juiste man of vrouw nu én straks op de juiste plek. Technologie-arsenaal management moet er bovendien voor zorgen dat al die talenten hun kennis onderling uitwisselen. Dat computers met elkaar praten via netwerken is al lang geen nieuws meer. Nu de mensen nog.

Het derde sleutelbegrip is: externe technologiebronnen. Dit begrip vormt een zodanige aanvulling op de derde generatie – niet alleen intern kennis communiceren maar ook externe bronnen aanboren en inbedden – dat ik meen te mogen spreken over een *vierde* generatie R&D-management.

Deze vierde generatie probeert te ontstijgen aan het ‘*not invented here*-syndroom’ en tegelijkertijd de charme te weerstaan van het ‘wat van ver komt is lekker’.

De vierde generatie – voor een belangrijk deel al geworteld in het midden- en kleinbedrijf – relativeert ook de hoogte van nationale R&D-cijfers. Wat te denken bijvoorbeeld van Denemarken? Een klein land met zeer weinig R&D. Toch is het, zo wijzen onderzoeken uit, in concurrentiekracht nummer 1 onder de Europese landen. Waarom? Omdat Deense bedrijven, gedwongen wellicht door hun kleinschaligheid, zeer goed gebruik weten te maken van de elders verrichte onderzoeken en

gedane vindingen. Deense bedrijven weten ook via netwerken hun krachten te bundelen. Zij zijn als het ware de Japanners van het Noorden.

Eerst zoeken, dan onderzoeken. Zo luidt de titel van mijn voordracht. Minder beknopt maar vollediger is: eerst zoeken, dan uitzoeken, en dan onderzoeken. Inmiddels zal het u waarschijnlijk duidelijk zijn wat ik daarmee bedoel. Het hebben van kennis is bijna net zo belangrijk als het hebben van kennis. *Know how & who*. In sommige gevallen is samenwerking mogelijk met branchegenoten op het terrein van een gemeenschappelijk probleem, bijvoorbeeld milieu. In andere gevallen zijn joint-ventures een goede keuze. Samenwerking tussen uitbesteders en toeleveranciers begint gelukkig steeds meer van de grond te komen. Maar er zijn nog andere mogelijkheden om aan kennis te komen. Er zijn mensen die je op een idee kunnen brengen of je kunnen doorverwijzen: de brancheorganisatie, een toeleverancier, een groothandel, een machinefabrikant, een innovatiecentrum in de buurt, een bedrijvencontactdag, een vakbeurs. Mensen die jou de nodige kennis kunnen leveren: hogescholen, TNO, universiteiten, buitenlandse instituten, ingenieursbureaus, ja zelfs de concurrenten. En niet te vergeten: de klant. Veel ideeën voor vernieuwing of verandering komen van de klant en samen met hem valt veel te bereiken.

De heer Paijens van Nedap heeft een lijfspreuk: “Afkijken mag, nee, afkijken moet”. Daarmee bedoelt hij dat wij allen op school hebben geleerd voor onszelf te werken. Afkijken mocht niet. Maar van elkaar en zeker ook buiten de school valt het meest op te steken door af te kijken bij anderen. Bijvoorbeeld op vakbeurzen. Maar ook door de octrooiliteratuur door te nemen, of dat iemand te laten doen. Dat kan tegenwoordig dankzij de elektronische databanken heel snel en heel goedkoop.

Toch geeft de term ‘afkijken’ niet precies weer wat ik met technologie-arsenaal management op het oog heb. Afkijken bij de beste van de klas wordt ook wel *benchmarking* genoemd. Technologie-arsenaal management is niet een kwestie van na-apen, kopiëren of verbeteren van bestaande producten. Het gaat juist om het gericht vergaren van kennis die in en buiten een bedrijf aanwezig is. De term ‘kennismanagement’ is dus ook niet geschikt, want daarmee wordt bedoeld dat de *interne* kennisbronnen optimaal moeten worden aangeboord en benut.

Ik kan u talloze voorbeelden geven van onderzoekers in ondernemingen en ook in grote onderzoeksinstituten die, tegen hoge kosten, zelf het wiel dachten uitgevonden te hebben, terwijl ze, wanneer ze goed om zich heen hadden gekeken, tegen een luttel bedrag de nodige kennis kant-en-klaar hadden kunnen inkopen. Technologie-arsenaal management kost weinig geld – misschien zelfs wel minder dan het recht toe recht aan R&D-werk –, maar vraagt om een blik die systematisch naar buiten en natuurlijk ook naar binnen is gericht. Een hele onderneming van dit besef doordringen alsmede het managen van de interne en externe kennismix, dat is de taak van het

management van de businessunits in de grote ondernemingen en van de directeur of bedrijfsleider in een klein of middelgroot bedrijf.

Economische structuur

Dalende R&D-cijfers en een onevenwichtige economische structuur. Die vormden een bron van zorg voor minister Andriessen. De AWT heeft die zorg gerelativeerd en verlegd naar het technologie-arsenaal management van bedrijven, grote en kleine. Zijn we er nu uit? Neen! Want de mogelijkheid om met succes dat technologie-arsenaal management in Nederland vorm te geven verschilt per type bedrijf, groot versus klein. Ook maakt het uit of een onderneming voor of in een internationale markt produceert dan wel op de lokale markt is gericht.

Typen ondernemingen en hun tijdhorizon

Innoveren vereist investeren. Dergelijke investeringen betalen zich pas op termijn terug. Grote bedrijven hebben een langere tijdhorizon dan kleinere en kunnen derhalve meer diepte-investeringen doen. Grote bedrijven kunnen immers hun risico's over meerdere producten en een grotere omzet spreiden. Ze kunnen ook door hun schaal speciale stafdiensten vrijmaken voor innovatieprojecten. Kleine bedrijven hebben niet de lange adem om te wachten totdat dat ene project waar ze met moeite de middelen voor bijeengeschaapt hebben, zijn vruchten afwerpt.

Groot in de ene bedrijfstak, bijvoorbeeld in de grafische industrie, heeft bovendien andere afmetingen dan in de andere bedrijfstak, bijvoorbeeld de chemie. De tijdhorizon verschilt daarom niet alleen naar bedrijfsgrootte, maar ook naar bedrijfstak.

Bedrijfsgrootte en bedrijfstak zijn echter niet de enige factoren die een rol spelen bij de lengte van de tijdhorizon. Ook de geografische horizon is in het geding. Ondernemingen kunnen verscheidene vestigingen in diverse landen hebben of ze kunnen in één land of slechts enkele grensregio's gevestigd zijn en toch voor een wereldmarkt produceren.

Grootte, bedrijfstak, geografische spreiding van productievestiging en markt; zie hier de doorslaggevende factoren die de spankracht van het technologie-arsenaal management van een onderneming beïnvloeden. Vertaald naar de Nederlandse situatie: het ene bedrijf is meer op de kennisinfrastructuur in Nederland aangewezen dan het andere.

Multinationale ondernemingen kunnen een wereldwijd kennisarsenaal aanboren. De enige plaatsgebonden vestigingsvoorwaarden zijn de lokale sociaal-economische

omstandigheden, zoals belastingen, milieueisen, en de hoeveelheid en kwaliteit van de beschikbare arbeid, alsmede de arbeidskosten. Voor de rest is een multinational niet aangewezen op de plaatselijke omstandigheden. In principe kan alles wereldwijd worden ingekocht of uitbesteed.

Naast multinationals die overal productievestigingen hebben, zijn er in Nederland ook ondernemingen die weliswaar voor een wereldmarkt produceren maar hun productievestigingen in Nederland hebben en uit dien hoofde voor een niet onbelangrijk deel op de kennisinfrastructuur van Nederland zijn aangewezen. Ik denk hierbij aan Daf, Océ, Campina-Melkunie, Bols Wessanen, Stork, en ja ook Hoogovens.

En verder is er het midden- en kleinbedrijf. Dit MKB is zeer divers: technologisch geavanceerde bedrijven en technologievolgende bedrijven, *jobbers*, hoogwaardige adviesdiensten, toeleveranciers en eindproducenten. Het MKB heeft veelal zijn klanten in de buurt, neemt werknemers uit de regio in dienst, en is gericht op scholen en afnemers uit de directe omgeving. Gegeven hun omvang is de tijdhorizon van kleine en middelgrote ondernemingen in het algemeen kort en zijn de mogelijkheden voor eigen R&D beperkt. Ze zijn bijgevolg veelal aangewezen op de lokaal aanwezige kennisinfrastructuur.

Groottestructuur

Dit gezegd hebbende, kan men zich toch nog onbehaaglijk voelen. R&D is niet alles, dat moge inmiddels duidelijk zijn. Het gaat om het aanboren van interne en externe technologiebronnen. Maar bepaalde ondernemingen, grote en kleine, multinationale en nationale, kunnen dat beter dan andere. Heeft ons land niet te weinig grote en te veel kleine, zowel in *scale* als in *scope* gemeten?

Op het eerste gezicht lijkt er niets aan de hand. Gemiddeld telt een Nederlands bedrijf tien werknemers, terwijl het gemiddelde voor de Europese Unie op zes ligt. Maar dat is een gemiddelde. Als we de groottestructuur uiteenrafelen, ontstaat een genuanceerder beeld.

Nederland heeft ‘de grote vijf’ binnen haar grenzen en nog enkele giganten. Welke hitlijst men ook neemt – de Fortune Global 500, de Business Week Global 1000, de Forbes 500, of men neemt de Europese top-100 van FEM, die Zeit of Quote – telkens blijkt dat een klein land als Nederland bijzonder groot kan zijn. Toegegeven, Zweden en Zwitserland zijn dat ook.

Als we de gecombineerde top-100 van Nederlandse en Duitse ondernemingen over de afgelopen tachtig jaar bekijken, dan zien we dat in die top het aandeel van Nederland is gestegen: van vier bedrijven in 1913 tot twintig in 1990.

Nederland telt alleen wat minder bedrijven met 5.000 tot 15.000 werknemers. Zeg maar Hoogovens, Stork, et cetera. Uit internationaal vergelijkend onderzoek is dat gebleken. Noordrijn-Westfalen – niet echt een land al zijn de Duitse deelstaten *Länder*, maar wel ongeveer zo groot als Nederland – en de kleinere landen Zweden, Zwitserland en Denemarken tellen er meer.

Heel zwart-wit gezegd lijkt het erop dat Nederland enkele hele grote ondernemingen in huis heeft die internationaal meetellen, dat er ‘daarna even niets komt’, op een Ahold en Océ na, en dat er daarna een groot divers MKB volgt.

Kennisinfrastructuur

Hoe dan ook, volgens de AWT moet de zorg van minister Andriessen een andere zijn. Niet de onevenwichtige schaalgrootte van het Nederlandse bedrijfsleven en de ermee gepaard gaande ongelijk gespreide R&D-inspanningen vormen het wezenlijke probleem, maar het aantal grote nationale ondernemingen en het aantal kleine en middelgrote bedrijven dat afhankelijk is van de in Nederland aanwezige kennisinfrastructuur. Die afhankelijkheid heeft twee kanten. Allereerst moet de blik – óók – naar buiten worden gericht. Eerst zoeken, dan onderzoeken. Kennis opdoen is vooral kennis hálen. Afhankelijk zijn van de kennisinfrastructuur vooronderstelt echter ook dat er een kennisinfrastructuur is die marktgericht is. Niet zozeer de universiteiten – die hebben toch vooral een opleidingstaak, een taak waar het onderzoek mijns inziens ondergeschikt aan is – als wel de onderzoekorganisaties als TNO, moeten meer marktgericht worden. Zij moeten toegepaste en aangepaste kennis naar de bedrijven brengen. Maar laten we bij de laatste categorie het beroepsonderwijs, van hoog tot laag, niet vergeten.

Waar het om gaat is een afstemming tussen vraag en aanbod. Een gearticuleerde vraag vanuit het bedrijfsleven en een marktgericht aanbod vanuit de kennisinfrastructuur. De overheid kan hierbij een handje helpen. Dat vraagt om een technologiebeleid dat is toegesneden op de economische structuur van Nederland. Dat wil zeggen dat er per groep van ondernemingen gericht beleid moet worden ontwikkeld. De multinationals vragen om een andere aanpak dan de wat minder grote nationale ondernemingen, en het MKB vraagt om maatwerk.

Technologiebeleid

Ik vat de voorgaande beschouwing even voor u samen om duidelijk te maken waarom de AWT bepaalde aanbevelingen heeft gedaan. Ik zal natuurlijk niet het hele

advies voor u uit de doeken doen, maar er enkele hoofdpunten uithalen.

Allereerst moet in het beleid aangesloten worden bij bestaande sterkten in het Nederlandse bedrijfsleven. Natuurlijk zijn nieuwe activiteiten welkom, maar die komen echt niet alleen maar tot stand door de speerpunten, zwaartepunten, innovatieprogramma's, stimuleringsprogramma's, sleuteltechnologieën, en wat door de mensen in Den Haag nog meer aan beleidsinstrumenten is verzonnen. Natuurlijk luisteren ambtenaren en hun adviseurs bij het ontwikkelen van het beleid naar de wensen die in het bedrijfsleven bestaan. Maar uiteindelijk moet het de ondernemer zijn die op de bok zit. De AWT heeft dit beginsel uitgedrukt met de slogan: niet *picking the winners*, maar *let the winners pick*. En ik zou daar aan toe willen voegen: geef ze genoeg om te 'pikken'.

Vanuit dit beginsel geredeneerd, is er nauwelijks nog rechtvaardiging te vinden voor aparte programma's waarmee R&D op specifieke terreinen – zoals informatietechnologie, biotechnologie en nieuwe materialen – van overheidswege wordt gestimuleerd. De onlangs in het leven geroepen fiscale faciliteit waarmee bedrijven een deel van de loonbelasting van R&D-personeel kunnen terugkrijgen, past veel beter in de filosofie van de AWT. Fiscale aftrek is bovendien in de ons omringende landen een reeds gebruikt instrument. Onze nieuwe wet-WBSO – de wet ter bevordering van spur- en ontwikkelingswerk – is dus eigenlijk ook te beschouwen als een welkome vorm van *matching* van de beleidsconcurrentie uit het buitenland.

En dan zijn er de clusterprojecten. Ik kan het woord 'cluster' al bijna niet meer uit mijn mond krijgen. Maar goed, met de clusterprojecten wordt beoogd TNO te koppelen aan enkele grote bedrijven – zoals DAF, Océ, DSM die strategische onderzoekprojecten ten behoeve van nieuwe producten op willen zetten. Deze aanpak is op zich nuttig, maar ik plaats er twee kanttekeningen bij. Allereerst moet TNO niet op instigatie van EZ aan bedrijven gekoppeld worden, maar moet omgekeerd het bedrijfsleven TNO opzoeken; de bedrijven moet het initiatief nemen. Ten tweede is mij niet duidelijk waarom alleen TNO de enige aanbieder van onderzoekexpertise moet zijn. We hebben toch ook nog andere instituten in Nederland? En waarom zouden we bepaalde universitaire vakgroepen moeten uitsluiten? De AWT heeft daarom voorgesteld dat het budget van EZ voor clusterprojecten wordt uitgebouwd tot een algemeen fonds waaruit strategische-onderzoeksamenwerking tussen bedrijven en onderzoekinstituten wordt medegefinancierd.

MKB

Tot zover de hoofdlijn die de AWT heeft uitgezet voor de grote bedrijven: fiscale aftrek van R&D en gezamenlijk onderzoek door bedrijven en onderzoekinstituten.

Overigens wil ik hierbij nog aan toevoegen dat een grotere marktgerichtheid van TNO en enkele andere instituten niet alleen gestimuleerd maar ook beloond moet worden. Een koppeling tussen basis- en doelsubsidies enerzijds en marktsucces anderzijds kan zo'n stimulans zijn.

Nu dan het maatwerk ten behoeve van het MKB. Dat MKB is heel divers. Toch zijn er enkele algemene instrumenten die – indien op regionaal niveau uitgevoerd – het MKB kunnen helpen bij het technologie-arsenaal management. U moet dan denken aan beleidsinstrumenten die al bestaan. Bijvoorbeeld het KIM-project. KIM staat voor 'kennisdragers in het MKB'. Een MKB-bedrijf dat wel een vernieuwing zou willen doorvoeren en hiervoor bijvoorbeeld een hts'er nodig heeft, kan terugschrikken voor de kosten of opzien tegen zo'n hts'er die in kennisniveau vaak uitsteekt boven de rest van het bedrijf. Welnu, met het KIM-project wordt de ondernemer over de drempel geholpen. De salarislasten van de 'Kimmer' worden voor een jaar gedeeltelijk vergoed. In de praktijk is gebleken dat de Kimmers na afloop van het project vaak in dienst van het bedrijf komen. Dit is de beste manier van technologietransfer. De Duitsers hebben hiervoor een kernachtige uitdrukking: *technologietransfer über die köpfe*.

Het KIM-project en ook soortgelijke MKB-vriendelijke programma's van EZ kosten betrekkelijk weinig geld. Soms denk ik wel eens dat één gulden in de regio besteed, meer opbrengt dan een daalder uit de burelen van Den Haag of Brussel.

De AWT heeft twee voorstellen aan het bestaande instrumentarium toegevoegd. Allereerst zouden de innovatiecentra die in de regio's actief zijn in de advisering en begeleiding van het MKB, meer financiële armslag moeten krijgen bij het doorlichten van een bedrijf en het helpen van de ondernemer bij het uitzetten van een nieuwe koers. Die koers hoeft niet uitsluitend op product- of procesinnovatie te liggen, maar kan ook betrekking hebben op de marketing, de kwaliteitszorg of de organisatie. In Zuid-Limburg hebben de innovatiecentra in samenwerking met de regionale ontwikkelingsmaatschappij aldaar – het LIOF – al iets dergelijks opgezet. U ziet, de AWT heeft met de constructie van een 'IC-plus' niets nieuws verzonnen, alleen zou hij wensen dat dergelijke initiatieven landelijke bekendheid en navolging kregen en financiële steun van EZ.

Een tweede voorstel betreft een verbreding van het technisch ontwikkelingskrediet, afgekort TOK. Het TOK is nu nog beperkt tot ontwikkelingsprojecten die werkelijk nieuw zijn voor Nederland. Zelfs de octrooiliteratuur wordt erbij gehaald om dat vast te stellen. De stelling van de AWT is, dat ook projecten in aanmerking moeten komen die voor het desbetreffende bedrijf of de branche nieuw zijn. Ook startende ondernemingen zouden van een dergelijk 'TOK-plus' gebruik moeten kun-

nen maken. De innovatiecentra, de regionale ontwikkelingsmaatschappijen, of samenwerkingsverbanden daartussen, zouden hiervoor een mandaat moeten krijgen tot een nader vast te stellen bescheiden bedrag.

Deel 4 - Wetenschapsbeleid

Inleiding

Ton Langendorff

Dit laatste deel draagt weliswaar de titel ‘wetenschapsbeleid’, maar het gaat voornamelijk over de universiteiten. Niet dat de AWT de laatste tijd niets heeft gezegd over TNO, de GTI’s en de ruimtevaart. Integendeel, de recente adviezen over deze onderwerpen lagen zeer gevoelig en haalden de pers. Maar Harry heeft zich er in lezingen en artikelen (nog) niet over uitgelaten. En dit is een boek van Harry, niet van de AWT.

Hoofdstuk 11: Levenslang studeren

Hoofdstuk 11 bevat de tekst van de diesrede die Harry op 23 september 1996 voor de Open Universiteit heeft uitgesproken. De lading is groter dan de titel *Levenslang studeren* suggereert. Het hoofdstuk is eerder te beschouwen als Harry’s visie op het universitaire onderzoek- en onderwijsbeleid. Harry gaat niet alleen in op de noodzaak van levenslang studeren, maar stelt ook dat het verschijnsel levenslang studeren gevolgen moet hebben voor het initiële onderwijs (en daarmee voor het onderzoek). Als je later terug kunt gaan naar de universiteit of een andere onderwijsinstelling voor aanvullend onderwijs, dan wordt het minder belangrijk om via het initiële onderwijs, dat toch maar een opstapje is, alles al in je rugzak te hebben.

Harry vraagt ook aandacht voor de zinloze jacht op titels. In een column van *De Limburger* (3 oktober 1996) spreekt hij over ‘diplomanie’. Eerlijk gezegd heb ik voor Harry deze term gepikt van François de Closets.¹ De Closets stelt ook dat levenslang leren gevolgen moet hebben voor het initiële onderwijs; wat ons te doen staat is: “réduire le rôle excessif joué par les diplômés initiaux et multiplier les chances tout au long de la vie pour ne pas faire des diplômés des rentiers et des chômeurs des exclus”.

¹ François de Closets. *Le bonheur d'apprendre et comment on l'assasine*, 1996, p. 331.

Eén van de gevolgen wat betreft de universiteiten is dat levenslang studeren een andere inzet van het onderzoek vraagt. Harry staat uitgebreid stil bij de diverse functies van het onderzoek en de financieringsstromen richting onderzoek.

Hoofdstuk 12: Roer in onderwijs moet om

Dit hoofdstuk is de neerslag van een vraaggesprek dat Jan van der Weide met Harry had voor het blad *Telecommagazine*. Aanleiding voor het gesprek vormde de diesrede van Harry (hoofdstuk 11). Het laat voor de zoveelste keer zien, dat Harry, als het om de universiteiten gaat, onderzoek en onderwijs niet van elkaar kan scheiden. De Minister vraagt aan de AWT weliswaar adviezen over het onderzoek, maar Harry kan dat niet los zien van het onderwijs.

Hoofdstuk 13: Meer uitvinders, minder ontdekkers

Ook dit hoofdstuk is een vraaggesprek, zij het zonder vragen; Harry wordt zonder onderbreking door Henk Tolsma aan het woord gelaten. Het resultaat is een aardige samenvatting van dit hele boek.

11. Levenslang studeren ¹

zo zijn onze manieren

op de dfc-reünies
hoor je altijd veel sterke verhalen
maar zelden zó sterk en frappant
als dit jaar van leo van bruggen

hij (leo) zat op het gymnasium
toen zijn leraar nederlands over
moderne poëzie kwam te praten
en een aantal namen noemde
waaronder ook de naam buddingh'

'Buddingh', zei leo, 'die ken ik wel:
die zit altijd elke zondag
bij ons op dfc'

waarop de leraar sprak: 'jongen,
ga jij de klas maar uit!'

(Cees Buddingh', *Gedichten 1938-1970*; Amsterdam, 1972.)

Dames en heren,

Het thema van vandaag is levenslang leren. Het voordeel van deze uitdrukking is dat het tenminste een Nederlandse is. *Education permanente* klinkt in deze tijd van taalvervlakking al gauw te chic, maar heeft niet de connotatie dat men levenslang

¹ Oorspronkelijke titel: 'Weg van school. Lang leve het leren!' Diesrede uitgesproken ter gelegenheid van het twaalfjarig bestaan van de Open Universiteit, 23 september 1996.

veroordeeld is tot leren. In Brussel maakt men er helemaal een potje van. De Commissie van de EU heeft 1996 uitgeroepen tot het 'Europees jaar voor onderwijs en opleiding tijdens de gehele loop van het leven'. Geen wonder dat niemand van dat Europese jaar op de hoogte is.

De titel van mijn voordracht spreekt niet voor zichzelf en behoeft enige uitleg. Weg van school. Met als ondertitel: Lang leve het leren! De titel dekt niet helemaal de lading van mijn boodschap. Maar er zitten minstens vier associaties in verborgen die in de rest van mijn betoog een belangrijke plaats innemen. Ik stip ze hier bij wijze van inleiding even aan.

Weg van *school*. De school. Door over de school te praten, wil ik benadrukken dat mijn verhaal zich niet beperkt tot de universiteiten of de hogescholen. Ook het algemeen vormend onderwijs, van mavo tot en met vwo, valt eronder, en zeker ook het beroepsonderwijs en de volwassenen-educatie. En uiteraard alles wat daarna of daarnaast komt: open universiteit, Teleac, PBNA, LOI, volksuniversiteit, Schoevers, de vakopleidingen van de brancheorganisaties, enzovoort.

De tweede associatie is positief bedoeld. Met weg van school heb ik de nieuwsgierigheid en de leerehonger op het oog. Er wordt tegenwoordig veel gepraat over de kennissamenleving. Daarvoor is nodig dat mensen leren leuk vinden, dat ze weg zijn van leren. Weg van de school betekent gek zijn op leren. Lang leve het leren!

De volgende associatie moet u letterlijk opvatten. Met 'weg van de school' bedoel ik dat we de cultuur moeten ombuigen die al te veel nadruk legt op het belang van het initiële onderwijs. Dat initiële onderwijs moet niet langer duren dan strikt nodig is. We hebben de maatschappelijke ladder te veel verlegd naar het onderwijs. Eerst zoveel mogelijk diploma's behalen op een zo hoog mogelijk niveau. Een goed begin is het halve werk; dát is de overweging die veel ouders en leerlingen erop nahouden. Maar het echte werk moet dan nog beginnen. Mijn boodschap is: staar u niet blind op de school als opstap naar de maatschappij. Als u er niks aan vindt of er verder niks te zoeken hebt, ga dan weg van die school, ga aan het werk en keer pas terug naar school als u denkt dat u er baat bij heeft. Want wat heeft u aan moeizaam verworven of nauwelijks begrepen kennis, als die kennis snel verouderd?

De laatste associatie kan ook letterlijk worden opgevat. Met 'weg van school' bedoel ik dan dat er veel meer geleerd kan worden buiten de school. Werken en leren gaan steeds meer vloeiend in elkaar overlopen. Ik doel hier niet alleen op de toenemende tendens naar dualisering – een paar dagen werken en een paar dagen naar school – maar ik meen dat werken steeds meer een vorm van leren is geworden en dat het leren steeds meer een vorm van werken moet worden.

Tot zover mijn inleidende opmerkingen. Ik zal er straks uitgebreid op terugkomen.

Van een voorzitter van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid had u misschien iets anders verwacht. Wat hebben wetenschap en technologie te maken met onderwijs, laat staan met levenslang leren? Wetenschap en technologie roepen immers het beeld op van academisch onderzoek, industriële research en development, innovatie en *high-tech*. Daar houdt de AWT zich inderdaad mee bezig en ik zal de laatste zijn die zou willen beweren dat technologie en innovatie niet belangrijk zijn. Onze samenleving is een kennissamenleving. Onze toekomst, zowel onze welvaart als ons welzijn, is afhankelijk van de innovatiekracht van ons bedrijfsleven. Daarvoor is R&D onmisbaar, alsook het zoeken naar nieuwe toepassingen van bestaande technologieën.

Zonder ook maar iets te willen afdingen op het belang van wetenschap en technologie, besef ik natuurlijk dat dit belang binnen de context van de kennissamenleving relatief is. Vandaag wil ik het met u hebben over die andere kant van het geheel, namelijk het onderwijs dat ons leert met de vruchten van wetenschap en technologie om te gaan en die wetenschap en technologie verder te brengen.

Technologische kennis zit niet alleen opgeslagen in wetenschappelijke publicaties, octrooien en kennisintensieve producten en productieprocessen. Technologische kennis wordt overgedragen op mensen en toegepast door die mensen. Overdracht, onderwijs, en toepassingen gaan hand in hand. De Duitsers hebben daar een treffende uitdrukking voor: *Technologietransfer über die Köpfe*. Kennis ligt niet op de boekenplanken, maar zit in de hoofden van mensen. Technologie is *a people's business* die niet alleen aan de techneuten kan worden overgelaten. Investeren in onderwijs, in mensen, hoort daar onlosmakelijk bij.

Deze rede is uit twee onderdelen opgebouwd. Allereerst zal ik kort stilstaan bij de technologische ontwikkelingen, de uitdagingen en de grenzen, en ... de mens, zowel in zijn rol als gebruiker als in die van producent. De ontwikkelingen vragen om een andere inrichting van ons onderwijs. Mijn algemene conclusie zal u niet verbazen: levenslang leren is een levensnoodzaak, maar ik zal er een paar kanttekeningen bij plaatsen.

In het tweede deel zal ik enkele ingrijpende consequenties bespreken die op de wat langere termijn spelen, maar waar nu al aan gewerkt zou moeten worden. Ik bied geen pasklare oplossingen aan – daarvoor is het vraagstuk te ingewikkeld – maar ik zal proberen een richting aan te geven.

Overwegingen

De technologie veroudert steeds sneller, maar de groei blijft begrensd door het menselijk vermogen tot aanpassen.

Het verhaal van de enorme snelheid waarmee technologische ontwikkelingen op ons afkomen, zal u bekend zijn. Het lijkt op een exponentiële curve. Eerst de overgang van jagen en verzamelen naar de landbouw, een overgang die eeuwen heeft geduurd en tot nederzettingen heeft geleid, met alle sociale veranderingen van dien. De mens ging zich op een plek vestigen. Kracht en kennis van de jacht werden vervangen door eigendom van het land. Dan de industriële revolutie. Die had een tijdsbeslag van krap een eeuw. Kapitaal en arbeid werden de bepalende productiefactoren. De revolutie van de informatietechnologie is nog maar enkele decennia bezig. En een nieuwe, die van de biotechnologie, dient zich inmiddels aan. Kennis van techniek en dienstverlening is nu, naast kapitaal en arbeid, de belangrijkste productiefactor.

Kennis en techniek gingen vroeger generaties lang mee. Ze werden van vader op zoon en van moeder op dochter overgedragen. Er veranderde het nodige, verbeteringen werden aangebracht, maar dat alles was in één mensenleven te behappen. Een opleiding ging een leven lang mee; de rest werd via praktijkervaring opgedaan.

Dat is nu anders. In plaats van u een algemeen historisch patroon te schetsen, vertel ik u liever een persoonlijk verhaal dat een illustratie is van onze recente geschiedenis.

Mijn vader was kraandrijver en haalde met een stoommachine de klei uit de schepen aan de Maas; deze klei werd verwerkt door de *Société Céramique* in Maastricht, het huidige Sphinx. Na de tweede wereldoorlog was die techniek nog bruikbaar. Weliswaar werd de stoommachine vervangen door de dieselmotor, maar mijn vader's kennis en techniek gingen toch nog jarenlang mee.

Anders verging het mij. Na mijn studie in Delft heb ik, om maar een voorbeeld te noemen, vijf computertalen moeten leren. Eerst werkte ik op een mainframe – de eerste grote commercieel verkochte computer in Europa –, daarna op terminals en tot slot op pc's. De talen die ik moest leren, waren achtereenvolgens een machinetaal, Fortran, DOS, Windows 3.1, OS-2 en het houdt niet op. Vijf talen in 35 jaar.

De mens moet zich de nieuwe technologieën eigen maken. Technieken verouderen steeds sneller en zijn ruwweg om de 7 jaar verouderd; dus moeten we ons steeds bijscholen.

Toch is er ook een grens. De techniek is niet alleen afhankelijk van het menselijk vermogen om de snelle ontwikkelingen bij te benen, de mens legt ook beperkingen op aan nieuwe technologieën. Onder de motorkap is de auto revolutionair veranderd, maar de bediening is nog hetzelfde gebleven: een stuur, een dashboard, een stoel,

gas- en rempedalen; alles zit, uit ergonomische overwegingen, nog steeds op dezelfde plaats.

Of neem de tekstverwerker. Vroeger werden de toetsen van een typemachine expres onhandig ingericht zodat de typistes niet te snel konden typen, waardoor de metalen letterstaafjes niet met elkaar in de war raakten. Het IBM-bolletje kon al veel hogere typesnelheden aan, maar het QWERTY-systeem – u weet wel: de volgorde van de eerste 6 letters links bovenop uw toetsenbord – bleef gehandhaafd, want hele bevolkingsgroepen zouden anders een compleet nieuwe gewoonte moeten aanleren. Dus werken we nu nog steeds noodgedwongen traag op supersnelle tekstverwerkers.

De remmende menselijke factor zien we ook in de financiële dienstverlening. Ouderen, een groep waartoe ikzelf nu ook behoor, willen nog steeds niet lenen, we sparen liever. Roodstaan vinden we een schande. En onze pincode kunnen we maar niet onthouden.

De mens is natuurlijk niet altijd een remmende factor. Denkt u maar aan de fax. Die bestond in rudimentaire vorm al in de tijd van Napoleon. Het waren de Japanners die vanwege hun schrift, dat noodzakelijkerwijs een *handschrift* is, er dankbaar gebruik van hebben weten te maken. Later hebben wij ook in het Westen de voordelen ervan onderkend.

Tot nu toe had ik het over het *gedrag* van de mens dat een drempel opwerpt voor technologische toepassingen. Maar de mens heeft ook zo zijn *gedachten* en ethische opvattingen. Ik noem slechts de omstreden biotechnologie, het gebruik van proefdieren bij wetenschappelijke experimenten, de privacy die in het geding is bij het koppelen van computerbestanden, en de ontoelaatbaarheid van medische experimenten op demente bejaarden.

De mens houdt kortom, al of niet terecht, technologische ontwikkelingen tegen, of hij vertraagt het tempo van invoering. Dat is een uitdaging voor de technologen, de wetenschappers, de ingenieurs en de ontwerpers. Hoe een technologie op menselijke maat te ontwerpen? Dat daarbij de hulp van alfa- en gammakennis onontbeerlijk is, lijkt me evident.

Wanneer een techniek eenmaal ingang heeft gevonden, kunnen we niet achterblijven. Het is dan zaak onze kennis van de nieuwe technieken te verversen. De techniek mag dan door menselijke factoren in zijn snelheid afgeremd worden, eenmaal ingevoerd veroudert ze snel. Ik zei u al: 5 computertalen leren in één mensenleven is niet niks.

Permanent leren is zowel een individuele als een maatschappelijke aangelegenheid. Dat werd onlangs nog eens onderstreept door Koning Albert in zijn toespraak ter gelegenheid van de Nationale Feestdag in België. "Op individueel vlak", zo zei de Koning, "moet de bekommernis inzake werkgelegenheid eenieder ertoe aanspo-

ren zijn vorming en beroepsbekwaamheid almaar bij te werken om aldus zijn kansen op de arbeidsmarkt te vergroten. Op het collectieve vlak moet die bekommernis leiden tot een globale actie, die onder meer vorming het hele leven door op het oog heeft.”

Levenslang leren: ook de hoger opgeleiden zijn nu aan de beurt

Toen ik deze rede doorsprak met één van mijn medewerkers, was zijn eerste reactie op het thema van vandaag: “Levenslang leren is een kreet die steeds in de mond wordt genomen door doctorandussen die na hun doctoraal nooit meer in de collegebanken hebben gezeten. Hooguit hebben ze op de hei een of andere managementcursus gevolgd. Zonder hulp van hun kinderen kunnen ze niet eens hun videorecorder voorprogrammeren. Middelbare vakmensen en kleine zelfstandige ondernemers brengen het levenslang leren al lang in de praktijk.” Einde citaat.

Een niet ontorechte reactie, dunkt mij, alleen wat ongenueanceerd en wat Koning Albert aangaat een regelrechte belediging van een bevriend staatshoofd!

Het is zeker waar dat in bepaalde beroepen een traditie bestaat van afwisselend werken en het halen van nieuwe diploma's. Denkt u maar aan de automonteurs. Je kunt als leerling bij de Kwik-Fit banden en uitlaten verwisselen. Als je verder wilt, kun je diploma's behalen voor LPG-installaties of voor dieselmotoren. Ook de toegevoegde hoeveelheid elektronica in auto's vraagt om voortdurende bijscholing. Als je all-round monteur bent kun je nog verder en je specialiseren in uitdeuken en spuiten; een vak apart. Hetzelfde verhaal kan verteld worden van de werktuigbouwkundige installateurs. Je kunt opklimmen tot vakkundig loodgieter en je daarna specialiseren in bijvoorbeeld de warmte- en koude-techniek. En zo kan ik doorgaan. De verpleegkunde kent vele specialismen, in de informatica kan men een hele reeks AMBI-modules doorlopen, als boekhouder kan men SPD-I en SPD-II doen, NIMA verzorgt diverse marketing-opleidingen, de lerarenopleidingen kennen eerste- en tweedegraadsbevoegdheden, in de bouw kent men, van stucadoor tot tegelzetter, van kraandrijver tot timmerman, opleidingen van gezel tot meester. Al deze opleidingen worden zelden in één keer doorlopen. Men begint na een eerste startopleiding met werken en daarna volgt men cursussen, bepaalde modules of een vervolgopleiding. Is dat niet al een vorm van levenslang leren?

En dan heb ik het nog niet eens over zelfstandige ondernemers in de tuinbouw; van rozenkwekers tot tomatentelers. Deze mensen komen bijeen in studieclubs, ja zelfs op verjaardagen, en leren elkaar voortdurend bij over nieuwe technieken en methoden. Is het een toeval dat de Nederlandse tuinbouw één van onze meest succesvolle exportsectoren is?

De noodzaak van voortdurende bijscholing in de genoemde beroepsgroepen is groot, niet alleen omdat er steeds nieuwe technieken bijkomen, maar ook omdat mensen met een gerichte beroepsopleiding relatief beperkt inzetbaar zijn. Dat is het grote verschil met hogere opleidingen. Althans dat wás het verschil. Hoger opgeleiden waren breder inzetbaar, ze konden zich sneller aan gewijzigde omstandigheden en technieken aanpassen. Maar dat tijdperk ligt nu achter ons. Die doctorandussen waar mijn medewerker het over had, moeten nu ook terug naar school en niet alleen om met hun video te leren omgaan. En voor een deel gebeurt dat al. Zie bijvoorbeeld de vele postdoctorale opleidingen en het enorme cursus-aanbod van de Open Universiteit.

Ook hoger opgeleiden zullen dus tijdens hun werkzame leven hun kennis voortdurend moeten bijspijkeren. Maar dit is slechts de helft van de boodschap. De andere helft wordt meestal over het hoofd gezien. Ik doel hier op de initiële opleiding. Die is in veel gevallen te lang en te star. Levenslang leren is niet eerst een hele grote onderwijsstap maken en daarna een beetje bijleren. Nee, levenslang leren is stap voor stap de kennis uitbreiden en op niveau houden. We moeten niet denken dat levenslang leren ons initiële onderwijs en het onderzoek onberoerd laat en dat het alleen maar betekent dat we vaker onze kennis moeten verversen. Nee, ons hele onderwijs- en onderzoekstelsel zou wel eens ingrijpend kunnen veranderen. Ik zal daar nu iets langer bij stilstaan.

Bij levenslang leren past een minder grote nadruk op de initiële opleiding en de ermee verdiende titels

In onze samenleving wordt een te grote nadruk gelegd op het initiële onderwijs. Dat is niet erg zolang men na dat onderwijs ook aan de slag kan in het vak dat men heeft bestudeerd. Maar dat is steeds minder het geval. Het hoger onderwijs zit tot aan de nok toe vol met mensen die hopen op een goede baan. Maar de maatschappelijke vraag is anders en grillig. De werkloosheid onder hoger opgeleiden neemt toe. Dit kan tot soms trieste situaties leiden. Laatst zag ik op de tv een reportage over twee jonge vrouwen die kunstgeschiedenis hadden gestudeerd. Omdat er geen werk voor hen was, lieten ze zich omscholen tot computerprogrammeur. Wat een verspilling! Na een kostbare opleiding van 5 jaar een omscholingscursus volgen die ook met aanzienlijk minder tijd en geld bereikt had kunnen worden.

Het bureau McKinsey plaatste onlangs een grote advertentie waarin fysici werden gevraagd. McKinsey is op zoek naar talent, maar waarom zou dat talent ontwikkeld moeten worden door een kostbare universitaire opleiding in de fysica?

De maatschappelijke kosten, de verspilling, het individuele leed, ... dit zijn kenmerkend signaal waar in onze samenleving niet op wordt gereageerd. Integendeel. Het

‘hoger onderwijs voor velen’ blijft een politiek dogma. Veel variatie is er niet. Ik moet nog zien of de universiteiten na Utrecht van de mogelijkheid gebruik zullen maken om 3-jarige opleidingen aan te bieden; het probleem zal vooral ontstaan als sommigen wel en anderen niet tot de vervolgopleiding worden toegelaten. We zullen eraan moeten wennen dat een korte eerste opleiding een goede start op de arbeidsmarkt kan zijn en dat voor een dóórstart bijscholing of een extra opleiding nodig is. Maar dat gewenningsproces is nog niet eens begonnen. In Engeland daarentegen, wordt nu al gesproken over het verkorten van de *bachelors*-opleiding tot twee jaar!

Dat iemand er met een initiële opleiding nog lang niet is, dat zo’n opleiding een eerste stap is en meer niet, daar is onze samenleving nog lang niet van doordrongen. Dat is onder andere te zien aan het belang dat wordt gehecht aan titels. Terwijl de oude titels van gezet en meester nog slechts in enkele beroepen bestaan en in Nederland, anders dan in Duitsland, aan belang hebben ingeboet, heeft een academische titel nog steeds aanzien. Eerlijk gezegd vind ik het een beetje pijnlijk als ik zie dat heren van rond de vijftig en succesvol in het bedrijfsleven of de overheid, nog steeds de lettertjes d-r-s voor hun naam blijven zetten.

Een tijdje terug vroeg een man die zijn sporen ruimschoots had verdiend in het bedrijfsleven, of ik in de promotiecommissie zitting wilde nemen. Ik heb er met tegenzin in toegestemd, want wat mij betreft was hij in zijn werkzame leven al vijfmaal gepromoveerd, ook in de academische zin van het woord. Maar ja, hij wilde per se die doctorstitel behalen.

Ik heb wel eens gezegd, dat ieder bij zijn geboorte de doctorandus-titel zou moeten krijgen; dan zijn we van dat gezeur af. Een serieuzer voorstel is het volgende. Zou het aanbeveling verdienen om een maatregel in te voeren die erop neerkomt dat men een academische titel na 5 jaar automatisch verliest? Men verliest, zo zou ik me kunnen voorstellen, de titel tenzij men ten eerste kan aantonen dat men nog in het oorspronkelijke vak werkzaam is, en ten tweede door middel van een examen laat zien dat men op de hoogte is van de laatste ontwikkelingen in het vak. Een fysicus bij McKinsey raakt na 5 jaar zijn titel dus kwijt, maar in zijn geval is dat geen ramp; het feit dat hij bij McKinsey werkt, geeft hem voldoende status. Overigens worden in vele bedrijven geen academische titels gebruikt, tenzij ze functioneel zijn voor de buitenwacht of als men in de R&D werkzaam is. Voor een academisch geschoold socioloog die beleidsambtenaar Welzijn is bij een middelgrote gemeente, zal het verlies van de doctorandus-titel anders uitpakken.

Het kwijtraken van de titels voor de naam kan worden gecompenseerd door speciale titels die men ná de initiële opleiding door bewezen prestaties haalt en die achter de naam worden geplaatst. In mijn geval zou dat betekenen dat ik de titels dr.ir. voortaan weglaat en achter mijn naam twee titels plaats: FEng en CBIM; FEng staat

voor Fellow of the Royal Society of Engineering en CBIM staat voor Commander of the British Institute of Management, twee Britse officiële titels waar ik bijzonder trots op ben. Hetzelfde geldt, denk ik, voor een keurslager, een erkend predikaat dat men elk jaar in de praktijk moet bewijzen door kwaliteit, hygiëne, assortiment, versheid en vakmanschap.

Dames en heren, ik ben zo langzamerhand gekomen aan het tweede deel van mijn betoog waarin ik enige veranderingen zal noemen die mijns inziens gewenst zijn om een cultuur van levenslang leren ingang te doen krijgen. De eerste verandering heb ik al even aangestipt: levenslang leren vraagt om minder nadruk op lange initiële opleidingen en titels die een leven lang meegaan. Ik zal deze gedachte aanstonds kort uitwerken.

Vervolgens zal ik de rol van het onderzoek aan de universiteiten aan de orde stellen. Daarna komt het onderwijsaanbod van de instellingen ter sprake. Zou de onderwijsmarkt niet moeten veranderen van een aanbiedersmarkt naar een vraaggerichte markt? Daarbij speelt het volgen van alumni een belangrijke rol. Maar ook zal die markt minder gedomineerd worden door onderwijsinstellingen; ik zei het al aan het begin: Buiten de school valt veel te leren. Tot slot zal ik ingaan op de rol van de overheid en de verantwoordelijkheid van het individu.

Consequenties

Initieel onderwijs: variabel naar duur, inhoud en niveau

Een ideale onderwijsstructuur levert maatwerk. Onder maatwerk versta ik:

- een gevarieerd aanbod van (hoger) onderwijs dat is toegesneden op de talenten, de belangstelling en de ambities van de studenten;
- een gevarieerd stelsel van algemene vorming, beroeps- en onderzoekersopleiding en dat aansluit bij de behoeften van de arbeidsmarkt.

Maatwerk veronderstelt dus variatie. En dat kan heel goed gerealiseerd worden in een ‘hoger onderwijs voor velen’. Juist omdat er zovelen hoger onderwijs volgen, is variatie nodig. Opleidingen kunnen allereerst in lengte variëren. Waarom zou alles in vier jaar moeten? De een kan er makkelijk drie jaar over doen, de ander heeft door tekorten in de vooropleiding wat meer tijd nodig. Ook kunnen er verschillen in lengte tussen opleidingen zijn. Waarom zou een studie Rechten even lang moeten duren als een studie Japans/Chinees?

Opleidingen kunnen ook in oriëntatie verschillen. Binnen één studierichting kan

men denken aan een beroepsgerichte variant en een onderzoeksgerichte variant. De keuze voor één van beide zou bijvoorbeeld na de propedeuse gemaakt kunnen worden.

En tot slot kunnen opleidingen in niveau verschillen. Ik heb hier niet zozeer het verschil tussen HBO en universiteit op het oog, als wel de mogelijkheid om een opleiding binnen één instelling op bijvoorbeeld drie niveaus aan te bieden. Iemand die over een uitzonderlijk talent beschikt, kan een opleiding, of een module, op een hoger niveau volgen dan iemand die minder begaafd is. Dit kan ertoe leiden dat er ook meer differentiatie tussen universiteiten komt.

Variatie in lengte, oriëntatie en niveau. Dat is alleen al nodig om de half miljoen studenten in het hoger onderwijs iets te bieden dat past bij hun belangstelling, talenten en ambities. Het is vooral nodig als de hogescholen en universiteiten nog een rol van betekenis willen spelen bij het levenslang leren. Mensen die terugkomen naar het hoger onderwijs, willen geen standaardpakketje dat een of andere docent nog in de la heeft liggen. Het post-academisch onderwijs kan veel meer maatwerk leveren. Wat dat betreft ben ik benieuwd hoe de Open Universiteit gaat inspelen op de mogelijkheden die de nieuwe wet op de OU biedt voor het verzorgen van studiepakketten en modules voor de universiteiten.

In de discussies over de stelselherziening van het hoger onderwijs werd vooral gesproken over variatie ‘ná elkaar’, met name over een 3-jarige opleiding gevolgd door een 2-jarige kop-opleiding voor enkele geselecteerden. Mijn pleidooi komt er echter op neer dat er veel meer variatie *náást* elkaar moet komen. Een hoger onderwijs voor velen moet vooral een ‘hoger onderwijs *velerlei*’ worden.

Het onderzoek dient zich naar de variatie in het onderwijs te richten

Ik kom nu bij een heikel punt: de rol van het universitaire onderzoek. De AWT heeft in diverse adviezen benadrukt dat het onderzoek, voorzover gefinancierd uit de eerste geldstroom, er is voor het onderwijs. Deze boodschap heeft tot veel misverstand geleid. Vele geleerden hebben zich geschoffeerd gevoeld. Alsof de wetenschap niet een hoger doel diende: het ontdekken van de waarheid. De AWT is oppervlakkigheid verweten en wat niet al. Eén boosaardige stukjesschrijver in de NRC heeft de AWT er zelfs van beschuldigd aan de leiband van het grote bedrijfsleven te lopen.

Op deze plaats kan ik natuurlijk niet alle misverstanden wegnemen, maar ik wil wel een poging doen, niet om het gelijk van de AWT te halen, maar om te laten zien hoe levenslang leren de functie van het universitair onderzoek ingrijpend zou kunnen veranderen.

Universitair onderzoek staat ten dienste van het onderwijs. Dat is vrij vertaald het

ideaal van Von Humboldt van de ‘eenheid tussen onderwijs en onderzoek’.

Natuurlijk heeft het onderzoek diverse functies. Onderzoekers worden gedreven door nieuwsgierigheid. Ze willen de grenzen van hun vak verleggen. Prima! Dat komt de studenten alleen maar ten goede. Het garandeert weliswaar niet automatisch een goede didactiek, maar studenten moeten worden aangestoken door de onderzoekende houding van hun docenten.

Onderzoek, zo wordt beweerd, leidt uiteindelijk tot praktische toepassingen. Dat is op zichzelf waar, maar de weg van ontdekking naar toepassing is niet zo lineair. En vergis u niet, veel fundamentele ontdekkingen zijn niet tussen de muren van de academie gedaan, maar in de industriële laboratoria.

Universitair onderzoek kan helpen bepaalde maatschappelijke vraagstukken te verhelderen. Onafhankelijke wetenschappers kunnen kritiek leveren, nieuwe inzichten aandragen, de maatschappij een spiegel voorhouden. Ze vervullen een intellectuele functie, ze onderhouden het maatschappelijk vocabulair. Dat is zeker waar, maar buiten de universiteiten zijn ook anderen op dit terrein actief.

Universitair onderzoek is ook een doel in zichzelf. Het draagt bij aan het cultureel erfgoed van een samenleving, het is een onlosmakelijk onderdeel van een beschaving. Nederland behoort als beschaafd land zijn steentje daaraan bij te dragen.

Allemaal waar. Ik wil daar verder niets op afdingen. Maar waarom betalen wij belastingbetalers al dat onderzoek?

Gewoon omdat het hóórt? Jawel, maar dat argument zegt me niet hoeveel aan welk vakgebied of welke universiteit besteed moet worden.

Omdat onderzoek uiteindelijk tot toepassingen leidt? Jawel, maar nogmaals geeft me dat geen criterium in handen waarmee ik het ene vakgebied meer zou moeten geven dan het andere.

Omdat onderzoek de functie vervult van *l'art pour la société*? Jawel, maar het tijdperk van de mecenas is voorbij. Het maatschappelijk vocabulair wordt onderhouden door intellectuelen die schrijven in kranten en literaire bladen, door journalisten die bijlagen over onderwijs en wetenschap vullen of tv-documentaires maken, door geleerden die prachtige boeken schrijven die gretig aftrek vinden bij een groot publiek. Er is een markt voor de wetenschap, al is de vraag ernaar niet altijd koopkrachtig. Als u een pleidooi leest over het belang van de zuivere wetenschap en de noodzaak om van overheidswege subsidies te verstrekken, dan kunt u het woord ‘wetenschap’ moeiteloos vervangen door de schone kunsten, het traditionele ambacht, amateur-sport, reizende theaterfestivals, monumentenzorg, vertalingen van buitenlandse literatuur, gemeentelijke harmoniebands, enzovoort. Zo uniek en hoogstaand is de wetenschap niet. In dit verband wordt vaak een dichtregel van Lucebert misbruikt: "Alles van waarde is weerloos". Ik zeg "misbruikt", want een beroep op

het hogere is een intellectueel aandoende maar platvloerse manier van lobbyen. Liever sluit ik me aan bij de Tilburgse hoogleraar literatuurwetenschap, Hugo Verdaasdonk, die eens heeft gezegd: "Alles van waarde zij weerbaar."

De wetenschap kan diverse functies vervullen: tegemoetkomen aan de eeuwig menselijke nieuwsgierigheid, grenzen verleggen, studenten aanzetten tot een kritische onderzoekende houding, een bijdrage leveren aan praktische toepassingen, het reservoir aan kennis op peil houden, het geheugen van een samenleving levendig houden, verwondering opwekken en bewondering oogsten, lastige vragen stellen, en ... het weer voorspellen.

Maar hoe verdelen we de schaarse belastingcenten over de universiteiten? De AWT heeft een uiterst simpel maar degelijk doordacht recept: verbind aan één geldstroom één doel. Er zijn grofweg vier doelen te onderscheiden die het universitair onderzoek heeft. Daar horen dan ook vier geldstromen bij.

De eerste geldstroom is de grootste en omvat meer dan 2 miljard gulden. Die is bestemd voor het vrije academische onderzoek. Dat onderzoek geeft het onderwijs een academische leeromgeving. Dat wil zeggen, de grootte van die geldstroom is afhankelijk van de onderwijsinspanningen, bijvoorbeeld uitgedrukt in het aantal studenten en promovendi. De verdeelsleutel doet nu niet terzake. Hoe dat onderzoek precies wordt gedaan, welke vraagstukken worden onderzocht, is aan de onderzoekers. De situatie is vergelijkbaar met de sponsoring van een toernooi. De sponsor bepaalt hoeveel schakers en dammers hij wenst te betalen, maar hoe zij hun spellen spelen, daar bemoeit hij zich niet mee. Welnu, de studierichtingen zijn te beschouwen als de diverse Olympische sporten. De eerste geldstroom wordt over de disciplines verdeeld, maar hoe er wordt gespeeld, is aan de sporters om te bepalen.

De tweede geldstroom komt van NWO. Die belooft kwaliteit. Of het onderzoek maatschappelijk relevant is of dat het onderzoek het onderwijs ondersteunt, doet er niet toe. Alleen de kwaliteit telt. Wie veel kwaliteit heeft te bieden, krijgt veel geld van NWO.

Dan is er de derde geldstroom. Die komt van derden die kennelijk belang hebben bij het onderzoek. En wie betaalt, die bepaalt.

De vierde geldstroom komt van de overheid, of van de Europese Unie, die bepaalde onderzoeksgebieden die voor de toekomst van belang worden geacht, extra wil stimuleren.

Vier geldstromen, vier doelen. Maar dat betekent natuurlijk niet dat een professor maar één ding tegelijk mag doen. Als hij een interessant onderzoek voor derden heeft gedaan of dankzij NWO een promovendus heeft kunnen begeleiden, dan is het te hopen dat hij de kennis die hij daarmee heeft opgedaan niet op zijn werkkamer of zijn lab achterlaat als hij de collegezaal betreedt. Dat kán menselijkerwijs gesproken niet

eens. Waar het de AWT om gaat, is dat de geldschietters de universiteiten op één doel afrekenen. De minister van Onderwijs let erop of de omvang van de eerste geldstroom in overeenstemming is met de onderwijsinspanningen. Een faculteit die ruim in de onderzoeksmiddelen zit, betaald uit de eerste geldstroom, maar weinig studenten en promovendi trekt, daar moet nog eens nader naar gekeken worden. NWO let alleen op de kwaliteit. Een klant die een contract met de professor heeft gesloten, is alleen geïnteresseerd in het antwoord op zijn vraag. En de minister voor wetenschapsbeleid wil graag weten of zijn vierde geldstroom inderdaad heeft geleid tot meer belangstelling voor het vakgebied dat hij had willen stimuleren. Vier geldstromen, vier doelen. Simpel en helder. Vermenging van doelstellingen leidt tot onhelderheid, bijvoorbeeld als de Minister de eerste geldstroom óók wil gebruiken om er maatschappelijk relevant onderzoek mee te stimuleren. Als hij dergelijk onderzoek wil, dan moet hij daar maar een aparte pot voor vrijmaken.

Ziet u die geldstromen als bronnen die samenkomen in één rivier, de universiteit. Daar vloeien alle doelen van de geldschietters samen in een kluwen van functies. Derdegeldstroomonderzoek wordt hopelijk ook gebruikt om studenten vertrouwd te maken met de vraagstukken vanuit de samenleving. Tweedegeldstroomonderzoek zal ook het onderwijs ten goede komen; talent trekt immers talent. En het eerste-geldstroomonderzoek dat geacht wordt vooral het onderwijs ten dienste te zijn, heeft natuurlijk talrijke ‘bijproducten’. (In de industrie weet men overigens dat aan bepaalde bijproducten dik verdiend kan worden.) De AWT heeft wel eens de volgende metafoor gebruikt: een docent probeert zijn kennis over te brengen *in* de hoofden van zijn studenten, maar zijn hagelschot in de vorm van publicaties, discussiebijdragen, lezingen op congressen, uitvindingen, peer reviews, essays, debatten met collega’s en dergelijke, dat hagelschot gaat ook *over* de hoofden van de studenten heen richting samenleving.

Wanneer de AWT stelt dat de hoofdtaak van de universiteiten het afleveren van academici is en dat het onderzoek daaraan een bijdrage hoort te leveren, dan heeft de Raad het over die ene grote geldkraan van de minister van Onderwijs, de eerste geldstroom. De AWT blijft op het aambeeld van de eerste geldstroom hameren: universitair onderzoek is er voor het onderwijs. Kennis zit niet in de boeken, maar in de hoofden van mensen die die kennis verder kunnen brengen. *Kennistransfer über die Köpfe*.

Dames en heren, dit was een lange aanloop. Maar geloof u mij, het voorgaande was slechts een summiere samenvatting van de gedachtewisselingen die in de vergaderingen van de AWT hebben plaatsgevonden. Die aanloop was nodig, want als onder-

zoek en onderwijs zo onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn – en ik hoop u daarvan te hebben overtuigd –, dan kan en mag het onderzoek niet een eigen weg gaan los van het onderwijs dat, zo hoop ik duidelijk te hebben gemaakt, variatie behoeft om een stelsel van levenslang leren mogelijk te maken.

De onderzoekgebieden vallen niet langer samen met de studierichtingen. Vandaar dat het bestaansrecht van de universitaire vakgroepen ter discussie staat. Zelfs bij de organisatie van de faculteiten worden vraagtekens geplaatst, al zijn daarbij ook bezuinigingsoverwegingen in het geding. Interdisciplinaire, ja zelfs interuniversitaire, onderzoekscholen zijn tot stand gekomen. En sinds kort wordt er gedebatteerd over technologische topinstituten. Al deze organisatorische herrangschikkingen zijn te beschouwen als een uiting van onvrede over de starheid van het discipline gerichte systeem.

Aan de onderwijstkant zien we al jaren een groei van allerlei ‘kundes’: bedrijfskunde, vrije-tijdswetenschappen, onderwijskunde, technische bestuurskunde, techniek en maatschappij, sociale-verzekeringkunde, Japankunde, algemene letteren, Europese studies, enzovoort. Er is veel discussie over het academisch gehalte van deze studies. Vanuit de traditionele disciplines wordt er vaak op neergekeken en spreekt men van moderne opeenstapelingen van inleidingen. Ik meng mij niet in dit debat, maar meen wel dat de nieuwe studies in elk geval een kans moeten krijgen om tot wasdom te komen. Het onderzoek zou daar een bijdrage aan kunnen leveren. Want wat opvalt is dat de nieuwe studierichtingen multidisciplinair ingericht zijn, maar dat het onderzoek nog steeds langs disciplinaire lijnen is georganiseerd of – en dat lijkt me funester – op drift is geraakt en los van het onderwijs een eigen multidisciplinaire wetenschapsinterne combinatie heeft gekozen.

Ik zie een matrix-organisatie voor me. Sommige universiteiten zijn daar al mee bezig. Aan de ene kant zijn er de onderzoekscholen. Niet al het onderzoek zal overigens in die scholen plaatsvinden. Aan de andere kant komen er binnen de universiteiten ‘onderwijsscholen’ van de grond. Merkwaardige term eigenlijk, maar de gedachte is duidelijk. De ene school specialiseert zich in het onderwijs en de ander in het onderzoek en de onderzoekersopleiding. Beide scholen voeren een eigen management. Geen van de twee polen van de matrix heeft het echter voor het zeggen. Dat is in een matrixorganisatie voorbehouden aan het College van Bestuur of de faculteit. Als dat bestuur het beleid wil inrichten op het onderwijs, en van het levenslang leren zijn *core business* wil maken, dan zal het onderzoek in casu de onderzoekscholen zich daarnaar moeten voegen, evenals de onderwijsscholen. Een gevarieerd aanbod van opleidingen – naar studieduur, oriëntatie en niveau – vraagt om een aangepast aanbod van zowel het onderzoek als het onderwijs. De universiteit is te ver doorgeschoten naar een onderzoeksinstituut, ze zal zich moeten omvormen tot

een school waar de eenheid van onderzoek en onderwijs is hersteld en waar velen kunnen binnenkomen en kunnen terugkeren. Het lijkt me een uitdaging voor de Open Universiteit om in deze figuratie haar plek te vinden.

Van aanbiedersmarkt naar vragersmarkt: de vitale rol van alumni

De Overlegcommissie Verkenningen, de OCV, heeft haar eindrapport gepubliceerd. Daarin zijn allerlei verkenningen van vakgebieden samengebracht. Er is echter alleen naar prioriteiten voor het onderzoek gekeken. Die nadruk op het onderzoek en het veronachtzamen van het onderwijs is niet verwonderlijk, want de OCV stelt dat de universiteiten als hoofdtak hebben, en ik citeer: "Het doen van vooral fundamenteel wetenschappelijk onderzoek en het geven van daarmee verbonden wetenschappelijk onderwijs". U zult begrijpen dat ik de zaak liever zou willen omdraaien: de hoofdtak van de universiteiten is het geven van onderwijs en het doen van het ermee verbonden onderzoek. Het verschil lijkt subtiel, maar is het niet. Bij het verkennen van vakgebieden moet niet zozeer gezocht worden naar vraagstukken waar het universitair onderzoek zijn licht over kan laten schijnen. De universiteiten zijn er niet om de problemen van onze samenleving door onderzoek op te lossen. Anderen kunnen dat trouwens veel beter. Ze zijn ervoor om mensen op te leiden die die problemen kunnen oplossen. Onze samenleving zit niet te wachten op wetenschappelijke publicaties, maar op mensen. Dat die publicaties nodig zijn om die mensen op te leiden, en ook op zichzelf belangrijk zijn als bijdrage aan de wetenschap, mag er niet toe leiden dat we het onderzoek centraal stellen en het onderwijs als een bijproduct zien.

Dit betekent dat een universiteit meer zou moeten kijken naar de maatschappelijke behoefte aan afgestudeerden. Aan welke afgestudeerden bestaat behoefte en welk onderzoek is daarvoor nodig? Dát zou de centrale vraag moeten zijn. Nu is de onderwijsmarkt nog teveel een aanbiedersmarkt. Er worden studierichtingen aangeboden waar veel studenten op afkomen, in de hoop dat die studenten na afloop ook aan de slag kunnen. Maar of dat laatste ook echt het geval is, daar wordt nauwelijks op gelet. In ieder geval worden er geen consequenties aan verbonden.

Een hoogleraar kunstgeschiedenis vertrouwde me eens toe dat het eigenlijk immoreel is zoveel studenten op te leiden tot werkloosheid. Hij kon dat niet hardop zeggen, in het volle besef dat hij daarmee zijn eigen baan op de tocht zou zetten. En ook wist hij wel dat zijn universiteit nooit vrijwillig tot een studentenstop zou besluiten, maar een dergelijke stop was volgens hem wel nodig.

Zo diep zijn we kennelijk gezonken, dat we niet openlijk tegen elkaar durven te zeggen: tot hier en niet verder. Het is ook een teken van de cultuur van de initiële opleiding; na het behalen van een academische graad is men klaar. Daar houdt de

verantwoordelijk van de universiteit op. Daar begint gelukkig enige verandering in te komen. Tegenwoordig volgt bijna elke universiteit haar alumni. Er worden keurige registraties bijgehouden en er worden ontmoetingsdagen georganiseerd. Maar dat lijkt me niet voldoende. Er wordt nog geen systematische analyse gemaakt van de reacties van alumni.

In 1974 volgde ik in Harvard het Advanced Management Programme. Nog steeds krijg ik uitgebreide vragenlijsten. Harvard baseert zijn onderwijsbeleid op de reacties. Bij mijn weten gebeurt dat niet in Nederland.

Alumni worden een nog belangrijker bron wanneer de universiteiten zich meer gaan toeleggen op levenslang leren. Alumni geven immers signalen af over de veranderingen in hun werkomgeving en kunnen aangeven wat zij zelf, en hun collega's, aan kennis missen en hoe zij denken dat in die leemte kan worden voorzien. Mijn conclusie is dat een vraaggerichte onderwijsmarkt het niet kan stellen zonder de input van de alumni.

Er valt veel te leren buiten de school

In mijn inleiding gaf ik een korte uitleg van de titel van mijn voordracht. Weg van de school betekent weg zijn van de school. En het betekent dat levenslang leren vraagt om een aangepaste initiële opleiding die niet langer of zwaarder is dan strikt nodig; men kan immers altijd nog later naar school terugkeren. En 'weg van de school' betekent dat er buiten de school zoveel valt te leren. Op dat laatste ga ik nu nader in.

De UNESCO heeft onlangs een rapport uitgebracht onder de titel *Learning: The Treasure Within*. Het is geschreven door een internationale commissie onder leiding van de voormalige voorzitter van de Europese Commissie, Jacques Delors. In dat rapport worden vier pijlers genoemd waarop ons toekomstig onderwijs gefundeerd zou moeten worden: leren om de kennis, leren om te doen, jezelf leren kennen, en leren om met anderen samen te werken en samen te leven. De eerste pijler is al ruim schoots aan bod gekomen. Ik wil hier aandacht vragen voor twee andere pijlers: leren doen en leren samenwerken. De zelfkennis laat ik verder buiten beschouwing, maar deze zal door die andere pijlers zeker positief beïnvloed worden.

De lerende organisatie, studiehuisen, leren leren, leren in netwerken. Het lijken modieuze termen, maar ik neem de onderwijskundige concepten achter dit jargon serieus.

De heer Paijens van Nedap heeft eens voorgesteld een vak 'afkijken' op de scholen te introduceren. In zijn eigen bedrijf had hij zijn medewerkers gestimuleerd niet zelf het wiel uit te vinden, maar naar buiten te gaan, naar de vakbeurzen bijvoorbeeld, om daar de kunst van de concurrenten af te kijken. Dat gedrag zou volgens

hem al op school aangeleerd moeten worden.

Het voorstel van Paijens is geen grapje. De Adviesraad voor het Onderwijs, die inmiddels is opgeheven, heeft het concept 'leren in netwerken' geïntroduceerd: studenten die niet alleen lezen, luisteren en inloggen, maar ook te rade gaan bij vakmensen in de bedrijven, de adviesbureaus, de maatschappelijke organisaties en dergelijke. Niet alleen via stages, maar ook als onderdeel van leeropdrachten. Zo krijgen zij een gevoel voor de praktijk én de praktijk kan later hun antennes gebruiken in het innovatieproces. Zo snijdt het mes aan twee kanten: de studenten leren leren, ze weten wat er in het echte leven speelt, en het echte leven kan zijn voordeel doen met fris bloed dat kruipt waar het niet gaan kan.

Er gebeurt al het nodige op dit terrein: praktijksimulaties, leren in een proeffabriek, probleemgestuurd onderwijs, inschakelen van gastdocenten uit de praktijk, stages, praktijkopdrachten, (particuliere) cursussen met behulp van levensechte casestudies, groepsopdrachten, gebruik van nieuwe informatietechnologie, onderzoek of uitzoekwerk door studenten onder begeleiding van docenten ten behoeve van het MKB in de regio, excursies, gerichte bedrijfsbezoeken en dergelijke. Vooral in het HBO en het MBO worden steeds meer experimenten gedaan die in de buurt komen van het 'leren in netwerken'. Aan de universiteiten gebeurt op dit vlak naar mijn smaak nog te weinig.

Het leren in netwerken vergt niet alleen een totaal andere werkwijze van de leerlingen en studenten, ook de docenten zullen een omslag moeten maken. Ze zullen minder voor een hele zaal staan, ze zullen meer begeleidend te werk moeten gaan, ze zullen geen monopolie op hun vak meer hebben maar hun kennis in samenwerking met anderen binnen én buiten de school overdragen, ze zullen meer contacten moeten leggen met het afnemersveld, de werkgevers waar hun afgestudeerden terecht kunnen komen.

Vouchers

Hoe komen we nu tot een stelsel van levenslang leren? In dit verband wordt meestal direct het onderwerp *vouchers* ter sprake gebracht. Ik wil niet zeggen dat dit onderwerp niet belangrijk is, maar waarom moeten we het altijd eerst over de financiering hebben? Waarom praten we niet eerst over de herinrichting van het initiële onderwijs en de cultuuromslag die hiervoor nodig is? En waarom praten we niet over de rol van het onderzoek die onder een stelsel van levenslang leren totaal anders zal worden? En waarom praten we niet ook over de mogelijkheden om het 'leren leren' te stimuleren? Dat zijn volgens mij de belangrijkste inhoudelijke issues.

Maar goed, ik zal er toch niet omheen kunnen. De oplossing van een systeem van

vouchers of leerrechten ligt voor de hand. Momenteel wordt alleen post-leerplichtig onderwijs gesubsidieerd dat direct aansluit op het leerplichtig onderwijs. Wie later een opleiding wil volgen, moet in de regel zelf de kosten betalen, ofschoon de fiscus veelal via belastingaftrek kan bijspringen. De huidige bekostigingssystematiek belooft dus het direct volgen van een voortgezette opleiding; het uitstellen van de keuze is financieel niet aantrekkelijk. Wanneer echter mensen over leerrechten zouden beschikken – die enige tijd geldig blijven en óók verzilverd kunnen worden bij private onderwijsinstellingen – wordt de spreiding van de onderwijsvraag over het werkzame leven bevorderd.

Eerlijk gezegd heb ik het niet zo op vouchers. Ik geef toe, het is misschien een gevoelsmatig bezwaar. Ik zal u uitleggen waarom. Voor de oorlog had ik nog nooit snoep gegeten; daarvoor was geen geld. Maar tijdens de oorlogsjaren was alles op de bon. Het idee dat voedselbonnen ongebruikt zouden blijven, vonden mijn ouders zonde. Dus kreeg ik voor ‘t eerst in mijn leven snoep. Zal hetzelfde gaan gebeuren met de onderwijsvouchers? Zullen er mensen zijn die er gebruik van gaan maken, louter om het feit dat ze het zonde vinden om hun rechten ongebruikt te laten? Zal er misschien een levendige ruilhandel in vouchers ontstaan?

Toch moet ik toegeven dat een niet onbelangrijk voordeel van vouchers is, dat levenslang leren erdoor wordt bevorderd en dat de onderwijsvragende zich meer als kritische klant kan opstellen. Immers, de onderwijsinstellingen krijgen hun middelen niet direct van het ministerie in handen maar via de onderwijsvragende klant.

De verantwoordelijkheid van het individu, het bedrijfsleven en de overheid

De discussie over vouchers vind ik eigenlijk te beperkt. Hierdoor wordt alleen de overheid aangesproken. Ik zou het graag willen hebben over de drie partijen die in het geding zijn: het individu, de werkgever en de overheid.

Er zijn grofweg twee uiterste modellen te onderscheiden: het Angelsaksische en het Duitse. In de Angelsaksische wereld zien we het schrikbeeld van *hire and fire*. Bedrijven investeren nauwelijks in de scholing van hun werknemers. Waarom zouden ze ook; de werknemers blijven toch niet lang. Iemand in de VS die zich wil bij-scholen, moet er eerst lang voor sparen en vervolgens ontslag nemen om een opleiding te kunnen volgen. Aan de andere kant zien we het Duitse model, dat echter scheurtjes begint te vertonen. Ook in Duitsland ontkomt men niet langer aan de discussie over de collegegelden. En ook in Duitsland zien we dat bedrijven minder neiging vertonen in het duale stelsel van het beroepsonderwijs te investeren, een stelsel waar andere landen juist zo jaloers op zijn.

Hoe zal het in Nederland met de toenemende flexibilisering van de arbeid gaan?

Levenslang studeren

Groeien we toe naar meer individuele verantwoordelijkheid, meer eigen bijdragen en minder investeringen door bedrijven en overheid? Zullen we een goede balans weten te vinden tussen – wat Koning Albert noemde – de bekommernis op het individuele en die op het collectieve vlak? Het antwoord op deze vraag zal de toekomst ons leren.

Dames en heren, dat was voor u een hele zit. Maar een uurtje op een leven lang leren valt toch wel mee, niet? In ieder geval dank ik u hartelijk voor uw aandacht.

12. Roer in onderwijs moet om ¹

Jan van der Weide

Hoogleraren afschaffen en topspecialisten uit het bedrijfsleven op contractbasis les laten geven op universiteiten. Die suggestie uit de *Financial Times* is zo gek nog niet, vindt professor dr.ir. H.L. Beckers, voorzitter van de Adviesraad voor Wetenschaps- en Technologiebeleid. In ieder geval moet er snel veel veranderen.

Een rasechte Limburger. Hij spreekt vertederd over zijn ‘durpje’ en het bourgondische is zeer manifest aanwezig. Op zijn praatstoel verbaast hij door zijn oprechte opwinding die menig wetenschapper wellicht een beetje ongepast zal vinden. Als voorzitter van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT) heeft hij geen enkele behoefte overgenuanceerd te zijn om anderen te sparen. Hij spreekt recht voor zijn raap en maakt een zeer menselijke, oprechte indruk, zonder de pretenties van een bijna metafysische academische kennis.

Professor dr.ir. H.L. Beckers is dan ook vooral een man uit de praktijk, met de *commonsense* van de globetrotter uit de oliewereld. Daar wordt kort en bondig gesproken in een taal die door niemand is mis te verstaan. Vorig jaar haalde hij de landelijke pers met een diesrede voor de Open Universiteit waarin hij aanmerkingen maakte op ons huidige onderwijs. Wetenschap en technologie vallen of staan immers met onderwijs, een van zijn stokpaardjes. Beckers: “Ik herinner me mijn vroegere baas bij Shell. Ik was nog een jongeman en had iets voorgedragen bij de directie. Het antwoord kwam er op neer dat ze er nog eens over wilden nadenken. Ik raakte wat gefrustreerd. Mijn baas zei: ‘Hoe lang heb jij hierover gedaan? Een halfjaar? En nou verwacht jij dat de rest het binnen vijf minuten accepteert. Dat lukt niet’. Dat heb ik nooit vergeten. Als je na een aantal jaren terugkijkt, merk je: Verrek, er is toch iets van blijven hangen. Zoiets heeft zijn tijd nodig.”

¹ Vraaggesprek gepubliceerd in *Telecommagazine*, maart 1997, pp. 51-54.

In uw diesrede vorig jaar bij de Open Universiteit had u nogal wat aan te merken op het huidige onderwijs

Het gaat langzaam. Maar over de universitaire bestuursstructuur heeft minister Ritzen toch zijn nek uitgestoken. Meer in het algemeen, en over een langere periode, moet je vaststellen: vergeleken met de jaren zestig hebben we een hele sprong gemaakt. In de jaren zeventig riepen we: "Weg met al die troep!" We gooiden de kinderen met het badwater weg. Daar zijn we op teruggekomen. Het duurt heel lang, maar in Duitsland zitten ze nog altijd in dat oude gedoe van de jaren vijftig. *Herr Chef Professor Doctor*, en geef hem maar een naam. Wij zijn verder dan zij. Alleen zou je willen dat het vlugger ging.

Alle collega-professoren lijken het eens te zijn: er moet iets veranderen. Maar dan kom je in zo'n academisch aquarium en zie je er nauwelijks iets van terug.

Ik zeg altijd: Vraag een planner niet om zichzelf te plannen, en vraag een researcher niet om zichzelf te researchen. Mensen die research doen aan een universiteit zullen precies vertellen wat jij allemaal moet doen. Maar als ze naar zichzelf kijken, komen ze er niet uit. Dat geldt voor journalisten trouwens ook, hoor.

Toch wordt een hoogleraar nog steeds verondersteld een goed docent en een goed onderzoeker en een goed bestuurder te zijn. Een bijna onmenselijke combinatie van kwaliteiten die je slechts hoogst zelden aantreft in één persoon.

Het gaat erom: hoe kun je het systeem sneller veranderen? En dat is verrekte moeilijk. De AWT is een adviesclub met veel vrijheid. De regering had twee jaar geleden nog tweehonderd of meer adviescolleges. Die hebben ze eindelijk allemaal afgeschaft en daar zijn er tientallen voor in de plaats gekomen. Niet alleen waren het er te veel, bovendien had men de algemene indruk dat die raden een soort lobbyclubs werden waarin bepaalde belangen de boventoon voerden. Wij worden geacht leden te hebben op grond van deskundigheid, geen werknemersgeluid of werkgeversgeluid, of welk geluid dan ook. We hebben mensen uit het bedrijfsleven, uit de universitaire wereld en uit de overheid en semi-overheid.

Dat brengt u in een machtige positie; in de Tweede Kamer kom je nauwelijks een bèta-man of -vrouw tegen.

Hoeveel mensen weten hier, anno 1997, iets van techniek af? Er zitten er maar een of twee met een b- of bèta-achtergrond in de Tweede Kamer, geloof ik. Van Gelder van de PvdA en Lansink van het CDA. En die laatste probeert al vijftien jaar techniek hoger op de agenda te krijgen.

Het aardgas raakt een keer op en energie wordt duurder. Daaag glastuinbouw. De tomaten komen uit Italië of Spanje. Nederland zal het in de toekomst dus vooral moeten hebben van de export van kennis en diensten. Onderwijs zou de hoogste prioriteit moeten hebben.

De schoolopleiding is een eerste stapje. Ik kom uit een arbeidersfamilie. In mijn jeugd woonde in ons durpje een oude heer van rond de zestig. Hij weigerde voor 'die grote kapitalisten' te werken. Aan de andere kant was hij altijd jaloers op een paar mensen zoals ik die de kans kregen naar de hbs te gaan. Daar was zeker in zijn jeugd geen geld voor. Die man sliep op een hooizolder bij een boer of ergens anders op een kamertje waar hij bijna niets voor hoefde te betalen. Een dag in de week deed hij klusjes, behangen of zo. Dan had-ie genoeg geld voor brood en water om te leven, en de rest van zijn geld besteedde hij aan boeken lenen. Die man was fantastisch. Hij sprak vloeiend Frans, kende zijn klassieken.

De arbeiderswereld zat vol met zulk talent. Mijn vader was kraanmachinist, maar veel slimmer dan ik. Als hij de kans had gekregen, had hij er waarschijnlijk meer van gemaakt dan ik.

Wat gebeurt er nou de laatste dertig, veertig jaar? Vroeger gingen de knulletjes na enige vooropleiding direct de fabriek in om te werken. Zij werden daar verder opgekweekt. De Timmers werden de bazen van Philips of andere bedrijven. De gilde-achtige ervaring van een leerling, gezet tot meester, stort nu qua intellect totaal in. Die jonge jongetjes worden allemaal naar de universiteit gelokt.

Vandaar de bijna spreekwoordelijke inflatie van de academische titels.

Precies. Na drie, vier jaar als ze gaan werken, krijgen ze te horen: Joh, vergeet nou wat je hebt geleerd, begin maar opnieuw.

Als het onderwijs werkelijk nauwelijks aansluit bij de maatschappelijke realiteit denk je toch gauw aan gastcolleges van mensen uit het bedrijfsleven zoals in de VS?

Dat doen we nu ook. Het gebeurde vroeger ook wel, zij het sporadisch. Dat waren mensen die wel tien maal zo goed moesten zijn als de zittende docenten. Het gebeurde in een elitesfeer. Mijn baas bij Shell, mijn eerste baas op het lab, was een hts-er. Die is later professor geworden in Delft. Zonder titels – die man was tien keer zo goed als ...

Probeer maar eens die cultuur te veranderen. Tenzij je een revolutie kunt ontketenen met allerlei hiërarchische verschuivingen. Anders betekent dat de druppel op de steen, hoor. Het hangt in de lucht en het tikt. Niet alleen in Nederland tussen twee haakjes, je ziet het elders ook. In de Financial Times stond onlangs een verhaal met de strekking: privatiseer die universiteiten maar. Er werd gezegd: We moeten de

hoogleraren afschaffen! Je moet mensen op contractbasis een paar jaar hun specialisme laten doceren aan de universiteit.

Het universitaire establishment ziet minister Ritzen al aankomen.

Ritzen doet moedige pogingen. Hij kan ook geen ijzer met handen breken. Die man heeft tweeduizend intellectuelen tegenover zich staan. Ga er maar tegenaan.

Ik heb onlangs een discussie bijgewoond die ging over fundamenteel onderzoek. Iedereen had het over *l'art pour l'art* en over cultuur. Ik was de enige die opstond en zei: 'Dat fundamentele onderzoek is om goed onderwijs te geven'. Ik werd tegen de muur gezet, alle mitrailleurs werden op me gericht. Daar kun je dan wel tegen, maar je merkt plotseling dat tweehonderd topmensen, allemaal om hun eigen redenen, over je heen vallen. Of je zegt ik ben gek, of je bent overtuigd dat dit niet zo is. Maar dan heb je wel een taak voor je liggen. Ga die tweehonderd maar eens stuk voor stuk omturnen.

Als het gaat over het totale theater van het hoger onderwijs hebben ze het altijd over dat ene stuk: het onderzoek en de elite. Maar dat is slechts vijf procent van de universitaire studenten. Daar wordt de volle aandacht aan besteed, de andere 95 procent moet zo snel mogelijk weg met een papiertje. Daar ligt de fout.

Het is een elitaire discussie waarbij het universitaire establishment zich aan het ingraven is. Daarom kom ik terug op de VS.

Daar hadden ze geen gevestigde cultuur en konden van *scratch* beginnen. Dat waren allemaal pioniers. Bij ons wordt er altijd gepraat over het jaar zestienhonderd zoveel toen Pietje Puck, enzovoort ...

Als men in Nederland kijkt naar werknemers, co-workers, OR's. Dacht je dat er in Amerika veel over medezeggenschap gepraat wordt? Toen ik daar bij Shell kwam te werken, hadden ze net een reorganisatie achter de rug. Van de werkvloer tot de top hoorde ik overal dezelfde rechtvaardiging. Niet alleen hetzelfde verhaal, ik kreeg de theorie erachter en die was door hen zelf uitgevonden. Dat moet je in Den Haag bij een reorganisatie doen. Dan krijg je 360 graden verschillende meningen van 'hoe goed het is' tot 'hoe hartstikke stom'. Dat is Nederland. Als je in Amerika tegen iemand zegt: "Wat denk je er zelf van?", dan zegt-ie: "Dat doet er niet toe. Ik krijg een taak opgelegd en die voer ik uit."

Mensen die willen, kunnen in de VS later altijd terug naar de universiteit, al dan niet met een afgeronde vooropleiding. Het systeem lijkt vergevingsgezinder.

Onderwijzen is daar heel erg belangrijk. Dat moeten wij er hier nog in krijgen. Zo'n leraar vindt het leuk als er mensen komen. Hier wordt dat gezien als een last. De wis-

kundige die zegt: "Laat me nou met rust." Het beoordelingssysteem van zo'n docent is nu immers gebaseerd op een citatenlijst. Die wiskundige heeft dus wel wat anders te doen.

Wij hebben een hoogleraar in Leiden die zich er speciaal in verdiept hoe belangrijk een citatenlijst is. Afbreken die cultuur. Toen ik gepensioneerd was, ging ik ook een beetje les geven in Delft, in researchmanagement. Ik moest op een briefje invullen hoeveel artikelen ik had geschreven. Daar heb ik neergezet: volkomen onbelangrijk, weet ik niet. Wilt u misschien weten hoeveel octrooien ik heb? Daar kan ik wel antwoord op geven.

De citatenlijst is belangrijker dan het geven van goed onderwijs.

Er is een valkuil. Dit argument krijg je altijd naar je hoofd geslingerd: "Het is toch vanzelfsprekend dat wij er zijn voor opleiding, dat wij het altijd over onderzoek hebben, betekent niet dat wij onderwijs niet belangrijk vinden". Maar de praktijk leert heel iets anders.

Het vervelendste is dat ze zich daar niet allemaal van bewust zijn. Je hebt te maken met een establishment waar je doorheen moet breken. Als een academie-president een verhaal schrijft in de NRC over het belang van het vrije beoefenen van de fundamentele wetenschap, ga daar dan maar eens tegenin. Dan is de reactie: "*Who the hell are you?*" De president van de academie zegt 't toch'.

Ik raak er niet door gefrustreerd, hoor. Je ziet het namelijk overal. In India lieten ze me zien hoe machtig mooi ze bezig waren met nucleaire energie. Met nabouwen van dingetjes uit Amerika die ze uit elkaar hadden gehaald en weer opnieuw bouwden. Die werden opgeleid door het establishment in het Westen om goed te zijn op dat gebied. Terwijl de jongen die toevallig in Amsterdam op mijn lab had gewerkt, teruggegaan was naar New Delhi en daar een soort TNO-tje had neergezet voor het midden- en kleinbedrijf en er geen rooie stuiver voor kreeg. Maar die deed goed werk, die probeerde kleine maatschappijtjes omhoog te brengen. Daar moet India het wél van hebben. Dat is in het extreme aangeven van wat zich in Nederland ook voor doet.

De mentaliteit van het universitaire establishment verandert slechts moeizaam. Ze verdedigen hun eigen schuttersputje.

Toch vind ik dat ook wel democratisch. Als een paar mensen denken dat de maatschappij maakbaar is en dat ze wel even 'zullen', zeg ik: "Dan moet je wel eerst de meerderheid van de mensen overtuigen." Er gebeurde in de jaren zestig alleen iets omdat de grote massa er eigenlijk achter stond. Als die politici beginnen te merken

dat grote groepen mensen iets willen, gaan ze als een windvaantje om, want daar zitten de stemmen. En terecht.

Is het verplicht stellen van bijscholingsverlof of sabbatical van onderwijzers, docenten en hoogleraren niet uiterst urgent?

Dat komt wel. Het gaat alleen wat traag. U moet niet denken dat ik niet ongeduldig ben. Maar op lager niveau gebeurt dat al, als ik mag zeggen 'lager niveau'. Het zijn de universitair geschoolden die denken als ze eenmaal klaar zijn dat ze niets meer hoeven te leren. Ofschoon dat niet over de hele linie geldt. Bij een heel grote maatschappij, zoals Shell bijvoorbeeld, barst het van de cursussen, ook voor academici, die continue worden aangeboden.

Die mensen doen dat meestal tijdens het werk, ze worden er voor vrijgesteld. In het midden- en kleinbedrijf ligt dat al veel moeilijker. Daar moet men zich vaak noodgedwongen buiten de werkuren bijspijkeren, soms zelfs op eigen kosten.

Maar men gaat wel op alle fronten langzaam die richting uit. Dat geeft mij hoop. Ik zie het ook liever vandaag dan morgen. Je moet wel eerst de hele massa omdraaien. Ondertussen zitten wij met het probleem dat de onderwijzer het op z'n veertigste inderdaad nauwelijks meer kan bijbenen. Overigens niet alleen in het onderwijs, in het bedrijfsleven zie je precies hetzelfde. Dan komen die rotjochies. Eerst zeg je: Dat moet jij maar doen. Op een gegeven moment word je voorbijgelopen. Ga je dan maar eens even aanpassen.

Je moet een *driving force* vinden. Ik heb al jaren gezegd tegen die universiteiten: waarom maken jullie geen gebruik van het feit dat er bij de bedrijven altijd grote hoeveelheden geld wordt uitgegeven voor training, *in-house* training, dat ze eigenlijk liever zouden uitbesteden. Want dat is vervelend binnenshuis. Ik vond dat zelf ook bij Shell. Iedere keer moest ik weer een paar uur opdraven. Je zou van universiteiten verwachten dat over te nemen. Maar waarom zouden ze in de huidige situatie?

Dat zou tot hun takenpakket moeten behoren.

Als er een *squeeze* zou zijn, wat nu aan 't gebeuren is op die budgetten, gaan ze wel om zich heen kijken. Maar dat gebeurt nu nog zeer amateuristisch. De professor geeft in deze situatie hetzelfde college aan mensen met jarenlange praktische ervaring dat hij iedere dag geeft aan zijn eerste- of tweedejaars studenten. Zo gaat dat niet hè.

Dat is inherent aan het systeem. Neem interdisciplinair onderzoek dat bijna iedere keer, om wat voor reden dan ook, ergens vastloopt.

Omdat ze helemaal geen zin hebben in dat multidisciplinaire. Dan kun je wel dwang-

matig iets doen. Als je vergaderingen met ze belegt, zullen ze allemaal vertellen hoe moeilijk dat is. Dus je moet proberen een lont in die kont te krijgen. Doe je dat niet, dan kun je uren praten, en dat gebeurt dan ook. Die lui zitten hun plek op te vullen zodat ze een salaris krijgen en zich niet druk hoeven te maken. Je hebt een baan voor het leven. Dan ga je toch doen waar je mee bezig bent. Wat interesseert jou dat geouwehoer van Beckers.

Daar komt nu gelukkig wel wat verandering in. De salarissen zijn een beetje bevroren van professoren, althans met twintig jaar geleden vergeleken. Ik heb het niet over de mensen met hart voor de zaak. Die hoef je niet te overtuigen. Het gaat om degenen die niet zo gemotiveerd zijn en die een beetje dwang nodig hebben. Vandaar mijn pleidooi voor zo'n Engelse benadering. Je kunt een cursus geven aan de universiteit. Daar word je uiteraard voor betaald. Maar dat tijdelijk contract wordt steeds geëvalueerd. Volgens mij stimuleer je dan de motivatie. Wij hebben voorgesteld bij de AWT om eens serieus naar die mogelijkheid te kijken.

Je kunt mensen uitsluitend motiveren door hun portemonnee?

Daar ben ik heilig van overtuigd. Er zijn altijd uitzonderingen, er zijn ook mensen die werken voor niets. Ik heb mensen aan de universiteit gezien die de benen onder hun kont uitliepen. Die krijgen precies hetzelfde als de vent die gewoon in een hoekje gaat zitten. Dan kun je wel zeggen: Ik doe het uit liefde voor de mensheid... Ja, dank je wel hoor, daar geloof ik niet in. Als je op een gegeven moment iets erbij moet doen, loop je niet weg. Dan zeg je niet: ik krijg er niets voor dus dat doe ik niet. Maar als puntje bij paaltje komt laten ze het mooi afweten. We zitten toch allemaal met onze eigen ambities.

13. Meer uitvinders, minder ontdekkers ¹

Henk Tolsma

Minister Wijers vindt dat de R&D-infrastructuur en het bedrijfsleven twee gescheiden werelden zijn. Hoe heeft het zover kunnen komen en valt de kloof ooit te overbruggen? Prof.dr.ir. Harry Beckers, gepensioneerd directeur van Shell Research, bijzonder hoogleraar bedrijfskundige aspecten van onderzoek en ontwikkeling aan de TU Delft en voorzitter van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, laat er zijn licht over schijnen.

“Bedrijven doen aan research en development omdat het een additioneel wapen is in de concurrentiestrijd. Die industriële research is inmiddels zo’n honderd jaar oud; General Electric is een eeuw geleden als een van de eersten met een onderzoekslaboratorium begonnen. Het universitaire onderzoek is echter van veel oudere datum. Het industriële onderzoek is bij de meeste bedrijven opgezet door onderzoekers afkomstig van de universiteit. Die hebben ook de universitaire cultuur meegenomen, met veel nadruk op fundamenteel onderzoek en op publicatie van onderzoeksresultaten. De afgelopen vijftig, zestig jaar hebben in het teken gestaan van pogingen om daar los van te komen.

Medewerkers van onderzoekslaboratoria kunnen in drie groepen worden verdeeld: ontdekkers, uitvinders en ontwikkelaars. De ontdekkers doen fundamenteel onderzoek, in langjarige projecten, vaak alleen of in kleine groepen; ze beschouwen zichzelf allemaal als potentiële Nobelprijswinnaars. De uitvinders realiseren met behulp van bestaande technologie nieuwe toepassingen; ze laten zich sturen door nieuwe resultaten van fundamentele research of door bepaalde maatschappelijke behoeften. Ontwikkelaars realiseren en verbeteren producten, ze werken vaak in grote teams, dicht bij de markt. Je kunt een analogie maken met de bouw, dan wordt het nog wat duidelijker: degenen die in bouwkundige laboratoria nieuwe materialen ontwikkelen zijn de ontdekkers, de architecten zijn de uitvinders en de aannemers

¹ Interview gepubliceerd in het *Technisch Weekblad*, 17 januari 1996.

zijn de ontwikkelaars. Als minister Wijers zegt dat de R&D-infrastructuur en het bedrijfsleven twee gescheiden werelden zijn, dan heeft hij gelijk. Dat komt omdat die infrastructuur nog teveel in het stadium van de ontdekkers verkeert, het moeten meer ontwikkelaars worden. Ze moeten hun universitaire cultuur afschudden en meer opschuiven in de richting van de bedrijfscultuur.

De vraag is natuurlijk hoe ver dat moet gaan. Het kan ook te ver gaan. Als de klant teveel invloed krijgt kan de architect geen mooi huis meer bouwen. Hij moet een zekere ontwerprijheid houden, hij moet ook zijn eigen inzichten kwijt kunnen.

3M is een voorbeeld van waar die verschuiving te ver is gegaan. Toen een onderzoeker daar vrijwel in zijn eentje en min of meer bij toeval de kleine, gele Post-It blaadjes had ontwikkeld, werd de hele research omgegooid en opgezet in kleine, zelfstandige units. *Business Week* heeft er meerdere keren over gepubliceerd, dit zou het ei van Columbus zijn. Maar 3M is er behoorlijk van teruggekomen. Er deden zich al snel coördinatieproblemen voor: in plaats van één directeur, waren er ineens tweehonderd, met allemaal hun eigen wil, hun eigen inzichten en hun eigen budget.

Vijftig, zestig jaar is een mensenleeftijd, maar het is niet te lang voor zo'n cultuurverandering. Het is een kwestie van mensen overtuigen, of dat ze door ontwikkelingen in de maatschappij tot andere inzichten komen. Als het economisch slecht gaat, zal de druk op R&D om direct resultaten te leveren toenemen. Vaak is het ook gewoon wachten tot iemand met pensioen gaat.

ECN deed in het verleden veel onderzoek op nucleair gebied en had dus veel onderzoekers in dienst die op dat gebied waren opgeleid. Nu moet ECN onderzoek doen op het gebied van kolenvergassing en duurzame bronnen. Zo'n omschakeling gaat uiteraard niet van de ene dag op de andere. Het zal je trouwens als nucleair onderzoeker maar gezegd worden dat je research aan steenkool moet gaan doen.

U zegt dat het Philips in vijf jaar gelukt is de bedrijfscultuur en ook de research om te gooien. Ja, met het mes op de keel, dan kan het, maar meestal ontbreekt die druk.

Behalve naar de efficiency wordt ook steeds meer naar de effectiviteit van R&D gekeken. Bij Shell Research is al in de jaren vijftig het *customer contract* ingevoerd, waarbij de diverse afdelingen binnen Shell aangeven wat ze onderzocht willen hebben. Maar bijvoorbeeld bij Philips is het NatLab nog heel lang algemeen gefinancierd door de Raad van Bestuur. Pas de afgelopen jaren is daar ook het *customer contract* ingevoerd, maar Philips is daarmee een van de laatsten. Bij ICI, Pechiney en Siemens wordt het onderzoek al lang op basis van het *customer contract* gefinancierd. Het helpt ook als onderzoekers precies het doel van hun onderzoek kennen. Ik herinner me dat we ooit bij Shell Research de opdracht kregen op basis van het

Fischer-Trops process een methode te ontwikkelen om grote koolwaterstof moleculen om te zetten in kleine. Pas toen ons duidelijk werd dat dit betrekking had op steenkoolvergassing lukte het om het proces te ontwikkelen dat Shell en anderen nu in de praktijk toepassen.

In zo'n *customer contract* moet rekening worden gehouden met die driedeling ontdekken, uitvinden, ontwikkelen. Het *customer contract* moet nauwkeurig worden afgestemd op de belangen van het bedrijf, van de business aan de ene kant, en op het uitvoeren van onderzoek en ontwikkeling aan de andere kant. Je moet ook besluiten of je ze alledrie bij elkaar wilt zetten, zoals bij Shell, of dat je, zoals Philips, de ontdekkers en uitvinders in een laboratorium plaatst en de ontwikkelaars bij de productdivisies onderbrengt. Ook voor de researchleiding is die driedeling van belang. Een ontdekker moet vrij worden gelaten, hoewel je wel afspraken met hem moet maken, maar vaak krijgt hij niet veel meer dan de opdracht: ontwikkel iets nieuws. De leiding moet accepteren dat er misschien jarenlang niets bruikbaars uit zijn handen komt. De directe invloed van de business is hier het kleinst. Het bedrijf heeft al meer invloed op de uitvinder. Die moet onderzoek doen op het gebied van de *core-business* van zijn bedrijf. Het moeten enthousiastelingen zijn; het komt er op aan hier de juiste mensen voor te kiezen. Het werk van de ontwikkelaar wordt helemaal door business bepaald. Dit zijn mensen die demonstratie-eenheden opzetten en proeffabrieken runnen. Daar hoort een projectleiding bij.

De verhouding tussen de aantallen ontdekkers, uitvinders en ontwikkelaars ligt bij de meeste grote laboratoria in de orde van 1:3:9. Zo'n tien procent van de mensen doet aan *basic* research, 25 procent doet *exploratory* research en de rest doet ontwikkeling. In bedrijfstakken die aan het eind van hun levenscyclus zijn, is het aandeel basisresearch wat minder, in de farmacie is het meer.

Het midden- en kleinbedrijf kan zich nauwelijks R&D permitteren. Een klein bedrijf met een kleine markt heeft een korte tijdshorizon. Het duurt vaak vijf tot tien jaar voordat fundamenteel onderzoek enig resultaat oplevert. Voor kleine bedrijven duurt dat veel te lang. In kleine bedrijven zie je wel ontwikkelaars, die soms ook nog een beetje uitvinder zijn, maar ontdekkers zul je er niet aantreffen.

Voor ontdekkingen moet het MKB een beroep doen op anderen, universiteiten of TNO. Voor het MKB is het veel belangrijker om aan *technology assets management* te doen: waar haal ik onderzoeksresultaten vandaan, wat moet ik in huis halen, wie kan dat leveren?

Universiteiten moeten in de eerste plaats goed opgeleide mensen afleveren. In de tweede plaats moeten ze onderzoek doen aan het front van de wetenschap. Pas in de derde plaats kunnen ze onderzoek doen voor de industrie. Als een hoogleraar zeven-

tig procent van zijn tijd besteedt aan het laatste, zoals ik wel eens hoor, dan is dat verkeerd.

Aan de westerse universiteiten wordt iedereen opgeleid om ooit eens een Nobelprijs te winnen. Hoogleraren moeten veel publiceren om onder collega's aanzien te verwerven en mee te tellen, terwijl hun belangrijkste product toch eigenlijk de studenten zouden moeten zijn. Ze zouden vooral mensen moeten afleveren met de instelling van de uitvinder; niet de ontdekker zoals nu, en ook niet de ontwikkelaar, welke kant het nu wel eens dreigt op te gaan.

TNO ontwikkelt zich in de goede richting. Ook TNO maakt een cultuuromslag door. In de jaren zeventig had TNO als opdracht te werken aan grote technologische ontwikkelingen. Tien jaar later kregen ze de opdracht voor het MKB te werken. Zo'n omslag kost tijd en geld. In de financiering van TNO zie je overigens ook weer die driedeling: ze krijgen een algemene subsidie (ontdekken), doelsubsidies (uitvinden) en financiering via projecten (ontwikkelen). In het algemeen geldt dat het management van de publieke R&D zich in dezelfde richting ontwikkelt als die van de particuliere R&D, ze loopt alleen enkele jaren achter.

U vraagt naar de topinstituten. Van vijftig miljoen gulden per jaar kun je geen nieuwe instituten in aparte gebouwen opzetten. Bij EZ zitten ze inmiddels ook op de lijn dat ze beter bestaande instituten meer geld kunnen geven en wie er uit springt verder te ondersteunen. Ze kunnen het beste uitgaan van bestaande sterktes.

EZ kan wel roepen dat bedrijven meer aan R&D moeten doen, maar dat is nog maar de vraag. Bij kleine bedrijven is dat vaak helemaal niet op zijn plaats. Waar je op moet letten is het researchprofiel per branche. De farmacie geeft zo'n vijftien procent van de omzet aan onderzoek uit, in de polymeren-sector is dat niet meer dan één procent. Volwassen bedrijfstakken geven niet meer dan één à twee procent van de omzet aan R&D uit. Iedereen beweegt zich ten opzichte van de concurrentie in dezelfde bandbreedte. Shell let daarbij op Exxon en Mobil. Geven die meer uit aan onderzoek, dan volgt Shell. Gaan zij omlaag, dan Shell ook. Philips zit in de elektronica altijd nogal aan de hoge kant ten opzichte van concurrenten.

Waarom zouden we eigenlijk meer aan R&D moeten doen? Wat betreft de werkgelegenheid zijn we meer gebaat bij toename van het aantal arbeidsplaatsen in branches met een laag R&D-profiel. In plaats van alle kaarten in te zetten op groei van de R&D-uitgaven, zouden we beter het starten van nieuwe bedrijven kunnen stimuleren, liefst in sterk groeiende branches.

Bedrijven moeten zich steeds afvragen wat ze zelf willen onderzoeken en wat ze van buiten willen inkopen. Japanners zijn daar heel pragmatisch in. Die zeggen: "Wat je kunt kopen moet je niet zelf ontwikkelen, want dat is vaak heel duur." Ik ben eens bij

NEC geweest in hun laboratorium. Je komt daar binnen in een enorme hal vol *graduates*. Daaromheen glazen wanden met daarachter de laboratoria. Als die *graduates* bij NEC binnenkomen, krijgen ze te horen welke technologieën NEC nodig heeft. Ze moeten dan *desk research* gaan doen, dus vak- en octrooiliteratuur bestuderen. Ze krijgen daarvoor een bureau in die grote hal. Lukt het niet technieken te kopen, dan moeten ze het zelf ontwikkelen. Voor straf krijgen ze dan een plaats achter die glazen wand, zodat iedereen kan zien dat ze er niet in zijn geslaagd onderzoeksresultaten elders te vinden.

Men kan wel zeggen dat die Japanners nooit Nobelprijzen winnen, maar iedereen vergeet dat *basic research* hartstikke duur is. Japanse studenten worden ook veel meer opgeleid in de traditie van de ontwikkelaar dan van de ontdekker.

Er zal altijd een kloof blijven bestaan tussen R&D en bedrijfsleven. Daarvoor zijn de verschillen veel te groot. In onderzoekslaboratoria heerst een academische cultuur, in bedrijven heerst vaak een hele harde commerciële cultuur. Laboratoria werken voor de lange termijn, bedrijven kijken naar de korte termijn. Er zou al heel wat gewonnen zijn als vooral aan technische universiteiten de studenten meer als uitvinder en minder als ontdekker zouden worden opgeleid.”

Curriculum Vitae

Dr.ir. H.L. Beckers
Harry

Geboren: 16 februari 1931

Opleiding:

1955 Ingenieurs-examen technische natuurkunde, TU Delft
1956 Promotie in de technische wetenschappen, TU Delft

Functies:

1955-1964 Research Fysicus bij Laboratoria van Shell in Amsterdam en
 Rijswijk. Gebieden van onderzoek waren irreversibele thermo-
 dynamica, fysische technologie, reologie en verbeterde methoden
 voor winning van aardolie. Was begin van de jaren zestig gedurende
 een jaar werkzaam in Aken als medewerker van prof. Meixner,
 Universiteit van Rheinland-Westfalen.

1964-1970 Chef van de Afdeling Fysisch Onderzoek, later van de Afdeling
 Fysisch en Wiskundig Onderzoek

1970-1975 Chef van de Afdeling Planning and Strategic Studies, Group
 Planning van Shell, London

1975-1977 Hoofd Afdeling Organization van Group Planning, London,
 rapporterend aan de President Mr. G.A. Wagner

1977-1991 Group Research Coordinator van de Koninklijke/Shell Group,
 Den Haag

1979-1982 tevens Hoofd van de Afdeling Kernenergie en namens het Committee
 van Managing Directors verantwoordelijk voor de kernactiviteiten
 van de Group.

Harry L. Beckers

1991 Pensionering Shell

Daarnaast:

jaren '60 Bestuurslid van de Natuurkundige Vereniging en de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging
Lange tijd lid Raad van Bestuur van de Stichting FOM en vanaf
1978-1988 lid van ZWO, voorloper van NWO
1981-1989 Lid en later plv. voorzitter van de RAWB
1982-1988 Bestuurslid ECN, alsmede aantal jaren Commissaris van het UCN te Almelo
1983-1985 President European Industrial Research Management Association (EIRMA)
1985-1991 Eerste Voorzitter van Industrial R&D Advisory Committee (IRDAC) van de EC.
1986-1992 (Eerste) voorzitter Nederlands Forum voor Techniek en Wetenschap
1987-1994 (Eerste) voorzitter van het Research Instituut voor Kennissystemen (RIKS)
1989-heden Lid algemeen bestuur CARIM (Cardiovascular Research Institute Maastricht)
1990-heden Voorzitter Raad van Toezicht Academisch Ziekenhuis te Maastricht.
1991-1997 Bijzonder hoogleraar 'Bedrijfskundige Aspecten van Onderzoek en Ontwikkeling', TU Delft
1992-1993 Voorzitter Overlegcommissie Verkenningen (OCV)
1993-1998 Voorzitter Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT)
1993-heden Bestuurslid Hersenstichting Nederland
1994-heden Voorzitter Programmaraad Max Goote Kenniscentrum
1996-heden Voorzitter Industriële Adviesraad Onderzoekschool TRAIL

Foreign member of the Royal Society of Engineering, Engeland

1985 Ere-doctoraat van de Surrey University, Engeland

1987 Officier in de Orde van Oranje Nassau

