

1978

Voorstudies
en achtergronden

Techniek en wetenschap als basis voor industriële innovatie

Verslag van een reeks van interviews

W. M. de Jong

november 1978

INHOUDSOPGAVE

blz.

1. <u>Inleiding.</u>	1
2. <u>Opzet van de studie en werkwijze.</u>	3
2.1. Verantwoording van de auteur	5
3. <u>De resultaten.</u>	6
3.1. Elektrotechniek	6
3.1.1. Elektronische componenten	6
3.1.2. Van microprocessor tot computer	8
3.1.3. Toepassingen van de microprocessor	8
3.1.4. Automatisering van productieprocessen	10
3.1.5. Informatica	13
3.1.6. Communicatie	15
3.1.7. Verkeersregeling	17
3.1.8. Verspreiding van elektrotechnische kennis	18
3.2. Chemie, biochemie en biofysica	19
3.2.1. Katalyse	20
3.2.2. Recombinant DNA-techniek	21
3.2.3. Hydrogenase	22
3.2.4. Fotosynthese	23
3.2.5. Synthetische chemie : "molecular engineering"	24
3.2.6. Fotochemische en elektrochemische synthese	24
3.2.7. Bio-organische chemie	24
3.2.8. Enkele algemene opmerkingen - bulkchemie	25
3.3. Grondstoffen, energie en milieu	26
3.3.1. Grondstoffen	26
3.3.2. Energie	30
3.3.3. Milieu	32
3.4. Landbouw en visserij	33
3.5. Geneeskunde	37
3.5.1. De elektronika in de geneeskunde	39
3.5.2. Farmaceutische producten	40
3.6. De rol van TNO	41
3.7. Aspecten van industriële organisatie	43
3.8. Contacten tussen universiteit, hogeschool en industrie	47
3.9. Opleiding en onderzoek	50

1. INLEIDING

Het proces van verandering van een industriële structuur is zeer complex. Technische innovatie is slechts een onderdeel van dit veranderingsproces, dat ook organisatorische en andere componenten heeft. Deze componenten kunnen niet los van elkaar worden gezien.

Het begrip technische innovatie is niet scherp omljnd. In het kader van deze studie is het niet erg zinvol te trachten een goede definitie van technische innovatie op te stellen. In uiterste instantie zou men elke verandering in produkt en produktieproces, zowel in materie als in tijd, kunnen opvatten als technische innovatie. Een definitie die zich alleen richt op nieuwe, nog niet eerder toegepaste, technieken kan weleens grote problemen met zich meebrengen voor een goede beschrijving van veranderingen binnen de industrie. Terugkeer naar een ouderwetse, reeds eerder toegepaste, techniek in andere omgeving kan soms wel degelijk technische innovatie zijn. Dit kan vooral gelden als men spreekt over "appropriate" en "soft technologies".

Voor technische veranderingen is het gehele pakket van oude en nieuwe wetenschappelijke en technische verworvenheden van betekenis. Het merendeel van technische innovaties put ongetwijfeld uit kennis die reeds langere tijd voorhanden is. Het zou echter van een onjuiste waardering van de aard van een diffusieproces getuigen, indien men hieruit zou concluderen dat in het algemeen nieuwe kennis van minder groot belang is voor de structuur van de industrie op lange termijn. De huidige industriële structuur met haar hoog-technologische, elektronische, chemische en fysische productiecomponenten, voortgekomen uit eens nieuwe wetenschappelijke en technische kennis, getuigt van het tegendeel.

De toepassing van wetenschappelijke en technische kennis, hetzij door "technology push" hetzij door "demand pull" of beide, werd en wordt door velen gezien als zeer belangrijk voor de vooruitgang van en het welzijn binnen de samenleving. Tegelijkertijd wordt er echter ook door velen aan getwijfeld of een voortschrijdende technologische exploitatie van de natuur, in de meest brede betekenis, een weg zal openen naar overleving en welzijn op lange termijn. De waarde van voortdurende technologische exploitatie en groeiende industriële produktie staat ter discussie. Indien men concludeert dat een voor welzijn en voortleven noodzakelijk natuurlijk evenwicht bij een voortschrijdende technologische interventie niet in stand kan worden gehouden dan is òf terugkeer naar een pre-technologische samenleving òf een bewust management van de beïnvloeding van samenleving en natuur door techniek noodzakelijk. In het laatste geval moet de invloed van de techniek in de "goede" richting worden omgebogen. Kortom, de technologische interventie moet worden beheerst. Bij deze beheersing moet men niet alleen denken aan overheidsop treden, maar ook aan beïnvloeding door de industrie zelf en aan de via het marktmechanisme en het overheidsop treden tot uiting komende beïnvloeding door maat-

schappelijke groeperingen. Het is overigens goed hier te benadrukken dat vele kwalen van de huidige samenleving niet of niet alleen kunnen worden toegerekend aan technologische interventie en dat de techniek ook positieve bijdragen heeft geleverd. De beheersing van technologische interventie moet daarom worden uitgelegd als een bevordering van de positieve aspecten en een vermindering of eliminatie van de negatieve.

Bij beheersing door de overheid gaat het om het scheppen van een kader waarbinnen de techniek en de industrie zich redelijk vrij, indien nodig gesteund door de overheid, kunnen ontwikkelen al inspelande op de randvoorwaarden zoals die door de samenleving en de natuur worden gesteld. De vrijheid, die men binnen het kader van de "harde" randvoorwaarden aan de industrie voor haar ontwikkeling wil geven, is voor een groot deel afhankelijk van de gewenste samenlevingsstructuur en is daarom politiek bepaald. Bij het optimaal inspelen op de vaak nieuwe randvoorwaarden kunnen nieuwe wetenschappelijke en technische ontwikkelingen een grote rol spelen. Deze studie zal trachten hier enig licht op te werpen. Het gaat hierbij niet alleen om de techniek en wetenschap zelf, maar ook om knelpunten die deze ontwikkeling en dit optimale inspelen zouden kunnen belemmeren.

Bovengenoemde problematiek is duidelijk van belang op lange termijn, alhoewel actie hiervoor op zeer korte termijn noodzakelijk kan zijn. Een iets andere kwestie is wat Nederland, gezien de speelruimte die er binnen bovengenoemd kader mogelijk nog is en gezien de internationale ontwikkelingen op industrieel gebied, kan doen om zich in de internationale concurrentiestrijd te handhaven en, indien mogelijk en nodig, zich een voorsprong te verschaffen. Ook hier kunnen wetenschappelijke en technische ontwikkelingen, zeker als zij inspelen op "typisch Nederlandse eigenschappen" of tradities (voor zover deze bestaan), een rol spelen.

De complexe wijze waarop technische en wetenschappelijke ontwikkelingen vertaald kunnen worden in nieuwe processen en producten hangt sterk af van organisatorische en institutionele mogelijkheden. Ook hier zal, voor zover mogelijk, enige aandacht aan worden besteed; met name zal worden gekeken naar de rol van het onderwijs en naar de rol van TNO.

2. OPZET VAN DE STUDIE EN WERKWIJZE

De informatie die in deze studie zal worden gegeven is gebaseerd op een reeks van interviews met personen uit wetenschap en techniek.

De vragen die in eerste instantie bij bovengenoemd onderzoek zijn gesteld, zijn de volgende:

- a. Welke wetenschappelijke en technische gebieden zijn in beweging.
- b. Uit welke van deze of andere gebieden kunnen toepassingen voor de Nederlandse industrie voortkomen, met name gelet op specifiek Nederlandse toestanden en eigenschappen. Wat zijn de knelpunten hierbij (zie ook punt d).
- c. Wat zijn de bijeffecten van bepaalde ontwikkelingen. Welke ontwikkelingen in binnen- en buitenland kunnen de Nederlandse industrie en/of samenleving bepaalde voordelen geven of schade berokkenen.
- d. Zijn er bepaalde knelpunten aan te geven die een evenwichtige uitbouw van de industriële structuur ernstig bemoeilijken. Waar zou men in Nederland speciaal op moeten letten.

Het is duidelijk dat het stellen van vragen aanzienlijk eenvoudiger is dan het geven van goede antwoorden. Hier geldt dit in versterkte mate. Sommige van bovengenoemde vragen slaan in wezen op voor velen nog onoverzienbare toekomstige ontwikkelingen. Voor het beantwoorden van de meeste vragen is voorts niet een objectief waardenpakket beschikbaar, waartegen ontwikkelingen kunnen worden afgewogen. De antwoorden over mogelijke opties, bijeffecten en knelpunten zullen dan ook gekleurd zijn door het maatschappij- en wetenschapsbeeld dat de onderzoeker en geïnterviewde tijdens de periode van onderzoek hebben.

Bovengenoemde beperkingen treden echter op bij vrijwel alle toekomstgericht beleidsrelevant onderzoek. Ook al is de problematiek niet op exacte en objectieve wijze te onderzoeken, de resultaten kunnen naast die van andere studies van groot belang zijn voor het zo goed mogelijk opstellen van een innovatiebeleid of innovatiestrategie.

Voor de interviews is een keuze gemaakt uit de groep van beoefenaren van wetenschap en techniek binnen Nederland. Hierbij is rekening gehouden met industriële ervaring en wetenschappelijke status, zowel binnen als buiten Nederland.

Aan de te interviewen mensen werd geruime tijd van te voren een korte schriftelijke uiteenzetting van de studie gezonden. Elk interview werd ingeleid met een korte uiteenzetting van de plaats van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid binnen het overheidsapparaat en, nogmaals, van de opzet van de studie.

De interviews werden vrijwel alle afgenomen door Prof.dr. G.W. Rathenau, lid van de Raad in de eerste Raadsperiode en dr. W.M. de Jong, wetenschappelijk medewerker van het bureau van de Raad.

Een lijst van de geïnterviewde wetenschapsbeoefenaren volgt hieronder.

- zie lijst -

1. Prof. Drs. H.S.van der Baan	Chemische technologie	Eindhoven
2. Prof. Dr. G.A. Blaauw	Digitale techniek	Twente
3. Prof. Dr.Ir. J.L. Bordewijk	Transmissie van informatie	Delft
4. Prof. Dr. N.G. de Bruijn	Wiskunde	Eindhoven
5. Prof. Dr. L.N.M. Duysens	Biofysica	Leiden
6. Prof. Dr. C. Haas	Anorganische en analytische chemie	Groningen
7. Prof. Dr. J. Hamaker	Fysische milieubeheersing	Eindhoven
8. Prof. Dr. E. Havinga	Organische scheikunde	Leiden
9. Prof. Ir. A. Heetman	Telecommunicatie, informatieverwerkende technologie	Eindhoven
10. Prof. Dr.Ir. A.T.de Hoop	Theoretische electriciteitsleer	Delft
11. Prof. Ir. B.L. ten Horn	Techniek van de serie- en massafabricage	Delft
12. Prof. Dr. J. Kommandeur	Fysische scheikunde	Groningen
13. Prof. Ir. C.W.J.van Koppen	Werktuigbouwkunde, warmtetechniek	Eindhoven
14. Prof. Ir. J.L.de Kroes	Automatische telefonie, verkeerssignalering	Delft
15. Prof. Dr.Ir. S. Middelhoek	Elektrotechnische materiaalkunde	Delft
16. Prof. Dr. H. Postma	Fysische en chemische oceanografie	Groningen
17. Prof. Dr. A. Querido	Interne geneeskunde, endrocrinologie	Leiden
18. Prof. Dr. W.H.M. Sachtler	Heterogene katalyse	Leiden
19. Prof. Dr. J.F. Schouten	Perceptie- en informatieleer	Eindhoven
20. Prof. Dr. R.D. Schuiling	Geochemie en exp.petrologie	Utrecht
21. Prof. Dr. E.C. Slater	Fysiologische scheikunde	Amsterdam
22. Prof. Ir. J.in 't Veld	Industriële Organisatie	Delft
23. Prof. Dr.Ir. J.D.M. Verhagen	Meettechniek en instrumentkunde	Delft
24. Prof. Dr. A.A. Verrijn Stuart	Informatica	Leiden
25. Prof. Dr. J.J.A. Vollebergh	Leer der interne organisatie	Nijmegen
26. Dr. M.S.A. Vrijland	Industriële processen en producten	Twente
27. Prof. Dr. J.H.van der Waals	Experimentele natuurkunde	Leiden
28. Prof. Dr.Ir. K.R. Westerterp	Industriële processen en producten	Twente
29. Prof. Dr.Ir. C.T. de Wit	Theoretische teeltkunde	Wageningen
30. Prof. Ir. H.J. de Wijs	Economische geologie	Delft

De resultaten van de interviews zijn door de schrijver naar eigen inzicht zo goed mogelijk verwerkt.

De aldus verkregen verslaggeving is vervolgens naar alle geïnterviewden rondgestuurd voor commentaar.

Dit commentaar is verwerkt in de hier gepresenteerde uiteindelijke versie. De meningen weergegeven in deze nota zijn niet noodzakelijkerwijze die van de schrijver. De verantwoordelijkheid voor de keuze uit de vele informatie en meningen en de verslaggeving hiervan komen echter wel voor rekening van de schrijver.

Zoveel mogelijk is getracht de oorspronkelijke gedachten van de geïnterviewden te handhaven.

2.1. Verantwoording van de auteur

De schrijver is zich ervan bewust dat een onderzoek dat uitsluitend gebaseerd is op vraaggesprekken beperkingen kent. De noodzakelijke selectie van wetenschapsbeoefenaren en de samenvattende verwerking van een breedgeschakeerde verzameling van meningen kunnen leiden tot een niet in alle opzichten volledig en evenwichtig beeld van de mogelijkheden die techniek en wetenschap voor industriële innovatie kunnen bieden. De schrijver en de geïnterviewden zijn zich er verder van bewust dat in het proces van industriële innovatie vele factoren een rol spelen. Aan slechts één factor, namelijk de rol van techniek en wetenschap, wordt in deze studie ruime aandacht gegeven. Andere factoren zoals de beschikbaarheid van risico-dragend kapitaal, de storende werking van bepaalde marktontwikkeling en de maatschappelijke risico's van sommige innovaties worden slechts terloops behandeld.

Naast al deze factoren zal men zich bij het opstellen van een goed innovatiebeleid verder moeten beraden over de moeilijke vraag tot waar de overheid met haar beïnvloeding mag en kan gaan.

De schrijver is van mening dat voor het goed voeren van een innovatiebeleid gedetailleerde informatie nodig is. Deze studie bevat voor vele gebieden dergelijke informatie en kan daarom, alhoewel op een aantal punten nader onderzoek en nadere onderbouwing nog vereist is, een belangrijke bijdrage leveren. De Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid zal aan het opstellen van een innovatiebeleid de nodige aandacht geven.

De schrijver is dank verschuldigd aan de wetenschapsbeoefenaren, die met hun welwillende medewerking tijdens de interviewfase en het kritisch doorlezen van het eerste concept deze studie mogelijk hebben gemaakt.

De schrijver spreekt verder zijn dank uit aan Prof.dr. G.W. Rathenau onder wiens leiding deze studie is opgezet en uitgevoerd. Zonder zijn inspirerende optreden, waardevolle suggesties en enthousiasme zou de studie niet deze vorm hebben gekregen.

3. DE RESULTATEN

3.1. Elektrotechniek

Geen enkele technische wetenschap heeft een zo uitgebreide en directe invloed op het industrieel gebeuren en de samenleving als de elektronika. Mechanische werktuigen die meer geconcentreerd fysiek vermogen konden leveren dan de mens hebben de industriële revolutie mogelijk gemaakt. De elektrotechniek maakt het nu mogelijk naast dit fysieke vermogen ook intelligent vermogen in te brengen. Controle, beslissing en besturing, vaak bereikt na een ingewikkeld afwegingsproces, kunnen in vele gevallen door elektronische apparatuur worden overgenomen.

Het is dan ook niet zonder reden dat in deze studie uitgebreid aandacht is besteed aan de elektrotechnische ontwikkelingen. De nadruk hierbij is gevallen op de micro-elektronika, een gebied waaruit de belangrijkste toepassingen worden verwacht.

3.1.1. Elektronische componenten: enkele technische ontwikkelingen en mogelijkheden voor de Nederlandse industrie

Door de opkomst van micro-elektronische vervaardigingstechnieken heeft het begrip component een grote verschuiving ondergaan. Was vroeger een component nog een onderdeel met een enkele elektronische functie, nu spreekt men over componenten met meer dan 100.000 van deze functies samengebracht op een dun plaatje silicium niet groter dan een vierkante centimeter. Dergelijke geïntegreerde verzamelingen van functies noemt men wel geïntegreerde schakelingen (IC's, afkorting van integrated circuits).

De voortgaande miniaturisering van elektronische componenten is vooral succesvol door de daarmee gepaard gaande sterke daling van de fabricagekosten per elektronische functie. Een kostendaling treedt ook op in de toepassing. Een aantal factoren speelt hierbij een rol - door geïntegreerde schakeling op één enkele chip (plaatje silicium) worden vele externe verbindingen geëlimineerd.

Hierdoor ontstaat meer betrouwbaarheid en is minder onderhoud noodzakelijk;

- door de geringere afmetingen werken IC's sneller;
- IC-technieken sparen arbeid en materiaal;
- minder direct ruimte- en energieverbruik; door de laatste eigenschap kan ook met minder koelvoorzieningen worden volstaan.

De technologie van miniaturisering is nog ver af van de fundamentele grenzen die door natuurkundige wetten worden gesteld. Verdere verkleining zal vermoedelijk meer bepaald worden door economische grenzen.

De huidige trend is dat de complexiteit (aantal functies per oppervlakte-eenheid) van geïntegreerde schakelingen per jaar ongeveer verdubbelt. Deze schakelingen zijn langzamerhand zo ingewikkeld

geworden dat men bij het ontwerpen, vervaardigen en controleren van een nieuwe serie gebruik moet maken van het intelligente vermogen van de daarvoor ontworpen en gefabriceerde schakelingen. De huidige computer zou niet meer zonder computer gebouwd kunnen worden.

Verwacht wordt dat de fysica der vaste stof nog verder zal doordringen in de elektrotechniek. Belangrijke ontwikkelingen kunnen voortkomen uit spectroscopisch onderzoek naar dynamische coherente verschijnselen. In de jaren 80 kunnen nieuwe geheugentechnieken (magnetische bubbles, supergeleidende tunneljunction componenten en afleesmethoden met laser- en elektronenstralen) een belangrijke rol gaan spelen. Vervaardigingstechnieken die gebruik maken van elektronen- en laserstralen kunnen het aantal elektronische functies per oppervlakte-eenheid zeker nog met een factor 1000 doen toenemen.

Het theoretisch modelleren van halfgeleidercomponenten staat nog in de kinderschoenen. De mening bestaat dat men, gezien de geavanceerde kennis die reeds binnen Nederland aanwezig is, op dit terrein, zowel wetenschappelijk als industrieel, een voorhoede positie kan veroveren.

Als belangrijkste produkt van de micro-elektronika wordt genoemd de microprocessor.

Een microprocessor is een geïntegreerde schakeling die analoog is aan de centrale rekenkundige en logische eenheid van een computer. De potentiële toepassingen worden als zeer ruim beoordeeld en er is waarschijnlijk geen enkel ander produkt aan te wijzen dat het industriële en maatschappelijke gebeuren zo ingrijpend kan en hoogstwaarschijnlijk ook zal beïnvloeden als deze microprocessor.

Een typische microprocessor is niet groter dan een vierkante centimeter; door het samenvoegen van niet meer dan tien van deze chips is het mogelijk een ingewikkelde computer te maken.

Ongeveer 70% van de wereldproductie van microprocessoren is in handen van industrie die in de VS is gevestigd. De prijs van de vele verschillende uitvoeringen varieert momenteel van \$10 tot \$300. Deze prijzen dalen zeer snel, over de afgelopen jaren gemiddeld met 25% per jaar.

Het overgrote deel van de produktie wordt verricht door nieuwe bedrijven die aan het eind van de zestiger, begin zeventiger jaren zijn opgezet. Bestaande industriën waren bezig de reeds bestaande produktielijnen te gebruiken en hadden onvoldoende flexibiliteit om op grote schaal aan de competitieve markt van geïntegreerde schakelingen deel te nemen.

Voor wat de mogelijkheden voor de Nederlandse industrie op dit gebied betreft wordt gesteld dat, ook al kan Nederland niet overal in de voorhoede meelopen, de potentiële invloed van micro-elektronische produkten op de industriële processen en de markt zo overweldigend is, dat men er voor moet zorgen voldoende kennis en ervaring van hoog niveau in huis te houden respectievelijk te halen.

Door de grote penetratie van elektronika in andere gebieden kan het achterwege laten hiervan ook opties elders onbenut laten.

Elektronische componenten kunnen over het algemeen in andere landen goedkoper worden geproduceerd. De Nederlandse industrie is op dat gebied erg afhankelijk en daardoor kwetsbaar. Een terugval in de markt in de VS wekt vaak een sterk vergroot aanbod van Amerikaanse produkten op de Europese markt op tegen zeer gunstige condities. De Nederlandse industrie kan hiertegen moeilijk concurreren.

Toch wordt, ondanks de snelle ontwikkelingen in Japan, Korea en de Verenigde Staten, voor de Nederlandse industrie de elektronika wel als een optie gezien. Deze ligt niet zozeer in het zonder meer fabriceren van allerlei componenten maar eerder in het ontwerpen van "intelligente" apparatuur die zo goed mogelijk op de wensen en eigenschappen van de gebruiker is afgestemd. De optie ligt dus in het toepassen, het inbouwen van veelal door anderen gefabriceerde componenten. Op deze wijze kan men niet alleen gebruik maken van de beste in het buitenland vervaardigde componenten maar ook van speciaal voor dit doel binnen Nederland vervaardigde microprocessors. Op deze wijze houdt men kennis en ervaring op hoog niveau en speelt men in op de marktmogelijkheden voor Nederland.

3.1.2. Van microprocessor tot computer

In de computer hard-ware kan men, al naar gelang de complexiteit, drie niveaus onderscheiden:

- "main-frame" computer: dit zijn de grootste en de snelste machines. Zij kunnen een aantal uiteenlopende taken gelijktijdig uitvoeren en zijn onder andere zeer geschikt voor opslag van veel gegevens.
- mini-computer : meestal voor een bepaald soort toepassing (special-purpose) waar de grote capaciteit, flexibiliteit en snelheid van een main-frame computer niet nodig is.
- micro-computer : computer op basis van één of enkele micro-processor(en). Dit zijn relatief flexibele systeempjes die voor lage kosten standaardberekeningen uitvoeren. Een microcomputer van \$300 heeft overigens meer rekencapaciteit dan een grote computer van ongeveer 30 jaar geleden.

Voor wat de vervaardiging van grote computers betreft wordt gesteld dat de Nederlandse industrie "de boot heeft gemist". Het is niet te verwachten dat men nog tot de kern van de computerindustrie en markt kan doordringen.

Voor de kleinere special-purpose mini-computers worden echter wel mogelijkheden gezien.

3.1.3. Toepassingen van de microprocessor

De komst van de microprocessor is meer dan alleen maar een technische innovatie. Zoals reeds hiervoor is gesteld kan het invoeren van

dergelijke micro-elektronische componenten meer aspecten van het dagelijks leven beïnvloeden dan alle voorgaande computertechnologieën te zamen. In de meeste gevallen is de samenleving zich niet bewust van en ook niet voorbereid op de niet-technische invloed van deze microprocessor.

De microprocessor zal aanleiding geven tot een nieuwe generatie van "intelligente" instrumenten of apparatuur met vele en soms veelzijdige toepassingen. Reeds gedurende langere tijd wordt door de Nederlandse industrie kennis-intensieve wetenschappelijke, medische en industriële instrumenten vervaardigd waarin de microprocessor nog geen of voorlopig slechts een ondergeschikte rol speelt. Veel van die instrumenten zijn sterk gespecialiseerd en moeten worden aangepast, en niet alleen op ergonomische wijze, aan speciale wensen van de afnemers. Dit alles vraagt veel kennis. Deze reeds bestaande kennis kan van groot belang zijn bij het invoeren van de microprocessor in dergelijke apparatuur.

In het industriële produktieproces kunnen deze instrumenten de bouw mogelijk maken van grote "intelligente" machines die handelingen kunnen uitvoeren die tot nu toe te ingewikkeld waren voor automatisering. Van belang hierbij zijn numerieke besturing en bediening en controle op afstand (zie 3.1.4.).

De microprocessor maakt het ook mogelijk een stuk intelligentie in simpele, reeds lang bestaande consumentengoederen in te bouwen. Ingebracht in bijvoorbeeld de auto kan voortdurende de brandstof-toevoer en het ontstekingstijdstip worden geregeld en daardoor het brandstofverbruik en de vervuiling in belangrijke mate worden verlaagd. In de VS worden in sommige 1977-modellen reeds microprocessors gebruikt om te voldoen aan de "Federal emission standards". Ook zal voortdurende controle op remmen en sturing en ook het signaleren van obstakels in dichte mist met de microprocessors mogelijk worden.

De verwachting bestaat dat vele elektronische zaken in de huiskamer zullen doordringen. Via de telefoonlijn kunnen allerlei signalen worden verzonden die vervolgens op de televisie worden vertoond, zonder overigens normale gesprekken langs deze telefoonlijn te belemmeren.

Voor artsen zal het mogelijk zijn gegevens van hun patiënten elektronisch op te slaan en te organiseren. Belangrijke vooralsnog verborgen relaties tussen ziekteprocessen, leefgewoonten, geneesmiddelengebruik en dergelijke kunnen dan zichtbaar worden terwijl verder een meer op de persoon gerichte behandeling binnen het bereik komt. Hierbij is overigens wel een goede bewaking van gegevens van groot belang.

Echter, niet alleen de toepassing in bestaande kapitaal- of consumptiegoederen is belangrijk. Verwacht wordt dat de kleine "intelligente" elektronika een nu nog niet te overziene reeks van geheel nieuwe produkten zal doen ontstaan.

De microprocessor zal ook het industriële productieproces sterk veranderen. De invloed van het invoeren van op micro-elektronika steunende technieken op het arbeidsproces is nog onduidelijk. Veel werkgelegenheid kan worden gewonnen door het zelf vervaardigen van kwalitatief hoogstaande apparatuur waarin micro-elektronika is verwerkt. In een aantal sectoren, zoals de dienstensector waar vele administratieve werkzaamheden door "intelligente" elektronika kunnen worden overgenomen, kan een grote uitstoot van arbeid het gevolg zijn. Het totale effect zal afhankelijk zijn van de produktiestructuur.

De prijs van de apparatuur waarin micro-elektronika verwerkt is, zal, gezien de sterke prijsdaling van de logische eenheid, de microprocessor, voornamelijk bepaald worden door de periferie, met name de sensoren.

Deze sensoren, de detectiegedeelten van de apparatuur, hebben relatief weinig ontwikkeling doorgemaakt. Het is mogelijk een geheel nieuwe klasse van sensoren te ontwikkelen gebaseerd op dezelfde halfgeleider technieken die voor de informatieverwerkende apparatuur reeds worden gebruikt. Zulke sensoren worden silicium micro-transducenten (Silicon-micro-transducers, SMT's) genoemd. Ook hierin kunnen belangrijke mogelijkheden voor de Nederlandse industrie liggen. Kennis van hoog niveau op dit gebied is reeds binnen Nederland aanwezig. Enkele gebieden van toepassing van micro-elektronika zullen hieronder meer in detail worden besproken.

3.1.4. Automatisering van productieprocessen

Bij automatisering kan men globaal onderscheid maken tussen mechanisering, de automatisering van technische handelingen binnen een produktieketen, en automatisering van administratieve, informatieve en organisatorische handelingen. Aan de laatste vorm zal onder informatica afzonderlijk aandacht worden gegeven.

In Nederland zijn veel kleine bedrijven met een sterk fijnmechanisch karakter. Vele van de in deze bedrijfjes uitgevoerde productiegerichte handelingen kunnen in de toekomst veel goedkoper en vaak ook beter met behulp van micro-elektronika worden verricht. Dit kan tot gevolg hebben dat, indien men de produktieketen niet voldoende snel aanpast, de bestaanszekerheid van vele van deze bedrijfjes in gevaar komt met alle mogelijke gevolgen voor de werkgelegenheid en wellicht ook de kwaliteit van de arbeidsplaats.

Bij de produktie van vele goederen kan men onderscheid maken tussen "oerproduktie" - rechtstreeks vanuit het ontwerp - en "reproduktie" waar gebruik wordt gemaakt van een gereedschap als drager van de produktvorm. Fijnmechanische oerproduktie van consumenten- en kapitaalgoederen bestond al voor de opkomst van de grote science-based industrieën. De komst van het produktvorm dragende gereedschapswerktuig heeft mede voortgaande industrialisatie mogelijk gemaakt.

Bij oerproduktie van kapitaalgoederen in machinefabrieken, ontwik-

kelingswerkplaatsen en fijnmechanische industrieën wordt de technische tekening waarop de constructeur zijn ontwerp heeft vastgelegd doorlopend geraadpleegd. Het goed kunnen verwerken van de op deze tekening vastgelegde informatie vraagt van de uitvoerder vakmanschap hetgeen het werk veelal een hoogwaardig karakter zal geven.

De situatie in een massaproductiebedrijf voor consumentengoederen is vaak een geheel andere. De (re)productie, die plaatsvindt door middel van vormdragende gereedschappen, biedt, afgezien van het vaak hoogwaardige onderhouds- en bewakingswerk, grote maar, althans naar de mening van de werknemer, laagwaardige werkgelegenheid. Deze werkgelegenheid wordt momenteel in snel tempo weggemechaniseerd. Daarbij treedt ook een uitstoot op van moeilijk te mechaniseren onderdelen van het productieproces. Een voorbeeld hiervan is de verplaatsing van de moeilijk te mechaniseren assemblage naar ontwikkelingslanden. In sommige gevallen behoudt men de assemblage door deze te laten verrichten door buitenlandse werknemers.

In zowel de oerproductie als de reproductieve technieken dringen de natuurwetenschappen langzaam door.

Bij het fabriceren van de oervorm kan numerieke besturing (met behulp van micro-elektronika) worden ingezet, met name waar het gaat om het genereren met een hoge nauwkeurigheid van niet-eenvoudige oervormen.

Hierbij wordt overigens opgemerkt dat de rol van het gereedschaps-werktuig ook in deze nog lang niet is uitgespeeld.

Veel van de perifere apparatuur (mechanisch-elektrische sensoren, elektro-mechanische servomechanismen) blijft mechanisch.

Het inbrengen van deze numerieke besturing in het vervaardigen van de oervorm voor een reproductieve techniek kan de kwaliteit hiervan aanmerkelijk verhogen. Door het exact gedefinieerd zijn van de vlakken kan men nauwkeuriger het gedrag van het produkt berekenen bij blootstelling aan temperatuurschommelingen, schokken en dergelijke. Dit draagt bij tot een grotere betrouwbaarheid.

Nieuwe mogelijkheden voor de reproductieve techniek kunnen voortkomen uit onderzoek dat gericht is op deze grotere betrouwbaarheid, voorspelbaarheid en kwaliteit. Meer kennis van processen, machines en overdrachtsproblemen kan leiden tot een betere beheersing van de productieprocessen.

De micro-elektronika kan hierbij een grote rol spelen.

Numerieke besturing met behulp van een mini-computer is uitermate geschikt voor het op geautomatiseerde fijnmechanische wijze fabriceren van middelgrote series van kwalitatief hoogstaande produkten. Geometrische informatie kan met deze besturing snel en goed worden ingebracht, worden verwerkt en gecontroleerd. De inzetbaarheid van machines wordt naar grotere productieseries verschoven terwijl de starheid van sterk gemechaniseerde massafabricage in hoge mate kan worden weggenomen. Er is duidelijk sprake van een toenadering van de "oerproductie" die wordt gekenmerkt door het "in proces" toevoeren van produktinformatie en de "reproductieve" technieken waar de hele produktvorm en -samenstelling tevoren in de gereedschappen en machines is vastgelegd.

De verschillende fasen van numerieke besturing worden vaak aangegeven met CAD-CAM-CAT: Computer Assisted Design, Manufacture en Testing.

Eén van de technieken die numeriek bestuurd kunnen worden is de vonkverspaning. Een belangrijk punt hierbij is de "adaptive control" door middel van sensoren die de taak van de mens kunnen overnemen. Adaptive control in de mechanische fabricage is echter nog weinig ver gevorderd. De reden hiervan is o.a. het ontbreken van sensoren, die de voor elke denkbare storing relevante parameters kunnen opnemen en terugsignaleren.

Ontwikkeling van werkelijk goede sensoren die een soortgelijke gevoeligheid halen als de menselijke zintuigen is voor een goede controle van het productieproces noodzakelijk.

Bij het testen van het produkt (CAT) dient gebruikt te worden gemaakt van een automatische meetmachine die het voorwerp eerst in de optimale positie transformeert en daarna de afwijking van de gewenste vorm bepaalt. Ook hier kan door technische onderzoekcentra en industrie nog veel nieuw werk worden gedaan.

Bij de voortgaande automatisering dienen een aantal relativerende kanttekeningen te worden gemaakt. Reeds tientallen jaren wordt in vele sectoren een volledig geautomatiseerde produktieketen op korte termijn voorspeld. Een volledig geautomatiseerde produktieketen komt echter maar sporadisch voor.

Een reden is ongetwijfeld dat automatisering veel meer is dan het ontwikkelen van een reeks in serie geschakelde machines. In grote productieprocessen kunnen talloze dingen fout gaan en een niet-adaptief systeem verstoren. Een volledig adaptief systeem is ook met de huidige grote main-frame computercapaciteiten en de nog niet voldoende gevoelige sensoren niet te verwezenlijken.

De ontwikkelingen op micro-elektronisch gebied, met name de snel voortgaande techniek van de Very Large Scale Integration (VLSI) waarmee steeds meer elektronische functies op een silicium-oppervlakte kunnen worden samengebracht, kan echter leiden tot een aanzienlijke data-reductie en daarmee automatisering aanzienlijk versnellen.

Door de afwezigheid van goede sensoren zal voorlopig blijven gelden dat bepaalde handelingen, zoals patroon-herkennen bij gecompliceerde visuele objecten, beter door de mens kunnen worden verricht. Gezocht zal dan ook vaak moeten worden naar een optimale verdeling van arbeid over de mens en de machine. Welke deze optimale verdeling is, kan in vele gevallen slechts uit de praktijk blijken. Maatschappelijke aspecten die niet direct samenhangen met de produktieketen in kwestie zullen van grote invloed zijn op deze optimale verdeling. Aan deze maatschappelijke aspecten en de terugkoppeling daarvan op de technische mogelijkheden dient bij automatisering veel aandacht te worden besteed.

3.1.5. Informatica

Binnen de informatica kan men twee gebieden onderscheiden. Het ene gebied houdt zich bezig met de mensgebonden organisatie, het andere met de structuren van data en computertalen. In de eerste groep gaat het voornamelijk om de toepassing van de computer in de organisatie, het management om beslissingen te verbeteren. Een uiterste subgroep houdt zich bezig met de administratieve toepassingen van de computer.

De informatica wordt door velen gekoppeld aan de computer en de computer weer aan de wiskunde. Er is dan ook een neiging de informatica als discipline bij de wiskunde onder te brengen. De informatica richt zich echter niet alleen op de abstractie maar ook op de praktische ingenieursproblemen.

Er moet voor worden gewaakt dat niet één enkel aspect op de voorgrond komt te staan en de informatica niet wordt geplaatst binnen één enkele discipline. Zorg moet worden gedragen dat de informatica-opleiding voldoende nauw wordt gekoppeld aan die gebieden waarop toepassingen mogelijk zijn. In het bijzonder de ontwikkeling van de microprocessor en nieuwe ontwikkelingen op het gebied van aanverwante circuits maken het noodzakelijk de informatica een stuk interdisciplinair karakter te geven en de band met de wiskunde niet te overdrijven.

In de orde van 90% van het gebruik van de computer is business application, het verwerken van gegevens voor organisatie en bestuur. De rest, in de orde van 10%, betreft laboratoriumautomatisering, signaalverwerking (wetenschappelijk en industrieel), procesregeling en ondersteunend rekenwerk voor wetenschappelijk onderzoek.

Het informaticagebied is sterk in ontwikkeling. Op het gebied van de software (programmatuur), systeembeschouwingen is nog veel te doen. De Nederlandse industrie en onderzoekcentra zouden op dit deelgebied veel belangrijk werk kunnen verrichten.

Bij het onderzoek naar de software ontwikkeling is het soms nodig gebruik te maken van een speciale tak van de wiskunde om verder te komen, om te zien dat er wetmatigheden zijn. Van belang zijn correctheidsbewijzen voor programmatuur. Binnen Nederland is op dit gebied kennis van hoog niveau aanwezig. De problemen optredende bij de inpassing van de computer in de organisatie zijn en worden soms nog schromelijk onderschat. De samenleving kent een grote ingebouwde traagheid ten aanzien van deze hoog-technologische toepassing. Grote informatiesystemen moeten worden beheerd door mensen met kennis op technisch, wiskundig-wetenschappelijk en organisatorisch gebied. Aan deze eis is in de praktijk niet altijd voldaan.

In grote bedrijven is vaak een probleem de aanvaarding van automatisering door het topmanagement. Managers zijn gewoonlijk mensen die gewend zijn snel en intuïtief te moeten handelen. Een goede intuïtie kan grote voordelen bieden. Het is echter de vraag of degenen met

een dergelijke werkwijze geschikt zijn voor ondersteuning van een op juiste wijze invoeren van automatiserende informatiesystemen. Een andere instelling van managers kan wellicht worden verkregen door een ombuiging in de opleiding.

De houding van deze managers is echter slechts één van de vele factoren die belemmerend werken op een snelle automatisering. Men probeert vaak zaken te automatiseren die zich daarvoor niet lenen of die beter in een veel latere fase geautomatiseerd kunnen worden. Gezocht moet worden naar een (tijdsafhankelijk) optimum tussen de inbreng van menselijke arbeid en automatisering. De komst van de microprocessor en de microcomputer maakt het probleem van het zoeken naar dat optimum urgenter.

Ruwweg kan gesteld worden dat hoe groter een computersysteem is, des te meer fouten er worden gemaakt. Een steeds groter gedeelte van de tijd en mankracht moet worden gebruikt voor onderhoud en de opsporing van fouten. In een behoorlijk geautomatiseerd bedrijf blijkt men vaak rond de 40% van de tijd te besteden aan het zoeken naar fouten. Een bedrijf dat later automatiseert, kan gebruik maken van de ervaring van eerder geautomatiseerde bedrijven en een betere graad en vorm van automatisering kiezen.

Dit betekent dat een "follower" vaak vele voordelen heeft. Het kiezen van het juiste moment voor automatisering is een probleem van de eerste orde.

De komst van de microprocessor stelt hoge eisen aan automatiseringsdeskundigen. Een microprocessor heeft meer het karakter van een bouwsteen, het toepassen kan meer inzicht vragen.

Het is belangrijk mogelijkheden te scheppen voor het opbouwen van relevante deskundigheid.

De mening is naar voren gebracht dat het huidige opleidingspatroon deze mogelijkheden echter niet in voldoende mate schept. Te weinig is men gericht op het doe-niveau terwijl kennis en informatie van de universitaire opleidingen niet voldoende naar beneden doorstromen. Een aantal commerciële organisaties geven cursussen. Het betreft echter vaak een soort stoomcursussen die niet voldoende zijn om geïsoleerden voldoende kennis bij te brengen. Ditzelfde geldt voor hoorcursussen van enkele dagen aan Technische Hogeschool of Universiteit. De deelnemers gaan er vaak gefrustreerder vandaan dan zij gekomen zijn. Een oplossing zou kunnen worden geboden door de oprichting van een instituut van universitair niveau dat in staat is een volledige scholing op het gebied van informatica aan afgestudeerde academici en eventueel ook HTS-ers te geven.

Voor een verbetering van de opleiding dient voor een deel de inhoud van de programmatuuropleiding te worden omgebogen. Deze is nog te veel gericht op grote systemen.

Deze ombuiging maakt de leerstof niet essentieel moeilijker.

Een grote distributie van kennis zou ook via het televisiescherm kunnen worden verkregen.

Bij het bevorderen van de kennisuitwisseling tussen hogeschool en industrie of bedrijf kan een instituut als het TED (zie paragraaf 3.6.) een belangrijke rol spelen.

3.1.6. Communicatie

Moderne communicatie-apparatuur vraagt veel ingebouwde "intelligentie".

Micro-elektronische technieken en produkten zullen daarom in de communicatie een belangrijk afzetgebied vinden.

Tot nu toe hebben ze onder andere geleid tot de bouw en invoering in Nederland van computerbestuurde maar nog mechanisch schakelende telefooncentrales, toenemende datatransmissie voor bedrijfsdoeleinden en - zij het op bescheiden schaal - tot digitale transmissie van telefoongesprekken.

De voortgaande prijsdaling van micro-elektronika zal naar verwachting leiden tot invoering van microprocessoren e.d. in TV-ontvangers (teletext, still pictures) telefoontoestellen met display (viewdata, schrijftelefoon) en tot volledig digitalisering in de informatie-overdracht en routing.

De invloed die zal uitgaan van de invoering van glasvezelkabels is nog niet geheel te overzien. Maar het is al wel duidelijk dat men hieraan met kracht zal moeten werken, indien men de ontwikkelingen elders in wil halen of bij wil houden.

Het kleine gewicht, het geringe volume, de geringe gevoeligheid voor elektromagnetische storingen en de grote informatiecapaciteit wekken de verwachting dat met de glasvezelkabel overal waar nu telefoonverbindingen zijn aangebracht te zijner tijd beeldgeluidverbindingen gerealiseerd kunnen worden.

De door het beschikbaar komen van goedkope microprocessoren en (goedkope) glasvezelkabel mogelijk wordende "nieuwe diensten" vragen om uitvoerige multidisciplinaire systeemstudies.

Voor vele nieuwe diensten kan het zinvol zijn te starten met een proefintroductie op voldoende grote schaal om kinderziekte te verhelpen.

In Japan is bijvoorbeeld aan ongeveer 1000 mensen een glasvezelaansluiting voor inter-actieve informatie gegeven. Vele applicatieproblemen komen aldus naar voren, geven de industrie de mogelijkheid die te verhelpen en beschermen de maatschappij voor grootscheepse toepassing van negatief uitwerkende innovaties.

In het licht van de vele mogelijke vernieuwingen op het gebied van communicatie is het zinvol de rol van de PTT nauwkeurig te bezien. Om nieuwe opties optimaal te gebruiken kan het nodig zijn de PTT om te vormen of een nieuwe overleginstantie op het gebied van de telecommunicatie op te richten.

Op het gebied van satellietcommunicatie, grafische telecommunicatie en glasvezelcommunicatie bestaan in Nederland enkele studiegroepen met deelneming van de zijde van T.H.'s, PTT, TNO en enkele grote bedrijven. Deze studiegroepen zijn opgezet met de bedoeling te komen tot coördinatie en stimulering van de nationale inspanning

op de genoemde gebieden. Deze studiegroepen hebben tot nu toe weinig resultaat gehad. Dit wordt geweten aan een te grote mate van vrijblijvendheid van de partners en aan een gebrek van erkenning van overheidszijde.

De mening is naar voren gekomen dat de randvoorwaarden voor een nationale bundeling van inspanning niet onverdeeld gunstig zijn: een relatief grote elektronische en telecommunicatie-industrie met een relatief klein afzetgebied in het eigen land, een PTT die niet tot taak heeft exportbelangen mede te behartigen. Tijdens de interviews zijn de volgende voorbeelden naar voren gekomen die geacht worden bovengenoemde mening te ondersteunen.

Eerste voorbeeld:

Er wordt al jaren aan enkele Technische Hogescholen onderzoek verricht op het gebied van de satellietcommunicatie. Voor de export van vooral kleine grondstations zijn er naar het lijkt voor de industrie interessante mogelijkheden; de bouw van een eigen communicatiesatelliet wordt hiervoor als essentieel beoordeeld. Voor de Nederlandse PTT levert satellietcommunicatie met kleine grondstations echter geen rechtstreekse toepassingen op. De belangstelling van de Nederlandse PTT is derhalve gering.

Tweede voorbeeld:

Voor het per kabel distribueren van TV- en radioprogramma's (de omroepfunctie) is door de PTT voor toepassing binnen Nederland een goede oplossing aangeboden.

Aan één der T.H.'s is een systeem ontwikkeld dat enerzijds deze distributiefunctie kan vervullen maar daarnaast beter voorbereid is op nieuwe diensten.

De door de regering genomen beslissing waarbij aan Casema een monopoliepositie werd ontzegd heeft ertoe geleid dat ondanks vermoedelijk veel grotere toekomstmogelijkheden dit systeem niet wordt gesteund van PTT-zijde.

Toch kunnen systemen die zijn voorbereid op "nieuwe typen dienstverlening" van belang zijn voor onze exportpositie zowel ten aanzien van de "software"- als de "hardware"-industrie. Als gevolg hiervan heeft de betreffende T.H. aansluiting gezocht bij activiteiten in Duitsland.

Derde voorbeeld:

Aan de Delftse T.H. zijn systemen ontwikkeld om met behulp van kortegolfzenders of satellieten ver afgelegen gebieden met onderwijs te kunnen bereiken.

Voor de goede apparatuur kan een grote buitenlandse markt bestaan. Voorlopig zullen door de lage produktie-aantallen de systeemkosten vrij hoog zijn. Ook is onderzoek gedaan naar de simultane overbrenging van spraak en schriftelijke informatie via een bestaand telefooncircuit (schrijftelefoon).

Voor Nederlands werk op dit gebied bestaat vooral belangstelling in Engeland en Frankrijk.

De aandacht van PTT en NOS is met name gericht op de in Engeland ontwikkelde systemen "teletext" en "viewdata", waarmee allerlei informatie op het televisiescherm kan worden vertoond. Deze en analoge ontwikkelingen die gebruik maken van het bestaande telefoonnet betekenen dat er weinig reden is om het telexnet uit te breiden. Een gecoördineerde studie van teletext, viewdata enerzijds en telebord en schrijftelefoonsystemen anderzijds kan tot een eigen Nederlandse inbreng leiden.

Een algemeen probleem is hoe men de nieuwe ontwikkelingen op wetenschappelijk-technisch niveau aan de Technische Hogescholen kan doorgeven naar de industrie. Wellicht is een oplossing te vinden in het creëren van kleine spin-off industrieën. Communicatie en informatieverzorging en de daarop inspelende apparatuur lijken zaken te zijn die zich uitstekend lenen voor bedrijvigheid van kleine gespecialiseerde industrieën. Een moeilijkheid is echter dat vele bestaande kleine fabrieken geen goede kanalen hebben om de benodigde kennis zonder meer te bemachtigen. Enige steun in de beginfase van de kant van de overheid kan stimulerend werken, zeker gezien het feit dat de communicatiemarkt zeer sterk door de overheid wordt gereguleerd. Twee aspecten verdienen verder nog de aandacht.

De indruk bestaat dat door de grote onderlinge verwevenheid een aantal disciplines binnen de communicatie niet meer zelfstandig kunnen blijven voortbestaan. Met name wordt gepleit voor een sterke integratie tussen de zogenaamde switching en de transmissietechnieken.

Het tweede aspect betreft de talenuitgeverij. De internationale uitgeverij en de leermiddelen-industrie is in Nederland door de internationale instelling en het hoog ontwikkelde onderwijs dat eraan ten grondslag ligt van hoge kwaliteit. Onderzocht moet worden in hoeverre deze activiteiten door de geschetste innovaties worden beïnvloed, op welke wijze men hierop het beste kan inspelen en welke innovaties binnen deze industrie zelf bij behoud van kwaliteit mogelijk zijn.

3.1.7. Verkeersregeling

Verkeers- en vervoerssystemen hebben grote invloed op onze samenleving. Gezien de te verwachten toenemende verkeersdichtheid zullen in de toekomst nieuwe beheerstechnieken nodig zijn. Bij deze technieken zal men ongetwijfeld een intensief gebruik gaan maken van "intelligente" elektronika.

Verkeersregelsystemen moeten over het algemeen aan een chaotische vraag voldoen. Dimensionering van de ondersteunende computer op absolute zekerheid is in vele gevallen te duur, men moet zich beperken tot een dimensionering op waarschijnlijk gedrag. Dit betekent dat men zich richt op een gemiddeld verkeersgedrag en voor sterk afwijkende situaties parallelle noodprogramma's inbouwt. Aan het belangrijke vraagstuk van optimale dimensionering wordt in verhouding nog weinig aandacht gegeven.

Het railverkeer is geëigend voor vergaande automatisering. Bepaalde automatische beveiligingssystemen worden al met veel succes toegepast. Ook hier blijkt echter dat voor ingewikkelde situaties, bijvoorbeeld bij het binnenloodsen van treinen in een groot station, een op absolute zekerheid gericht systeem moeilijk te verwezenlijken is. Een soepele afwikkeling en maximale veiligheid vragen nog steeds een belangrijke inbreng van de mens.

Voor het wegverkeer zijn reeds een aantal regelsystemen ontwikkeld, met name voor snelheidssignalering. Bepaalde aan regelsystemen gekoppelde activiteiten zoals de bustaxi en de witkar worden belemmerd door zeer specifieke problemen. Bij de witkar is dit het redistributieprobleem terwijl bij de bustaxi dit het probleem van de "verweesde" oproepen is, die steeds worden overgeslagen omdat het gunstiger is om andere oproepen te helpen. Voor dit laatste probleem kan overigens een oplossing gevonden worden door de waardering van het ongerief sterker dan lineair te laten stijgen met wachttijd en omrijtijd.

Voor al deze systemen geldt dat een succesvolle introductie vaak alleen mogelijk is na een uitvoerige simulatie vooraf. Gedeeltelijk of totaal geautomatiseerde systemen voor semivrij verkeer (bijvoorbeeld busbanen) en niet-vrij verkeer (piggyback systemen) vragen nog veel onderzoek en de ontwikkeling van goede regelsystemen.

Nederland als dichtbevolkt land met een intensief weg-, spoor-, water- en luchtverkeer heeft groot belang bij de ontwikkeling van goede verkeersregelsystemen. Ervaring hier opgedaan kan de industrie belangrijke exportmogelijkheden bieden.

Het ontwikkelen van goede regelsystemen vraagt een samenwerking van vele disciplines. Niet alleen de techniek is belangrijk maar ook het gedrag van de gebruiker. Normalisatie van voorschriften op bijvoorbeeld Europees niveau is van groot belang voor het op elkaar aansluiten van bepaalde toekomstige regelsystemen.

Aan verkeersplanning dient voldoende aandacht te worden besteed. De indruk bestaat dat deze planning teveel is verdeeld over kleine diensten. Hier en daar is duidelijk behoefte aan meer wetenschappelijk onderzoek. Bijvoorbeeld naar het in- en uitstroomgedrag bij parkeergarages en naar een veilige wegsignalering.

3.1.8. Verspreiding van elektrotechnische kennis

De snelle ontwikkeling van de micro-elektronika en de te verwachten ruime toepassing hiervan vraagt een ruime verspreiding van kennis op dit gebied. In het voorgaande is op het belang hiervan reeds gewezen.

Binnen de Technische Hogescholen is veel kennis op micro-elektronisch gebied aanwezig. Bepaalde aspecten zouden echter nog meer aandacht kunnen krijgen. Met name wat betreft de beveiliging van data-opslag en de privacybewaking. In de Verenigde Staten blijkt een groter gebruik van de computer voor opslag gepaard te gaan met een vrij sterke toename van allerlei soorten fraude. De huidige be-

wakingssystemen werken niet optimaal. Een ander punt van aandacht bij de opleiding aan de hogeschool is de samenwerking tussen verschillende gebieden. Bijvoorbeeld het ergonomische aspect is voor een goede toepassing van ingewikkelde micro-elektronische apparatuur van groot belang.

Zoals reeds gezegd is de verwachting dat de fysica der vaste stof nog verder zal doordringen in de elektrotechniek. De vraag is of het huidige hoger onderwijs hierop voldoende is ingesteld. De indruk bestaat dat het wiskundig gereedschap, dat voor een aantal ontwikkelingen nodig is, in de Nederlandse opleiding niet altijd voldoende aandacht krijgt. Een stimulering van de toegepaste wiskunde lijkt op bepaalde gebieden op zijn plaats.

Een probleem is de overdracht van kennis op het gebied van de geïntegreerde schakelingen naar de kleinere bedrijven en industrieën. Het, wellicht tijdelijk, opnemen in deze bedrijven van ter zake kundige ingenieurs zou een gunstige invloed op de kennisoverdracht kunnen hebben.

Er is duidelijk behoefte aan een goed niet-commercieel instituut dat deze bedrijven en industrieën kan helpen. In dit kader is geconstateerd dat de micro-elektronische kennis binnen TNO en de overdracht van wat wel aanwezig is op dit gebied onvoldoende zijn. Een nieuw TED zoals voorgesteld in paragraaf 3.6 van deze studie zou echter het bestaande vacuüm kunnen opvullen. Het gaat om de mensen in de praktijk voldoende kennis bij te brengen om micro-processoren te kunnen samenbouwen en aldus te kunnen toepassen.

3.2. Chemie, biochemie en biofysica

De chemie neemt in de huidige theoretische en experimentele opzet in vele opzichten een centrale plaats in tussen andere wetenschapsgebieden zoals de natuurkunde, de biologie en de medische wetenschappen. Naast het verwerven van kennis en inzicht in de eigenschappen en het gedrag (chemische omzettingen) van stoffen heeft de scheikunde ook een uitgesproken creatief element: de chemische synthese. Hierdoor kan zij veel stoffen maken die voor wetenschappelijk onderzoek binnen de chemie zelf, in de fysica en de biologische wetenschappen alsook voor industriële toepassing kunnen worden gebruikt.

Behalve uit de klassieke hoofdgebieden, de anorganische en de organische chemie, kunnen ook uit de randgebieden zoals de biochemie, de fysische chemie, de fotochemie enz. belangrijke innovaties verwacht worden.

De chemische industrie heeft zich in Nederland gedurende de naoorlogse periode snel weten te ontwikkelen en zo een aanzienlijke bijdrage tot de welvaart geleverd.

In Nederland zijn researchcentra van een aantal wereldconcerns gevestigd. Daarnaast zijn een groot aantal middelgrote en kleine chemische bedrijven actief.

Door de diversiteit in onderzoek en mogelijke toepassingen zijn de ontwikkelingen binnen de chemie en haar randgebieden niet alleen

van belang voor de chemische industrie. De energievoorziening, de grondstofvoorziening, de gezondheidszorg en de milieubeheersing zijn slechts enkele voorbeelden van gebieden waar de chemie een grote invloed op kan hebben.

Het is wellicht zinvol er hier weer op te wijzen dat voor de uitbouw van industriële activiteiten meer nodig is dan belangrijke wetenschappelijke ontdekkingen. Men zou zelfs kunnen stellen dat de chemische industrie in ons land evenzeer groot is geworden door de Nederlandse handelsbegaafdheid als door technische begaafdheid. Maar dit betekent dat indien men technisch in de frontlijn weet mee te lopen, men met deze handelsbegaafdheid een voorsprong kan nemen. Naar het zich laat aanzien zullen vele toepassingen van de hedendaagse chemie producten en systemen opleveren die redelijk kleinschalig zijn, zowel in toepassings sfeer als in produktiegrootte. Dit impliceert dat de voor een land met kleine thuismarkt zo vaak optredende nadelen van een "leadership" bij de ontwikkeling van grote en ingewikkelde systemen hier, althans voor zover het zich laat overzien, een veel minder grote rol zullen spelen. Ook dit maakt het selectief inspelen op deze ontwikkelingen aantrekkelijk. Hieronder wordt aandacht gegeven aan enkele gebieden die in het middelpunt van de belangstelling staan. Deze gebieden lopen in elkaar over en moeten slechts worden gezien als illustratie van de ontwikkeling binnen de chemie.

3.2.1. Katalyse

Katalyse is een proces waarbij men met behulp van bepaalde stoffen, de katalysatoren, chemische reacties op een bepaalde gewenste wijze laat verlopen. Deze katalysatoren maken het mogelijk de snelheid van chemische reacties te verhogen, chemische reacties die anders niet zouden verlopen toch te laten optreden, de selectiviteit van de reacties te verhogen, dit alles zonder dat de katalysator wordt verbruikt. De katalysator is dus een hulpstof die, in het ideale geval, niet in het eindprodukt is terug te vinden.

Het onderscheid tussen homogene (katalysator één fase met de reactanten) en heterogene (katalysator afzonderlijke fase) katalyse is hier van weinig belang, beide vormen van katalyse worden als veelbelovend beoordeeld.

Katalyse speelt een beslissende rol bij allerlei industriële processen die alleen met behulp van een katalysator op economische wijze uitgevoerd kunnen worden. Zeker 90% van de industrieel-chemische processen wordt gekatalyseerd.

Naast het op economische wijze laten verlopen van vele chemische processen kan katalyse van groot belang zijn bij:

- energiewinning, opslag en transport

Hierbij kan men denken aan omzetting van steenkool in vloeibare en gasvormige koolwaterstoffen.

- energiebesparing

De verhoogde activiteit door katalysatoren kan een verlaging van de temperatuur van het reactiemengsel mogelijk maken terwijl

verder door de selectieve werking er minder scheidingsenergie nodig kan zijn om de gewenste stof te verkrijgen.

- grondstofbesparing

Door het selectief verlopen van de reacties zal minder grondstof worden verbruikt. Verder kan katalyse benutting van afvalstoffen op economische wijze mogelijk maken.

- milieubeheersing

Bovengenoemde selectiviteit geeft minder afvalstoffen.

Hierdoor kunnen wellicht veel vermindingskosten die minder goed aangepaste processen acceptabel moeten maken worden ontlopen (zie wat dit aspect betreft ook punt 3.2.7: bio-organische chemie).

Op het gebied der katalyse is in Nederland, op universiteiten en hogescholen en enkele grote industrieën, reeds veel op hoog niveau staande kennis aanwezig. Het Nederlandse onderzoek op dit gebied heeft internationaal een zeer goede naam.

De indruk bestaat dat, met uitzondering van de chemische takken van de aardolie-industrie en de eetbare-olieënindustrie, de Nederlandse chemische industrie meer aandacht zou kunnen besteden aan katalyse-onderzoek.

Op de Nederlandse universiteiten richt men zich bij het onderzoek vooral op de bestudering van de fundamentele problemen. Door het begrijpen van de activiteit en selectiviteit denkt men te kunnen komen tot optimale katalytische werking.

De aard van de problematiek vraagt zowel chemische als fysische inbreng.

3.2.2. Recombinant DNA-techniek

De recombinant DNA-techniek houdt zich bezig met de beïnvloeding, het recombineren van het genetische materiaal dat ligt opgesloten in cellen van levende organismen - dieren, planten of bacteriën. Met deze techniek zal het met grote waarschijnlijkheid mogelijk zijn cellen op een efficiënte en goedkope wijze vele belangrijke organische stoffen te laten produceren.

In het najaar van 1977 is het met behulp van deze techniek gelukt bepaalde bacteriën een hormoon (somatostatine) te laten produceren. In korte tijd werd uit een cultuur van slechts enkele liters evenveel hormoon aangemaakt als men bij het bekend worden van dit hormoon wist te onttrekken aan een half miljoen schapenhersens. Dit is slechts een illustratie van de vele revolutionaire technische mogelijkheden die de recombinant DNA-techniek kan bieden.

Ondanks de veelbelovende vooruitzichten moet toch vermeld worden dat een techniek die genetisch materiaal manipuleert gevaren in zich kan bergen. Het is waar dat genetische recombinatie één van de meest fundamentele biologische processen is die bij alle organismen in de natuur wordt gevonden.

Juist in een bacterie is de mogelijkheid tot uitwisseling van genetische informatie groot en zijn de barrières tegen deze uitwisseling met verschillende niet-verwante organismen laag. Dit alles betekent echter niet dat er door de mens geen genetische recombinaties kunnen worden gemaakt die, indien opgesloten in bepaalde virussen, voor de mens of andere levende organismen zeer schadelijk kunnen zijn. De soms felle discussie rond deze problematiek spitst zich toe op twee vragen te weten a) hoe groot zijn de vooralsnog hypothetische risico's en b) welke risico's zijn voor de samenleving als geheel nog acceptabel. Verder spelen uiteraard nog vele andere of afgeleide vragen een rol, bijvoorbeeld omtrent de werkelijke effectiviteit van het voorgestelde of voor te stellen beschermende wettelijke kader. Gesteld wordt dat, ten aanzien van het eerste punt van de grootte van de risico's er recente theoretische indicaties zijn dat deze voor een aantal gevallen wellicht zijn overschat. Op dit punt bestaat er echter nog geen consensus.

Binnen Nederland wordt aan de reguleringsaspecten van DNA-onderzoek reeds enige tijd aandacht besteed, onder andere door de commissie voor de biochemie en biofysica van de KNAW. De meningen en adviezen van de desbetreffende commissies tenderen naar het toelaten van DNA-onderzoek in de lagere risicoklassen. Ter begeleiding heeft de Nederlandse overheid een KNAW-commissie belast met het Toezicht op Genetische Manipulatie ingesteld.

Men is van mening dat Amerika met deze genetische techniek een sprong voorwaarts heeft gemaakt. De achterstand die Nederland heeft is volgens sommigen door een juiste keuze van onderzoek, althans voor zover die achterstand van belang kan worden geacht voor de Nederlandse samenleving en de industrie, te elimineren.

Binnen de industrie bestaat veel interesse voor deze techniek; toch zijn er in verhouding in de industrie bijzonder weinig biochemici opgenomen die recombinant DNA-onderzoek zouden kunnen uitvoeren.

Enzymatische processen spelen in de Nederlandse industrie een vrij belangrijke rol. De verwachting is dat enzymen op goedkope wijze met genetische manipulatie gemaakt kunnen worden, hetgeen het gebruik van thans nog niet op economische wijze te produceren enzymen met nuttige eigenschappen mogelijk maakt. Door binding van enzymen aan vaste dragers kunnen verdere technische voordelen worden verkregen.

3.2.3. Hydrogenase

Hydrogenasen zijn enzymen die een grote rol spelen in stofwisselingsprocessen waarbij waterstof vrijkomt. Dergelijke processen spelen zich af in bepaalde anaërobe en fotosynthetische bacteriën en algen. Zoals bekend heeft waterstof allerlei energetische toepassingen. De energieproblematiek heeft de interesse voor deze mechanismen van waterstofvorming sterk vergroot. Het onderzoek in Nederland richt zich onder andere op het isoleren en zuiveren van hydrogenasen.

Hydrogenase is slechts een voorbeeld uit de veelbelovende groep van biologische katalysatoren. Processen die zich spiegelen aan de koolzuurassimilatie van planten vormen een belangrijk onderwerp van wetenschappelijk onderzoek.

3.2.4. Fotosynthese

Het onderzoek naar fotosynthese, een proces waarbij door plantencellen zonne-energie in allerlei andere "(bio)chemische" energievormen wordt omgezet, vindt in talrijke laboratoria over de hele wereld plaats, en leidt tot een geleidelijk steeds beter inzicht in het mechanisme van de deelprocessen en de structuren, die voor de fotosynthese nodig zijn. Het vakgebied is een grensgebied tussen biofysica, biochemie, biologie en fotochemie. Voor baanbrekend werk op dit gebied is dan ook in het algemeen samenwerking tussen onderzoekers met een achtergrond in een van deze wetenschapsgebieden vereist. De verkregen en nog te verkrijgen inzichten zullen waarschijnlijk van belang zijn voor landbouwkundige toepassingen, die kunnen leiden tot een hogere of goedkopere oogst en wellicht ook tot nieuwe produkten.

Daar in het fotosynthese-apparaat een effectief door licht gedreven elektronen- en ionentransport over membranen plaatsvindt, zal inzicht in deze processen waarschijnlijk ook van belang zijn bij het ontwikkelen van een nieuw type foto-elektrische cel, of van ionen transporterende membraansystemen werkend op zonlicht, de laatste bijvoorbeeld te gebruiken voor het ontzilten van zeewater. Het lijkt niet onmogelijk dat hierbij een rendement van 50 procent bereikt kan worden. Een rendement van 70 procent is theoretisch mogelijk, maar vereist gecompliceerde systemen voor primaire energieconversie.

Een goedkope efficiënte fotocel, van welke aard dan ook, zou het eveneens mogelijk kunnen maken door middel van warmtepompen zonne-energie efficiënter voor verwarming te benutten dan bij directe absorptie van zonnewarmte.

Nog veel fundamenteel werk moet verricht worden om met optimale effectiviteit aan toepassingen te kunnen werken.

Bij de onderzoeken geassocieerd met toepassingen van zonne-energie, zou Nederland een belangrijke rol kunnen spelen.

De kosten van deze onderzoeken en de te verwachten ontwikkelingskosten zijn, in verhouding tot die nodig voor de ontwikkeling van andere nieuwe energieopwekkingsmethoden zoals kernfusie, vrij laag. In Nederland is al een relatief grote ervaring aanwezig.

De duur van het nog te verrichten fundamentele werk wordt geschat op een tiental jaren.

3.2.5. Synthetische chemie: "molecular engineering"

De synthetische chemie heeft een zeer veelzijdige basisfunctie zowel in het fundamentele onderzoek als bij de chemische industrie. De mogelijkheden van de chemische synthese zijn vooral door de inbreng van kennis vanuit verschillende disciplines, de laatste decennia zo toegenomen dat de wegen naar een praktisch onbeperkte variatie van nieuwe verbindingen met gewenste specifieke eigenschappen open liggen. Niet alleen dat zelfs de meest ingewikkelde verbindingen die we in de natuur aantreffen zoals eiwitten en polynucleotiden voor organische synthese toegankelijk worden, het is ook mogelijk om varianten daarvan of geheel nieuwe zorgvuldig uitgebalanceerde moleculesoorten op te bouwen die voorheen onbekende combinaties van eigenschappen en reactiviteiten bezitten. Toepassingen van de producten van een dergelijke "molecular engineering" in de industrie, in de geneeskunde en in de landbouw en veeteelt kunnen in de toekomst een grote rol gaan spelen.

3.2.6. Fotochemische en elektrochemische synthese

Door absorptie van licht geraken moleculen in een "aangeslagen" toestand. De studie van de eigenschappen van dergelijke aangeslagen moleculen en in het bijzonder van hun fotochemische reacties vormt een gebied waar Nederland zich een vooraanstaande positie heeft verworven. Door belichting worden reacties mogelijk die op andere wijze niet te realiseren zijn.

Er is in Nederland al een belangrijke industrie die op een specifieke fotochemische reactie is gebaseerd. Het lijkt belangrijk om op dit interessante, veelbelovende gebied een voorhoede positie te blijven innemen.

Behalve door bestraling kan men ook met elektrochemische methoden moleculen in zeer reactieve deeltjes overvoeren. De hierop gebaseerde elektrochemische synthesesmethoden zijn nog weinig in de praktijk doorgedrongen maar verdienen naast de fotochemische methoden zeker aandacht van de Nederlandse researchinstellingen.

Evenals bij katalyse is ook met elektrochemische methoden belangrijke energie- en grondstofbesparing te bereiken.

3.2.7. Bio-organische chemie

Deze richting in de chemie, die in Nederland sterk in opkomst is, laat zich inspireren door de uiterst efficiënte reacties en de bijzondere stoffen die in de loop van miljoenen jaren door de levende natuur geselecteerd en verfijnd zijn. De organicus probeert de daaraan ten grondslag liggende principes te gebruiken voor het vinden van nieuwe, onder milde omstandigheden verloopende reacties en van "synthetische enzymen" die in bepaalde opzichten (stabiliteit, specificiteit) de voorkeur verdienen boven hetgeen uit de natuur kan worden geïsoleerd. Deze theoretisch interessante benadering kan ook

ideeën en materialen voor toepassingen in de industrie opleveren, vooral wanneer in de toekomst nog meer naar schone, mild verlopende processen zal moeten worden gezocht.

3.2.8 Enkele algemene opmerkingen - bulkchemie

Olie is momenteel een zeer belangrijke grondstof voor de chemische industrie.

Voor het maken van aromatische verbindingen is men aangewezen op aardolie, steenkool en op langere termijn wellicht lignine, afkomstig uit hout. Voor de alifatische chemie kan men zich ook het gebruik van suiker of cellulose-achtige produkten voorstellen. Ook kan men denken aan ontwikkelingen in de siliciumchemie, uitgaande van natuurlijke silicaten.

Het is mede afhankelijk van onderlinge schaarste- en daarmee ook prijsverhoudingen of en wanneer dergelijke ontwikkelingen zullen plaatsvinden.

Het bovenstaande overzicht is sterk gericht op de zogenaamde fijnchemie. Over de momenteel met overcapaciteit kampende bulkchemie zijn tijdens de interviews wat minder opmerkingen gemaakt. Dit wil overigens niet zeggen dat daar geen innovatiemogelijkheden liggen. De bulkchemie zal vermoedelijk sterk innoveren, echter niet in de vorm van nieuwe produkten maar wel in de vorm van nieuwe processen, nieuwe procesvoeringssystemen (automatisering met inbreng van micro-elektronika), die bijvoorbeeld minder energie en grondstoffen verbruiken. Bij deze procesvernieuwing kan ook de eerdergenoemde katalyse een grote rol spelen. Aangezien de bulkchemie binnen de chemie in volume en waarde een zeer belangrijke plaats inneemt, zijn dergelijke procesvernieuwingen economisch van zeer grote betekenis, de eerstkomende tijd vermoedelijk meer dan de vernieuwingen voortkomende uit de andere hierboven genoemde punten. Omdat bulkprodukten, ook in onderzoek, kapitaalintensief zijn, wordt hieraan aan de universiteiten en hogescholen relatief weinig gewerkt. Ook sluit de aard van het onderzoek (veel toegepaste research) minder goed aan bij het andere werk. Wel wordt aan de hogescholen gewerkt aan efficiëntere apparaten voor bulkprocessen. Het meeste onderzoek op dit gebied wordt gedaan in de laboratoria van de grote (vaak multinationale) ondernemingen.

Het werk dat aan universiteiten en hogescholen wordt gedaan, zowel wat het onderzoek als de opleiding betreft, is van grote betekenis voor het voor langere termijn in stand houden van een flexibele industrie. Aan het onderwijs en de opleiding in de chemie en aanverwante gebieden (en de daarbij aan te wijzen knelpunten) zal in paragraaf 3.9. afzonderlijk aandacht worden gegeven. Voor de farmaceutische industrie wordt verwezen naar paragraaf 3.5.2. en voor ontwikkelingen op het gebied van grondstoffen, energie en milieu naar paragraaf 3.3.

3.3. Grondstoffen, energie en milieu

De problematiek samenhangende met de grondstoffenvoorziening, de energievoorziening en de milieubeheersing is wereldwijd. Dit betekent dat produkten of technieken die op deze problematiek inspelen een potentieel groot afzetgebied hebben. Het is niet ondenkbaar dat de Nederlandse industrie in het ontwikkelen en afzetten van deze technieken en produkten een relatief belangrijke rol kan spelen. Immers, de voor "technological fixes" benodigde basiskennis is voor een groot deel binnen Nederland aanwezig, men is zich redelijk bewust van genoemde problematiek en het gebrek aan eigen grondstoffen en de met een hoge bevolkingsdichtheid samenhangende verschijnselen kunnen Nederland, i.c. de industrie, aanzetten tot het vroegtijdig ontwikkelen van produkten voor binnenlands gebruik die ook exporteerbaar zijn. Niet alleen deze produkten zelf maar ook de ervaring en de kennis zijn verkoopbaar.

Door minder energie en grondstoffen te verbruiken zal de industrie bepaalde risico's kunnen verlagen. Gesteld wordt echter dat een al te zeer vooruitlopen op schaarste mogelijk weer meer risico's oplevert en de industrie en samenleving meer schade zou kunnen berokkenen dan die schaarste zelf.

Bij toepassing van ongewijzigde produktietechnieken zal een terugname in het verbruik van grondstoffen en energie, uitgaande boven de vermindering door eliminatie van onnodige verkwisting, de industriële produktie belemmeren. Voor een anticipatie op komende schaarste met behoud van een redelijk niveau van produktie is men dan ook ongetwijfeld voor een deel aangewezen op nieuwe combinaties van oude technieken of geheel nieuwe technieken. Aan deze "technological fixes" en mogelijke knelpunten zal hieronder aandacht worden gegeven.

3.3.1. Grondstoffen

De mening komt naar voren dat voor het veilig stellen van de grondstofvoorziening een actief overheidsbeleid van belang kan zijn. Sommige landen zoals Frankrijk en West-Duitsland richten hun buitenlands beleid vooral op maximale beschikbaarheid.

Bij een te voeren buitenlands beleid is de vraag hoe rekening houdende met andere doelstellingen, de beschikbaarheid optimaal kan worden aangepast aan de te verwachten vraag vanuit Nederland. Gesteld wordt dat voor een goede aanpak van deze problematiek onderlinge afstemming tussen de verschillende ministeries noodzakelijk is. Deze afstemming wordt vooralsnog als onvoldoende gekarakteriseerd.

In het buitenland zou opsporing en exploitatie gedeeltelijk met Nederlands geld en technologische kennis kunnen plaatsvinden. In ruil daarvoor zou men zich een voorkeurspositie of meer kunnen verwerven. Bij dit alles zal rekening moeten worden gehouden met de veranderende grondstoffenstromen in de wereld. De stromen zullen niet meer alleen naar de nu geïndustrialiseerde landen gaan. Een voorbeeld van verandering is de sterk opkomende ijzerertsstroom van India naar Iran. Dit opkomen van nieuwe gebruikers geeft een sterke

verhoging van de concurrentie op de wereldmarkt. Deze verhoogde concurrentie kan van de Nederlandse industrie een slagvaardiger optreden vragen. Bij bovengenoemde opsporing en exploitatie zal Nederland zich niet moeten richten op nieuwe opsporingstechnieken en opwerkings- technieken voor nog meer bulkprodukten. Eerder zal men zich moeten richten op een groep betrekkelijk zeldzame en vaak geassocieerd voorkomende elementen als wolfram, tantaal, beryllium (en in minder mate lithium, rubidium en niobium). Zowel in hun voorkomen (geochemische dispersie) als bij hun opwerking leveren zij interessante problemen. Doordat vrijwel alle stappen, van opsporing tot half- of eindprodukt, geavanceerde technieken vereisen, gaat het hier om "dure" stoffen in vrij geringe volumes. Dit lijkt voor een dichtbevolkt en technologisch hoog-ontwikkeld land als Nederland eerder aan te bevelen dan de produktie van grote hoeveelheden van stoffen met een lage prijs (en dus ook lage opbrengst) per volume-eenheid.

De "Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen" heeft van 1974 tot 1976 in opdracht van de Duitse overheid (i.c. het Bundesministerium für Forschung und Technologie) een studie uitgevoerd van het grondstoffenprobleem. Deze groot opgezette studie waaraan ongeveer 200 mensen uit de industrie en 200 mensen van de universiteiten deelnamen richtte zich op het opsporen van knelpunten, op lacunes in het bestaande kennisbestand en op mogelijke onderwerpen voor verdere studie. Het wordt zinvol geacht binnen de Nederlandse overheid en industrie goed kennis te nemen van de resultaten van dergelijke studies en deze resultaten waar nodig te vertalen naar de Nederlandse situatie. Met name kan van belang zijn te onderzoeken hoe procesverandering inspeelt op grondstoffen- en energieverbruik en welke substitutiemogelijkheden voor grondstoffen er zijn.

Totale uitputting van niet-kweekbare, minerale grondstoffen is op korte termijn niet te verwachten. Sommige elementen zijn substitu- eerbaar terwijl vrijwel alle elementen recycleerbaar zijn alhoewel daar vaak nog teveel energie voor nodig is. Bij de winning van grondstoffen gaat men daarom noodgedwongen over op steeds laagwaar- diger ertsen (ertsen met een lager gehalte aan mineralen). Ook dit vraagt bij gelijkblijvende winningstechnieken meer energie, ook al is de hoeveelheid vooralsnog minder dan bij recirculatie. Het grond- stoffenprobleem is dus voor een groot deel een energieprobleem. De toenemende hoeveelheid benodigde energie werkt sterk kostenverhogend. Het energieprobleem kan daarmee ook een kapitaalprobleem worden. Aan recycling wordt tot nu toe vrijwel alleen lippendienst bewezen. Men zou in het kader van recirculatie of efficiënter gebruik, kunnen zoeken naar toepassingsmogelijkheden voor het vroegere afval van de verwerking van minerale delfstoffen (zoals reeds geschiedde ten aan- zien van hoogovenslakken) evenals de nevenproduktie van schaarse elementen uit deze delfstoffen (bijvoorbeeld titaan en gallium als nevenprodukten van aluminium).

Scheiden en concentratie van mineralen is tot op heden overwegend uit- gevoerd met fysische processen (gravitatief, elektrostatisch, flota- tie, magnetisch etc.), processen die gemeen hebben dat gemalen moet

worden tot fijnheden van fracties van millimeters. Dit malen vergt zeer veel energie - vertegenwoordigt een hoog percentage van de energie-inhoud van de metaalprodukten - en het streven is de fysische processen door chemische te vervangen, waarbij uitgegaan kan worden van een grover maalprodukt. Hier en daar is men deze weg reeds ingeslagen.

Alhoewel de off-shore activiteiten in belang zullen toenemen, zal de komende 20 à 25 jaar het grootste deel van de grondstoffen nog steeds op land worden gewonnen.

Het economisch winnen van arme ertsen vraagt in vele gevallen om schaalvergroting. De met deze schaalvergroting samengaande automatisering doet "remote techniques" ontstaan zoals ondergronds vergassen en in situ logging. Ook wordt gedacht aan technieken als het smelten van gesteenten, het "koud boren" het op afstand bestuurde boren in dunne lagen, waarbij de boorkop zich laat leiden door de hardheidsgradiënt, het hydraulisch winnen met schroot en water en het selectief chemisch werken. Het, soms noodgedwongen, invoeren van deze nieuwe technieken maakt de mijnbouw innovatiegevoelig. Voor een deelname aan deze innovatiegevoelige markt zal de Nederlandse industrie het moeten hebben van kennis en veelal in het buitenland opgedane ervaring. Of de Nederlandse industrie in deze ontwikkelingen een belangrijke rol kan spelen is nog onduidelijk.

Mede door de sterke gerichtheid op het voormalige Nederlands-Indië was Nederland lange tijd minder gericht op bepaalde, voor dat gebied van minder belang zijnde, nieuwe ontwikkelingen. Binnen de universitaire opleiding is men zich hier van bewust en wordt getracht de opleiding en het onderzoek in de aardwetenschappen te herstructureren. Hierbij denkt men bijvoorbeeld aan het instellen van een leerstoel technische en toegepaste mineralogie. Door onderlinge afstemming tracht men versnippering tussen universiteiten te voorkomen. In het licht van genoemde herstructurering wordt het zinvol geacht de plaats van de Rijks Geologische Dienst opnieuw te bezien en, waar nodig voor een betere aansluiting bij nieuwe ontwikkelingen, deze eventueel uit te breiden. Een dergelijke uitbreiding heeft in landen als Frankrijk en Duitsland reeds plaatsgevonden.

Gezien de toenemende off-shore activiteiten zijn ontwikkelingen op oceanografisch en waterbouwkundig gebied van belang. De waterbouwkunde is door de relatie van Nederland met de zee goed ontwikkeld en men is van mening dat dit gebied nog vele mogelijkheden tot innovatie biedt.

Het kwalitatief hoge niveau van de waterbouwkunde heeft echter hier en daar geleid tot weinig uitwisseling van gegevens en ervaringen en weinig geneigdheid tot publiceren.

Veel resultaten van wetenschappelijk onderzoek zijn slechts vastgelegd in interne rapporten. Deze geslotenheid kan een rem betekenen op het uitwisselen van belangrijke informatie en daarmee innoverende activiteiten belemmeren.

Bij de wat grotere landen wordt meer geneigdheid geconstateerd om oceanografisch onderzoek te doen. In Nederland heeft men zich voor-

namelijk beperkt tot kust- en Noordzee-onderzoek, al is de laatste twee jaar ook onderzoek in de centrale Atlantische Oceaan op gang gekomen. Bepaalde onderzoekactiviteiten, zoals antarctisch onderzoek, zijn ongetwijfeld voor eigen deelname van Nederland van minder groot belang, terwijl andere activiteiten, zoals onderzoek naar de winningsmogelijkheden bij mid-atlantische breuklijnen, mogelijk alleen zinvol zijn in internationaal verband.

Toch wordt uitbreiding van de nu bestaande marine-activiteiten, ook als deze niet in internationaal verband worden gedaan, zinvol geacht. Het complex van marine fysisch-chemische en ook biologische processen zou, gezien de belangrijke winningsmogelijkheden die hieruit kunnen ontstaan, meer aandacht kunnen krijgen. Het onderzoek naar deze processen is in Nederland laat ontwikkeld. De vooraanstaande positie die Nederland bij uitzondering inneemt, is sterk persoonsgebonden. Voorlopers op dit gebied zijn vooral de V.S. en de U.S.S.R.. Voor activiteiten op het gebied van de "mangaanknollen" wordt gesteld dat Nederland de boot al vrijwel heeft gemist. De grote, gedeeltelijk Nederlandse, concerns moeten zich nu inkopen in consortia, waar de technologische kennis al ontwikkeld is. Daarbij blijft de vraag of het hier uiteindelijk om een economisch levensvatbare exploitatie zal gaan. Voor koper zal het niet nodig zijn, gezien de enorme sub-economische voorraden aan "porphyry/coppers" met gehalten die hoger liggen dan het kopergehalte van mangaanknollen. Voor de winning van mangaan zelf schijnen de mangaanknollen toch al geen economische betekenis te hebben. Voor wat betreft nikkel moet er rekening mee worden gehouden, dat er onbegrensde hoeveelheden (ultrabasische) gesteenten zijn met Ni-gehalten tussen 0,2 en 0,3%, hoewel voor de eventuele extractie van dit nikkel nog geen technologie is ontwikkeld. Uiteraard is het door de beperkte middelen niet mogelijk het technisch marine-onderzoek over een breed front uit te voeren. Men zal zich moeten beperken tot onderzoek dat specifiek voor Nederland en de industrie van belang is. De techniek van de kleiveredeling, waarbij uit blauwe zware zeeklei fijnkeramische klei wordt gewonnen, kan bijvoorbeeld een ontwikkeling zijn die duidelijk inspeelt op de behoefte van een gedeelte van de Nederlandse industrie. Dit is overigens slechts een voorbeeld van de opwerking van natuurlijke silicaten en oxyde-mineralen tot hoogwaardiger produkten, die in Nederland verder tot ontwikkeling gebracht zou kunnen worden. Hierbij kan worden gedacht aan verbetering van oppervlakte-eigenschappen, porositeit en mechanische eigenschappen voor de keramische en andere middelgrote industrieën van pigment-, filler- en speciale bouwmaterialen. Gesteld wordt dat hier een taak zou kunnen liggen voor de afdelingen mineralogie van de gecombineerde Leids-Utrechtse Subfaculteit Aardwetenschappen in Utrecht.

Vanuit de Noordzee wordt zand en grint gewonnen. Hierbij zijn mogelijkheden om interessante materialen (zoals Zirconium) te winnen. Overigens wordt gezegd dat het weghalen van grintbanken bepaalde vissoorten kan aantasten en dat het transport van grint en zand over grote afstanden kan leiden tot belangrijke kostenverhoging voor bijvoorbeeld de wegenbouw.

Het wordt zinvol geacht de mogelijkheden te onderzoeken van economische winning van grondstoffen uit minder gebruikelijke bronnen zoals magnesium uit zeewater, en aluminium uit klei. Samenspel van industrie en hogeschool zou in de ontwikkeling van dergelijke nieuwe winningsmogelijkheden een grote rol kunnen spelen.

3.3.2. Energie.

Een energievoorziening zonder grote problemen wordt van essentieel belang geacht voor een geïndustrialiseerde samenleving. Te verwachten is dat de Nederlandse industrie in het produceren van energie-opwekkende en energiebesparende systemen een rol kan spelen. Dit geldt zowel voor hoog-technologische als voor laag-technologische systemen. Meer specifiek zou men kunnen denken aan "intelligente" meet- en regelapparatuur (onder andere voor efficiëntieverhoging), niet-conventionele elektromotoren, kolenconversie- en transporttechnieken, anti-vervuilingsapparatuur voor het gebruik van fossiele brandstoffen, biologische en foto-voltaïsche zonnecellen, waterbouwkundige energie-opwekkingsinstallaties, vervaardigingstechnieken voor nieuwe transportbrandstoffen, transportopslag- en verbruikstechnieken voor gas, warmtepompen, zonnecollectoren, moderne windinstallaties, integrale verwarmingssystemen, energie-apparatuur met modulaire opbouw voor derde-wereld landen en meer in het algemeen kennis-intensieve onderdelen voor hoog-technologische systemen.

De industriële opties op energiegebied worden in vele gevallen meer bepaald door de markt dan door de technische mogelijkheden. Indien men wil nagaan waar de opties liggen dan zal men met deze marktfactoren wel degelijk rekening moeten houden. De indruk bestaat dat binnen Nederland creatieve activiteiten aan de basis, door kleine fabriekjes opgestart, ernstig belemmerd worden door bestaande structuren en de daaruit voortvloeiende belangen. Aandacht voor deze structuren en belangen en steun aan genoemde kleinschalige activiteiten is een essentiële voorwaarde voor het benutten van een groot deel van de energie-optie.

Een ander punt is dat nieuwe energievormen of besparingen soms een niet onaanzienlijke aanpassing vragen in de manier waarop men produceert en leeft. Dit betekent dat de afzetmogelijkheden bepaald worden door de traagheid van dit soort aanpassingsprocessen. De praktijk leert dat deze traagheden divers en groot kunnen zijn.

Energieproductie

Gesteld wordt dat hoog-technologische systemen voor energieproductie gezien de geavanceerde elektronika die hiervoor vaak nodig is, in vele gevallen het beste door bestaande grote industrieën kunnen worden ontwikkeld en gefabriceerd. Voor wat de laag-technologische producten zoals zonnecollectoren en warmtepompen betreft wordt een uitbouw van een flexibele, kleine industrie, mogelijk geacht. De gemotiveerdheid tot het produceren van dergelijke systemen kan leiden tot een hoge kwaliteit die het produkt beter exporteerbaar maakt. Voldoende steun en eliminatie van overbodig belemmerende structuren zijn daarbij een essentiële voorwaarde (zie boven).

De genoemde kleine industrie zou zich ook sterk kunnen richten op het dienstenaspect van de apparatuur, op het optimale aanpassen van de systemen aan de gebruiker en de verbruiksmogelijkheden.

Voor wat de lichte warme werktuigbouw betreft wordt geconstateerd dat deze te versnipperd is. De zelfstandigheid is vaak de kracht van de ondernemer geweest. Toch kan een zekere afstemming binnen deze lichtere industrie, met behoud van de flexibiliteit, de afzetmogelijkheden vergroten. Het wordt dan ook zinvol geacht te komen tot een samenwerkingsvorm die alle belangrijke fabrikanten omvat.

Voor wat de zwaardere warme werktuigbouw betreft bestaat de indruk dat deze qua kennis erg afhankelijk is van het buitenland, er wordt te veel met licenties gewerkt. Te veel staat wellicht het handelaarsaspect op de voorgrond.

Na deze korte algemene opmerkingen is het weinig zinvol meer in detail in te gaan op de vele mogelijkheden van energie-opwekking en de rol die de industrie daarbij kan spelen. Ten eerste is hierover elders veel uitvoeriger gepubliceerd terwijl, ten tweede, er vele instanties zijn die de overheid dienaangaande adviseren.

Energiebesparing

De stijgende energieprijs vergroot de markt voor energiebesparende apparatuur en technieken. Energiebesparing kan worden verkregen door actieve procesverandering, dat wil zeggen door het installeren van nieuwe apparatuur en door passieve veranderingen zoals het aanbrengen van isolatiemateriaal om bestaande apparatuur. Zeker wat het isoleren betreft bestaat de innovatie voornamelijk uit het toepassen van reeds lang bekende technieken en materialen. De vraag naar nieuwe materialen is niet erg groot. Bijvoorbeeld, bij gebouwen en huizen is het toepassen van goede met isolatie gevulde spouwmuren reeds voldoende. Het terugbrengen van de ventilatieverliezen kan de benodigde energiehoeveelheid voor verwarming veel meer verminderen dan de toepassing van nieuwe muursystemen met dikkere isolatielagen.

Er is voor verwarming van gebouwen een bepaald optimale verhouding tussen de energietoevoer en de toegepaste hoeveelheid isolatie en ventilatie. Het nagaan waar dit optimum gemiddeld kan liggen en wat dus de innovatiemogelijkheden zijn, is een multidisciplinaire activiteit. De ligging van het optimum wordt niet alleen bepaald door de technische mogelijkheden maar ook sterk bepaald door het menselijk gedrag met name wat betreft het eventueel accepteren van verminderde ventilatie. Gesteld wordt dat het ontwerpen van gebouwen en huizen niet meer, zoals zelfs in het recente verleden, moet plaatsvinden vanuit de ruimtebehoefte en de technische mogelijkheden (beton, staal grote glasvlakken) alleen. Het meer rekening houden met het gemiddeld gedrag van de gebruiker zou kunnen leiden tot geïntegreerde producten die, ook in het buitenland, goed afzetbaar zijn. Problemen hierbij zullen voornamelijk voortkomen uit de starre structuur van de bedrijfstak, van ontwerper tot aannemer en toeleverancier. Vele isolatiebedrijven komen niet toe aan relevante kennisvernieuwing. Een goed besparings- en innovatiebeleid van de overheid dat in-

speelt op de vele interacties binnen de bouwereld en tussen de centrale en regionale overheid kan helpen bij het nemen van de barrières.

Bij de actieve procesverandering kan men bijvoorbeeld denken aan het katalytisch opvoeren van het rendement van bepaalde industriële chemische processen en, voor verwarming van gebouwen, aan integrale systemen met warmtepompen en dergelijke. Er zijn vele mogelijkheden van zowel hoog-technologische als laagtechnologische aard. Gezien de kennis en ervaring binnen Nederland aanwezig op elektronisch, chemisch, fijnmechanisch en werktuigbouwkundig gebied kan hier ongetwijfeld een optie liggen voor de Nederlandse industrie. Gezien de duidelijke stimuleringsmogelijkheden die de overheid hier heeft, wordt samenspel tussen deze overheid, de industrie en de consument van groot belang geacht voor het optimaal benutten van deze optie.

3.3.3. Milieu

De innovatiemogelijkheden liggen hier zowel in de detectie als in de daadwerkelijke bestrijding van vervuiling zoals schonere procesvorming in de bedrijven en ontwikkeling van voor het milieu minder schadelijke producten. Voor detectie kunnen nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen goedkope en snelwerkende methoden opleveren. Een voorbeeld van een dergelijke ontwikkeling is de hoge correlatie die gevonden is tussen de mutagene werking van organische verbindingen (of hun metabolieten) op bepaalde bacteriestammen en de carcinogene activiteit van deze verbindingen in de mens. Door een te onderzoeken stof of mengsel van stoffen in een geschikte bacterieculture in te brengen, kan men deze op mogelijk carcinogene eigenschappen onderzoeken (Ames- of Salmonellatest). Geeft de Ames-test (op mutagene eigenschappen) een positief resultaat, dan kan men met een redelijk grote mate van waarschijnlijkheid carcinogene eigenschappen voor de mens aannemen. Uiteraard biedt deze methode slechts een eerste screening; verder onderzoek, waarbij overigens ook nieuwe technieken kunnen helpen, kan nodig zijn.

Dat de interventie in het milieu grote risico's met zich meebrengt en daarom tot een minimum beperkt moet worden, is een duidelijke zaak. Het vervaardigen van in verhouding goedkope zuiveringsapparatuur kan bij deze beperking een grote rol spelen. Ook op dit gebied geldt dat de Nederlandse industrie, gezien de aanwezige kennis op velerlei gebied en de milieubewustheid hieraan een belangrijke bijdrage kan leveren. Uiteraard is de bestrijding van de milieuv vervuiling en de daaruit voortvloeiende industriële opties niet alleen een zaak van de industrie zelf. De overheid kan door het duidelijk stellen van haar milieu-eisen en door gerichte steun aan de afnemende en de producerende industrie de produktie van antivervuilingsapparatuur sterk bevorderen. Voor een optimaal gebruik van de mogelijkheden die de wetenschap biedt, wordt contact tussen universiteit, hogeschool en industrie van groot belang geacht. Gewezen wordt op het belang van een integrale aanpak van de grondstof-, energie- en milieu-

problematiek. Zuiveringsapparatuur kan recirculatie van grondstoffen tot gevolg hebben en het energieverbruik beïnvloeden. Men is van mening dat genoemde integrale aanpak kan leiden tot zowel een schoner milieu als een gezondere industrie.

3.4. Landbouw en visserij

De traditionele uitsluiting van de landbouw en visserij van de industriële activiteiten is gezien de moderne produktiemethoden enigszins achterhaald. Deze methoden hebben hier en daar een sterk industrieel karakter gekregen. Aangezien verder de landbouw en visserij een niet onbelangrijk afzetgebied vormen voor industriële producten is enige aandacht aan deze sectoren in het kader van deze studie dan ook op zijn plaats.

De landbouw

De landbouwkundige ontwikkeling is in Nederland vooral in de negentiende eeuw sterk versneld. Deze snelle ontwikkeling was mogelijk door de reeds bestaande handelskanalen en door het opkomen van nieuwe vervoersmogelijkheden, zoals de trein, die het afzetgebied sterk vergrootten. Dit illustreert het belang van een bestaand handelsapparaat voor de uitbouw en innovatie van activiteiten terwijl verder de invloed van nieuwe vervoersmogelijkheden een voorbeeld geeft van hoe innovatie op een bepaald gebied innovatie elders kan oproepen. Het openhouden van handelskanalen kan dus van groot belang zijn voor het succesvol laten verlopen van innovaties. Het leveren van kwaliteitsprodukten kan bij het instand houden van de vele handelskanalen een grote rol spelen. Een goed voorbeeld betreft de sierteelt in Nederland, waar de tuinders bewust de coöperatieve veiling hebben opengehouden om op deze wijze een goede kennis van de markt te behouden.

De landbouw zal zich in de toekomst meer en meer moeten gaan instellen op een aantal, soms nieuwe, randvoorwaarden. Aan de ene kant is een goed omgevingsbeheer en zuinigheid met grond, grondstoffen en energie geboden terwijl men aan de andere kant te maken heeft of zal krijgen met een voor sommige produkten duidelijke marktverzadiging, althans voor zover dit de nabije markt betreft. Verandering in schaarsteverhoudingen tussen arbeid enerzijds en energie en grondstoffen anderzijds kan leiden tot aanpassing van de produktiesystemen, die zich over het algemeen wel zullen blijven kenmerken door hoge opbrengsten en hoge inzet van kapitaal. Juist dit zal veel innovatie op bedrijfsniveau vragen.

De verzadiging van de nabije markt kan ertoe leiden dat de afzet meer op het verre buitenland wordt gericht en de produkten daarop worden afgestemd. Of een dergelijke gang van zaken te rijmen valt met doelstellingen van beleid op het terrein van de ontwikkelings-samenwerking, is de vraag.

Het prijzenbeleid wordt vorm gegeven binnen de E.E.G. en is erop gericht de boeren een als redelijk beoordeeld inkomen te verzekeren en terzelfder tijd het aanbod op de vraag af te stellen. Uit het bestaan van "plassen" en "bergen" blijkt dat het meer en meer onmogelijk is beide doeleinden tegelijkertijd te verwezenlijken. Het alternatief ligt in de sfeer van inkomensgarantie en contigentiering, hetgeen, te midden van de gevestigde belangen, een innoverend beleid kan vragen. Het kan overigens bij de formulering van structuurvisies op de landbouw van belang zijn minder uit te gaan van bestaande ontwikkelingen.

Het innovatieproces binnen de landbouw bevat zoals elders naast technische ook organisatorische en institutionele componenten. De innovaties in deze sector zullen veelal methoden en technieken betreffen die een in beginsel natuurlijk proces beter laten verlopen en beter beheersbaar maken. De basiswetenschappen hebben veel bijgedragen tot een beter begrip en een betere beheersing van het proces, maar nauwelijks tot een verhoging van de potentiële produktie, dat wil zeggen de groeisnelheid van gesloten, groene gewasoppervlakken, goed voorzien van water, mineralen en stikstof. De beperkingen binnen het totale systeem zijn van dien aard dat geen aanmerkelijke verbetering van deze potentie verwacht mag worden door verandering van het proces op onderdelen.

Hieronder worden een aantal nieuwe landbouwwetenschappelijke en technische ontwikkelingen gegeven die zouden kunnen leiden tot innovatie.

a) Biologische beheersing

Het gebruik van biociden (insecticiden, fungiciden, herbiciden en dergelijke) heeft bij de beheersing van onkruiden, insecten en plagen een grote vlucht genomen. De bezwaren hiervan zijn ook in landbouwkundige kring reeds lang onderkend. De kennis van de complexe relaties tussen gewas en ziekteverwekker, plaagorganisme of onkruid neemt snel toe en hiermee wordt een basis gelegd voor de ontwikkeling van methoden waarbij maximaal gebruik wordt gemaakt van biologische beheersing en een minimaal gebruik van biociden. Hiervoor is een duidelijke markt omdat ook de telers de bezwaren van veel biocide-gebruik onderkennen.

b) Nieuwe gewassen

Het blijkt meer en meer dat de huidige gewassenkeuze te beperkt is en dat niet tegemoet kan worden gekomen aan de eis van een ruime vruchtwisseling. Het blijft niettemin moeilijk om nieuwe gewassen die onder proefstationomstandigheden goed voldoen ingang te doen vinden. Niet alleen doen zich vaak moeilijkheden voor bij de inpassing in bedrijfsverband en ten aanzien van de oogstzekerheid (stabiele opbrengsten onder wisselende, bijvoorbeeld klimatologische, omstandigheden) maar ook bij de prijsstelling binnen de E.E.G. en daarmee de afzet.

In de landbouw richt de aandacht zich in het bijzonder op gewassen met vetrijke of eiwitrijke zaden. Wat dit laatste aangaat wordt veel verwacht van de paardeboon, een vlinderbloemige die in staat is 400 kg stikstof per hectare per jaar te binden, een grote hoeveelheid in vergelijking met het gemiddelde gebruik van ongeveer 180 kg stikstof per hectare in de vorm van kunstmest in de akkerbouw.

Een goed voorbeeld van doorlopende gewasinnovatie is te vinden in de sierteelt. Juist omdat de veiling in Aalsmeer is uitgegroeid tot een wereldhandelscentrum zijn de tuinders in staat op tijd aan te sluiten bij de sterk modieuze vraag.

In hoeverre en op welke termijn de in paragraaf 3.2.2 gemelde recombinant DNA-techniek, naast de vele andere genetische landbouwtechnieken, voor het kweken van nieuwe gewassen een belangrijke rol kan spelen, is onduidelijk. De meningen hierover lopen sterk uiteen.

c) Kasteelt

De stijgende energieprijzen en de te verwachten uitbreiding van de E.E.G. in zuidelijke richting doen het ergste vrezen voor de kasteelt in Nederland. Het belang van deze bedrijfstak voor Nederland is echter groot en er wordt naarstig gezocht naar methoden van efficiënter energiegebruik en nieuwe gewassen en rassen die minder warmte vragen (meer koude teelten). Het gebruik van afvalwarmte kan voor een gedeelte van de problemen een oplossing bieden. Voor het behoud van de kasteelt lijkt het noodzakelijk op meerdere fronten tegelijk succes te boeken.

d) Mechanisatie

Het steeds groter en sneller worden van de machines lijkt op een eind te lopen. Dit wil overigens niet zeggen dat er niet verder geautomatiseerd zal worden; de automatisering staat pas aan het begin van zijn ontwikkeling.

Een weloverwogen uitgevoerde automatisering kan een zorgvuldig aan de omstandigheden aangepast produktieproces mogelijk maken en aldus leiden tot een zuiniger gebruik van grond, grondstoffen en energie. Wat de invloed van bovengenoemde automatisering zal zijn op de werkgelegenheid en de aard van het door de mens te verrichten werk is nog onduidelijk.

De landbouw is nauw verbonden met de voedselindustrie. De afzet- en innovatiemogelijkheden binnen deze industrie bepalen mede de mogelijkheid tot innovatie binnen de landbouw.

Naast verbetering van conserveringsmethoden en bereidingswijzen tracht men ook in de voedselindustrie te komen tot geheel nieuwe produkten, zoals plantaardige proteïnen in de vorm van kunstvlees en het vervaardigen van hfcs (high fructose corn syrup, een suikersubstituut). De weerstand tegen sommige van deze nieuwe produkten is

echter aanzienlijk. De ervaring van het KSH-concern met de produktie van hfcs is een illustratie van de noodzaak innovaties op internationale (EEG) consequenties door te lichten. Naast organisatorische en institutionele barrières kunnen ook psychologische, smaaktechnische en gezondheidstechnische factoren een rol spelen. Vaak ten onrechte worden door de consument enkele van deze nieuwe produkten op één lijn gesteld met "junk food". Het via allerlei sluiptwegen inbrengen van door de klant als kunstmatig beoordeelde produkten in de voedselketen kan zelfs hier en daar een reactie oproepen en de vraag naar "natuurlijke" produkten waarmee minder gemanipuleerd lijkt te worden, vergroten. Dit alles ondanks de vele voordelen die nieuwe voedingsmiddelen in de voedselhuishouding zouden kunnen opleveren.

In het licht van deze reactie kan voor een deel van de Nederlandse landbouw, veeteelt en voedselindustrie een optie liggen in het leveren van "natuurlijke" kwaliteitsprodukten met een gegarandeerde produktieketen. Hierbij gaat het niet alleen om het handhaven of verbeteren van de, vaak subjectieve, smaaktechnische kwaliteit. De garantie dient waterdicht te zijn. De overheid kan hierbij wellicht een controlerende en regulerende rol vervullen, waarbij het belang van de consument voorop moet staan.

De visserij

Een groot probleem is de overbevissing. Dit betekent dat innovatie niet zozeer moet worden gezocht in nog betere detectietechnieken en nog intensievere vismethoden. Dat soort innovaties zijn alleen nog zinvol als zonder hoge investeringen belangrijke kostenverlaging kunnen worden bereikt.

Ondanks een redelijke kennis van de populatiedynamica gaan de vangsten voor vele vissoorten nog steeds uit boven de MSY (maximal sustainable yield: dat is de maximale vangst waarbij de populatie van de betreffende vissoort constant blijft). De oorzaak moet worden gezocht in de compromissituatie waarin de belangen van vissers en industrie een belangrijke rol spelen, de moeilijk in de hand te houden bijvangsten en de onberekenbare verstoring van de natuurlijke leefomgeving.

Er zijn verschillende uitwijk- of innovatiemogelijkheden. Het afnemen van de ene vissoort kan een andere vissoort sterk bevoordelen. Bijvoorbeeld in de Noordzee heeft de sprot vrijwel de plaats ingenomen van de zeer sterk in aantal gedaalde haring. Een uitwijkmogelijkheid kan dus zijn de verlegging van de vangst naar een andere soort. In hoeverre deze verlegging een reële substitutiemogelijkheid biedt hangt af van de vissoorten in kwestie.

Een andere uitwijkmogelijkheid is de visculture.

Deze cultures worden niet alleen aantrekkelijk door de vermindering van de vangsten maar ook doordat de prijs van visvlees gestegen is tot vrijwel eenzelfde niveau als die van rund- en varkensvlees. Verder bestaat de reële mogelijkheid dat vervuiling sommige buiten

de cultures gevangen vissoorten minder consumeerbaar maakt. Typisch Nederlandse situaties, zoals het Oosterscheldegebied, kunnen bepaalde opties met betrekking tot hoogwaardige vissoorten (bijvoorbeeld zeetong) opleveren. Het is op dit moment echter nog niet mogelijk vele belangrijke vissoorten op economische wijze te kweken. Een verdere stijging van de visprijs en de ontwikkeling van nieuwe of verfijnde kweektechnieken kan dergelijke ontwikkelingen aantrekkelijker maken.

Bij het kweken van vis kan het, naast volwassen vis, ook gaan om de bescherming van het broedsel, om het helpen van de vispopulatie over bepaalde kritieke punten. Een dergelijke activiteit zal echter in internationaal verband moeten worden uitgevoerd.

Een derde uitwijkmogelijkheid is het bij de vangst teruggaan in de voedselketen.

De vangst van plankton en vooral van de garnaalachtige kril kan belangrijk worden. De veerkracht van de krilpopulatie wordt als groot beoordeeld, echter ook hier zal een zeker management op zijn plaats zijn.

Bij iedere van deze uitwijkmogelijkheden kunnen nieuwe technieken een rol spelen. Gezien de ervaring op het gebied van de visserij en van de toeleverende industrieën kan hier voor de Nederlandse industrie een reële produktiemogelijkheid liggen. Met name wordt gedacht aan technieken die een bewust management van de visstand mogelijk maken, zoals bijvoorbeeld technieken die de bijvangsten verminderen.

3.5. Geneeskunde

Bij het bespreken van de voortgang der geneeskunde dient een onderscheid te worden gemaakt tussen twee aspecten. De werkelijke vooruitgang zal worden bepaald door nieuwe conceptuele ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld over het ontstaan van kanker, over het ontstaan en voortschrijden van vaatafwijkingen die hartziekten ten gevolge hebben.

Conceptuele ontwikkelingen kunnen inzichten verschaffen die mogelijkheden voor preventie of therapie bieden.

Daarnaast zijn er steeds technologische ontwikkelingen gaande die meestal bijdragen tot diagnostiek en therapie. Hiervan zijn recente voorbeelden de CT (computerised tomography) scanners, en de echografie. Beide maken het mogelijk langs onbloedige weg belangrijke diagnostische gegevens bij patiënten te verwerven. Een voorbeeld van een technologische therapeutische ontwikkeling is de pace-maker. Het zal overigens duidelijk zijn dat de conceptuele ontwikkelingen niet volledig los staan van de technologische ontwikkelingen. Technische methoden (waaronder ook moeten worden gerekend systeemtechniek modelbouw, regeltechniek en informatietechniek) hebben een aantal vraagstellingen in de medische hoek sterk gewijzigd en conceptuele ontwikkelingen mogelijk gemaakt.

Voor het leveren van bijdragen aan conceptuele ontwikkelingen worden de voorwaarden in Nederland niet gunstig beoordeeld. Deze ontwikkelingen zijn vooral het resultaat van fundamenteel klinisch en niet-klinisch medisch biologisch onderzoek. Dit vereist enerzijds voor de betreffende medici een type basisopleiding en professionalisatie die wetenschappelijk "hard" is (wiskunde en bijvoorbeeld biochemie en fysiologie in geavanceerde vorm), hetgeen op dit ogenblik ontbreekt, en anderzijds een duidelijke taakverdeling voor degenen die zich bezighouden met onderwijs, wetenschappelijk onderzoek en gezondheidszorg.

Doordat van oudsher de medische faculteiten vooral de plaats van fundamenteel onderzoek waren (er is immers geen gezondheids-"industrie", behalve de farmaceutische industrie) is in de afgelopen periode door het grote aantal studenten, en de sterk vergrote taak ten behoeve van de gezondheidszorg, het wetenschappelijk onderzoek vooral in de klinische sector in de knel gekomen. De diepere oorzaak voor dit laatste is dat de taken van de opleiding (basisopleiding, specialistenopleiding en nascholing) en de gezondheidszorg niet zoals in andere landen, duidelijk verdeeld zijn tussen de medische faculteiten, de gezondheidszorg en researchgroepen (zie recent OECD/CERI Seminar in Nederland). Bij recente analoge nadelige ontwikkelingen in landen als Frankrijk en Duitsland, werd het aspect wetenschapsbeoefening veilig gesteld en opgevangen via uitbreiding c.q. versterking van niet-universitaire researchinstituten (Max Planck instituten en Inserm instituten). Dit is in Nederland achterwege gebleven. Ook is een systeem dat "postgraduate" opleidingen theoretisch versterkt in Nederland niet van de grond gekomen, dit in tegenstelling tot de Angelsaksische, Scandinavische en Oostbloklanden. Jaarprogramma's (waaronder de Boerhaave-cursussen) staan in de kinderschoenen.

Op wereldschaal staan specialismen als de epidemiologie, de virologie, de genetica en de tropische parasitologie in het middelpunt van de belangstelling. Op deze gebieden heeft Nederland ten opzichte van vele, vaak Engelssprekende landen, een achterstand. Hoogleraars- en lectorsplaatsen in genoemde gebieden zijn nauwelijks of niet te bezetten. De immunologie die in de afgelopen tien jaren een grote vlucht heeft genomen en belangrijke bijdragen tot conceptuele ontwikkelingen heeft geleverd, wordt in Nederland wel met succes, maar nogal eenzijdig beoefend. Voorts krijgt de relatie tussen voeding en preventie van chronische effecten in Nederland binnen de medische faculteiten zeer weinig aandacht.

De tropische parasitaire ziekten (zoals malaria, schistosomiasis, trypanosomiasis, leishmaniose, enc.) maken thans een geheel nieuwe fase van onderzoek door, waarbij gebruik wordt gemaakt van recente verworvenheden van bijvoorbeeld de immunologie. Deze ontwikkeling van research in dit voor de mensheid zo belangrijke gebied wordt van groot belang geacht, omdat men vrijwel machteloos is komen te staan tegen de uitbreiding van deze ziekten.

Van grote betekenis op het gebied van beleidsvorming in de gezondheidszorg op nationaal niveau is het onderzoek naar "medical decision making". Het is een moeilijk type onderzoek dat een evaluatie nastreeft tussen diagnostiek en therapie enerzijds, en de bereikte resultaten van de behandeling anderzijds. Het bewerken van dit gebied vereist veel tijd, goede registratie, grondige kennis van systeem-analyse en van epidemiologie. Ook zijn vereist openheid en samenwerkingspatronen tussen medici, hetgeen in Nederland slechts moeizaam van de grond komt.

3.5.1. De elektronika in de geneeskunde.

De toepassing van elektronische hulpmiddelen binnen de geneeskunde is zeer veelzijdig, variërend van diagnostische tot genezende of corrigerende middelen.

Diverse elektronische detectiemethoden maken een onbloedige diagnose mogelijk waarbij het ongemak en het risico voor de patiënt sterk worden verminderd. Voorbeelden hiervan zijn de echografie die de niet helemaal risicoloze catheterisatie bij hartonderzoek gaat vervangen en de beeldbewerkende scanningsapparatuur zoals de EMI-scanner. De trend naar deze onbloedige detectiemethoden waarbij beeldbewerking door een kleine ingebouwde computer vaak essentieel is, is momenteel zeer sterk.

De micro-elektronika vindt, naast bovengenoemde detectiemethoden, verder toepassing in de corrigerende middelen zoals de pace-maker. Toepassingen zoals in prothesen die door de elektrische spiersignalen worden gestuurd, worden op korte termijn verwacht. Indien van micro-elektronika is van belang voor toepassingen waar beeldbewerking essentieel is, zoals bij bloedonderzoek, chromosoomanalyse, weefselonderzoek baarmoederhalscellen etc.. Grootscheepse bevolkingsonderzoeken voor chromosoomcontrole, borstonderzoek, baarmoederhalscontrole zullen mogelijk worden met automatische beeldbewerkingsapparatuur. De ontwikkeling en vervaardiging van medisch-elektronische apparatuur vraagt veel kennis en ook wel ervaring. Binnen Nederland is veel relevante medische, fysische en elektronische kennis reeds aanwezig, zodat hier een interessante industriële optie kan liggen. Hierbij is niet alleen de elektronika zelf van belang maar ook de combinatie met de fijnmechanica. Men kan daarbij ook denken aan geavanceerde tandartsstoelen en operatietafels en dergelijke.

Het gebruik van de computer kan behalve het inbrengen van intelligentie in apparatuur ook van belang zijn voor de analyse van grote aantallen complexe gegevens. Op medische en aanverwante gebieden, zoals de biochemie en de biofysica, vindt over een zeer breed front veel, vaak zeer specialistisch, onderzoek plaats. Deze onderzoekingen zijn zó veelzijdig dat men niet meer overal in staat is de gevonden resultaten en data met elkaar in verband te brengen en op de consequenties te bezien. Het opslaan en organiseren van deze gegevens in een computer zou kunnen leiden tot de ontdekking van tot dan toe onbekende relaties en verklaringen van bepaalde ziektebeelden.

3.6. De rol van TNO

Het is weinig zinvol op deze plaats in te gaan op de uitvoerige discussie rond de herstructurering van de organisatie TNO. Het gaat hier slechts om het weergeven van een aantal bij de gesprekken naar voren gekomen punten over de rol van TNO bij technische innovatie. Punten die, eventueel na nader onderzoek, mede in ogenschouw zouden kunnen worden genomen bij een herstructurering van TNO.

Eén van de hoofdtaken van de semi-overheidsinstelling TNO is het bieden van technische informatie en researchfaciliteiten aan de Nederlandse industrie. Met name moet hierbij worden gedacht aan de middelgrote en kleine industrieën die zelf vaak niet in staat zijn research van voldoende niveau te doen. In het kader van deze hoofdtak worden een goede communicatie tussen de industrie en TNO en een afstemming van het werk van TNO op de behoeften van deze industrie van essentieel belang geacht. Juist ten aanzien van deze communicatie en afstemming zijn door de geïnterviewden een aantal opmerkingen gemaakt. Deze worden hieronder, gebundeld tot drie punten, weergegeven. Men moet zich ervan bewust zijn dat de gegeven opmerkingen een algemene indruk betreffen en dat de gegeven kwalificaties zeker niet altijd geldig zullen zijn voor alle geledingen van TNO.

1. De elektrotechniek speelt in de productieprocessen van vele huidige en ongetwijfeld ook toekomstige Nederlandse industrieën een zeer grote sturende en controlerende rol. De indruk bestaat dat de elektronische kennis binnen TNO over vele kleine groepjes is verdeeld. Deze versnippering heeft tot gevolg dat de industrie vaak niet weet waar zij binnen TNO met haar moeilijkheden heen moet gaan. Men is verder van mening dat op het gebied van de micro-elektronika, de Integrated Circuits en dergelijke, er weinig kennis binnen TNO aanwezig is.
Gezien het feit dat vele kleine en middelgrote industrieën in de toekomstige concurrentieslag alleen overeind zullen kunnen blijven door het in gebruik nemen van geavanceerde elektronische hulpapparatuur is het van het uiterste belang de kennis op elektrotechnisch gebied binnen TNO uit te breiden en de uitwisseling van deze kennis te bevorderen.
2. De researchfaciliteiten die TNO aan de kleine industrie biedt, worden door deze industrie vaak als te duur beoordeeld. Bovendien wordt een vrijblijvende instelling ten aanzien van het werk voor deze industrie als een groot nadeel gezien. Men is van oordeel dat slechte resultaten weinig of geen bijsturend effect hebben.
3. Ook andere factoren maken dat de aansluiting tussen TNO en de Nederlandse industrie niet optimaal is. Het metaal instituut van TNO heeft bijvoorbeeld een zeer geavanceerd pakket software voor numerieke besturing ontwikkeld dat goed in het buitenland verkoopt maar dat over de hoofden van de Nederlandse industrie schiet.

Uiteraard moet dit niet zonder meer worden gezien als een tekortkoming van het metaalinstituut. Men kan ook stellen dat de metaalindustrie in Nederland niet voldoende geavanceerd is. Er worden te weinig originele produkten gemaakt, men is te veel licentienemer. Een versterking en verbetering van de band van TNO met de industrie zou kunnen leiden tot een betere benutting van de kennis die reeds aanwezig is.

Samenvattend kan men stellen dat het een vrij algemene mening is dat bij het proces van steunen en doorvoeren van innovaties TNO een grotere en betere rol zou kunnen en ook moeten spelen. De vraag is echter hoe dit te bereiken. Innovatie is vaak erg specifiek en daarom met generale know-how, die wel degelijk binnen TNO aanwezig is, moeilijk te ondersteunen. Toch zijn er wel een aantal mogelijkheden voor verbetering.

Voor wat de elektrotechnische kennis betreft zou men de goed functionerende Technisch Fysische Dienst (TPD) van TNO uit kunnen breiden met of tot een Technisch Elektronische Dienst (TED).

Gezien de grote inbreng die de fysica heeft in de ontwikkeling en toepassing van elektronische componenten en gezien de ligging dicht bij een hogeschool waar reeds veel kennis op micro-elektronisch gebied aanwezig is, lijkt een dergelijke combinatie zinvol. Een geografische aansluiting bij reeds bestaande kennis zou overigens ook een plaatsing van een dergelijke TED elders, bijvoorbeeld Enschede of Eindhoven, mogelijk maken.

Teneinde te bevorderen dat TNO zich meer instelt op de vragen van de industrie wordt een gedeeltelijke, goed doordachte ombuiging van de geldstroom gesuggereerd. De overheid zou aan bepaalde industrie- en of ter ondersteuning van bepaalde activiteiten research-tickets ter beschikking kunnen stellen, die een samenwerking met TNO bevorderen. Dit zou een groter opdrachtenpakket (contract-research) van de industrie voor TNO kunnen doen ontstaan.

Eén aspect kan nog worden vermeld. Bij sommige kleine industrieën wordt een zekere weerstand tegen TNO waargenomen die voortkomt uit een angst voor een informatiek via TNO naar de concurrentie. Ongeacht het feit of deze angst gerechtvaardigd is, wordt het zinvol geacht aan dit aspect de nodige aandacht te geven.

Bij het opbouwen en het in stand houden van een flexibele en dynamische kleine industrie kan een vernieuwd TNO een grote rol spelen. Het wordt van het grootste belang geacht bij deze vernieuwing ruime aandacht te besteden aan bovenvermelde punten.

3.5.2. Farmaceutische producten

Dank zij de moderne geneesmiddelen kunnen een aantal kwalen worden overwonnen. Deze middelen hebben, naast verbeterde hygiënische omstandigheden de lijst van belangrijkste doodsoorzaken in de Westerse landen grondig veranderd.

De farmaceutisch-chemische sector levert kennisintensieve producten met een hoge toegevoegde waarde. Aangezien in Nederland veel chemisch technische en farmaceutische kennis aanwezig is en verwacht wordt dat men zich in de toekomst voor een niet onaanzienlijk deel van de industriële produktie zal richten op dit soort kennisintensieve producten kan hier een interessante optie liggen. Farmaceutische produktie vraagt niet in alle fasen grootschalige systemen. Gewezen wordt bijvoorbeeld op de belangrijke rol die kleine bedrijfjes hebben gespeeld in de ontwikkeling en produktie van psychofarmaca. Gesteld wordt overigens dat de farmaceutische industrie in Nederland voor een niet onaanzienlijk deel een handelsindustrie is, met andere woorden een industrie waar tot nu toe het handelsaspect sterker is geweest dan het farmaco-technische aspect. Alhoewel dit mogelijk samenhangt met de in verhouding kleine schaalgrootte van de Nederlandse farmaceutische industrie, wordt het inspelen op het soms wereldvermaarde onderzoek dat aan Nederlandse universiteiten wordt verricht van belang geacht voor versterking van het technische aspect.

Een groot aantal gebieden staat in het middelpunt van de belangstelling van zowel het universitaire als het farmaceutisch industriële onderzoek. Enkele gebieden waar aanvullend research urgent wordt geacht zijn:

- voorkoming en behandeling van atherosclerose;
- vroege herkenning, voorkoming en behandeling van gezwelziekten;
- uitbreiding van therapie van chronische bacteriële infecties;
- effectieve viruschemotherapie;
- fundamentele oorzaken van ontstekingen en degeneratieziekten van het steun- en bewegingsapparaat;
- immunologie (afweermechanismen).
- farmaco-dynamica (interacties tussen geneesmiddelen, nevenverschijnselen, ontwikkeling van goede screeningsmethoden in vitro, bijvoorbeeld met behulp van weefselkweektechnieken).

Een geheel nieuw en door velen als zeer veelbelovend beoordeeld gebied voor de farmaceutische industrie is genetic engineering. Zoals reeds in sector 3.2.2 van dit rapport wordt vermeld, is het mogelijk dat op deze wijze in de naaste toekomst belangrijke eiwitachtige hormonen op industriële schaal kunnen worden gesynthetiseerd. Indien deze produktie economisch haalbaar is, kan dit voor de Nederlandse farmaceutische industrie een reële optie zijn.

3.7. Aspecten van industriële organisatie

De organisatorische opbouw van een industrieel bedrijf kan van groot belang zijn voor de binnen dat bedrijf eventueel uit te voeren technische innovaties. Er is een voortdurende wisselwerking tussen organisatie en innovatie. De organisatie bepaalt mede de mogelijkheden die er voor vernieuwing op technisch gebied zijn terwijl ook de met succes doorgevoerde vernieuwingen een gewijzigde organisatievorm kunnen oproepen. Gezien deze wederzijdse beïnvloeding is het zinvol in het kader van deze studie enkele organisatieaspecten te belichten. Het is duidelijk dat hier niet gestreefd wordt of kan worden naar een doorlichting van alle mogelijke organisatievormen met daaraan gekoppeld een evaluatie van de voor- en nadelen en de mogelijkheden, uitgaande van een bepaalde vorm, tot verandering. Het gaat hier slechts om het exemplarisch weergeven van enkele punten zoals die bij de besprekingen met vertegenwoordigers van wetenschap en techniek naar voren zijn gekomen.

De organisatievorm van de meeste industriële bedrijven is een functionele, voor wat betreft het uitvoerende werk gericht op het uitvoeren van een deelfunctie zoals smeden, gieten, frezen, lassen en dergelijke. Dit in tegenstelling tot organisatievormen waar een medewerker een direct voor het eindverbruik bestemd produkt aflevert. De functionele organisatievorm kan een krachtige rem zijn op het innovatieproces. Immers, in deze industrieën houdt men zich over het algemeen te veel bezig met het optimaliseren van handelingen en te weinig met de vraag of in een ruimer verband deze, al of niet geoptimaliseerde, handelingen wel noodzakelijk zijn.

De vraag die men zich bij industriële bedrijvigheid moet stellen is niet alleen "wordt het werk wel juist gedaan" maar ook "wordt er wel het juiste werk gedaan".

Er zijn indicaties dat het ombouwen van een functionele organisatievorm over het algemeen een zeer langdurig proces is; ombouw tijden van tien jaar of meer komen vaak voor. Een periode van ingrijpende nieuwbouw blijkt vaak ook een keuzeperiode, een kritische periode voor de organisatievorm, te zijn. De keuze is gevoelig omdat organisatorische experimenten op een voor het desbetreffende bedrijf voldoende grote schaal of niet acceptabel of zelfs onmogelijk zijn. Dit impliceert dat er binnen een bedrijf weinig leermogelijkheden zijn op organisatorisch gebied.

Nieuwe organisatorische kennis zal dus vaak van buiten het bedrijf moeten komen. Geconstateerd wordt echter dat deze nieuwe kennis slechts zeer langzaam van buiten naar binnen doordringt. Te veel bestaat wellicht de gedachte dat de situatie in eigen bedrijf uniek is en, verder, dat men kan organiseren van nature. Het behoeft geen betoog dat goede organisatie van een complex systeem in een complexe en veranderende samenleving een uitgebreid en constant leerproces vraagt. Door gebrek aan tijd staat men vaak alleen open voor een "handy package", een recept voor de organisatorische problemen van het bedrijf; nieuwe organisatorische verworvenheden kunnen door dit tijdgebrek niet worden vertaald naar de eigen situatie.

Het probleem wordt extra verzwaard doordat de organisatie-opleidingen, ook door tijdgebrek, niet veel verder gaan dan het bijbrengen van algemene denkmethodes waarbij men later de eigen situatie tegen die kennisachtergrond moet projecteren om, in het ideale geval, een keuze te kunnen maken. Het accent ligt hierbij echter vaak op de algemene denkmethodes en niet op het kunnen projecteren.

Genoemde problemen zijn echter niet beperkt tot Nederland. Het zou te ver gaan op grond van het bovenstaande te veronderstellen dat men binnen Nederland een achterstand heeft op het gebied van organisatie en de applicatie hiervan binnen industriële organisaties. Extra aandacht echter voor deze problematiek zou het proces van doorvoering van gewenste technische en andersoortige innovatie kunnen vergemakkelijken. De door deze extra aandacht verkregen kennis en ervaring is niet alleen van belang voor toepassing binnen Nederland maar zou als onderdeel van het exportpakket een rol kunnen spelen. Deze aandacht zou zich niet alleen kunnen richten op de opleiding maar ook op verbetering van de uitwisseling tussen bedrijven van gegevens op organisatiegebied. Bepaalde activiteiten, bijvoorbeeld van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI), zouden hierbij kunnen helpen.

Organisatie en creativiteit

De drang om problemen op te lossen is over het algemeen groter naarmate men er meer zelf door wordt uitgedaagd; dit vraagt een nabije confrontatie met de problematiek. Het kan daarom van belang zijn een organisatie tot op zekere hoogte zo in te richten dat een probleem zich aan de medewerkers presenteert als een eigen probleem waarop zij creatief kunnen inspelen. Voor creativiteit worden ruwweg drie punten van belang geacht:

1. gevoeligheid voor problemen, kritische zin en opmerkzaamheid voor afwijkende en bijzondere dingen. Voor het in stand houden van deze gevoeligheid dient het werk niet zodanig repeterend te zijn dat er geen verbazing kan ontstaan. Dit impliceert dat de routinematige taken niet moeten gaan overheersen. De vaak veronderstelde relatie tussen creativiteit en leeftijd kan voor een gedeelte een gevolg zijn van het afstompingseffect van repeterend werk. De relatie met de leeftijd is dus niet altijd causaal en behoeft bij juiste organisatie niet, over een groot leeftijdsgebied te bestaan;
2. het willen zoeken en vinden van oplossingen, van nieuwe combinaties. Deze wil tot het vinden van oplossingen kan versterkt worden door persoonlijke betrokkenheid bij de gevolgen van het desbetreffende probleem. Naarmate een organisatie complexer en bureaucratischer is, is het contact met de problemen, en daardoor de wil tot oplossen, vaak minder;
3. lateraal denken.
Dit laterale denken, dat wil zeggen het doorspelen van informatie tussen gebieden, kan sterk vernieuwend werken. Gewezen wordt hier-

bij bijvoorbeeld op de rol van fysici in de opbloei van de medische fysica en de daaruit voortvloeiende industriële activiteiten. De overdracht tussen gebieden kan in sommige gevallen worden bevorderd door job-rotation (alhoewel men zich hiervan geen overdreven voorstelling moet maken), opname van andersoortige specialisten in een projectteam, opbouw van interdisciplinaire maar ook over organisatorische grenzen reikende teams etc.. Om te komen tot een uiteindelijk positief resultaat dient men echter vooral het juiste geestelijke klimaat te scheppen, waarbij het accent valt op een stimulerende en tolerante leiding. Een onder dwang verkregen job-rotation bijvoorbeeld werkt eerder negatief dan positief.

Uiteraard zijn er naast bovengenoemde drie punten nog vele andere factoren van belang voor een optimaal gebruik van aanwezige creativiteit. Creativiteit laat zich niet dwingen en heeft geestelijke ruimte nodig. Deze geestelijke ruimte kan voor een gedeelte worden verkregen door het zelf volvoeren van meer routinematige taken binnen het eigen veld waardoor een psychisch rustpunt ontstaat in een drukke dag. De beoordeling van deze routinematige taken is, ook als zij slechts weinig tijd vragen, vaak negatief en zij worden daarom, indien mogelijk, overgedragen aan anderen. De negatieve beoordeling is mede cultuurbepaald en kan worden opgeroepen door de sterke specialisatie in een technologisch produktiesysteem en een daarmee verbonden gevoeligheid voor de "status" van het werk. Ongetwijfeld kan een niet meer delegeren van dergelijke taken een, vanuit bedrijfsstandpunt negatieve, kostenverhoging geven. Men mag echter de vraag stellen of de gevolgen van verhoogde creativiteit en mogelijk meer werkbevrediging hier niet tegenop wegen.

Creativiteit en werkbevrediging kunnen samenhangen met democratisering van de organisatievorm. Ondanks het vele onderzoek en de vele publikaties op dit gebied is er over het wezen van de democratisering en over de beste wijze van invoering toch erg weinig bekend. Geconstateerd wordt, dat de tegenstelling in de voorkeur voor de pyramidestructuur en bottom-up-structuur vrijwel volledig in de politieke sfeer en niet in de organisatie-technische sfeer ligt.

Organisatie, werkbevrediging en werkverdeling

De werkbevrediging wordt vermoedelijk voor een gedeelte bepaald door de overzichtelijkheid van de werkomgeving. Aangezien het overzicht vaak verloren gaat bij grootschaligheid is er een zeker verband tussen schaalgrootte en werkbevrediging. Dit verband is echter niet eenduidig. Grootschalige conglomeraten van kleinere vestigingen met veel autonomie kunnen zich bijvoorbeeld voor de werknemer kleinschalig voordoen. Als het niet volledig mogelijk is om af te zien van grootschalige verbanden is de vraag belangrijk hoe men binnen deze grootschalige eenheden een organisatievorm kan kiezen die de werknemer de mogelijkheid tot maximale werkbevrediging biedt.

Opdeling in redelijk autonome vestigingen is wellicht een voorbeeld van de mogelijkheden.

Het wordt niet onwaarschijnlijk geacht dat voor vele industriële bedrijvigheden een produktgerichte structuur meer zal bijdragen tot werkbevrediging dan een functionele structuur. Immers, een afgerond produkt geeft meer mogelijkheden tot identificatie. Ook de "maatschappelijke status" van het uiteindelijke eindprodukt kan van groot belang zijn voor de maatschappelijke status en werkbevrediging van de werknemer. Alleen in die gevallen waar de maatschappelijke status van het eindprodukt laag is en ook door de werknemer zelf aldus wordt beoordeeld zal deze identificatie negatief op de werkbevrediging kunnen inwerken.

In industriële organisaties is het hoofduitgangspunt van organisatie vaak het zoeken naar stabilisatie, naar het opvangen van onzekerheden. Door het afvlakken van de invloed van conjunctuurschommelingen wil men stabiliteit, eventueel in de groei, bereiken. Voor de genoemde spreiding van risico wordt vaak een organisatiestructuur opgezet die zeer onoverzichtelijk is. In deze structuur tracht men vaak vanuit een centraal punt te optimaliseren; echter de daarvoor beschikbare gereedschappen zoals operations research leiden door onvolkomenheden of beperkingen niet altijd tot de goede resultaten. Mobiliteit van werknemers, zowel binnen als tussen bedrijven, beïnvloedt de verdeling van werk. Door een bepaalde keuze van de organisatievorm kan meer mobiliteit worden opgeroepen. Het is echter van belang te zorgen dat mobiliteit niet iets is wat de werknemer wordt aangedaan. Een te sterk voorgestructureerde mobiliteit zou kunnen leiden tot een sterke polarisatie terwille van het voortbestaan van bepaalde immobiele groepen. Deze polarisatie zou een zeker wantrouwen tussen werknemers en werkgevers dat hier en daar geconstateerd wordt eerder versterken dan verminderen. Voor een zo gunstig mogelijk effect zal men moeten streven naar een organisatievorm, die verhoogde mobiliteit aantrekkelijk maakt en die zoveel mogelijk garandeert dat afgedwongen mobiliteit over alle geledingen van het bedrijf rechtvaardig wordt verdeeld. Wellicht kan een minder starre definitie van arbeid, werkweek en dergelijke helpen bij het teweegbrengen van veranderingen in de mobiliteit. De managers zouden voldoende tijd moeten vrijmaken zich meer te bekwamen in de organisatieproblematiek. Verdergaande delegatie zou kunnen leiden tot meer creativiteit en tot meer spreiding in ervaring en kennis en aldus de mobiliteit verhogen. Meer creativiteit is van groot belang voor het succesvol uitvoeren van innovatie.

3.8. Contacten tussen universiteit, hogeschool en industrie

De relatie van de industrie met de hogeschool en universiteit en de inrichting van het hoger onderwijs zijn controversiële onderwerpen. De meningsvorming is politiek en maatschappelijk geladen. Elke mening over deze onderwerpen zal gekleurd zijn, dit geldt ook voor de verslaggevers en de geïnterviewden. Hieronder, en in hoofdstuk 3.9. worden een aantal punten weergegeven, die naar voren zijn gekomen tijdens de interviews. Over de waarde hiervan en over de vraag of men dit het oordeel van deskundigen kan noemen, zullen de meningen uiteenlopen. Gezien de niet geringe ervaring van de geïnterviewden in de industrie en het hoger onderwijs, vaak zowel in het binnen- als buitenland, lijkt het echter van belang bij verdere discussie over en onderzoek van genoemde onderwerpen kennis te nemen van de naar voren gekomen punten.

Het inspelen op een veranderende markt en het benutten, binnen de grenzen die door die markt en de samenleving worden gesteld, van wat technisch mogelijk is, wordente zamen een essentieel onderdeel geacht van een goed ondernemerschap. Marktkennis is in het proces van innovatie onmisbaar. Een pure "marktman" is echter nog geen goed innovator. Techniek en markt moeten elkaar vinden. Wetenschap en praktijk moeten worden samengebracht.

Voor dit samenbrengen kan men zich een aantal wegen voorstellen. De meest gebruikelijke is de opname van academici en technici in de onderneming en het verrichten van eigen wetenschappelijke onderzoek. Het is de vraag, of bij de opleiding van de academici en technici met de eisen vanuit de industrie rekening moet worden gehouden. Daaraan wordt in paragraaf 3.9. aandacht gegeven.

Voor vele ondernemingen is de opname van een voldoende aantal academici en het verrichten van eigen wetenschappelijk onderzoek echter onmogelijk. Om tot een flexibele innovatiegevoelige opstelling te komen zijn deze, vaak kleine, ondernemingen aangewezen op een voortdurend contact met wat elders gebeurt. Intensieve uitwisseling van kennis en ervaring tussen centra van onderzoek en de industrie en tussen de industrieën onderling kan, en dit geldt ook voor de grotere industrie die reeds eigen onderzoek verricht, de basis waarop innovatie moet steunen aanmerkelijk vergroten.

Voor de grote industrie wordt een verbetering van het contact met de universiteit en hogeschool niet zo urgent geacht. Deze industrie kent vaak de goede ingangen, heeft op de voor haar relevante gebieden vaak meer kennis dan de universiteit of hogeschool en heeft verder over het algemeen een voldoende goed researchapparaat om nieuwe ontwikkelingen snel op te pakken. Het belang van de grote kennisintensieve industrie bij het contact met de universiteit ligt vooral in het doen afstemmen van de opleiding van academici op de

behoefte van deze industrie (zie paragraaf 3.9.), het laten verzorgen van na- of bijscholingscursussen en het doen aanpassen van het aan de universiteit verrichte onderzoek aan de korte of langere termijnbehoefte van de industrie. Voor wat de grote industrie betreft wordt overigens opgemerkt dat in de huidige economische terugval deze industrieën zich op vele gebieden duidelijk terugtrekken uit de fundamentele research. De bijdrage op internationale congressen van zeer grote industrieën is sterk verminderd. De grote industrie deinst meer en meer terug voor het doen van grote investeringen voor fundamenteel onderzoek, dat over het algemeen meer risico draagt dan toegepast onderzoek. De daaruit voortvloeiende verschuiving van basisonderzoek van industrie naar universiteit kan betekenen dat, indien men de vruchten van dit basisonderzoek ook bij de grote industrie wil laten terechtkomen, de kwaliteit en de intensiteit van het contact tussen deze industrie en universiteit nauwlettend in het oog moet worden gehouden.

Voor wat het post-academisch onderwijs betreft kan gesteld worden dat de industrie, en vooral de wat kleinere industrie, vaak wel het belang van dit soort nascholing onderschrijft maar toch niet haar mensen voor een zekere periode wil of kan vrij maken. Gezien de didactische eisen kan het meeste post-academisch onderwijs het beste door de universiteit of hogeschool worden verzorgd.

Niet alleen de industrie stelt echter eisen aan het onderzoek en het onderwijs van universitaire instellingen. De afweging van de verschillende belangen binnen de samenleving is controversieel en maakt de mate van afstemming van het universitaire onderzoek op de behoeften van de industrie in toenemende mate een zaak van de overheid.

Voor wat het toestromen van innoverende wetenschappelijke en technische kennis naar de kleine industrie betreft ligt de zaak geheel anders dan bij de grote industrie. Direct contact tussen de universiteit, hogeschool en kleinere industrie wordt vaak bemoeilijkt doordat men elkaar niet voldoende begrijpt, men denkt teveel op een ander niveau.

Er is behoefte aan een tussenorganisatie die de kennis en ervaring van universiteit, hogeschool en andere (eventuele industriële) onderzoekcentra vertaalt naar de situatie binnen de kleine bedrijven. Een hernieuwd TNO zou in dit proces een grote rol kunnen spelen (zie paragraaf 3.9.). Ook zou een nieuwe instelling als een "National Science Foundation" die specifieke onderzoeksopdrachten kan uitzetten een rol kunnen spelen (zie paragraaf 3.9.).

Voor het behouden en opvoeren van de slagvaardigheid en het innovatiepotentieel van kleinere bedrijven wordt in sommige gevallen het vormen van conglomeraten rond een groot bedrijf dienstig geacht.

De overheid zou met een goed stimuleringsbeleid het tot stand komen van dergelijke samenwerkingsverbanden waar nodig kunnen bevorderen. Een dergelijke samenbundeling van ondernemingen kan uitwisseling van innoverende kennis eenvoudiger maken, bij een redelijke autonomie blijft een grote flexibiliteit behouden, ontwikkelingen die voor een groot bedrijf oninteressant zijn kunnen worden doorgespeeld naar een kleinere onderneming binnen het conglomeraat terwijl verder aan alle ondernemingen het grote kennispotentieel van het conglomeraat ter beschikking staat.

Hoog-technologische ontwikkelingen kunnen vaak tijdelijk kleinschalig worden uitgevoerd. In een latere fase is echter een schaalvergroting meestal onontkoombaar. Bovengenoemd conglomeraat zou deze schaalvergroting mogelijk kunnen maken zonder dat te veel negatieve aspecten worden opgeroepen.

In Nederland worden relatief weinig hoog-technologische klein-industriële activiteiten ontplooid. Geconstateerd wordt dat in de V.S. sommige universiteiten kleine fabriekjes om zich heen "zaaien". Ondanks de soms korte levensduur van deze bedrijven kunnen deze spin-off activiteiten van groot belang zijn voor het optimaal benutten van bepaalde vindingen. In Nederland zijn slechts enkele voorbeelden van deze spin-off bedrijven bekend. Het op gunstige voorwaarden verschaffen van risico-dragend kapitaal wordt voor het ontstaan van dergelijke activiteiten van groot belang geacht.

Naast algemene maatregelen ter stimulering van de uitwisseling van relevante kennis zou de overheid ook meer specifieke maatregelen kunnen nemen. Bijvoorbeeld via het afsluiten van bepaalde aankoopcontracten die het invoeren van innoverende kennis noodzakelijk maakt, zou men de onderneming kunnen stimuleren bij het leggen van contacten. Ook de industrie zelf kan bepaalde maatregelen nemen. Hierbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan een fonds voor de elektrotechniek dat door industriële bijdragen wordt gevuld. Dit fonds kan dan gebruikt worden voor innoverend toegepast onderzoek waarvan de resultaten weer naar de industrie worden teruggespeeld en verder voor het uitzenden van elektrotechnisch ingenieurs naar de kleine bedrijven om deze ondernemingen vertrouwd te maken met het gebruik van elektronika. Eenzelfde soort regeling beperkt zich uiteraard niet tot de elektrotechniek. Ook zou men regelingen kunnen treffen voor bijvoorbeeld het uitwisselen van chemisch technologen en dergelijke. Ook hierin zou TNO wellicht een rol kunnen spelen.

3.9. Opleiding en onderzoek

Voor de inhoud van deze paragraaf geldt dezelfde opmerking die gemaakt is aan het begin van paragraaf 3.8.

Voor een flexibele industrie die zich richt op de vervaardiging van kennisintensieve producten wordt een hoge kwaliteit van het onderwijs en onderzoek en een zekere afstemming hiervan op de vraag vanuit de industrie van groot belang geacht.

Hieronder zullen een aantal opmerkingen over ontwikkelingen binnen het wetenschappelijke onderwijs en onderzoek worden weergegeven.

1. Binnen het hoger onderwijs en het wetenschappelijk onderzoek wordt, met enkele uitzonderingen, een vakmatige versmalling geconstateerd. Een sterke specialisatie wordt nodig geacht voor het verder brengen van de wetenschap. Echter voor een niet onaanzienlijk deel van de academici die een werkkring zullen vinden of ambiëren buiten de universiteit en hogeschool is de verkregen sterke specialisatie niet nodig. Deze specialisatie kan het vinden van geschikt werk belemmeren. Bij nascholingscursussen van ingenieurs die buiten de hogeschool werkzaam zijn komt de indruk naar voren dat de behoefte het grootst is aan vakken als organisatiekunde, bedrijfskunde en vaardigheden als schrijven van rapporten en vergadertechniek. Er blijkt minder behoefte aan bijscholing, aan voortgaande specialisatie binnen het oorspronkelijke eigen specialistische vakgebied. Dit alles kan, aannemende dat de aan de nascholingscursussen deelnemende ingenieurs representatief zijn voor het gehele ingenieursbestand, duiden op een niet optimale aanpassing van de opleiding op datgene wat de arbeidsmarkt vraagt. Een zekere ombuiging in deze opleiding zou daarom, althans als men er van uitgaat dat academici zo veel mogelijk in de huidige arbeidsmarkt inzetbaar moeten zijn, noodzakelijk kunnen zijn. Met nadruk wordt hierbij echter gesteld dat het niet gaat om het opleiden van generalisten. Deze zijn vaak weer minder goed te plaatsen. Naast de handhaving van een fundamentele, zo nodig specialistische, opleiding voor een groot deel der studenten gaat het voor de rest om het afleveren van vakmensen die, naast een fundamentele of specialistische basis, voldoende kennis hebben genomen van perifere en andere gebieden om een goede inpassing en een goed gebruik en verdere ontwikkeling van hun vakkennis in de maatschappij mogelijk te maken.

Een eerste aanzet in deze richting wordt gegeven door de "multidisciplinaire" centra aan de Technische Hogescholen zoals in Delft, de centra voor Medische Techniek, Verkeer en Vervoer, Milieu en Aangepaste Techniek en Meet- en Regeltechniek. De mogelijkheden worden echter nog als te beperkt beoordeeld.

2. Gewezen wordt op het gevaar van een kwaliteitsdaling, van zowel het onderwijs als het wetenschappelijke onderzoek, dit alles overigens zonder de hoge kwaliteit van veel op dit moment aan de universiteit verricht onderzoek te willen onderwaarderen. Hoogleraren en wetenschappelijke medewerkers hebben vaak teveel irrelevante bijtaken. Talentvolle jonge mensen worden soms teveel opgesloten in organisatorische zaken. Er is, ondanks meestal voldoende geld en een voldoende aantal technici, te weinig mogelijkheid voor ongestoord onderzoek en voor goed onderwijs. De controle op de kwaliteit van het werk, het onderwijs en het onderzoek, is niet overal optimaal en soms te bureaucratisch. Wellicht door de verregaande specialisatie en de animositeit tussen verschillende werkgroepen, die soms met de verdeling van het beperkte aantal nieuwe stafplaatsen samenhangt, is onderlinge kwaliteitsgerichte controle afgenomen.

Gesteld wordt dat er binnen het wetenschappelijke corps in een aantal gevallen sprake is van een zekere verambtelijking. Een daling van het niveau van dit corps zou langdurig doorwerken terwijl verder gevreesd moet worden voor een zelfversterkend effect: minder goede docenten of wetenschappers creëren niet het klimaat waartoe goede docenten en wetenschappers zich aangetrokken zullen voelen.

Door de ontwikkeling op de arbeidsmarkt en door de afname van het aantal nieuwe wetenschappelijke stafplaatsen zijn de mogelijkheden voor een evenwichtige doorstroming hier en daar afgenomen. Voor een verhoging van de interne en externe mobiliteit kan het nodig zijn het personeelsbeleid en de personeelsbeoordeling aan universiteit en hogeschool drastisch te veranderen. Of de voordelen van een dergelijke verhoging van mobiliteit groter zijn dan de nadelen is in vele gevallen echter de vraag.

3. De grote toename van het aantal studenten heeft, in combinatie met andere factoren, in enkele studierichtingen geleid tot kwaliteitsproblemen bij de opleiding.

Creativiteit is van essentieel belang voor het verrichten van goed wetenschappelijk onderzoek en voor de toepassing van wetenschappelijke kennis in industrie en maatschappij. De indruk bestaat dat het huidige hoger-onderwijsstelsel niet overal voldoende ruimte geeft aan deze creativiteit en soms te weinig aanzet tot eigen initiatief. Een te schoolse opleiding in het begin van de studie kan zelfs een sterk averechts effect hebben. Het wordt zinvol geacht de student in zijn opleiding zo vroeg mogelijk te confronteren met de fundamentele van echt wetenschappelijk onderzoek. Stimulering op zo individueel mogelijke basis wordt daarbij van belang geacht.

Voor het optimaal benutten van bestaande creativiteit moet de ingenieur zich niet teveel richten op processen die zich afspelen in bestaande apparatuur. De kennis moet zo breed worden, dat men ook zelf nieuwe apparatuur kan ontwerpen.

Verder zouden in de ingenieursopleiding aspecten van praktische toepassing van kennis en apparatuur meer aandacht kunnen krijgen. Met name in de chemische industrie wordt een duidelijk tekort aan de implementatie geconstateerd. Dit wordt geweten aan de opleiding van de ingenieur. Bij deze opleiding zou te weinig aandacht worden gegeven aan het leren ontwerpen van processen waar praktische factoren een rol spelen. Door meer aandacht te geven aan aspecten als planning en afwerking kan de ingenieur bij het uitwerken van een nieuw idee bij alle facetten van de ontwikkeling betrokken worden en direct op de hoogte worden gebracht van de naar voren komende moeilijkheden. De werkwijze is nu vaak dat de uitwerking van een goedgekeurd voorstel wordt overgelaten aan de technische dienst. Door een te onverschillige houding kan dan een goed voorstel onnodig tot een mislukking leiden. Gezocht zal moeten worden naar een meest gunstige situatie tussen begeleiding en delegatie. Een opleiding die de ingenieur kennis geeft voor een goede begeleiding wordt voor het doorvoeren van technische innovaties van essentieel belang geacht. Ook hier zouden de eerder genoemde multidisciplinaire centra (paragraaf 3.9.1) goed werk kunnen verrichten.

Bovengenoemd tekort aan implementatie is slechts een voorbeeld van de repercussie die de opleiding van de ingenieurs kan hebben op de industrie. Van belang is in dit verband te vermelden dat de gedachte is geopperd dat het slecht gaan van de Nederlandse apparatenindustrie voor een belangrijk deel voortkomt uit het ontbreken in Nederland van een geïntegreerde opleidingsmogelijkheid voor proceskundig ingenieur in nauwe samenhang met de werktuigbouw. Bij het opzetten van een dergelijke opleiding zouden als basiselementen moeten worden ingebracht de fysische technologie, de (warme) werktuigbouwkunde, de fysica (transportverschijnselen), de chemie en de materiaalkunde. Belangrijke maatschappelijke toepassingsgebieden zouden kunnen zijn de energievoorziening, de proces-industrie en de klimaat-beheersing.

4. Als basisfunctie van de universiteit wordt gezien het doen verrichten van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek, hetgeen een eerste vereiste is voor een kwalitatief hoogstaande opleiding. Niet alle onderzoek aan universiteit en hogeschool behoeft echter fundamenteel te zijn. Voor het eventueel verrichten van meer toegepast onderzoek moet men zich wel realiseren dat de universiteit in feite niet is ingericht om voornamelijk opgedragen, doelgericht onderzoek te verrichten. De organisatievorm is daar niet geschikt voor. Toch zou hier en daar een ombuiging naar voor de samenleving en industrie relevanter onderzoek van belang kunnen zijn. Het gebrek aan flexibiliteit van bestaande instellingen die voor het stimuleren van deze ombuiging in aanmerking zouden kunnen komen, kan volgens sommigen het opzetten van een nieuwe organisatie als een "National Science Foundation" noodzakelijk

maken. Een dergelijke instelling kan onderzoek voor kortere of langere tijd steunen. Bij het uitvoeren van toegepast onderzoek kan wellicht een strakkere organisatievorm worden gekozen dan bij fundamenteel onderzoek.

De keuze van de voor stimulering in aanmerking komende gebieden van toegepast onderzoek is een overheidskwestie. De overheid zou wellicht vrij algemene, normen kunnen stellen wat relevant en belangrijk is. De continue begeleiding van dergelijk onderzoek dat in dat kader past kan het beste worden overgelaten aan een instelling als de bovengenoemde "Science Foundation". Een dergelijke organisatie kan zich hiervoor voldoende competentie verwerven. In hoeverre de "Science Foundation" een onderdeel kan zijn van de nieuw te vormen RWO (ZWO) verdient nadere overweging.

5. De post-academiale opleiding kan een grote rol spelen in het goed toepassen van wetenschappelijke kennis in de maatschappij. Aandacht voor de specifieke moeilijkheden bij het opzetten en het uitbreiden van dergelijke post-academiale opleiding is daarom van groot belang. Nagegaan zou moeten worden waar de behoeften liggen en hoe deze opleiding daar het beste op kan inspelen.

In de reeks "Rapporten aan de Regering" zijn tot nu toe verschenen:

1. Europese Unie
2. Structuur van de Nederlandse economie
3. Energiebeleid
Gebundeld in één publikatie (1974)
4. Milieubeleid (1974[Ⓜ])
5. Bevolkingsprognose (1974)
6. De organisatie van het openbaar bestuur (1975[Ⓜ])
7. Buitenlandse invloeden op Nederland: Internationale migratie (1976)
8. Buitenlandse invloeden op Nederland: Beschikbaarheid van wetenschappelijke en technische kennis (1976)
9. Commentaar op de Discussienota Sectorraden (1976)
10. Commentaar op de nota Contouren van een toekomstig onderwijsbestel (1976)
11. Overzicht externe adviesorganen van de centrale overheid (1976)
12. Externe adviesorganen van de centrale overheid (1977)
13. Maken wij er werk van? Verkenningen omtrent de verhouding tussen actieven en niet-actieven (1977)
14. Interne adviesorganen van de centrale overheid (1977)
15. De komende vijftwintig jaar. Een toekomstverkenning voor Nederland (1977)
16. Over sociale ongelijkheid. Een beleidsgerichte probleemverkenning (1977).

In de reeks "Voorstudies en Achtergronden" zijn tot nu toe verschenen:

W.A.W. van Walstijn e.a.: Kansen op Onderwijs; een literatuurstudie over ongelijkheid in het Nederlandse onderwijs (1975[Ⓜ])

I.J. Schoonenboom en H.M. in 't Veld-Langeveld: De emancipatie van de vrouw (1976[Ⓜ])

G.R. Mustert: Van dubbeltjes en kwartjes; een literatuurstudie over ongelijkheid in de Nederlandse inkomensverdeling (1976)

Instituut voor Sociaal-Wetenschappelijk Onderzoek van de Katholieke Hogeschool Tilburg: De verdeling en de waardering van arbeid; een studie over ongelijkheid in het arbeidsbestel (1976[Ⓜ])

"Adviseren aan de Overheid", met bijdragen van economische, juridische en politicologische bestuurskundigen (1977)

Dr. Ir. J.J.C. Voorhoeve: Internationale macht en interne autonomie; Een verkenning van de Nederlandse situatie (1978)

Alle publikaties van de Raad zijn verkrijgbaar via de Staatsuitgeverij, Christoffel Plantijnstraat 1, 's-Gravenhage, telefoon 070- 62 45 51. Op aanvraag is gratis verkrijgbaar bij de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid het "Mededelingenblad W.R.R."

Inlichtingen over het werk van de W.R.R. zijn verkrijgbaar bij het Bureau van de W.R.R., Plein 1813, nr. 2, 's-Gravenhage, telefoon 070-61 40 31, tst. 4451.

[Ⓜ]) Uitverkocht.

ISBN 90 12 02408 0
830548F-282