

**RAND**

*Investeringsbehoefte  
uitrusting wetenschappelijk  
onderzoek*

*Fase 2*

*(A Survey of Future Requirements  
for Outfitting Public Scientific  
Research in the Netherlands: Phase 2)*

*Erik van de Linde, Erik Frinking, Andreas Ligtoet*

*In opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en  
Wetenschappen*

**RAND Europe**

ISBN: 0-8330-3361-1

RAND is a nonprofit institution that helps improve policy and decisionmaking through research and analysis. RAND® is a registered trademark. RAND's publications do not necessarily reflect the opinions or policies of its research sponsors.

© Copyright 2003 RAND

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form by any electronic or mechanical means (including photocopying, recording, or information storage and retrieval) without permission in writing from RAND.

Published 2003 by RAND  
1700 Main Street, P.O. Box 2138, Santa Monica, CA 90407-2138  
1200 South Hayes Street, Arlington, VA 22202-5050  
201 North Craig Street, Suite 202, Pittsburgh, PA 15213-1516  
RAND URL: <http://www.rand.org/>

To order RAND documents or to obtain additional information, contact Distribution Services: Telephone: (310) 451-7002; Fax: (310) 451-6915; Email: [order@rand.org](mailto:order@rand.org)

## Voorwoord

Dit rapport beschrijft de achtergrond, werkwijze en resultaten van de tweede fase van de studie 'Investeringsbehoefte uitrusting wetenschappelijk onderzoek' die RAND Europe in opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen heeft uitgevoerd. Het project vond plaats tussen november 2001 en april 2002. Over de eerste fase van het project werd gerapporteerd in juni 2001<sup>1</sup>.

Het Ministerie van OC&W heeft RAND Europe gevraagd om een niet-uitputtende inventarisatie te maken van grote lange termijn investeringsplannen en –behoeften die leven bij instellingen voor publiek gefinancierd wetenschappelijk onderzoek in Nederland. We benadrukken dat het louter een inventarisatie betreft aan de aanbodzijde van het wetenschappelijk onderzoek.

Op verschillende momenten gedurende het onderzoek is RAND Europe ondersteund door een klankbordgroep. De samenstelling van deze groep is weergegeven in bijlage C. De auteurs zijn de klankbordgroep veel dank verschuldigd voor hun waardevolle commentaar en bijdragen. De verantwoordelijkheid voor het onderzoek en de rapportage berust bij de auteurs.

De auteurs willen alle personen van uiteenlopende onderzoeksinstellingen die ons van informatie hebben voorzien of daarbij hebben bemiddeld bij deze bedanken voor hun inbreng. Bijlage A bevat een lijst met namen van deze personen.

Voor informatie over dit rapport kunt u zich wenden tot:

Dr. Jan E. van Dam  
Ministerie OC&W  
Postbus 25000  
2700 LZ Zoetermeer

Drs. Erik J.G. van de Linde  
RAND Europe  
Newtonweg 1  
2333 CP Leiden

---

<sup>1</sup> Frinking, E., A. Ligtvoet, E. van de Linde and J. Vader, Investeringsbehoefte uitrusting wetenschappelijk onderzoek (Investment needs equipment scientific research), MR-1379, RAND Europe, Leiden, 2001

## **Samenvatting**

Dit rapport omvat een niet-uitputtende inventarisatie van behoeften aan investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek voor de komende tien jaar, die leven bij instellingen voor publiek gefinancierd onderzoek in Nederland. Het is onderdeel van een opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij om zicht te krijgen op grote investeringsbehoeften die zich lenen voor internationale samenwerking. In de eerste fase van het onderzoek, waarover separaat is gerapporteerd, richtte de inventarisatie zich met name op de Universiteiten, TNO, DLO, de Koninklijke Bibliotheek en de Academische Ziekenhuizen. Dit rapport richt zich met name op het overige publiek gefinancierde onderzoek in Nederland.

### **Methode**

In het kader van dit project is de volgende brede definitie van uitrusting gehanteerd: faciliteiten, infrastructuur, bibliotheken, apparatuur, instrumenten, databanken, informatievoorzieningen en collecties. Gebouwen worden alleen beschouwd als uitrusting indien zij een onlosmakelijk onderdeel ervan vormen, zoals bijvoorbeeld een windtunnel. Het onderzoek richtte zich vooral op de grote en zeer grote investeringen (in de orde van miljoenen Euro), aangezien alleen investeringen van die omvang zich lenen voor (internationale) coördinatie in aanschaf en exploitatie.

Om de behoefte aan investeringen en eventuele mogelijkheden voor coördinatie en samenwerking te identificeren hebben we allereerst maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkelingen in brede aandachtsgebieden proberen onder te brengen. Deze gebieden zijn in overleg met een klankbordgroep gekozen, in lijn met gebieden die gebruikelijk zijn in het wetenschapsbudget: Energie, ICT, Lucht- en ruimtevaart, Materialen, Omgeving, Openbaar bestuur en justitie, Verkeer en vervoer en Voeding en gezondheid.

De volgende onderzoeksmethoden zijn toegepast om de investeringsbehoeften in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek te inventariseren: beknopt literatuuronderzoek, enquêtes en interviews bij het veld en consultatie met de klankbordgroep.

Voor een inschatting van de ontwikkelingen hebben we gebruik gemaakt van relevante beleidsnotities, strategische onderzoeksnota's en websites. Indien overheidsnotities niet of onvoldoende voorhanden waren baseerden we ons nader op nota's van intermediaire instellingen. Voor de inventarisatie van concrete investeringsbehoeften hebben we instellingen benaderd die onderzoek verrichten op bovenstaande aandachtsgebieden.

Deze organisaties zijn allen (ten dele) gefinancierd door de overheid. Het zijn echter niet de enige actoren binnen de aandachtsgebieden. Het is derhalve mogelijk dat meer investeringsvoorstellen naar voren gebracht hadden kunnen worden die aansluiten bij de gesignaleerde ontwikkelingen in het aandachtsgebied. Qua grootte zijn de benaderde instellingen echter wel vaak de belangrijkste spelers in het publiek gefinancierde wetenschappelijk onderzoek en de verwachting was dan ook dat vooral zij grote en internationaal georiënteerde voorstellen naar voren zouden kunnen brengen. Dit betekent dat de inventarisatie een realistische ondergrens aangeeft van wat we in de komende tien jaar zouden kunnen verwachten.

## **Bevindingen**

In onderstaande paragrafen wordt kort per aandachtsgebied aangegeven wat de bevindingen ten aanzien van de uitrustingsbehoefte zijn. De specifiek vermelde investeringsplannen zijn opgenomen in de tabel aan het eind van deze samenvatting.

### *Energie*

In het voorjaar van 2002 wordt in het energieonderzoeksveld zelf in het kader van EOS<sup>2</sup> een consultatie verricht naar de strategische richting van het gebied in Europese context. Uit de verschillende beleidsdocumenten blijkt dat een nadere focus noodzakelijk wordt geacht. De verschillende genoemde investeringen ondersteunen dit, aangezien zij divers van aard zijn.

### *ICT*

De investeringsbehoeften zoals die in het kader van de tweede fase van dit onderzoek naar voren zijn gekomen bieden, in aanvulling op de conclusies in de eerste fase van deze studie, het beeld dat deze goed aansluiten op de belangrijke maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkelingen die uit uiteenlopende strategische documenten kunnen worden afgeleid. Het beeld is dat van sterk gedistribueerde ICT-netwerken en rekencapaciteit die aansluiten op de modernste ontwikkelingen in de wetenschap - zoals genomics - en als het ware een multiplicatiefactor bieden door het vergroten van de toegankelijkheid tot onderzoeksgegevens en nationale en internationale excellentie. Daarnaast blijft supercomputing in elk geval de komende tien jaar nodig. Ook wordt sterk de aandacht gevraagd voor de toegang van onderzoekers en onderzoeksinstituten op breedbandnetwerken.

### *Lucht- en Ruimtevaart*

Veel onderzoeksprioriteiten en -activiteiten worden vanuit de Europese Commissie aangestuurd. Vanwege de beperkte mogelijkheden tot samenwerking in Nederland,

---

<sup>2</sup> Energie Onderzoek Strategie

zijn ook de Nederlandse instituten aangewezen op bilaterale of internationale samenwerkingsverbanden. Voor een deel zijn de investeringen in uitrusting geregeld door bijdragen van nationale overheden aan ESA<sup>3</sup> en de aan ESA gerelateerde onderzoekscentra. De behoeften die onafhankelijk daarvan naar voren zijn gebracht, betreffen vooral investeringen in de grotere categorieën apparatuur (bijv. vliegtuigen) of in proefopstellingen (simulatie). Belangrijke investeringen betreffende 'remote sensing' apparatuur vallen samen met het aandachtsgebied 'Omgeving'.

### *Materialen*

Er zit een belangrijke overeenkomst in de investeringsbehoeften van materialen onderzoek, namelijk de ontwikkeling en bestudering van materialen op steeds kleiner wordende schaal. Bij experimentele ontwikkeling en technologieontwikkeling gaat het daarbij om de microschaal. Bij wetenschappelijk fundamenteel onderzoek speelt meer de nanoschaal.

De instellingen die in deze duidelijke behoeften naar voren brachten, zijn modern opgezette instellingen, met een organisatie die het streven naar publiek-private samenwerking en multidisciplinair onderzoek hoog in het vaandel hebben. We kunnen daarom concluderen dat aan de wens om bij de investeringen te streven naar optimalisatie van de exploitatie door consortia van kennisinstellingen en de industrie, al bij voorbaat lijkt voldaan.

### *Omgeving*

Op het gebied van Ruimtelijke Ordening en Milieu is meetapparatuur van groot belang. Daar een steeds grotere stroom aan gegevens opgeslagen wordt en gedeeld dient te worden met onderzoekers van andere (internationale) instituten, is er eveneens behoefte aan databanken die via netwerken toegankelijk zijn. Een andere steeds verdergaande ontwikkeling is de bouw van modellen voor het doorrekenen van (milieu-) effecten. Voor de zeer grote projecten op het gebied van bijvoorbeeld klimaatonderzoek wordt reeds samengewerkt in internationaal verband.

### *Openbaar bestuur en justitie*

Hoewel het belang van investeringen in uitrusting voor sociaal-wetenschappelijk onderzoek zeer zeker wordt onderkend, is het aantal concrete investeringen dat in dit gebied naar voren zijn gekomen beperkt. Het betreft hier vooral internationale samenwerkingsverbanden voor het uitvoeren van grensoverschrijdend onderzoek waarbij het opzetten en toegankelijk houden van grote databases van belang is. Het onderzoek in Nederland op het rechtswetenschappelijk gebied wordt vooral onder

---

<sup>3</sup> European Space Agency

verantwoordelijkheid van betrekkelijk kleine publiek gefinancierde organisaties uitgevoerd. De oriëntatie op investeringen in uitrusting ontbreekt in eerste instantie, hoewel ook hier het belang van comparatief internationaal onderzoek zeer sterk toeneemt.

#### *Verkeer en Vervoer*

Het gebied Verkeer en Vervoer ligt op het grensvlak van toegepast en wetenschappelijk onderzoek. Veel onderzoek op dit gebied wordt uitgevoerd door instituten die reeds in fase 1 van dit onderzoek zijn benaderd. Opvallend is de grote rol die ICT speelt in het kader van logistieke optimalisatie, onder andere op het gebied van automatische voertuiggeleiding en intelligente transportsystemen.

#### *Voeding en gezondheid*

In het aandachtsgebied voeding en gezondheid zullen theoretisch veel investeringsbehoeften in uitrusting gevonden kunnen worden binnen het grote en groeiende gebied genomics, en de daarvan afgeleide gebieden proteomics en metabolomics. Dat zijn waarlijk multidisciplinaire aandachtsgebieden, die onder meer tot ontwikkeling zullen komen dankzij de ICT als 'enabling technology' voor de bioinformatica.

De grote verwachtingen die blijken uit strategische overzichten op het snijvlak van voeding en gezondheid worden niet gereflecteerd in de praktijk van de investeringsbehoeften in uitrusting die we in het kader van dit onderzoek hebben geïdentificeerd. De totale behoeften belopen slechts een bedrag van 15 M€. Wellicht dat verschillende deelonderwerpen dermate nieuw zijn dat het nog te vroeg was om duidelijke investeringsbehoeften te inventariseren.

#### **Analyse**

Een belangrijk kenmerk van de gevolgde onderzoeksmethode is dat, evenals in fase 1, de inventarisatie zich vooral heeft gericht op de 'aanbodzijde'. Met andere woorden, het zijn de onderzoeksinstellingen zelf die de investeringsbehoeften hebben geformuleerd op basis van onze vragen.

Het resultaat van onze inventarisatie behelst enkele tientallen concrete voorstellen voor investering in uitrusting in de acht aandachtsgebieden. De vraag is of deze voorstellen (noodzakelijke) behoeften of wensen van onderzoekers betreffen. Deze vraag is vooral relevant bij het prioriteren van de voorstellen voor inhoudelijke en/of (schaarse) financiële ondersteuning. Deze prioriteiten zullen gerelateerd moeten zijn aan duidelijke geformuleerde maatschappelijke of wetenschappelijke belangen. Hoe deze belangen in termen van investeringsvoorstellen in uitrusting vertaald moeten worden is niet duidelijk. De vraagzijde is immers niet of nauwelijks in staat om aan te

geven **welk gereedschap** wetenschappelijk onderzoekers in de toekomst nodig hebben. Wel kan de vraagzijde aangeven aan **welk onderzoek** behoefte bestaat, ook al gaat het daarbij veelal om een reflectie op maatschappelijke problemen, zoals bij klimaatonderzoek, criminaliteitsonderzoek, geriatrisch onderzoek en verkeerscongestie onderzoek.

Het is derhalve zeer moeilijk te bepalen of en in welke mate bepaalde investeringsvoorstellen aan welke belangen precies kunnen voldoen. Een schifting op basis van belang of relevantie is derhalve moeilijk aan te brengen. Er is dus voor een inventarisatie van investeringsbehoeften in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek weinig ander alternatief dan onderzoekinstellingen zelf er toe te bewegen zorgvuldig afgewogen behoeften te formuleren. In elk geval kunnen we stellen dat de investeringsvoorstellen goed lijken aan te sluiten op de algemene ontwikkelingen die in de aandachtsgebieden zijn geschetst en vallen binnen de dimensies van het onderzoekskader zoals termijn, omvang, samenwerkingspotentieel, financieringsbron en type.

## **Conclusie**

### *Huidige instrumenten voor coördinatie van investeringen*

In Nederland wordt al jaren een beleid gevoerd dat is gericht op versterking van de samenwerking binnen het Nationale Innovatie Systeem (NIS), waarvan publiek gefinancierd wetenschappelijk onderzoek een belangrijk onderdeel is. Enkele specifieke aandachtspunten in dit verband zijn:

- Articuleren van de maatschappelijke vraag naar wetenschappelijk onderzoek
- Stimuleren van publiek-private samenwerking
- Stimuleren van multidisciplinair onderzoek
- Inter- en intra-universitaire samenwerking
- Inzet van wetenschappelijke kennisontwikkeling voor de economie en de werkgelegenheid
- Internationale samenwerking
- Dynamisering

Aan deze aandachtspunten wordt gewerkt met behulp van verschillende instrumenten, zoals:

- Innovatiegerichte OnderzoeksProgramma's IOP's
- Technologische Topinstituten (TTI's)
- Onderzoekscholen en toponderzoekscholen
- Activiteiten in het kader van de kennisinfrastructuur (KIS) binnen het Fonds Economische Structuurversterking (FES) en het interdepartementale overlegorgaan daarvoor (ICES)
- Het Europese kaderprogramma (KP)



Deze instrumenten hebben in de eerste plaats betrekking op het agenderen en verichten van onderzoek, maar kunnen ook bijdragen aan het coördineren van de behoefte aan wetenschappelijke uitrusting. Vaak echter gaat het om deels of geheel virtuele instellingen, die uitstekende en vernieuwende ideeën genereren over de behoefte aan onderzoek, terwijl de feitelijke operationele activiteiten bij de participerende instellingen liggen, met name ten aanzien van het realiseren van uitrusting. Ten aanzien van hun geschiktheid bij te dragen aan versterking van de investering in uitrusting zouden de bovengenoemde instrumenten daarom wellicht nader tegen het licht gehouden kunnen worden.

### *Oriëntatie*

Alle aandachtsgebieden geven investeringsbehoeften aan met een internationale of potentieel internationale oriëntatie. Dat is vooral het geval bij de aandachtsgebieden 'Omgeving' en 'Materialen'. In het energieonderzoek zijn veel investeringsbehoeften geformuleerd, maar de internationale oriëntatie daarvan is minder sterk dan het totale budget aangeeft. Dit sluit aan bij de eerdere observatie dat het Nederlandse energieonderzoek gefragmenteerd is.

### *Type investering*

Er zijn in deze tweede fase van ons onderzoek, evenals in de eerste, duidelijke aanwijzingen dat de categorie 'data' een groeiende categorie van investeringsbehoeften is. Vaak hebben de nieuwste kennisgebieden, zoals genomics, milieuwetenschappen, aardobservatie, biodiversiteitstudies en klimaatwetenschappen toegang nodig tot grote en gedistribueerde onderzoeksgegevens en databanken. De bijbehorende budgetten zijn vooralsnog laag, mogelijk door gebrek aan een goede definitie van wat uitrusting nu eigenlijk is en doordat instellingen nog niet aan een dergelijk type 'uitrusting' gewend zijn, of zelfs helemaal niet gewend zijn aan het identificeren van aparte uitrustingsbudgetten. Zeer grote specifieke investeringen die zich slecht lenen voor samenwerking kunnen vanzelfsprekend noodzakelijk zijn, maar het mag worden verwacht dat financierende en exploiterende partijen zullen uitzien naar een sterke onderbouwing van die noodzaak.

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de gerapporteerde investeringsbehoeften in de acht aandachtsgebieden.

<b>Investeringsbehoefte</b>	<b>Omvang (M€)</b>
<b>ENERGIE</b>	
Combinatorieel katalyse lab	3 – 5
Fuel Processor Test Opstelling	1,3
Infrastructuur voor FC systems	1,3
"Multi-purposer" vergasser	5,5
Circulating Fluidized Bed vergassers	4,5
Oliewater	1,5
Integraal testcircuit BIO WKK	5
Polymere zonnecellen laboratorium	2
Siliciummaterialen voor zonne-energie	4
Karakterisering nieuwe zonneceltechnologieën	2
Karakterisering PV/T systemen	3
Meetinfrastructuur gebouwintegratie	2
<b>ICT</b>	
Multimedia	5
E-Science	5
Genomics en bioinformatica	5
Grid Computing	1 - 2
Draadloze en mobiele diensten	5 – 10
State-of-the-art netwerk infrastructuur	2 – 4
Collaborative/ immersive environments	2 – 3
Active buildings	p.m.
Storage area networks	1
Supercomputing	12
<b>LUCHT EN RUIMTEVAART</b>	
Modern laboratorium vliegtuig	7 – 10
Supercomputer voor constr. en EM berekeningen	10
Tow Placement machine	3 – 4
Vluchtabootser	7 – 10
Optical/infrared interferometry	8
<b>MATERIALEN</b>	
Mini continue gloeilijn	20
Gasfase polymerisatie	6
Combichem	2
Functionele polymeren	5
<b>OMGEVING</b>	
Meetinstallatie te Cabauw	8,7
Ozon meetstation Paramaribo	3
Ozone Monitoring Instrument databank	3
Databank Envisat – Metop	5
Historische databank	3
Netwerkomgeving integraal int. waterbeheer	4,5
Open netwerkinfrastructuur	2-3
Europees netwerk grote geo-instituten	2
Kennisdesk	4
Delft GeoSystems	4
Geocentrifuge	3
Veld: observational method	6
Geïntegreerde datanetwerken	4,5
Achterstand kennissoftware water	10-20
HYDRALAB netwerk labfaciliteiten	10
NIMM	30
Frontoffice hydraulisch onderzoek	2
<b>OPENBAAR BESTUUR EN JUSTITIE</b>	
Onderzoek onder allochtonen	p.m.
European Social Survey	p.m.
Overige cross-nationale dataverzamelingen	p.m.
<b>VERKEER EN VERVOER</b>	
Simulatieomgeving scheepvaart	7,4
Wind- en golvenmodellen	3,5
Stromingsmetingssystemen	4
Upgrade van meet en analyse systemen	12
Upgrade van de Binnenvaarttank-meetwagen	10
Data-communicatie operational support	4
<b>VOEDING EN GEZONDHEID</b>	
Websites voor informatieuitwisseling	3,6
Controleapparatuur voedselveiligheid	5,6
Onderzoeks informatiesystemen	10,8



## Summary

This report presents a non-limitative survey of investment demands for outfitting scientific research in the Netherlands for the coming ten years. It is part of an assignment by the Dutch Ministry of Education, Culture and Science and the Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries to gain insight in large investments that offer possibilities for international cooperation. In the first phase of this research, on which there is a separate report<sup>4</sup>, the focus was on universities, academic hospitals, the royal library and research institutes under the responsibility of the aforementioned ministries. This report focuses on other publicly funded research in the Netherlands.

## Method

For the purposes of this project the following broad definition of outfitting has been used: facilities, infrastructure, libraries, apparatuses, instruments, databases, information-facilities and collections. Buildings were only regarded as outfitting if they are an integral part of the equipment, e.g. wind tunnels. The research focused mainly on large and very large investments (several million Euros) as only investments of that size present an opportunity for international coordination in acquisition and exploitation.

To categorise the investment demands and possibilities for coordination and cooperation, we have identified eight different focal areas. These areas were chosen in consultation with an advisory group representing different ministries and are in line with fields defined in the national science budget: energy, ICT, aerospace, materials, environment and spatial planning, public governance and justice, traffic and transport, food and health.

The following methods were used to survey the investment demands: literature research, surveys and interviews in the field and consultation with the advisory group.

To sketch the developments in the different fields we used relevant policy documents, strategic research papers and websites. When policy documents were not sufficiently available we based our overview on documents of intermediary organisations. For the inventory of investment demands we approached institutes that perform research in the areas mentioned above.

All approached institutes are financed (in part) by the government. They are, however, not the only actors within their fields of research. It is therefore possible that more investment needs could have been brought forward that are relevant to the described developments. In terms of size however, the approached institutions are

---

<sup>4</sup> Frinking, E., A. Ligtoet, E. van de Linde and J. Vader, *Investeringsbehoefte uitrusting wetenschappelijk onderzoek* (Investment needs equipment scientific research), MR-1379, RAND Europe, Leiden, 2001

mostly the key players in publicly financed scientific research and it was expected that mainly they were to bring forward large and internationally oriented investment demands. This means that the survey forms a realistic baseline of the type of investment demands we can expect in the coming ten years.

## **Findings**

The following sections describe in short the findings per field of interest. The table at the end of this summary gives an overview of all investment demands.

### *Energy*

In the spring of 2002 the Dutch energy research community will develop a strategic position for their area in the context of European research. Several policy documents have pointed out that more focus is deemed necessary. The investment demands that were mentioned support this viewpoint, as they are diverse.

### *ICT*

The investment demands in this area are closely linked to the developments that can be found in several policy documents. Distributed ICT-networks and computational capacity are strongly needed in modern scientific developments – such as genomics – and provide a multiplier for access to scientific data and thus national and international scientific excellence. Supercomputing, as well as the access of researchers and research institutes to broadband networks, will continue to play an important role in the coming ten years.

### *Aerospace*

Many research activities and priorities in this field follow from EU and ESA policies and positions. Because of the limited cooperation possibilities within the Netherlands, Dutch institutes are dependent on bilateral or international cooperation. Investments in outfitting are partly provided for through national contributions to ESA and ESA-related research institutions. The demands that were brought forward by the Dutch Aerospace Research Laboratory NLR mainly entail large categories of investments (e.g. airplanes) or simulation facilities. Important investments regarding remote sensing equipment are mentioned in the field of 'environment and spatial planning'.

### *Materials*

The investment needs that are found in this field share the fact that they all focus on the research and development of materials on an ever-smaller scale of control and precision. For experimental and technological developments this is the micro-scale. For fundamental scientific research it is the nano-scale.

The institutions that put forward their needs are modern organisations that emphasise public-private partnerships and multidisciplinary research. We can therefore conclude that the need to optimise exploitation of research infrastructures by consortia of knowledge institutes and industry is fulfilled by these organisations.

### *Environment and spatial planning*

In the field of environment and spatial planning equipment for measurement and sensing and monitoring is of great importance. As a growing stream of environmental data needs to be stored and shared with researchers of other (international) institutes there is a need for databases that are accessible via (broadband) networks. Models for simulating and calculating environmental and spatial effects are also being developed further. For large projects on e.g. climate research, international cooperation is already taking place.

### *Public governance and justice*

Although the need for investment in equipment for social scientific research is recognised, the amount of concrete investment demands in outfitting this area is limited. These demands are largely related to international cooperation on cross-border research for which setting up and making available databases is needed. Criminal justice research in the Netherlands is performed by relatively small publicly funded institutes. The orientation on investments in equipping research is still small, although the importance of international comparative research is gaining in importance.

### *Traffic and transport*

This focal area is situated between scientific and applied research. Much research is performed by institutes that were already described in phase 1 of this project. ICT plays a significant role regarding logistics, for instance through automatically guided vehicles and intelligent transport systems.

### *Food and health*

In the field of food and health many investment needs could be found in the growing field of genomics and connected fields such as proteomics and metabolomics. These

are truly multidisciplinary fields that will develop further with the use of ICT as enabling technology for bioinformatics.

The large expectations that arise in policy documents regarding the cross-disciplinary research on food and health are not reflected in our survey. Total investment demands are only 15 M€. It might be that the developments in this field are too recent to yield concrete investment plans.

## **Analysis**

An important feature of our research method is that the survey is based on the supply-side. In other words, the institutes themselves have formulated research needs on the basis of our questionnaire. The result is some sixty concrete ideas for investment in the eight focal areas.

The question arises whether these ideas are necessary requirements or simply wishes of the researchers. This question is especially relevant when prioritising the ideas with regard to further (financial) support. The priority will have to be based on clearly stated societal and scientific needs. However, society in general is unable to translate research needs into infrastructure investment proposals to provide tools researchers need. Only researchers themselves can do that.

The demand-side is however able to formulate a need for types of research, although this encompasses mainly societal problems such as climate change, criminality, geriatrics and traffic congestion.

It is very difficult to determine to what extent investment proposals comply to specific needs. A distinction on the basis of importance or relevance is hard to make. There is little other alternative for the survey of investment needs for equipping scientific research than to ask the scientific institutions to carefully formulate perceived needs. In any case we can state that the survey presented here seems to connect well to the developments that take place in the focal areas that we identified.

## **Conclusion**

### *Present instruments for the coordination of research*

For many years R&D policy in the Netherlands has been moving towards strengthening cooperation within the National Innovation System (NIS), of which publicly financed research is an important part. Some specific points of interest are:

- Articulation of the societal demand for scientific research
- Stimulation of public-private partnerships
- Stimulation of multidisciplinary research
- Intra- and interuniversity cooperation
- Developing scientific knowledge for the economy and employment

- International cooperation
- Dynamisation

These points are being addressed using different instruments:

- Innovation oriented research programs (IOPs)
- Technological top institutes (TTIs)
- Research schools and Top research schools
- Activities in the light of the knowledge infrastructure (KIS) within the Fund for Economic Structural Improvement (FES) and the interdepartmental commission for economic structure (ICES)
- European framework programs

These instruments are mainly concerned with putting research on the agenda and performing research, but they could also contribute to coordination of acquisition and exploitation of scientific equipment. Often they are virtual institutions that generate excellent and new ideas, but the operational activities remain the responsibility of the participating institutions. This is especially true for investments in equipment. The ability of the above instruments to strengthen the acquisition and exploitation of research equipment will therefore need to be examined further.

#### *Orientation*

All focal areas show investment requirements that have an international or potentially international orientation. This is especially the case for 'environment and spatial planning' and 'materials'. In the field of energy many requirements have been mentioned, but the international orientation of those is less strong than the budget suggests. This is in line with earlier observations that the Dutch energy research area is fragmented.

#### *Type of investment*

In this second phase of our research, as well as in the first phase, the category of 'data needs' seems to be growing. Often new knowledge fields such as genomics, environmental sciences, earth observation, biodiversity studies and climate studies require large and distributed databanks. For the time being the specified budgets remain low. This might be due to a lack of definition of the term 'equipment', the fact that institutions are not yet used to this type of equipment or a lack in identifying separate budgets for equipment.

Very large specific investment requirements that are ill suited for cooperation might be necessary, but it may be expected that financing parties will require clear explanation of the need for such investments.



The table below provides a summary of the investment demands that were found in the course of this research.

<b>Investment demands</b>	<b>Size (M€)</b>
<b>ENERGY</b>	
Combinatorial catalysis lab	3 – 5
Fuel Processor Test facility	1,3
Infrastructure for FC systems	1,3
"Multi-purpose" gasifier	5,5
Circulating Fluidised Bed gasifiers	4,5
Oil washer	1,5
Integral test circuit BIO-CHP	5
Polymer solar cell laboratory	2
Siliceous materials for solar energy	4
Characterisation new solar cell technologies	2
Characterisation PV/T systems	3
Measurement infrastructure building integration	2
<b>ICT</b>	
Multimedia	5
E-Science	5
Genomics and bio informatics	5
Grid Computing	1 - 2
Wireless and mobile services	5 – 10
State-of-the-art network infrastructure	2 – 4
Collaborative/ immersive environments	2 – 3
Active buildings	p.m.
Storage area networks	1
Supercomputing	12
<b>AEROSPACE</b>	
Modern laboratory airplane	7 – 10
Supercomputer for construction and EM	10
Tow Placement machine	3 – 4
Flight simulator	7 – 10
Optical/infrared interferometer	8
<b>MATERIALS</b>	
Mini continuous pyro line	20
Gas phase polymerisation	6
Combichem	2
Functional polymers	5
<b>ENVIRONMENT and SPATIAL PLANNING</b>	
Measurement facility in Cabauw	8,7
Ozone monitoring station in Paramaribo	3
Ozone Monitoring Instrument databank	3
Databank Envisat – Metop	5
Historical databank	3
Network integral international water management	4,5
Open network infrastructure	2-3
European network large geo-institutes	2
Knowledge desk	4
Delft Geo Systems	4
Geo centrifuge	3
Field observational method	6
Integrated data networks	4,5
Knowledge software water	10-20
HYDRALAB network lab facilities	10
NIMM	30
Front office hydraulic research	2
<b>PUBLIC GOVERNANCE and JUSTICE</b>	
Research under immigrants	p.m.
European Social Survey	p.m.
Cross-national data collections	p.m.
<b>TRAFFIC and TRANSPORT</b>	
Simulation equipment shipping	7,4
Wind and wave models	3,5
Current measurement systems	4
Upgrade of measurement and analysis systems	12
Upgrade of inland navigation measuring device	10
Data-communication operational support	4
<b>FOOD and HEALTH</b>	
Websites for information exchange	3,6
Control equipment for food safety	5,6
Research information systems	10,8

# INHOUDSOPGAVE

<b>VOORWOORD</b> .....	<b>III</b>	
<b>SAMENVATTING</b> .....	<b>IV</b>	
<b>SUMMARY</b> .....	<b>XII</b>	
<b>INHOUDSOPGAVE</b> .....	<b>XVIII</b>	
<b>1</b>	<b>INLEIDING</b> .....	<b>1</b>
1.1	Onderzoekskader en werkwijze .....	2
1.1.1	Het aandachtsgebied .....	2
1.1.2	De investeringsbedragen .....	4
1.1.3	De uitrusting .....	5
1.2	Inventarisatie .....	5
1.2.1	Beknopt literatuuronderzoek .....	5
1.2.2	Enquête en interviews .....	6
1.2.3	Klankbordgroep .....	6
<b>2</b>	<b>ACHTERGROND</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>ENERGIE</b> .....	<b>9</b>
3.1	Algemeen overzicht .....	9
3.2	Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek ...	12
3.3	Conclusies .....	16
<b>4</b>	<b>ICT</b> .....	<b>18</b>
4.1	Algemeen overzicht .....	18
4.2	Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek ...	22
4.3	Conclusie .....	27
<b>5</b>	<b>LUCHT- EN RUIMTEVAART</b> .....	<b>29</b>
5.1	Algemeen overzicht .....	29
5.2	Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek ...	32
5.3	Conclusie .....	33
<b>6</b>	<b>MATERIALEN</b> .....	<b>35</b>
6.1	Algemeen overzicht .....	35
6.2	Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek ...	37
6.3	Conclusie .....	40

<b>7</b>	<b>OMGEVING.....</b>	<b>41</b>
7.1	Algemeen overzicht.....	41
7.2	Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek ...	45
7.3	Conclusie.....	49
<b>8</b>	<b>OPENBAAR BESTUUR EN JUSTITIE .....</b>	<b>50</b>
8.1	Algemeen overzicht.....	50
8.2	Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek ...	53
8.3	Conclusie.....	55
<b>9</b>	<b>VERKEER EN VERVOER .....</b>	<b>56</b>
9.1	Algemene inleiding .....	56
9.2	Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek ...	58
9.3	Conclusie.....	59
<b>10</b>	<b>VOEDING EN GEZONDHEID.....</b>	<b>60</b>
10.1	Algemeen overzicht.....	60
10.2	Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek ...	65
10.3	Conclusie.....	68
<b>11</b>	<b>ANALYSE .....</b>	<b>69</b>
11.1	Inleiding .....	69
11.2	Oriëntatie, type en omvang van de investeringsbehoeften.....	73
11.3	Definitie van investeringen .....	76
<b>12</b>	<b>CONCLUSIE .....</b>	<b>78</b>
12.1	Huidige instrumenten voor coördinatie van investeringen .....	78
12.2	Oriëntatie.....	79
12.3	Type investering .....	79
12.4	Tot slot.....	80
<b>BIJLAGE A</b>	<b>LIJST MET BENADERDE PERSONEN .....</b>	<b>81</b>
<b>BIJLAGE B</b>	<b>LIJST MET GEBRUIKTE AFKORTINGEN .....</b>	<b>82</b>
<b>BIJLAGE C</b>	<b>SAMENSTELLING KLANKBORDGROEP .....</b>	<b>84</b>
<b>BIJLAGE D</b>	<b>BRIEF EN BIJLAGE .....</b>	<b>85</b>



# 1 Inleiding

Welke toekomstige investeringen zijn gewenst en nodig ten aanzien van de uitrusting – apparatuur, databases, toegang tot onderzoeksobjecten en testfaciliteiten – van publiek gefinancierd wetenschappelijk onderzoek en onderzoeksinfrastructuren? Op welke wijze kunnen deze investeringen bekostigd en geëxploiteerd worden? Hoe kunnen de investeringsplannen op gecoördineerde wijze vorm krijgen? Wat zijn de mogelijkheden voor gezamenlijke investering en exploitatie – zowel nationaal als internationaal? Dergelijke vragen spelen op uiteenlopende niveaus in het wetenschapsbeleid en komen voort uit de missie van alle betrokkenen – waaronder onderzoeksinstellingen, intermediaire organisaties en de overheid – om wetenschappelijke excellentie te waarborgen en waar mogelijk wetenschappelijke kwaliteit te verbeteren.

Het Ministerie van OC&W heeft in het licht van het bovenstaande in uiteenlopende ‘wetenschapsbudget’ publicaties aandacht gevraagd voor investeringen in uitrusting. Aanvullende redenen voor nader onderzoek op dit gebied zijn:

- De internationalisering van wetenschap en wetenschapsbeleid
- De snelle ontwikkeling van nieuwe wetenschapsgebieden zoals genomics en ICT
- De toenemende complexiteit van (veelal multidisciplinaire) onderzoeks-  
onderwerpen

Het Ministerie van OC&W heeft RAND Europe gevraagd om een niet-uitputtende inventarisatie te maken van grote lange termijn investeringsplannen en –behoeften die leven bij instellingen voor publiek gefinancierd wetenschappelijk onderzoek in Nederland. We benadrukken dat het louter een inventarisatie betreft aan de aanbodzijde van het wetenschappelijk onderzoek.

De vraagstelling daarbij luidt:

Wat zijn de huidige en toekomstige grote en zeer grote investeringsbehoeften ten aanzien van uitrusting ten behoeve van het wetenschappelijk onderzoek?

Het doel van die inventarisatie is om als bouwsteen te dienen voor een nationale en mogelijk ook internationale gedachtenwisseling over uitrusting van wetenschappelijk onderzoek, met de nadruk op instellingsoverstijgende samenwerking in planning, investering en exploitatie.

Het is belangrijk en zinvol op deze plaats stil te staan bij de betekenis van het woord ‘**behoeften**’. Geïnventariseerd zijn **de meest realistische wensen vanuit het perspectief van de instellingen**, waarbij in de vraagstelling aan de instellingen is opgenomen zoveel mogelijk bij de formulering van die behoeften rekening te houden met:

- De realiteit van de te verwachten kwantiteit en kwaliteit van het menselijk potentieel dat met de bedoelde uitrusting zal moeten gaan werken
- De realiteit van de te verwachten realisatie van extra budgetten buiten de reguliere financieringsstromen
- Het bij de kennisinstellingen levende perspectief op de onderzoeksbehoefte aan de vraagzijde (markt)

De werkzaamheden zijn in twee fasen verdeeld. In de eerste fase heeft de inventarisatie zich gericht op de universiteiten, TNO, DLO, de KB en de instituten van KNAW en NWO. Hierover is in juni gerapporteerd<sup>5</sup>. De hoofdlijnen van dat rapport zijn bovendien weergegeven in een Engelstalig ‘paper’<sup>6</sup>. Beide versies zijn door de opdrachtgever ingezet voor het beoogde doel, namelijk het stimuleren van de gedachtenwisseling over investeringen in uitrusting. Op nationaal niveau is daarmee van start gegaan door organisaties als KNAW, NWO en VSNU te consulteren. Op Europees niveau is dat gebeurd in de ‘Expert Group on Research Infrastructures’, die recentelijk haar rapport uitbracht<sup>7</sup>.

In deze tweede fase van het onderzoek richt de inventarisatie zich op de overige publieke instellingen voor wetenschappelijk onderzoek. Bovendien is in de tweede fase van het onderzoek de nadruk nog sterker dan in de eerste fase komen te liggen op grote en zeer grote investeringsbehoeften die een internationaal karakter dragen en waarvoor de reguliere financiering ontoereikend is.

Het onderhavige rapport biedt van de tweede fase het verslag.

## **1.1 Onderzoekskader en werkwijze**

Het onderzoekskader beslaat het aandachtsgebied, de investeringsbedragen en de uitrusting.

### **1.1.1 Het aandachtsgebied**

In deze fase richt de inventarisatie zich op instellingen die in fase 1 niet de revue zijn gepasseerd. Dat zijn veelal de onderzoeksinstituten waarvoor de primaire begrotingsverantwoordelijkheid gelegen is bij andere ministeries dan OC&W en LNV, waaronder de ministeries van EZ, V&W, VWS, VROM en Justitie. Zulke instellingen

---

<sup>5</sup> Frinking, E., A. Ligtvoet, E. van de Linde and J. Vader, Investeringsbehoefte uitrusting wetenschappelijk onderzoek (Investment needs equipment scientific research), MR-1379, RAND Europe, Leiden, 2001

<sup>6</sup> Frinking, E., A. Ligtvoet, E. van de Linde and J. Vader, A preliminary survey of future requirements for outfitting public scientific research in the Netherlands: *Towards a co-ordinated investment portfolio*, 2002

<sup>7</sup> Europese Commissie, Support for Policy-making on Research Infrastructures in the European Research Area. Report of the Expert Group on Research Infrastructures, februari 2002

zijn bijvoorbeeld de al lang bestaande Grote Technologische Instituten (GTI's), maar ook moderne virtuele netwerkorganisaties zoals de Technologische Topinstituten (TTI's) en instellingen in het kader van ICES/KIS.

Om de behoefte aan investeringen en eventuele mogelijkheden voor coördinatie en samenwerking te identificeren hebben we allereerst maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkelingen in brede aandachtsgebieden proberen onder te brengen. Deze gebieden zijn in overleg met de klankbordgroep gekozen, in lijn met gebieden die gebruikelijk zijn in het wetenschapsbudget:

- Energie
- ICT
- Lucht- en ruimtevaart
- Materialen
- Omgeving
- Openbaar bestuur en justitie
- Verkeer en vervoer
- Voeding en gezondheid

Het is belangrijk te onderstrepen dat het hierbij niet gaat om een prioritaire opsomming. Met andere woorden, het gaat hier niet om hoofdaandachtsgebieden. Ook aan de alfabetische volgorde van opsomming kan geen enkele betekenis worden ontleend. De gebieden zijn slechts gekozen om een ordening te bieden van de instellingen waar we verwachten plannen aan te treffen voor de bedoelde investeringen in uitrusting. De gekozen gebieden zijn bovendien in lijn met de zogenaamde NABS<sup>8</sup> code.

Een rondgang van RAND Europe langs de instellingen en instituten die voor deze fase van het onderzoek van belang zouden kunnen zijn, heeft na een nadere selectie door de klankbordgroep het volgende opgeleverd<sup>9</sup>:

- Energie: Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN)
- ICT: Wetenschap en technologie Centrum Watergraafsmeer Technologie (WTCW), Telematica Instituut (TI), Gigaport
- Lucht- en ruimtevaart: Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium (NLR)
- Materialen: Netherlands Institute for Metals Research (NIMR), Dutch Polymer Institute (DPI)
- Omgeving: Delft Cluster, Waterloopkundig laboratorium (WL), GeoDelft, Institute for Hydraulic Engineering (IHE), Instituut voor Milieuonderzoek (IVM),

---

<sup>8</sup> Eurostat, Nomenclature for the Analysis and comparison of scientific programmes and BudgetS, NEWDRONOS Classification Plan, 2001

<sup>9</sup> zie voor de verklaring van acronyemen tevens bijlage B

Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Rijks Planologische Dienst (RPD), Wageningen Instituut voor Milieu en Klimaat (WIMEK)

- Openbaar bestuur en justitie: Sociaal Cultureel Planbureau (SCP), Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Centraal Plan Bureau (CPB), Nederlands Studiecentrum Criminaliteit en Rechtshandhaving (NSCR), Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute (NIDI), TMC Asser Instituut (TMC), Nederlands Forensisch Instituut (NFI)
- Verkeer en vervoer: Maritime Research Institute Netherlands (MARIN), Connekt
- Voeding en gezondheid: Wageningen Center for Food Sciences (WCFS), Nederlands Kanker Instituut (NKI), Zorg Onderzoek Nederland / Medische Wetenschappen NWO (ZON MW)

Vanzelfsprekend zijn in de eerste fase vele andere hier niet genoemde instellingen benaderd wiens werk eveneens in de bovenstaande aandachtsgebieden zou kunnen worden ondergebracht. Voor een inschatting van de ontwikkelingen hebben we gebruik gemaakt van relevante beleidsnotities, strategische onderzoeksnota's en websites. Indien overheidsnotities niet of onvoldoende voorhanden waren baseerden we ons nader op nota's van intermediaire instellingen. Voor de inventarisatie van concrete investeringsbehoeften hebben we de bovengenoemde instellingen benaderd.

### 1.1.2 De investeringsbedragen

In fase 1 werd de volgende indeling gehanteerd om de investeringen naar omvang te karakteriseren:

<b>Definitie van investering</b>	<b>Bedrag<sup>10</sup></b>
Klein	< 250 Kfl
Middelgroot	250 Kfl – 2 Mfl
Groot	2 Mfl – 10 Mfl
Zeer groot (waaronder internationaal)	> 10 Mfl

In fase 1 richtte het onderzoek zich vooral op de grote en zeer grote investeringen, aangezien alleen investeringen van die omvang zich lenen voor coördinatie in aanschaf en exploitatie, het uiteindelijke doel waartoe deze inventarisatie een aanzet wil geven. In fase 2 werd in de interviews en in de enquête in de praktijk een soortgelijke

---

<sup>10</sup> De grootte van deze bedragen is tevens afhankelijk van het aandachtsgebied. Omdat deze tabel afkomstig is uit het 'guldenstijdperk' hebben we de bedragen ter voorkoming van verwarring zo gelaten. In het onderzoek hebben we vanzelfsprekend met Euro's gewerkt.



inventarisatie gemaakt van investeringen van ten minste enige miljoenen Euro, met een sterke nadruk op grote en zeer grote investeringen.

### **1.1.3 De uitrusting**

De inventarisatie richt zich op de investeringsbehoeften ten aanzien van de 'uitrusting' van het wetenschappelijk onderzoek. Daarin wordt in dit onderzoek het volgende verstaan:

- Faciliteiten / infrastructuur (vb: windtunnel, klimaatsensoren)
- Computernetwerken (vb: Grid, Next Generation Internet)
- Bibliotheken (vb: boeken, digitale archieven)
- Apparatuur / instrumenten (vb: massaspectrometer, satelliet)
- Databanken (vb: biodiversiteit, genoom)
- Informatievoorzieningen (vb: klimaatgegevens, aardgegevens)
- Collecties (vb: schimmelcultures, fossielen)

Met andere woorden, de categorieën overlappen en de definitie van uitrusting is breed, en stond ook tijdens het onderzoek nog open voor suggesties van de benaderde personen.

Investeringen in gebouwen vallen buiten dit onderzoek, tenzij die gebouwen een integraal onderdeel van de uitrusting vormen, zoals bij een windtunnel, of indien het anderszins speciale gebouwen betreft met een belangrijke meerwaarde ten opzicht van huisvesting alleen. Investeringen in personeel vallen eveneens buiten het aandachtsgebied van deze studie, met uitzondering van (technisch) personeel dat noodzakelijk is voor onderhoud en bediening van apparatuur of faciliteiten. Wat nu precies wel en niet onder uitrusting dient te worden verstaan, is ondanks deze afbakening niet altijd even helder. Dit onderzoek kan in het algemeen een bijdrage leveren aan de dialoog over de definitie van 'uitrusting'.

## **1.2 Inventarisatie**

De volgende onderzoeksmethoden zijn toegepast om de investeringsbehoeften in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek te inventariseren: beknopt literatuuronderzoek, enquêtes en interviews bij het veld en consultatie met de klankbordgroep. Er is echter geen poging gedaan om met behulp van deze methoden een uitputtende inventarisatie te maken.

### **1.2.1 Beknopt literatuuronderzoek**

Voor een omschrijving van de wetenschappelijke en maatschappelijke ontwikkelingen in de aandachtsgebieden hebben wij ons gebaseerd op enkele strategische docu-

menten die daarover verkrijgbaar waren bij ministeries of intermediaire instellingen, waar nodig aangevuld met mondelinge informatie vanuit interviews.

### **1.2.2 Enquête en interviews**

Met gebruikmaking van de met behulp van de klankbordgroep geselecteerde lijst van instituten en organisaties waar wij verwachtten grote voor internationale samenwerking in aanmerking komende investeringsbehoeften aan te treffen, hebben we aan de directeuren daarvan een schriftelijk verzoek tot medewerking gestuurd, met daarbij als bijlage een aantal vragen. Deze brief en bijlage zijn vooraf met de klankbordgroep besproken en weergegeven in bijlage D. De brieven zijn opgevolgd met telefoongesprekken, schriftelijke correspondentie en in enkele gevallen bezoeken aan de instellingen. Het doel was om inzicht te krijgen in de investeringsplannen. Daarbij hebben we zoveel mogelijk trachten te voorkomen dat de inventarisatie een 'wensenlijstje' zou worden, onder meer door er op te wijzen dat men rekening zou moeten houden met realistische verwachtingen omtrent beschikbare budgetten en het beschikbare potentieel aan onderzoekers. De laatstgenoemde factor vormt veelal de grootste beperking in de exploitatie van investeringen in de uitrusting van wetenschappelijk onderzoek.

Vanzelfsprekend leiden interviews tot subjectieve gegevens, hoezeer de geïnterviewden ook trachten zich op realistische overwegingen te baseren. Bij de interpretatie van de gegevens, en bij beleidsoriëntaties naar aanleiding ervan, dient hiermee rekening te worden gehouden. Anderzijds mag verwacht worden dat juist de benaderde functionarissen zich als geen ander van de realistische context van investeringen in uitrusting bewust zijn. Met andere woorden, ondanks dat bij dit onderzoek louter aan de aanbodzijde is geïnventariseerd, en ondanks dat het daarbij ging om lange termijn wensen buiten de reguliere financieringsstromen, hebben we toch de overtuiging dat de inventarisatie een goede afspiegeling geeft van investeringsbehoeften waarnaar de betrokken instellingen zelf ook daadwerkelijk willen streven. We zullen hier bij onze analyse nog nader op ingaan.

### **1.2.3 Klankbordgroep**

De klankbordgroep heeft zich in de loop van het project op drie momenten gebogen over de werkwijze en de resultaten. Vanzelfsprekend werd het commentaar van deze groep volledig ter harte genomen. De verantwoordelijkheid voor het onderzoek en de rapportage berust bij de auteurs.

## 2 Achtergrond

Investerings in uitrusting zullen rekening moeten houden met alle elementen die van toepassing zijn op de nationale kennisinfrastructuur (KIS) en het nationale innovatie systeem (NIS). Ook factoren zoals de ontwikkeling van één Europese onderzoeksruimte<sup>11</sup>, publiek-private samenwerkingsverbanden of zelfs externe factoren zoals vergrijzing, ontgroening en uiteenlopende internationale ontwikkelingen in snel opkomende aandachtsgebieden kunnen in de toekomst van invloed zijn op de wijze waarop aan de investeringen vorm moet worden gegeven.

Het belangrijkste financiële instrument voor het ondersteunen van onderzoek in de nationale publieke sector zijn de reguliere budgetten, welke de overheid jaarlijks aan de onderzoeksinstituten ter beschikking stelt. De onderzoeksinstituten dragen zelf verantwoordelijkheid voor de verdeling van middelen binnen de eigen organisatie, rekening houdend met de afspraken met de financier(s). Daarnaast wordt ook via andere instrumenten geïnvesteerd in de kennisinfrastructuur, zoals met de Vernieuwingsimpuls, de ICES-KIS gelden, de TTI's, de IOP's het aantrekken van private investeringen of door gebruik te maken van internationale organisaties.

Het is in Nederland gebruikelijk om met betrekking tot financiering van wetenschappelijk onderzoek door universiteiten drie hoofdstromen te onderscheiden: 1) directe ondersteuning van onderzoeksinstituten, 2) ondersteuning van onderzoek via intermediaire organisaties (NWO, KNAW) en 3) in opdracht verricht onderzoek. De laatste jaren is er ook veel beleidsaandacht voor het realiseren van publiek-private samenwerking. Niet-universitaire publieke instellingen voor wetenschappelijk onderzoek, zoals overheidsinstituten en Grote Technologische Instituten (GTI's) – veelal het onderwerp studie in deze tweede fase van het onderzoek – worden t.a.v. hun financiering gekenmerkt door hun eigen specifieke financieringsconstructies met soms een vergaande verantwoordelijkheid voor individuele en/of penvoerende ministeries.

In het algemeen heeft de overheid, als gevolg van de 'lump sum' financiering van onderzoeksinstituten, geen eigenstandig investeringsbudget meer nodig. Maar in bepaalde gevallen kunnen de investeringsbehoeften de reguliere financieringsbudgetten overschrijden. In dergelijke gevallen kan de overheid bijspringen. Daarbij is een heldere investeringsfilosofie van de overheid onmisbaar<sup>12</sup>. Het onderhavige onderzoek kan daar een bijdrage aan leveren.

---

<sup>11</sup> Europese Commissie, Making a reality of the European Research Area: Guidelines for EU Research activities 2002-2006, EC COM (2000) 612 final, Brussel, 2000

<sup>12</sup> AWT-advies nr 44: 'Investeren in onderzoek', Den Haag, 2000

Het onderwerp 'investering in uitrusting en infrastructuur van wetenschappelijk onderzoek' staat prominent op de internationale agenda. In Straatsburg werd in september 2000 daarover een conferentie georganiseerd door de Europese Commissie, het Franse Ministerie van Onderzoek en de European Science Foundation (ESF)<sup>13</sup>. Uit het samenvattend rapport van deze conferentie kan worden geconcludeerd, dat met betrekking tot grote investeringen sneller tot een besluit dient te moeten kunnen worden gekomen. Groepen van lidstaten moeten daartoe een initiatief kunnen nemen. Uit ervaring van het Megascience Forum van de OESO (nu Global Science Forum (GSF) geheten) blijkt dat er gebrek is aan probleemeigenaren, dat succesverhalen zoals de versnellerfaciliteit van CERN en het EMBL geen model bieden voor de toekomst en dat de grote diversiteit in verschillende faciliteiten, slagvaardige besluitvorming in de weg staat<sup>14</sup>. De verantwoordelijkheden van nationale overheden en instellingen zijn bovendien te gefragmenteerd, aldus de slotconclusies van de eerder genoemde conferentie in Straatsburg.

Van belang is in dit verband melding te maken van de activiteiten van de 'EU Expert Group on Research Infrastructures' die kort geleden zijn eindrapport uitbracht<sup>15</sup>. In dat eindrapport wordt de aanbeveling gedaan een Forum te installeren ('European Strategy Forum on Research Infrastructures') om te komen tot een coherente en strategisch gefundeerde benadering van investeringen in uitrusting en om multilaterale initiatieven te helpen bevorderen. Deze aanbeveling is inmiddels overgenomen en genoemd Forum zal voor de eerste maal in Brussel bijeenkomen op 25 april 2002.

Tegen deze internationale achtergrond en gegeven de kleine maar goede bijdrage van Nederland aan het wetenschappelijk onderzoek, is het van belang na te denken over de nationale publieke investeringen in uitrusting en infrastructuur van wetenschappelijk onderzoek. Omdat de investeringsbehoeften zich uiteraard op het onderzoeksniveau voordoen is het verstandig om de investeringsvraag aan de sector zelf voor te leggen. In het onderhavige onderzoek is dit gebeurd en dit rapport geeft daarvan de resultaten per aandachtsgebied.

---

<sup>13</sup> Access to Research Infrastructures, Strassbourg, 18-20 september 2000  
[http://www.cordis.lu/improving/src/ari\\_conf\\_res\\_infr.htm](http://www.cordis.lu/improving/src/ari_conf_res_infr.htm)

<sup>14</sup> Dam, J.E. van en Y. Schaap, Verslag van de conferentie 'Research Infrastructures', Ministerie OC&W, Zoetermeer, 2000

<sup>15</sup> 'Support for Policy-making on Research Infrastructures in the European Research Area'. Expert Group on Research Infrastructures, European Commission, DG Research, januari 2002

## 3 Energie

### 3.1 Algemeen overzicht

Relatief gezien geeft de Nederlandse overheid veel uit aan energieonderzoek. Op Zwitserland na scoort Nederland al jaren het hoogste in de verhouding van de R&D-uitgaven tot het BNP. Het aandeel van Nederland in de totale uitgaven van de IEA (International Energy Agency) landen aan publiek energieonderzoek is 2%.

Het publiek gefinancierde energieonderzoek betrof in 2000 ongeveer 160 M€. Ruim 60% van deze middelen was van het Ministerie van Economische Zaken afkomstig. Het Ministerie van OC&W financierde 21% en de Europese Unie 13%. De rest was afkomstig van de Ministeries VROM, LNV, V&W en Defensie. Private financiering bedroeg in 2000 naar schatting ook 160 M€<sup>16</sup>. Universiteiten voeren ca. 30% van het door de Nederlandse overheid gefinancierde publieke onderzoek uit (45 M€).

Ruim een derde van het publieke energie-R&D budget gaat op aan onderzoek naar energiebesparing. Een goede tweede is duurzame energie. Kleinere thema's zijn kernenergie, energieopwekking, -opslag en fossiele brandstoffen. De laatste jaren wordt het accent in publiek gefinancierd onderzoek meer verlegd naar lange termijn onderzoek, omdat de liberalisering van de energiemarkt ertoe leidt dat de markt zich steeds meer concentreert op het korte termijn onderzoek<sup>17,18</sup>.

In december 2001 is de nota Energie Onderzoek Strategie (EOS) besproken in de Vaste Commissie voor Economische Zaken van de Tweede Kamer. In de nota wordt aangegeven dat Nederland een aantal speerpunten voor onderzoek dient te selecteren in het kader van efficiëntie en het energiebeleid beter op het innovatiebeleid aan moet sluiten.

De EOS geeft aanzet tot een R&D-portfolio voor energieonderzoek, die vanaf het voorjaar van 2002 en de navolgende jaren via intensieve consultatie zal worden opgesteld. De twee criteria waarop getoetst zal worden zijn: 1) bijdrage aan een duurzame energievoorziening, en 2) internationale kennispositie.

De eerdere notitie 'Energieonderzoek in Nederland, organisatie en prioriteiten'<sup>19</sup> van maart 1998 geeft een verschuiving van de onderzoeksrichting aan: het streven naar een duurzame energievoorziening, het klimaatbeleid en de liberalisering van de elek-

---

<sup>16</sup> Energieonderzoekspagina Economische Zaken, gelezen 28/01/02  
[http://www.ez.nl/beleid/ext\\_frame.asp?site=/beleid/home\\_ond/energieonderz/onderzoek.htm](http://www.ez.nl/beleid/ext_frame.asp?site=/beleid/home_ond/energieonderz/onderzoek.htm)

<sup>17</sup> Ministerie van Economische Zaken, Energie Onderzoek Strategie, december 2001

<sup>18</sup> De belangrijkste R&D subsidieregeling is het Vijfde Kaderprogramma Energie. Het totale energiebudget in 1999 was €209 miljoen, waarvan €14 miljoen naar Nederlandse projecten is gegaan.

<sup>19</sup> Ministerie van Economische Zaken, Energieonderzoek in Nederland, organisatie en prioriteiten, maart 1998

tricitieitsmarkt. Hoge prioriteit krijgen onderzoek op niet-technologisch gebied, systeemintegratie en elektriciteit. Kolenonderzoek wordt afgebouwd.

De EU reserveert voor 2001-2002 meer dan de helft van het niet-nucleaire onderzoeksbudget voor een beperkt aantal speerpunten:

- Korte termijn: stedelijk vervoer, eco-gebouwen en energieopwekking met gas;
- Lange termijn: schone transportbrandstoffen, energieopslag en zonnecellen;
- Korte en lange termijn: brandstofcellen, waterstof, biomassa en integratie van duurzame energie.

In de beleidsnota's wordt een belangrijke rol toegekend aan doorbraaktechnologie, dat wil zeggen nieuwe energietechnologie die een sprong voorwaarts in prestaties of kostenbesparing betekent ten opzichte van geleidelijk verbeterende technieken. Bij het stimuleren van nieuwe energietechnologie wordt meestal uitgegaan van een nationaal kader voor de ontwikkeling, productie en toepassing van deze technieken. In de praktijk zijn echter diverse trends zichtbaar (bijv. internationalisering, liberalisering, benchmarking en Joint Implementation) die de gebruikelijke nationale R&D-aanpak op losse schroeven kunnen zetten<sup>20</sup>.

In verband met de informatisering, die hoge eisen stelt aan de betrouwbaarheid van elektriciteit, is het functioneren van de energie-infrastructuur weer in belangstelling gekomen. Verandering of aanpassing van de elektriciteitsinfrastructuur is slechts zeer geleidelijk mogelijk en vergt forse financiële middelen.

### *Internationaal*

Bij R&D is er een verschuiving van nationaal naar Europees of internationaal georiënteerd onderzoek. Deels is dit het gevolg van de toenemende invloed van Brussel op het nationale subsidie-instrumentarium<sup>21</sup>. Een andere verschuiving vindt plaats op het gebied van samenwerking tussen overheid en bedrijfsleven: die vindt plaats in zogenaamde Innovatiegerichte Onderzoek Programma's (IOP), waarbij het bedrijfsleven de onderzoeksvragen formuleert die de onderzoeksinstellingen moeten beantwoorden. In 2000 is besloten een IOP voor ElektroMagnetische VermogensTechniek (EMVT) op te zetten. EMVT is een combinatie van zich snel ontwikkelende technologieën: elektrotechniek, mechatronica, informatica en meet- en regeltechniek.

---

<sup>20</sup> Boonekamp et al., Techniekontwikkeling in een veranderde energievoorziening - Herbezinning op de Nederlandse R&D-aanpak, ECN, februari 2001

<sup>21</sup> Ministerie van Economische Zaken, Energie Onderzoek Strategie, december 2001

De Nederlandse energie-R&D wereld zal minder op zichzelf staan door de inpassing in EU-brede activiteiten, het uitgaan van de sterke punten op deelterreinen en de grotere invloed van commerciële partijen. Energie-R&D zal meer onderdeel zijn van innovatie in het kader van een duurzame ontwikkeling van de economie en maatschappij. Het algemene onderzoeksklimaat en vestigingsplaatsfactoren bepalen of Nederland op een hoog niveau kan deelnemen in internationale netwerken van R&D, waaronder een aantal op energiegebied<sup>22</sup>.

### *Trends*

In de energiewereld zijn de volgende voor R&D relevante trends waarneembaar:

- vergaande milieudoelstellingen (80% reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie, factor-4 of factor-10 wijzigingen in de verhouding BNP-milieubelasting, etc.)
- internationalisering van het bedrijfsleven (b.v. bij Stork als bouwer van systemen of bij Corus als grootverbruiker)
- liberalisering van de energiemarkten (verkoop nutsbedrijven en marktconforme prijsvorming met gevolgen voor de investeringsbesluiten)
- opkomst van nieuwe financieringsinstrumenten (joint-ventures voor Warmte-Kracht Koppeling (WKK), opkomst venturekapitaal, etc.)
- generieke i.p.v. specifieke instrumenten (heffingen, verhandelbare emissierechten, groencertificaten, etc. i.p.v. subsidies, minimale isolatiediktes, etc.)
- inzet van 'internationale' instrumenten (benchmarking, Joint Implementation (JI) en Clean Development Mechanism (CDM))

Het profiel van Nederland ten aanzien van energie is zeer goed te noemen. In de inventarisatie kennisthema's van het ICES/KIS<sup>23</sup> wordt echter gesteld dat Nederland haar positie dient te versterken en een eigen kennispositie dient op te bouwen. Dit is goed mogelijk op het gebied van duurzame technologieën, bijvoorbeeld fotonische elektriciteit, waterstoftechnologie en brandstofcellen.

### *Kernafval*

Een onderwerp dat sterk te maken heeft met energieopwekking, hoewel in Nederland op zeer beperkte schaal, is kernafval. Recent heeft de Commissie Onderzoek Radioactief Afval (CORA) een onderzoek afgesloten naar bergingsopties voor radioactief afval (te weten: bovengronds, in steenzoutformaties en in kleilagen). De conclusie van dit onderzoek is, dat de drie opties technisch uitvoerbaar zijn, maar dat *in situ*

---

<sup>22</sup> Boonekamp et al., Techniekontwikkeling in een veranderde energievoorziening - Herbezinning op de Nederlandse R&D-aanpak, ECN, februari 2001

<sup>23</sup> KPMG, Inventarisatie kennisthema's ICES/KIS, augustus 2000

onderzoek noodzakelijk is. Hiervoor is gebruik van een reeds bestaand ondergronds laboratorium in België, Duitsland of Frankrijk de meest voor de hand liggende optie. Ter plaatse zouden Nederlandse onderzoekers proefopstellingen moeten plaatsen om de benodigde praktijktesten uit te voeren. Precieze investeringsbehoeften in uitrusting zijn voor dit onderzoek nog niet bekend; wellicht staat het onderwerp van opslag van kernafval daarvoor nog te kort op de agenda.

De energiesector liberaliseert snel. Gas en elektriciteit volgen kolen en olie op de voet, en notoire tegenstribbelaars, zoals het Franse Electricité de France (EdF) worden op politiek niveau gedwongen de Europese richtlijnen voor liberalisatie te volgen. Als gevolg wordt veel onderzoek en experimentele ontwikkeling uitgevoerd door de industrie of private onderzoeksinstituten. Zo wordt in Nederland niet of nauwelijks publiek gefinancierd onderzoek verricht aan kolen en oliewinning. De kolenvergasingsinstallatie te Buggenum werd destijds al voor een belangrijk deel door de industrie betaald. Een interessante ontwikkeling is die van de liberalisatie van het hoogspanningsnet. Er is besloten dat Tennet, de organisatie die in Nederland het hoogspanningsnet beheert, een zwaarwegend overheidsaandeel zal houden; het hoogspanningsnet is een te kritieke infrastructuur om geheel aan de krachten van marktwerking over te laten, zo is de overweging. Maar in onze inventarisatie hebben we geen investeringsbehoeften geïdentificeerd die aantonen dat er belangrijke nieuwe uitrusting nodig is voor onderzoek ten behoeve van het hoogspanningsnet (bijvoorbeeld High Voltage Direct Current (HVDC) of hoge temperatuur supergeleiding). Mogelijk dat te zijner tijd in het kader van bijvoorbeeld het eerder genoemde IOP EMVT (Elektro-Magnetische VermogensTechniek) hierover nog behoeften zullen worden geformuleerd.

### **3.2 Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek**

#### **Vervanging Hoge Flux Reactor (HFR)**

Uitgaande van een levensduur van de HFR tot 2015 en een bouw- en vergunnings-tijd van 10 jaar, zal er de komende 3 jaar een besluit genomen moeten worden over de vervanging van de HFR. Als hiertoe besloten wordt zal de eerste investering nog dit decennium gedaan moeten worden.

Het onderzoek zal zich met name richten op nieuwe splijtstofcycli met verminderd of zeer weinig afval, op transmutatie van radioactief afval en medisch onderzoek. De investering ligt tussen de 100 en 200 M€ waarvan een deel mogelijk commercieel kan worden verzorgd. Daar deze reactor een eigendom is van het EU Joint Research Center valt zij strikt gezien buiten de scope van dit onderzoek (en zal in onderstaande overzichtstabel niet worden meegenomen).



## **Combinatorieel katalyse lab**

Om in een kortere ontwikkeltijd in staat te zijn actieve en stabiele katalysatoren te ontwikkelen is een technologie in opmars die combinatoriële katalyse wordt genoemd. Dit is een werkwijze die het gelijktijdig synthetiseren en testen van grote aantallen katalysatoren combineert met het ontwerpen van nieuwe katalysatorsamenstellingen met behulp van genetische algoritmes.

De methodiek vereist in infrastructuur bevattende: een synthese robot die geheel automatisch katalysatoren synthetiseert, een testreactor met ca. 64 parallele reactoren, parallele karakterisering van katalysatormonsters, software voor datavisualisatie en genetische algoritmes.

De investeringsomvang voor de boven beschreven infrastructuur ligt in de orde van de 3-5 M€. De groep H2Technologie en Toegepaste Katalyse (van ECN) wil gaan participeren in een Europees Network of Excellence dat de ontwikkeling van combinatoriële katalyse nastreeft. Hierin vindt ontwikkeling van hardware en software plaats. Gedeelde inzet is voornamelijk afhankelijk van de gemeenschappelijke chemische interesse.

## **FPTO**

Een Fuel Processor Test Opstelling (FPTO) waarin de deelcomponenten van een totaal systeem worden samengebouwd in een opstelling en waarmee een koolwaterstof (benzine, diesel, nafta, bio-ethanol) in een aantal (katalytische) stappen wordt omgezet in een waterstofrijk gas dat geschikt is om in een brandstofcel te worden omgezet in elektriciteit. Deze FPTO is voorzien van een capaciteit van ca. 50 kWe equivalent, waarmee een groot deel van de vervoerscapaciteit wordt afgedekt. Met een dergelijke FPTO opstelling kunnen zowel deelsystemen als het totale systeem worden geoptimaliseerd. Brandstofcel opstellingen tot een vermogen van ca. 50 kWe kunnen in deze opstelling worden geïntegreerd. De geschatte investeringskosten zijn 1,3 M€. Hiervoor is nationale en internationale samenwerking mogelijk.

## **Infrastructuur voor FC systems**

Een infrastructuur waarmee alle in het systeem voorkomende gassen in de gewenste samenstelling kunnen worden geleverd en alle overige utilities (bv. stoom, koelwater) waarmee individuele componenten of deelsystemen van de FPTO kunnen worden getest. Gas analyse apparatuur maakt tevens deel uit van deze infrastructuur. Tevens is een gelijkstroom/wisselstroom conversie in een converter en een netdump faciliteit (waarin onder meer het vraag patroon kan worden gesimuleerd) aanwezig, alsmede een Voltage Monitoring Systeem (VMS) ten behoeve van meting aan indivi-

duale cellen in een stack. Geschatte investeringskosten: 1,3 M€. Nationale en internationale samenwerking is mogelijk.

### **"Multi-purposer" vergasser**

"Multi-purposer" vergasser (0,25 MWth) voor de levering van gespecificeerd teevrij en N<sub>2</sub>-arm productgas (op druk) voor de productie van gasvormige en/of vloeibare energiedragers uit biomassa. Hiermee is een investering van 5,5 M€ gemoeid. Nationale en internationale samenwerking is mogelijk.

### **Circulating Fluidized Bed (CFB) vergassers**

Op het gebied van CFB vergassing zijn twee investeringsvoornemens genoemd. Een CFB vergasser (0,5 MWth) met interne teerverwijdering in te zetten voor decentrale wkk. Een Indirecte CFB vergasser (0,5 MWth) voor de levering van een teevrij en middencalorisch gas voor decentrale bio-wkk en voor de productie van vloeibare brandstoffen.

De investeringen bedragen hiervoor 2 M€ en 2,5 M€ respectievelijk. Hiervoor is nationale en wellicht internationale samenwerking mogelijk.

### **Oliewater**

Oliewater voor teerverwijdering, als universele gasreinigingseenheid in te zetten als schakel tussen vele typen vergassers en aandrijfeenheden. De investering hierin is begroot op 1,5 M€, die gebruikt kan worden in nationaal en internationaal verband.

### **Integraal testcircuit**

Integraal testcircuit (vergasser, reiniging, brandstofcel, Stoomcyclus, Stirlingmotor) voor de ontwikkeling van een decentraal in te zetten bio-wkk met een elektrisch rendement van 50% (atmosferisch) en zelfs 80% bij een brandstofcel onder druk (inclusief gasturbine). Investering: 5 M€.

### **Polymere zonnecellen**

Polymere ("organische" of "plastic") zonnecellen zijn een veelbelovende lange-termijn optie voor goedkope fotovoltaïsche zonne-energie (PV). Om te zijner tijd de stap te kunnen zetten van kleinschalige experimenten aan cellen in het laboratorium naar reproduceerbare fabricage van cellen en (mini)modules onder goed gecontroleerde condities, of zelfs laboratorium proefproductie, is een nieuwe infrastructuur nodig die

aan strenge eisen voldoet. ECN heeft hiermee veel ervaring opgedaan op het terrein van kleurstof PV-technologie en kristallijn-silicium PV-technologie. Investeringsbehoefte komende 10 jaar: 2 M€. Op het gebied van PV werkt ECN reeds nauw samen met een keur aan Europese partijen, veelal in het kader van EU-projecten. Daarnaast heeft ECN initiatief genomen om te komen tot de oprichting van twee Networks of Excellence, waaronder één op het gebied van organische zonnecellen.

### **Siliciummaterialen voor zonne-energie**

Silicium is een materiaal bij uitstek voor fabricage van zonnecellen, hetzij in 'wafer'-vorm, hetzij als dunne film. Silicium is milieuvriendelijk, vrijwel onbeperkt beschikbaar en leent zich voor het maken van zonnecellen met een hoog rendement. Met de verdere ontwikkeling van de silicium PV-technologie bestaat er toenemende behoefte aan geavanceerde karakteriseringsinstrumenten en -faciliteiten. ECN speelt op dit terrein in Europa een vooraanstaande rol en wil die verder uitbouwen. Daarnaast wil ECN een nieuw type depositiesysteem (remote plasma-enhanced chemical vapour deposition RPE-CVD) opbouwen voor de fabricage van silicium dunne films. Investeringsbehoefte komende 10 jaar: 3 M€, bemensing 0,1 M€/jaar. ECN is in Europees verband zeer actief op het gebied van silicium PV-technologie en een van de belangrijkste onderzoeksinstituten op dit terrein. Als hierboven genoemd heeft ECN initiatief genomen om te komen tot 2 Networks of Excellence. Hieronder valt ook een netwerk op het gebied van "Silicon PV".

### **Karakterisering nieuwe zonneceltechnologieën**

ECN werkt in Europees verband aan de ontwikkeling van diverse nieuwe zonneceltechnologieën en verricht daarnaast metingen aan een aantal andere (nieuwe en bestaande) PV-technologieën. Dit geldt zowel voor zonnecellen als voor complete zonnepanelen en systemen. De bestaande infrastructuur en expertise zijn in veel gevallen ongeschikt voor het karakteriseren van nieuwe technologieën en moeten daarom worden aangepast, vernieuwd of uitgebreid. Investeringsbehoefte komende 10 jaar: 1 M€; bemensing 0,1 M€/jaar. ECN neemt deel in een groot aantal Europese projecten op het gebied van PV waarin karakterisering een belangrijk onderwerp is, of soms het hoofdthema. Internationale samenwerking is de kern van deze projecten. ECN wil haar rol als een van de leidende instituten op dit terrein versterken en is daarom voornemens te investeren in de infrastructuur en de kennis van mensen.

### **Karakterisering PV/T systemen**

ECN wil 'indoor' en 'outdoor' meetfaciliteiten realiseren ten behoeve van de karakterisering van zogenaamde PV/Thermische (PV/T) systemen. Dit zijn systemen die met een hoog rendement zonnestraling omzetten in warmte én elektriciteit. Doel is een gestandaardiseerde karakterisering van thermisch en elektrisch rendement en verificatie van opbrengstmodellen. De indoorfaciliteit moet een hoog vermogen zonnestraling kunnen simuleren. Beide faciliteiten vragen om uitgebreide infrastructuur voor beheersing van warmtestromen en een uitgebreide meetinfrastructuur. Investeringsbehoefte over de komende 10 jaar: 3 M€. De investering leent zich zeer voor internationale samenwerking. Een reeds bestaand netwerk van instituten die zich met PV/T systemen bezig houden kan hiervoor worden ingezet.

### **Meetinfrastructuur gebouwingegratie**

ECN is voornemens een bestaande testfaciliteit voor het testen van energiestromen, comfort en binnenluchtkwaliteit op gebouwniveau uit te breiden. De huidige testfaciliteit bestaat uit vier testwoningen die vooral worden ingezet voor research in samenwerking met marktpartijen. Een uitbreiding wordt overwogen in de vorm van vier testwoningen die voor meer fundamentele research ingezet kunnen worden. Daartoe worden randapparatuur en meetinfrastructuur gerealiseerd die het mogelijk maken voor een uitgebreide set van parameters op het gebied van energiestromen, luchtstromen en andere gezondheids- en comfortindicatoren modellen te testen. Flexibiliteit dient aanwezig te zijn om een reeks innovatieve technieken in te brengen voor evaluatie op systeemniveau, dat wil zeggen gebouwniveau. Investeringsbehoefte over de komende 10 jaar: 2 M€. De investering leent zich zeer voor internationale samenwerking. Een reeds bestaand netwerk van instituten die zich met innovaties op gebouwniveau bezig houden kan hiervoor worden ingezet.

### **3.3 Conclusies**

In het voorjaar van 2002 wordt in het energieonderzoeksveld zelf in het kader van EOS een consultatie verricht naar de strategische richting van het gebied in Europese context. Uit de verschillende beleidsdocumenten blijkt dat een nadere focus noodzakelijk wordt geacht. De verschillende genoemde investeringen onderstrepen dit, aangezien zij divers van aard zijn.

<b>Investeringsbehoefte</b>	<b>Omvang (M€)</b>
Combinatorieel katalyse lab	3 – 5
Fuel Processor Test Opstelling	1,3
Infrastructuur voor FC systems	1,3
"Multi-purposer" vergasser (0,25 MWth)	5,5
Circulating Fluidized Bed (CFB) vergassers	4,5
Oliewater	1,5
Integraal testcircuit BIO WKK	5
Polymere zonnecellen laboratorium	2
Siliciummaterialen voor zonne-energie	4
Karakterisering nieuwe zonneceltechnologieën	2
Karakterisering PV/T systemen	3
Meetinfrastructuur gebouwintegratie	2
<b>Totaal</b>	<b>35,1 - 37,1</b>

## 4 ICT

### 4.1 Algemeen overzicht

Informatie- en communicatietechnologie (ICT) wordt algemeen beschouwd als technologie die de postindustriële economieën en culturen ondersteunt, ontwikkelt en in zekere zin zelfs identificeert. In enge zin zijn de deelgebieden van ICT de informatica, telecommunicatie, micro-elektronica en systemen. Maar vooral wanneer de term ICT breed wordt opgevat, dat wil zeggen inclusief de ontwikkeling en convergentie van radio, TV, internet en telefonie en de ontwikkeling van het berichtenverkeer over uiteenlopende netwerken, dan kan worden gesteld dat de ontwikkeling van ICT en de ontwikkeling van de postindustriële cultuur en economie de laatste jaren nauw verbonden zijn.

ICT kan saai en repetitief werk in uiteenlopende sectoren overnemen, bijvoorbeeld in het bank- en verzekeringswezen of in de detailhandel. Het resultaat is dat de capaciteiten van mensen worden vrijgemaakt voor die dingen waarin juist mensen goed zijn, zoals innovatie, associatie en creatie. Een betere onderbouwing van de kennis-economie kan men zich niet wensen. ICT is dan ook onmisbaar geworden in talloze maatschappelijke en economische sectoren en wordt gezien als de sleutel voor vernieuwing van onderwijs, zorg, bedrijfsleven, overheid en zelfs de instandhouding van het culturele erfgoed. Bovendien is het directe macro-economische belang van ICT groot. In Nederland wordt ca. 8% van het BBP aan ICT besteed (naar schatting 40 G € in 2002) en er werken ca. 200.000 mensen in ICT gerelateerde functies, aldus de 'Task Force ICT en kennis'<sup>24</sup>. 25% van de groei in het BBP houdt verband met ICT, en 50% van de productiviteitsstijging is direct gerelateerd aan ICT<sup>25</sup>.

#### *Aandachtspunten*

Er zijn enkele belangrijke punten die ten aanzien van ICT in dit kader verder kunnen worden opgesomd.

- Grote ontwikkelingen zijn te verwachten op het gebied van draadloze communicatie en bijgevolg mobiele toepassingen
- 'Ubiquitous Intelligence' is een term die aangeeft dat allerhande apparaten steeds slimmer zullen worden door miniaturisatie van componenten en verbinding met elkaar in netwerken
- Softwareontwikkeling is nog handwerk en zal sterk worden verbeterd

---

<sup>24</sup> Ministeries van EZ en OC&W, Samen, strategischer en sterker, Eindrapport Task Force ICT en kennis, juli 2001

<sup>25</sup> CPB, Centraal Economisch Plan 2000, april 2000

- Door convergentie van systemen zullen diverse media op elkaar kunnen aansluiten en in elkaar kunnen overgaan

De Task Force ICT en Kennis ziet de noodzaak van een verdubbeling van het aantal fte's dat voor ICT onderzoek wordt ingezet van 1200 naar 2400, in lijn met de ambities van het kabinet<sup>26</sup> en eerdere overheidsnota's<sup>27</sup>. Specifieke onderzoeks- en ontwikkelingsdoelen liggen op het terrein van de volgende generatie Internet, 'embedded and distributed systems', 'software engineering and architecture' en multimedia.

Het Nederlandse ICT onderzoek is niet alleen beperkt van omvang, maar ook schraal gefinancierd in vergelijking met bijvoorbeeld Engeland, Duitsland, Zweden en Zwitserland<sup>28</sup>. De Task Force wijst daarom naast een keur van financieringsinstrumenten met name op het succes van het 'FOM model' waar de zgn. 'eerste geldstroom' wordt aangevuld met lange termijn budgetten voor vaste onderzoeksplaatsen vanuit een centrale regie. Die regiefunctie zou door het voorgestelde Forum kunnen worden vervuld. Verder wordt aanbevolen vooral bestaande instellingen te versterken die zich reeds manifesteren in de sector en de boodschap van publiek-private samenwerking hebben begrepen en toepassen, met name CWI (Centrum, voor Wiskunde en Informatica), TNO en TI.

### *Breedband*

Op het gebied van dynamische keten- en netwerkkunde en systeeminnovaties kan Nederland zijn internationale reputatie versterken<sup>29</sup>. Hiervoor is het echter noodzakelijk dat de overheid het zgn. GigaPort netwerk realiseert (€ 64 miljoen voor de periode 1998-2002, snelle infrastructuur voor elektronische wetenschappelijke communicatie<sup>30</sup>). Met name ten aanzien van breedband kan Nederland zijn voorsprong uitbouwen en omzetten in welvaart en welzijn, met een focus op de gebruiker en de vraagstuk van het onderzoek dat daarvan uitgaat<sup>31</sup>. Gigaport realiseert in samenwerking met Surfnet en TI met name de hardware en software van de breedbandhoofdinfrastructuur inclusief applicaties. Daarnaast is de aansluiting van onderzoekers en instituten op die infrastructuur een aandachtspunt ('the last mile').

---

<sup>26</sup> Kabinetsnotitie, De digitale Delta: e-Europe voorbij, november 2000

<sup>27</sup> Zoals Ministerie EZ en Ministerie OC&W, 'Concurreren met ICT-competenties', april 2001; en NIPO, 'Nederland gaat digitaal, Amsterdam 2001

<sup>28</sup> TNO-STB, De ICT kennisinfrastructuur in Nederland, benchmarkstudie, 1998

<sup>29</sup> KPMG, Inventarisatie kennisthema's ICES/KIS, augustus 2000

<sup>30</sup> Ministerie van OC&W, Iedereen moet het maximale uit zichzelf kunnen halen, <http://www.minocw.nl/begroting/uitleg200117a.html>

<sup>31</sup> Stratix, Vrijband: Een breedbandvisie voor Nederland, Schiphol, augustus 2001

In het ICES/KIS rapport van KPMG wordt een reeks proefprojecten genoemd op gebieden waar Nederland internationaal een rol van betekenis zou kunnen spelen:

- Embedded en distributed systems: hierbij is Europese samenwerking van belang, om concurrentie uit VS en Japan aan te gaan. Het toenemend belang van deze technologieën vereist uitbouw van de Nederlandse expertise in EU context
- Digitale archivering: internationaal is weinig kennis voorhanden
- ICT toepassingen voor mobiliteit: voor Intelligente Transportsystemen (ITS) en automatische voertuiggeleiding (AVG) op het gebied van personen- en goederenvervoer kan Nederland een belangrijke rol spelen als pilot-land
- Microsysteemtechnologie en nanotechnologie

### *Micro en nano*

De technische Universiteiten in Twente, Eindhoven en Delft, TNO-TPD in Delft en enkele andere onderzoeksconcentraties op Nederlandse Universiteiten hebben tezamen op het gebied van microsysteemtechnologie en nanowetenschap en -technologie een zwaarwegende en internationaal hoog aangeschreven onderzoekscapaciteit en onderzoeksoutput. Diverse van deze en andere instellingen dingen vooral in het kader van ICES/KIS met een 'Masterplan nanotechnologie' mee naar financiering van belangrijke investeringen in deze veelbelovende wetenschap en technologie. In de eerste fase van ons onderzoek inventariseerden we bij het MESA+ Instituut van de UT), het COBRA instituut van de TUE, het Dimes instituut van de TUD en BIOMADE (RUG) tezamen al een investeringsbehoefte van ongeveer 70 M€. De behoeften van anderen, zoals TNO-TPD, komen daar nog bij. Vooral Dimes houdt zich bezig met nano-elektronica, hetgeen in het kader van het ICT aandachtsgebied wellicht het meest significante nano-onderzoek is.

### *Datanetwerken*

Er is een ontwikkeling gaande waarbij steeds grotere gegevensstromen, afkomstig van data-genererende processen bij experimentele opstellingen, verwerkt moeten worden. Grote toepassingen waaraan gedacht kan worden zijn deeltjesversnellers, moleculaire modellen, gedistribueerde telescopen en mondiale modellen op het gebied van klimaat en milieu. De integrale visie die het Integrated Computer Science Initiatief (een samenwerkingsverband van NCF en EW-NWO) uitdraagt, is gebaseerd op korte, middellange en lange termijn strategieën. Op korte termijn wordt aanschaf van Grid-hardware nagestreefd, in een samenwerkingsverband van SURFnet, NCF, SARA, Astron en het Nikhef. Dit leidt vervolgens tot mogelijkheden voor gedistribueerde verwerking van datasystemen, waarvan het DATAGRID in het 5e Kaderprogramma van de EU een voorbeeld is. Op lange termijn spelen de bovengenoemde



'grote toepassingen', die zowel een ongekeerd snelle netwerkinfrastructuur vereisen als een zeer goed gecoördineerd gebruik van computerrekentijd.

### *Publie-private samenwerking*

Juist gezien het grote belang van publiek-private samenwerking, afstemming van onderzoek op de maatschappelijke vraag en articulatie van die vraag in samenhang met wetenschappelijke ontwikkelingen heeft de Nederlandse overheid de laatste jaren enkele belangrijke initiatieven genomen, zoals het programma ICES/KIS. In ICT verband is onder meer de NV Wetenschap en Technologie Centrum Watergraafsmeer (WTCW) belangrijk. WTCW is van start gegaan in het kader van de tweede tranche van ICES/KIS. Het kent een indrukwekkende reeks van aandeelhouders met elk een commissaris als vertegenwoordiger in de Raad van Commissarissen. WTCW wil multidisciplinaire samenwerking bevorderen tussen publieke en private componenten van de kennisinfrastructuur. Het bouwt daarbij enerzijds voort op instellingen en de bijbehorende competenties die vanouds op het Watergraafsmeer-terrein aanwezig zijn, zoals informatie- en natuurwetenschappen, maar voegt daaraan anderzijds nieuwe componenten toe, zowel op het gebied van publiek gefinancierd onderzoek als op het gebied van startende ondernemers. Een belangrijk aandachtspunt, wellicht het belangrijkste, is het realiseren en operationaliseren van grensverleggende ICT infrastructuur.

WTCW streeft met name naar infrastructurele procesdoelstellingen, zowel ter bevordering van wetenschappelijke creativiteit als voor het doen ontluiken van hoogwaardig ondernemerschap in de kenniseconomie van morgen. Daarbij luidt de visie dat de applicaties volgen op de infrastructuur en dat juist in het realiseren van die infrastructuur een duidelijke publiek-private taak gelegen is. Daarbij ligt het zwaartepunt eerst op de nationale infrastructuur om vervolgens te worden uitgebreid in internationale richting.

Een ander initiatief van de Nederlandse overheid is het instellen van Technologische Topinstituten. Ook hier is het doel om de wereld van het wetenschappelijk onderzoek en die van het bedrijfsleven, zowel nationaal als internationaal, dichter bijeen te brengen. Het Telematica Instituut, gesitueerd aan de UT, is al enige jaren actief op ICT terrein. Het vervult een brugfunctie tussen enerzijds de theorie van de wetenschap en anderzijds de praktijk van het bedrijfsleven. Deze komen als vraag en aanbod op één plek samen en worden samengevoegd in omvangrijke, multidisciplinaire projecten, waarin de kennis van diverse partijen bijeen wordt gebracht en in hoog tempo verder ontwikkelt. Dat wordt ook duidelijk in de werkwijze van het Instituut<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> Website Telematica Instituut, <http://www.telin.nl>

Het Telematica Instituut kent een aantal focusgebieden:

- Collaborative Support: samenwerken via elektronische middelen die plaats en tijd overbruggen
- Content Engineering: toegang krijgen tot, verwerken van en aanbieden van zeer grote hoeveelheden multi-mediale informatie
- Innovation and Introduction: maatschappelijke en bedrijfsstrategische implicaties van telematica-innovaties
- Network Infrastructure and Middleware: ontwikkeling van middleware en netwerkprotocollen
- Networked Business and Business Support: zakendoen, uitvoering van transacties via elektronische middelen in netwerken van organisaties
- Tools and Methods: ontwikkelen van methoden, technieken en tools om het werk binnen de andere focusgebieden te ondersteunen

### *Internationaal*

Om in lijn met de Europese Raad te komen, heeft de Nederlandse overheid besloten in 2001 181 M€ te besteden aan ICT-investeringen en –onderzoek en voor ICT-onderzoek en –innovatie specifiek in de jaren 2000-2010 een bedrag van 466 M€<sup>33</sup>. Dit met het uiteindelijke doel te komen tot een hoogwaardige, toegankelijke, betaalbare en veilige elektronische (telecom-) infrastructuur.

## **4.2 Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek**

In het kader van de investeringsbehoeften aangaande uitrusting van wetenschappelijk onderzoek is het zinvol drie richtingen te onderscheiden waarin WTCW zijn missie tracht te vervullen<sup>34</sup>. De drie richtingen, multimedia, e-science en genomics/bioinformatica zijn in de praktijk sterk met elkaar verweven, overeenkomstig de procesdoelstelling van het WTCW.

### **Multimedia**

Multimedia behelst de ontsluiting van uiteenlopende informatiebronnen en dragers, zowel tekstuele informatie, als video en audio. Het ligt in het voornemen van WTCW om het huidige MIA project (Multimedia Informatie Analyse) uit te breiden door samenwerking met TNO en TUD. Binnen deze richting wordt zowel toepassingsgeoriën-

---

<sup>33</sup> Tweede Kamer, Nota Kenniseconomie in zicht, vergaderjaar 2000-2001, Nr. 27406

<sup>34</sup> Interview met drs. Johan A.A. Vos, zakelijk directeur WTCW, en dr. Jan Langeraar, Directeur.

teerd onderzoek gedaan als faciliterend onderzoek, dat wil zeggen ter versterking van de multimedia faciliteiten die het WTCW biedt.

### **e-Science**

De 'e' van e-Science staat voor enhanced science: het optimaal benutten van kennis op het gebied van databases, netwerken en computerfaciliteiten in het fundamenteel en toegepast onderzoek. In Nederland speelt WTCW daarin al jaren een voortrekkersrol<sup>35</sup>. Het WTCW heeft het eerste landelijke lokale gigabit netwerk. De afgelopen jaren zijn diverse projecten in dit kader gerealiseerd, zoals het 'virtueel laboratorium' waarvoor 'middleware' is ontwikkeld die op een lokaal grid draait met vier demonstratieprojecten. Grids zijn computernetwerken waarbij gebruik wordt gemaakt van de rekenkracht van de er op aangesloten processoren. Het ligt in het voornemen van WTCW om dergelijke grids onder meer in te zetten voor beheer en gebruik van biodiversiteit onder de naam 'Ecogrids'. Andere voorbeelden zijn een zogenaamd 'Noordzee Informatie Systeem' en neuro-imaging voor zowel cognitiewetenschappers als psychologen en medici. Grids bieden als virtueel laboratorium toegang tot gegevens, zoals biodiversiteitsgegevens, geografische informatiesystemen, ecologische systemen en medische gegevens, en het werken met die gegevens, bijvoorbeeld met uiteenlopende datamining technieken. E-Science is in feite een voortzetting van de ontwikkelingen in het kader van het zogenaamde virtuele laboratorium.

### **Genomics en bioinformatica**

Het is de bedoeling dat de bestaande projecten van het WTCW op het gebied van bioinformatica zullen worden uitgebreid. De naam die WTCW aan deze uitbreiding heeft gegeven luidt het 'Advanced Genomics Initiative' (AGI). AGI zal zijn betekenis onder meer ontleen aan een nieuw laboratorium op het gebied van DNA micro arrays, dat op het Watergraafsmeerterrein wordt gerealiseerd. Onderzoeksgebieden zijn naast genomics tevens proteomics en metabolomics. Bestaande samenwerking wordt uitgebreid, onder meer met AMC en VU Amsterdam. De zogenaamde Bio Application Service Provider is de specifieke e-Sciences activiteit die van toepassing is op het gebied van de genomics.

Grote investeringen zoals bedoeld in het kader van het onderzoek zullen door WTCW en zijn partners zeker worden gedaan. Te melden zijn vooral de kostbare componenten van gigabit-netwerken, zoals de routers, de computers, de bekabeling en de versterkers, en daarnaast vooral de randapparatuur, zoals de CAVE's en de databases. Een heldere lijn tussen hardware- en software componenten van de investeringen

---

<sup>35</sup> Rapportage en strategisch document WTCW, oktober 2001

enerzijds, en menskracht en gebouwen anderzijds, is nauwelijks te trekken, zeker niet in de komende tien jaar. Wel is er een trend dat WTCW steeds meer betrokken zal raken bij randapparatuur. De geïnterviewden schatten dat voor de komende tien jaren, indien WTCW zou blijven voortbestaan, ongeveer 150 M€ geïnvesteerd zal worden. Naar schatting 80% daarvan betreft personeel. De rest, 20%, is verdeeld over gebouwen en hard- en software.

Het is in de praktijk van het onderzoek op ICT- en telematicagebied erg moeilijk om voor een periode van tien jaar investeringen te voorzien. In de praktijk van het programmeren van het onderzoek voor het Telematica Instituut is een periode langer dan 3 tot 5 jaar niet te overzien.

Investeringsbehoeften van het Telematica Instituut hangen uiteraard nauw samen met de mogelijkheden om de investeringen ten behoeve van onderzoek ook te 'exploiteren' ten dienste van de (inter)nationale onderzoekswereld (zowel de 'kennisswereld' als het bedrijfsleven). Dat betekent doorgaans dat investeringsbehoeften samen kunnen en zullen vallen met investeringsbehoeften bij andere (inter)nationale kennisinstellingen en bedrijven.

### **Grid Computing**

Voor het ter beschikking stellen van rekenkracht wordt in toenemende mate gebruikt gemaakt van de capaciteit van processoren die via bestaande netwerken en werkstations beschikbaar kunnen worden gemaakt. Een dergelijke aanpak wordt wel aangeduid met 'Grid', waarmee wordt aangegeven dat het netwerk (het 'Grid', een term die oorspronkelijk alleen voor hete elektrische netwerk werd gebruikt) de rekenkracht is. In het kader van het onderzoek op het gebied van de bedrijfsrelevantie van de Grid ontwikkelingen zal het Telematica Instituut de beschikking willen hebben over state-of-the-art hardware- en softwarecomponenten die het Instituut in staat stellen het onderzoek in pilot projecten uit te voeren. Dit zal, naar de huidige inzichten, in nauwe samenwerking met andere internationale en nationale onderzoeksinstituten in zowel het publieke als private domein plaatsvinden.

Voor deze investering wordt een budget begroot in de orde van 1-2 M€ voor de periode 2002 – 2004. De verwachting is dat delen van deze infrastructuur door bijdragen in natura van bedrijven kunnen worden gerealiseerd. Andere delen zullen voor financiering vanuit nationale (ICES-KIS) of internationale (6e Kader Programma) onderzoeksmiddelen worden voorgedragen.

### **Draadloze en mobiele diensten**

Het onderzoek naar (platforms voor) de ontwikkeling van nieuwe toepassingen voor draadloze en mobiele netwerken (nu: 3G netwerken, straks 4G netwerken) zal de komende jaren de nodige investeringen op het gebied van hardware (netwerkcomponenten) en software (met name: dienstenplatforms) vergen. Voor deze investering is 1-2 M€ nodig voor de periode 2002 - 2003, daarna vergelijkbare omvang. De financiering is nog niet rond. Inbreng in nationale en Europese projecten (als 'testomgeving') kan bijdragen aan de exploitatie van deze voorzieningen.

### **State-of-the-art netwerk-infrastructuur**

Het onderzoek naar (platforms voor) de ontwikkeling van hoge bandbreedte (Internet) applicaties vereist continue investeringen op het gebied van de modernste netwerkapparatuur en netwerkaansluitingen (zowel intern als extern). Om een goede positie te hebben voor samenwerking in innovatieve Europese projecten dient deze infrastructuur continu op peil te worden gehouden en met een zekere regelmaat worden opgewaardeerd. Een bedrag van naar schatting 200-400 k€ per jaar biedt over de lange termijn waarover vooruit wordt geblikt toch een investeringsbehoefte van enige miljoenen Euro. Tot nu toe vindt financiering plaats uit eigen middelen of uit programmafinanciering (ICES-KIS/GigaPort). Dit lijkt de komende jaren ook haalbaar.

### **Collaborative/ immersive environments**

Al geruime tijd heeft het Telematica Instituut een onderzoeksprogramma op het gebied van Computer Supported Collaborative Work. Voor de ondersteuning van het onderzoek zou het Instituut graag de beschikking hebben over uitgebreide(re) faciliteiten voor zowel het onderzoek naar geavanceerde technologische voorzieningen voor elektronisch samenwerken als voor het onderzoek naar gebruikersgedrag. Een eenmalig bedrag van 2-3 M€ wordt nodig geacht, daarna uitmondend in exploitatiekosten en regelmatige modernisering. Voor deze investering is nog geen dekking voorzien.

### **Active Buildings**

Het Telematica Instituut overweegt onderzoek op het gebied van Active Buildings/Intelligent Buildings toe te passen in de huidige of bij toekomstige (nieuwe) huisvesting van het Telematica Instituut. Het is echter nog te vroeg om aan deze overweging een budget te verbinden en bijgevolg is er ook nog geen financieringsbron geïdentificeerd.

## **Storage Area Networks**

De huidige onderzoeksprogramma's op het gebied van multimedia management hebben de afgelopen jaren een enorme vraag naar geavanceerde vormen van multimedia opslag/retrieval systemen laten zien. De praktijk is dat deze systemen als faciliteit voor een veelheid aan projecten dienen. Voorbeelden zijn projecten op het gebied van e-learning, media/broadcasting, games en audio/video streaming over mobiele netwerken en digitale televisie. De verwachting is dat de komende jaren de faciliteiten uitbreidingen vragen richting Storage Area Networks. Deze investering kan eenmalig 1 M€ belopen, waarvoor thans nog geen dekking is voorzien

Het karakter van het Telematica Instituut impliceert dat alle hierboven genoemde investeringen zich lenen voor uitgebreide samenwerking met zowel nationale kennispartners als internationale kennispartners. De samenwerking die in vrijwel alle onderzoeksprojecten en -programma's binnen het Telematica Instituut wordt gezocht met zowel publieke als private kennispartners biedt voldoende garantie dat deze investeringen ook ten dienste van deze relaties zullen worden ingezet.

## **Supercomputing**

Naast de bovenstaande ontwikkelingen in Grids zijn er twee soorten investeringspieken bij NCF ten aanzien van supercomputing: een kleine om de drie jaar en een grote om de zes jaar. De grote piek betekent de aanschaf van een nieuwe supercomputer.

Dit is een investering van zo'n 12 M€. De kleine piek komt voort uit een opwaardering van de supercomputer. De komende tijd zal dit patroon hetzelfde blijven. Momenteel komen bij het NCF de vraag naar rekenuren en het aanbod van rekenuren redelijk goed overeen. De omvang van de aanvragen groeit echter explosief, met name de behoefte aan parallel rekenen. Binnen tien jaar is er nog geen overstap naar nieuwe technieken te verwachten die de behoefte aan dit soort rekenen zou kunnen vervangen. De techniek blijft voorlopig nog op basis van siliciumtechniek en niet op basis van optische of kwantumcomputers.

## **The Last Mile**

De activiteiten van organisaties zoals Surfnets, Gigaport, Telematica Instituut en hun publieke en private partners zijn binnen Europa en zelfs wereldwijd vooraanstaand te noemen. Ze zullen leiden tot een hypermodern breedbandnetwerk voor onderzoek en ontwikkelingen. Er is echter nog veel aandacht nodig voor de aansluiting van individuele onderzoekers en onderzoeksinstituten en universiteiten op dat netwerk. Naar schatting van het Ministerie van OC&W is er in totaal voor Universiteiten en Instituten

een bedrag van 100 M€ nodig om deze breedbandaansluiting van de 'Last Mile' te realiseren.

Omdat dit echter een verantwoordelijkheid van de individuele instellingen betreft, is de investering in uitrusting van de 'last mile' organisatorisch en budgettair sterk gefragmenteerd. Met andere woorden, het is geen project waar een instantie verantwoordelijkheid voor draagt, en kan als zodanig ook moeilijk in het kader van dit onderzoek worden gezien als een investering in uitrusting met internationale uitstraling en potentie voor samenwerking; het is weliswaar nodig om samen te werken, maar het nodigt niet uit tot samenwerking. Daar zit een klein, maar belangrijk verschil. Om die reden zullen we het budget als pro memori opnemen in de samenvattende tabel in 4.3. Met deze aparte vermelding wordt het belang van de 'last mile' aangegeven<sup>36</sup>. In de samenvattende tabel in hoofdstuk 11 zullen we de 'last mile' niet vermelden.

### **4.3 Conclusie**

De investeringsbehoeften zoals die in het kader van de tweede fase van dit onderzoek naar voren zijn gekomen bieden, in aanvulling op de conclusies in de eerste fase van deze studie, het beeld dat deze goed aansluiten op de belangrijke maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkelingen die uit uiteenlopende strategische documenten kunnen worden afgeleid. Het beeld is dat van sterk gedistribueerde ICT-netwerken en rekencapaciteit die aansluiten op de modernste ontwikkelingen in de wetenschap, zoals genomics, en als het ware een multiplicatiefactor bieden door het vergroten van de toegankelijkheid tot onderzoeksgegevens en nationale en internationale excellentie. Daarnaast blijft supercomputing in elk geval de komende tien jaar nodig. Ook wordt sterk de aandacht gevraagd voor de toegang van onderzoekers en onderzoeksinstituten op breedbandnetwerken.

---

<sup>36</sup> Kees Neggers van Surfnet spreekt van de 'first mile'. Daarmee geeft hij uitdrukking aan zijn zienswijze dat de nieuwe generatie internet zoveel mogelijk gestuurd moet worden door de gebruiker.

<b>Investeringsbehoefte</b>	<b>Omvang (M€)</b>
Multimedia	5
E-Science	5
Genomics en bioinformatica	5
Grid Computing	1 - 2
Draadloze en mobiele diensten	5 – 10
State-of-the-art netwerk infrastructuur	2 – 4
Collaborative/ immersive environments	2 – 3
Active buildings	p.m.
Storage area networks	1
Supercomputing	12
The Last Mile	p.m.
<b>Totaal</b>	<b>38 – 47</b>



## 5 Lucht- en ruimtevaart

### 5.1 Algemeen overzicht

Veel onderzoeksactiviteiten in de lucht- en ruimtevaartsector richten zich op technologisch onderzoek voor de directe ondersteuning van industriële doeleinden. Het is daarom niet verbazingwekkend dat de rol van de overheid in deze sector van relatief beperkte aard is. Daar komt bij dat op ruimtevaartgebied en in mindere mate in de luchtvaartindustrie de Verenigde Staten domineren op het gebied van industriële output en wetenschappelijk onderzoek.

Ten dele in antwoord op deze dominantie heeft de Europese Commissie een tweetal initiatieven ondersteund die de Europese industrie en de rol van wetenschappelijk onderzoek moeten gaan versterken. De Europese Commissie heeft deze rol onder meer opgenomen vanwege de consolidatie die zich in de Europese lucht- en ruimtevaartindustrie heeft voorgedaan, waardoor het aantal spelers actief in deze sector is afgenomen, echter niet de totale omvang. Dit bepaalt ook zeer sterk de insteek bij het opzetten van wetenschappelijk onderzoek.

#### *Luchtvaart*

Het eerste initiatief is specifiek gericht op het opstellen van een strategische onderzoeksagenda in de luchtvaartindustrie. Deze agenda identificeert vier prioritaire gebieden waar het wetenschappelijk en strategisch onderzoek zich op zou moeten richten:

- Versterking van de Europese concurrentiepositie op het gebied van de bouw van commerciële vliegtuigen, motoren en uitrusting. Het betreft hier vooral de toepassing van nieuwe vormen en materialen die de technische efficiency van vliegtuigen kunnen vergroten. Ook de toepassing van geavanceerde elektronica binnen vliegtuigen zou verder gestimuleerd moeten worden.
- Beperking van emissie van vliegtuigen, zowel op het gebied van geluid en schadelijke stoffen.
- Verbetering van de veiligheid binnen het luchtvaartsysteem, waarbij gebruik zou moeten worden gemaakt van nieuwe materialen, ontwikkeling van monitoringsystemen (onder andere voor de besturing van vliegtuigen op afstand) en verbeterde elektronische systemen.
- Vergroting van de capaciteit van het luchtruim. Hierbij kan gekeken worden naar het beperken van de weersinvloed op vliegtuigbewegingen, het integreren van air traffic management (ATM) systemen en nieuwe benaderingen voor het management van luchthavens dat zowel de 'airside' als 'landside' capaciteit van luchthavens zou moeten vergroten.

De rol van Nederland is in de laatste jaren op het gebied van vliegtuigbouw beperkter geworden sinds het faillissement van Fokker. De aandacht komt steeds meer te liggen op gespecialiseerde en geavanceerde toeleverantie. Ook het wetenschappelijk onderzoek zal zich steeds meer op deze facetten richten. Vliegtuiggebruik krijgt daarbij steeds meer nadruk naast vliegtuigontwikkeling. Toch is vliegtuigontwikkeling zeker niet uit het zicht verdwenen. De Nederlandse regering zelf heeft in het kader van het in 1997 vastgestelde "Regeringsstandpunt met betrekking tot de herstructurering en stimulering van de Nederlandse luchtvaartcluster" voor de periode 1997-2003 eenmalig 145,5 M€ gereserveerd om de civiele vliegtuigontwikkeling te ondersteunen. Dit bedrag wordt aangewend voor onderzoek en ontwikkeling in de vorm van basisresearch, industrieel onderzoek en precompetitieve ontwikkeling, met name gericht op deelname in Airbus projecten.

De Nederlandse politiek staat mogelijk op het punt de deelname aan de Amerikaans Joint Strike Fighter te accorderen. Vooral het Nederlandse bedrijfsleven zou daarvan kunnen profiteren door een bijdrage te leveren aan de benodigde technische ontwikkeling. Eventuele gevolgen voor de publieke investeringsbehoeften in uitrusting zijn in het kader van dit onderzoek (nog) niet naar voren gebracht.

### *Ruimtevaart*

Ook op het gebied van het ruimtevaartonderzoek heeft de Europese Commissie onderzoeksprioriteiten geformuleerd. Deze prioriteiten richten zich op:

- onderzoek i.v.m. satellietnavigatie en op satelliet gebaseerde informatiesystemen (bijv. het Galileo project)
- onderzoek i.v.m. satelliet gebaseerde systemen op het gebied van de bewaking van milieu en veiligheid en de ontwikkeling van toepassingen voor gebruikers (GMES). (meer hierover in het hoofdstuk 'Omgeving')
- geavanceerd onderzoek i.v.m. de integratie van communicatiemiddelen van ruimte- en aardeselementen.

Het European Space Agency (ESA) speelt een prominente rol binnen de Europese ruimtevaartsector. Het doel van ESA is de ontwikkeling van een Europese ruimtevaartsector, zowel op wetenschappelijk als industrieel gebied. Frankrijk speelt met haar ruimteagentschap CNES (met een omzet van € 1 miljard) de belangrijkste rol in Europa. Nederland huisvest ESTEC, het belangrijkste technologiecentrum van ESA, in Noordwijk.

In aanvulling op deze prioriteiten vanuit Europees perspectief heeft Nederland ook zelf een aantal aandachtspunten voor wetenschappelijk onderzoek in de ruimtevaart

uitgebracht<sup>37</sup>. Deze punten benadrukken drie terreinen waarop Nederland al een sterke positie heeft of goede kansen heeft een sterke positie op te bouwen:

- astronomisch en astrofysisch onderzoek
- onderzoek van het Systeem Aarde ('Mission to Planet Earth')
- onderzoek naar biologische processen in microzwaartekracht.

Er wordt echter benadrukt dat veel van deze activiteiten in Europees of internationaal verband ten uitvoer moeten worden gebracht: "Internationale samenwerking is essentieel voor het efficiënt en effectief oplossen van (...) gesignaleerde uitdagingen. Het realiseren en op peil houden van de daarvoor benodigde ruimte-infrastructuur is en blijft een gezamenlijke verantwoordelijkheid van overheden. Dus moet de Nederlandse overheid prioriteit blijven geven aan de diverse vormen van samenwerking binnen Europa."

In het beleidsadvies ruimtevaart uitgebracht door NIVR in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken luidt het advies aan de Nederlandse overheid om jaarlijks ruim 90,8 M€ in ruimtevaart te investeren. Dit zou moeten oplopen tot 125 M€ in 2005. Het gaat dan om steun via de programma's van ESA en EUMETSAT, maar ook voor de ondersteuning van nationale activiteiten. Uiteindelijk komt het NIVR met de volgende aanbevelingen:

- Investerings in onderzoek, maar impliciet ook in uitrusting, zou via de internationale programma's kunnen plaatsvinden. Via bescheiden financiële bijdragen ('seed money') houdt men bij gebeurtenissen als voorontwikkelingsprogramma's een vinger aan pols. De bestaande prioriteitenstelling op het gebied van astronomie en astrofysica vindt uiting in stimulering van röntgenonderzoek, infrarood onderzoek en interferometrie.
- Nederland moet eens in de vijf jaar een leidende rol spelen bij de ontwikkeling van een wetenschappelijk programma of instrument. Deze rol van 'principal investigator' (PI) is geen doel op zich als wel een borging van het hoogst denkbare wetenschappelijke niveau waarop Nederlandse kennisinstellingen en -instituten activiteiten kunnen ontplooien. Zonder deze rol erodeert de thans verworven positie.
- Op het vlak van microzwaartekracht onderzoek en aardobservatie dient, in lijn met de behoefte van de onderzoeksgemeenschappen, nationaal flankerend beleid te worden ontwikkeld dan wel voortgezet. Dit is noodzakelijk ter voorbereiding op deelname aan ESA-programma's.

---

<sup>37</sup> NIVR, Ruimtevaart activeert oplossingen maatschappelijke knelpunten, beleidsadvies Ruimtevaart, mei 2001

## **5.2 Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek**

Zoals hierboven is aangegeven, is er zowel op het gebied van technologie als wetenschap sprake van grote nadruk op multinationale samenwerking, vooral in Europees verband. Het aantal organisaties en instellingen dat louter op nationaal niveau opereert is gering. De Nederlandse overheid draagt direct bij aan deze activiteiten in de lucht- en ruimtevaart. Deze activiteiten richten zich op de meeste deelterreinen en prioriteiten die hierboven zijn geïdentificeerd.

Concrete investeringsbehoeften liggen op het volgende vlak:

### *Vergroting van de capaciteit van het luchtruim*

#### **Modern Laboratorium Vliegtuig**

De vervanging van het bijna 25 jaar oude Fairchild Swearingen Metro II laboratorium vliegtuig bij NLR door een modern laboratorium vliegtuig in de periode 2004-2007 (voor ca. 7-10 miljoen €) voor de uitvoering van vliegproeven met betrekking tot onderzoek naar nieuwe verkeersleidingsconcepten en systemen en het bijbehorende human factors onderzoek.

### *Vliegtuigbouw – verbetering van technische efficiency*

#### **Supercomputer voor constructieve en elektromagnetische berekeningen**

De vervanging van de (oude) NEC SX-5 supercomputer bij NLR door een moderne opvolger in de periode 2006-2007 (voor ca 10 miljoen €) voor grote aërodynamische, aëro-akoestische, constructieve en elektromagnetische berekeningen.

#### **Tow Placement machine**

De investering in een zgn. Tow Placement machine voor onderzoek voor composiet constructies (van ca. 3-4 miljoen €) ter ondersteuning van de Nederlandse industrie voor nieuwe ontwerp- en produktietechnieken.

### *Verhogen van veiligheid en capaciteit van luchthavens*

#### **Vluchtnabootser**

De vervanging van de bijna 30 jaar oude NLR Research Flight Simulator door een moderne vluchtnabootser voor onderzoek op het gebied van transportvliegtuigen en helikopters, met een 6 graden van vrijheid bewegingsmechanisme en een modern zogenaamd 'WIDE' zichtstelsel (voor ca 7-10 miljoen €) voor onderzoek naar nieu-

we besturingssystemen, avionicasystemen, cockpit displays en verkeersleidingprocedures ter verhoging van de luchthaven capaciteit, reductie van de geluidshinder en vergroting van de veiligheid.

Al deze investeringen zijn expliciet door het NLR naar voren gebracht. Het betreft investeringen die niet uit de huidige middelen gedaan kunnen worden<sup>38</sup>. Voor de periode van 2002-2007 heeft het NLR een behoefte aangegeven van in totaal € 70 miljoen. Beschikbaar is voor deze periode van zes jaar slechts ca. € 37 miljoen.

Het NLR onderzoekt ook in hoeverre door samenwerking met nationale en internationale partners deze investeringen en de bijbehorende exploitatie gedeeld zou kunnen worden.

### **Optical/infrared interferometry**

Een laatste investering is in de eerste fase naar voren gebracht door SRON. Het betreft hier optical/infrared interferometry waar een investering van € 8 miljoen voor benodigd is.

### **5.3 Conclusie**

Veel onderzoeksprioriteiten en -activiteiten worden vanuit de Europese Commissie aangestuurd. Vanwege de beperkte mogelijkheden tot samenwerking in Nederland, zijn ook de Nederlandse instituten aangewezen op bilaterale of internationale samenwerkingsverbanden. Voor een deel zijn de investeringen in uitrusting geregeld door bijdragen van nationale overheden aan ESA en de aan ESA gerelateerde onderzoekscentra. De behoeften die NLR onafhankelijk daarvan naar voren heeft gebracht, betreffen vooral investeringen in de grotere categorieën apparatuur (bijv. vliegtuigen) of in proefopstellingen (simulatie). Belangrijke investeringen betreffende 'remote sensing' apparatuur zullen worden gerapporteerd in het hoofdstuk 'Omgeving'.

---

<sup>38</sup> Het NLR krijgt van de Rijksoverheid jaarlijks een investeringssubsidie voor de aanschaffing van kapitaal-goederen voor de realisatie van de benodigde onderzoeksfaciliteiten van ca. € 5,4 miljoen. Verder mag het NLR voor buitenlandse opdrachtgevers een bijdrage vragen in de rente en afschrijving. Hiermee "verdient" het NLR jaarlijks ca. 1,1 miljoen € welke ook voor kapitaalinvesteringen mogen worden gebruikt. In totaal is dan jaarlijks een budget voor kapitaalinvesteringen van ca. € 6,5 miljoen beschikbaar. Voor de opbouw en verbetering van de onderzoeksfaciliteiten besteedt het NLR ook jaarlijks een deel van de zgn. Rijksbijdrage in de exploitatie.

<b>Investeringsbehoefte</b>	<b>Omvang (M€)</b>
Modern laboratorium vliegtuig	7 – 10
Supercomputer voor constructieve en elektromagnetische berekeningen	10
Tow Placement machine	3 – 4
Vluchtnabootser	7 – 10
Optical/infrared interferometry	8
<b>Totaal</b>	<b>35 – 42</b>

## 6 Materialen

### 6.1 Algemeen overzicht

Het gebied van materiaalonderzoek bestrijkt een groot aantal deelonderzoeksgebieden van de materiaalkunde zelf (metalen, bouwmaterialen, agromaterialen, kunststoffen, verf, rubber), maar ook bijzondere materiaalaspecten, zoals tribologie, corrosie, reologie, hechting, warmtebehandeling, vermoeiing en niet-destructief onderzoek. Daarnaast gaat aandacht uit naar het verwerken en bewerken (o.a. met lasers), naar verbindingen, hechten en coaten, naar ontwerpen en construeren, naar milieuaspecten, duurzaamheid en schade-tolerantie.

Specifiek beleid voor materiaalonderzoek heeft onder meer zijn weerslag gevonden in de oprichting van het TTI Metalen, het TTI Polymeren, de toponderzoeksschool Materialen, diverse IOP's waaronder polymeercomposieten, metalen, koolhydraten, technische keramiek en oppervlaktetechnologie en tevens Biomade, een instituut voor moleculaire nanotechnologie in het kader van ICES KIS II.

#### *Prioriteitsprogramma*

De Nota Kennis in Beweging<sup>39</sup> gaf in 1995 aan dat stimulering noodzakelijk was voor de samenwerking tussen onderzoekswereld en bedrijfsleven. Hiervoor is toen een prioriteitsprogramma materialenonderzoek (PPM) opgezet. Daaraan ging 10 jaar overleg vooraf, omdat het lastig bleek de belangen en perspectieven van publieke en private deelnemers uit verschillende sectoren programmatisch te verenigen. Doel van het PPM is onderzoek te stimuleren op drie deelgebieden van de materiaalkunde: micromechanica en mesoscopische materiaalkunde, coatings en composieten en functionele materialen, met een nadruk op vorm- en productieaspecten van constructiematerialen. Het PPM, waarin CW, FOM en STW samenwerken, is in het bijzonder gericht op de fundamentele aspecten die een rol spelen in de praktische toepassingen van materialen. De PPM-commissie hecht eraan dat duidelijk is waar, in de keten van fundamenteel onderzoek naar toepassing, het onderzoek past en wie de potentiële gebruikers zijn. PPM kent een deelprogramma op het gebied van Computational Materials Science (CMS) met een sterke inbreng van de chemie en het bedrijfsleven.

Hoge verwachting bestond op het gebied van de keramische materialen, waarvoor een speciaal onderzoeksprogramma is uitgezet bij onder meer ECN. Ondanks goede wetenschappelijke vorderingen zijn de toepassingen tot nu toe bij de verwachtingen

---

<sup>39</sup> Ministerie van Economische Zaken, Nota Kennis in Beweging, juni 1995

achter gebleven, hoewel bijvoorbeeld met de opkomst van brandstofcellen nog een golf van nieuwe toepassingen verwacht mag worden.

Andere aandachtsgebieden zijn composieten en metalen. Composieten hebben grote voordelen op het gebied van sterkte, gewicht en duurzaamheid. Met het hergebruik van composieten zijn echter problemen gerezen. Wellicht mede daardoor, maar ook door het IOP metalen en IOP oppervlaktetechnologie is er een vernieuwing te bespeuren in het gebruik van metalen, die veel beter te hergebruiken zijn, zoals in het geval van aluminium of stalen 'blikjes' voor frisdrank, bier en conserven. Maar ook op het gebied van carrosserieën van auto's en treinen staan de ontwikkelingen in metaal en metaallegeringen niet stil. Tevens mag verwacht worden dat metaal een belangrijkere rol gaat spelen in de bouw, met name hoogbouw.

Latere onderzoeksinitiatieven zijn meer specifiek op bepaalde soorten materialen toegespitst. Zo zijn uit het Fonds Economische Structuurversterking (FES) tot en met 2002 middelen beschikbaar gekomen voor samenwerkingsverbanden tussen instituten en bedrijfsleven op een aantal kansrijke onderzoeksterreinen: onder andere de moleculaire nanotechnologie (bij BioMaDe). Met deze middelen (in totaal € 39 miljoen voor de periode 1999-2002) krijgt het multidisciplinair en vernieuwend onderzoek een impuls. De twee eerder genoemde technologische topinstituten, die kort geleden groen licht kregen voor de volgende 6 jaar, dragen verder bij aan de versoepeling van de opvattingen in het veld over thematisering en multidisciplinering van materiaalonderzoek.

### *Miniaturisatie*

Inmiddels is de miniaturisatie-golf, die eerder zoveel succes boekte in de wereld van ICT, nu ook doorgedrongen tot de materiaalkunde. In uiteenlopende onderzoekscentra, zoals de centra voor microsysteemtechnologie en nano-wetenschappen aan de technische universiteiten en TNO wordt materiaalonderzoek op micro- en nanoschaal verricht. De strategie van deze instellingen is onder meer weergegeven in het 'Masterplan nanotechnologie'<sup>40</sup>. De gedachte is dat indien op basis van wetenschappelijk onderzoek de materialen op nano-niveau (in de praktijk tot enkele honderden nanometers) kunnen worden gestructureerd, dit een grote bijdrage kan bieden aan de nauwkeurige beheersing van materiaaleigenschappen. Dat is niet alleen belangrijk bij de productie, maar ook bij de toepassing van materialen. De Nederlandse Technische Universiteiten en TNO lopen voorop in materiaalonderzoek op nano-schaal. Met name het MESA+ Instituut van de UT, dat onlangs is gefuseerd met het Centrum

---

<sup>40</sup> Masterplan Nanotechnologie ICES KIS III, Den Haag, 2001



voor Materiaalonderzoek van dezelfde universiteit, vervult in het algemene materiaalonderzoek een voortrekkersrol.

### *Flankerend beleid*

Materialen vormen een belangrijk element van belangrijke sectoren, zoals de bouw, transportmiddelen, apparatenbouw, elektronica, meubels, witgoed, kleding, verpakking, etc. Maar vaak zijn deze sectoren niet erg vernieuwend<sup>41</sup>. Daarom is het streven er thans op gericht eerst dergelijke sectoren innovierend te laten worden, met behulp van uiteenlopende vormen van flankerend beleid. Zo heeft EZ enige tijd een succesvol innovatieprogramma 'lijmen en verbinden' uitgevoerd. Een ander voorbeeld is dat van het IFD bouwprogramma, 'Industrieel, Flexibel en Duurzaam bouwen dat zijn derde en laatste tranche is ingegaan. IFD zet bouwbedrijven aan tot innovatief denken over hun integrale producten en bedrijfsprocessen. Ook de activiteiten vanuit met name VROM op het gebied van duurzaam bouwen (DUBO) dienen vermeld te worden. De invoering van nieuwe materialen en lichte constructies zal in traag innoverende sectoren zoals de bouw niettemin achter blijven bij meer innovatieve sectoren, zoals transport<sup>42</sup>. Uit ervaring blijkt dat innovatieve sectoren makkelijker openstaan voor de vruchten van materiaalonderzoek, hetgeen weer een stimulerende werking op dat onderzoek kan hebben. Goede voorbeelden zijn de toepassing van Glare, een composiet van kunstvezel, kunsthars en aluminium, dat door de TUD is ontwikkeld en thans in moderne vliegtuigen wordt toegepast en de verlijming van vleugel- en romp-onderdelen in plaats van het ouderwetse popnagelen. Vanzelfsprekend staat het streven naar grotere innovativiteit van de sectoren die materialen toepassen ver af van wetenschappelijk materiaalonderzoek.

## **6.2 Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek**

### **Mini Continue Gloeilijn**

De toenemende belangstelling voor de optimale beheersing van nano- en microstructureigenschappen van materialen in het algemeen en metalen in het bijzonder vindt zijn weerslag in een investeringsbehoefte met als titel 'Mini Continue Gloeilijn'. De potentie van deze investering en het bijbehorende onderzoek wordt zeer groot genoemd door het TTI Metalen. Het TTI Metalen (NIMR – Netherlands Institute for Metals Research) is een samenwerking tussen het onderzoeksveld (vier technische universiteiten), de metaalindustrie en de overheid (EZ, LNV, OC&W)<sup>43</sup>.

---

<sup>41</sup> AWT, Bouwen op kennis, Rapportage verkenningcommissie Bouw, Den Haag, maart 2000

<sup>42</sup> STT, Nieuwe materialen in de bouw, Den Haag, 1997

<sup>43</sup> Website NIMR, <http://www.nimr.nl>

Het NIMR gaat steeds sterker samenwerken met internationale partners, bijvoorbeeld in Aken, Gent en Noorwegen. De voorgestelde continue gloeilijn zou de mogelijkheden daartoe versterken.

De gedachtevorming is nog maar nauwelijks begonnen. De investering belooft naar schatting een bedrag van 20 M€, gespreid over 2 jaar. De investering zou al in de jaren 2004 en 2005 kunnen worden gerealiseerd, maar er zijn nog geen fondsen geïdentificeerd. Het zou om een gezamenlijke investering gaan van NIMR, TUD, industrie, en wellicht buitenlandse partners.

Het betreft een proceslijn met oven en toebehoren, geschikt voor staal en aluminium. Het is een installatie waarmee met snelle opwarming en gecontroleerde afkoeling in meerdere stappen en dat onder gecontroleerde gas-atmosfeer (om koolstof en stikstof balansen goed te houden) staalmicrostructuren geoptimaliseerd kunnen worden. Door deze installatie te bouwen kunnen procesomstandigheden nagebootst worden.

De continue gloeilijn is geen standaard machine en zou ontwikkeld moeten worden. Er is alleen in België een dergelijke installatie (Centre de Recherche de Metallurgie te Gent). De continue gloeilijn die hier wordt beoogd is echter moderner. Binnen Nederland werkt alleen de groep in Delft op dit gebied, maar Europees zijn er vele denkbare partners en vele mogelijkheden voor samenwerking.

### **Faciliteit voor gasfase polymerisatie**

De faciliteit voor gasfase polymerisatie in Twente (Twente procestechnologie polymerbereiding, UT) bestaat reeds enige tijd en wordt veel gebruikt door de industrie. De faciliteit is uniek in de wereld. Er staat nu voor ongeveer 10 M€ aan apparatuur, gerealiseerd in samenwerking met de industrie (waaronder Shell en DSM). Het gaat om semi-industriële apparatuur met een reactorvat als kern. Het reactorvat moet zo nu en dan worden uitgebikt en als gevolg van de slijtage die dit veroorzaakt is vernieuwing noodzakelijk. Dit kost ongeveer 10 M€ in 6 jaar.

Deze faciliteit zou kunnen worden uitgebouwd tot het universitaire centrum voor gasfase polymerisatie, met het karakteriseren van polymeren (zaken als smeltpunt, verwerkbaarheid, sterkte etc.) met analytische en non-destructieve technieken als belangrijk aandachtspunt. Dit soort polymerisaties worden in zeer grote schaal gebruikt voor de productie van polyolefinen (polytheen, polypropreen) en in de toekomst mogelijk ook voor andere polymeren. Het TTI Polymeren (Dutch Polymer Institute – DPI), dat de behoefte aan deze uitrusting onder woorden bracht, denkt aan 5-10 M€. Met de UT is nog geen overleg geweest.

Het Dutch Polymer Institute (DPI) is een samenwerkingsverband tussen ministeries (LNV, EZ, OC&W), het onderzoeksveld (universiteiten en TNO) en polymeer producerende en verwerkende industrieën in Nederland. Bij de start is DPI begonnen met een Nederlands consortium, waaronder Philips, Shell en Montell. Het instituut heeft contact met 13 kennisinstellingen, waarvan 3 in het buitenland (Hamburg, Napels, Stellenbosch Z.A.). Het doel van DPI is het opzetten van een kennisketen op het gebied van polymeertechnologie<sup>44</sup>. Dutch Belgian Beam Line (DBBL) is een ander voorbeeld van goede samenwerking.

Het DPI steekt 1 M€ per jaar in apparatuur die wordt uitgezet bij de partners. Het DPI streeft naar 15% groei per jaar. Het probleem daarbij is goede onderzoekers, niet zozeer geld, apparatuur of partners. De helft van de groei zal daarom in het buitenland worden gerealiseerd. DPI voorziet over 5 jaar een Europees Instituut te zijn, met nog steeds een sterke basis in Nederland. DPI is bezig de EU voor dit model te winnen en heeft gesproken met commissaris Busquin.

### **Combichem**

TUE gaat mogelijk samen met Avantium onderzoek opzetten op het gebied van de high-throughput experimentation en combinatoriële chemie in het polymeren veld. Gedacht kan worden aan polymerisatie katalyse, synthese van polymeren in het algemeen, karakterisering van materialen e.d. Dit wordt een zeer belangrijke ontwikkeling die de laboratoria sterk zal veranderen. Er zijn daarom investeringen nodig in een veelheid van apparatuur voor laboratoriumproductie en testen. Het gaat veelal om geïntegreerde apparatuur maar ook om de informatie-infrasruuctuur die nodig is om de 10-100 keer snellere apparatuur op een verstandige manier te kunnen sturen. Gedacht wordt aan enkele M€. DPI is reeds gestart met deze activiteit en extra middelen zouden een forse versnelling kunnen geven.

### **Functionele polymeren**

Na de bulk-polymers en de engineering polymers komen momenteel de functionele polymeren sterk op. Het gaat vooral om elektrische, optische en biomedische toepassingen, waaronder organische zonnecellen, polymere LED's en FET's, etc. In het DPI programma was dit vier jaar geleden een klein onderdeel, maar momenteel is het gegroeid naar een derde van het totaal en het groeit nog steeds. Onder meer Life cycle aspects van zonnecellen worden steeds belangrijker. Ook het aantal participerende bedrijven in de functionele polymeren groeit snel. DPI zou zeer gebaat zijn bij een aanvullend investeringsbedrag voor apparatuur op dit gebied. Omdat het gebied

---

<sup>44</sup> Website Dutch Polymer Institute, <http://www.polymers.nl/dpi/default.htm>

nieuw is en de meeste polymeer activiteiten zich vroeger richten op mechanische en verwerkingseigenschappen is de investeringsbehoefte groot, vermoedelijk 5 M€.

In het kader van de nanotechnologie werd in de eerste fase van dit onderzoek reeds geconcludeerd dat de belangrijkste en meest kostbare investeringen liggen in de sfeer van de clean rooms. Zowel de UT, de TUE, de TUD als TNO hebben hier behoefte aan; te denken valt aan enkele M€ per clean room. Omdat deze investeringsbehoefte al eerder werd geïdentificeerd zal deze in de samenvattende tabel bij dit hoofdstuk als PM post worden opgenomen.

### 6.3 Conclusie

Drie verschillende soorten van behoeften aan investeringen in uitrusting komen ten aanzien van materialenonderzoek in onze inventarisatie naar voren. Er zit een belangrijke overeenkomst in deze investeringsbehoeften, namelijk de ontwikkeling en bestudering van materialen op steeds kleiner wordende schaal. Bij experimentele ontwikkeling en technologieontwikkeling gaat het daarbij om de microschaal. Bij wetenschappelijk fundamenteel onderzoek speelt meer de nanoschaal.

De instellingen die in deze duidelijke behoeften naar voren brachten, zijn modern opgezette instellingen, met een organisatie die het streven naar publiek-private samenwerking en multidisciplinair onderzoek hoog in het vaandel hebben. We kunnen daarom concluderen dat aan de wens om bij de investeringen te streven naar optimalisatie van de exploitatie door consortia van kennisinstellingen en de industrie, al bij voorbaat lijkt voldaan.

<b>Investeringsbehoefte</b>	<b>Omvang (M€)</b>
Mini continue gloeilijn	20
Gasfase polymerisatie	6
Combichem	2
Functionele polymeren	5
Clean rooms	p.m.
Totaal	33

## 7 Omgeving

### 7.1 Algemeen overzicht

Het gebied 'omgeving' omvat een component ruimtelijke ordening en een component milieu. Het moge duidelijk zijn dat deze componenten gedeeltelijk overlappen. Daarnaast is er ook een overlap met bijvoorbeeld het gebied Verkeer en Vervoer.

#### *Ruimtelijke ordening*

De ruimtelijke ordening is onderhevig aan een groot aantal krachten, die elk van invloed zijn op de beperkte beschikbare ruimte die Nederland te bieden heeft. De Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening constateert dat de welvaart toeneemt en daarmee ook de aanspraken op materiële consumptie en ruimtegebruik. Het onderwerp is per definitie multidisciplinair, daar functies van landbouw, transport, industrie en woning er in samenkomen. In de nota *Notie op Ruimte*<sup>45</sup> wordt een aantal ontwikkelingen genoemd, dat van groot belang is voor de ruimtelijke ordening in Nederland:

- *de manifestatie van mondialisering op lokaal niveau ('glocalisatie')*. Om de efficiëntie van productieprocessen te maximaliseren, besteden bedrijven steeds meer productie uit op lokaal niveau. Hierdoor ontstaan ruimtelijke concentraties van onderling verbonden ondernemingen en instellingen op een bepaald gebied en concurrentie tussen steden en regio's in het aantrekken van economische activiteiten.
- *dynamiek van netwerken*. De technologische ontwikkelingen hebben ertoe geleid dat goederen, diensten, personen en ideeën zich steeds meer in grensoverschrijdende netwerken zijn gaan bewegen. De snelheid en dynamiek waarmee veranderingen en verplaatsingen zich voltrekken neemt toe.
- *toename aantal huishoudens*. Het Sociaal en Cultureel Planbureau noemt individualisering als meest kenmerkend verschijnsel in de huidige maatschappij. Dit uit zich bijvoorbeeld in het woongedrag. Tussen 1970 en 1995 is het aantal alleenstaanden in het totaal aantal huishoudens verdubbeld.
- *meer water*. Een grotere toevoer van rivierwater, meer neerslag, bodemdaling en zeespiegelstijging zijn ontwikkelingen die leiden tot meer wateroverlast en periodieke overstromingen. De huidige ruimtelijke inrichting biedt te

---

<sup>45</sup> Tweede Kamer, Notie van ruimte, Op weg naar de Vijfde Nota ruimtelijke ordening, nr. 27 210, 1999-2000

weinig ruimte om op natuurlijke manier de gevolgen van de hoge watertoevoer en bodemdaling op te vangen.

- *toenemende invloed van Europees beleid.* Europees beleid kan op verschillende manieren doorwerken in de nationale ruimtelijke ordening: door directe grenzen aan ruimtegebruik te stellen (zoals bijvoorbeeld de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn), door een selectieve stimulering van regio's (zoals de stimulering van Europese achterstandregio's met de structuurfondsen) en door indirecte effecten op de ruimte (zoals de milieumaatregelen en prijsondersteuning vanuit het gemeenschappelijk landbouwbeleid).

De nieuwe kennisthema's van ICES/KIS<sup>46</sup> wijzen op het belang van kennis op het gebied van multifunctioneel en hoogwaardig ruimtegebruik. In een land als Nederland komen de publieke en private sector elkaar tegen in de landbouw, recreatie, natuur, energie en waterbeheer en -gebruik. Dit ruimtegebruik heeft zowel een economische als een sociale waarde, waarover meer kennis noodzakelijk is. Op het gebied van (interbestuurlijke benadering van) duurzaam gebruik van oppervlakte- en grondwater dient kennis in Nederland gebundeld te worden. Hierbij hoort eveneens het ontwikkelen van gemeenschappelijke conceptuele modellen in de grond-, weg- en waterbouwsector.

Reeds in de eerste fase van dit onderzoek werd een aantal speerpunten genoemd dat vanuit de kenniseenheid Groene Ruimte (Alterra, Departement Omgevingswetenschappen) in het aandachtsgebied 'Omgeving' valt:

#### *Integraal waterbeheer*

Integraal waterbeheer houdt in dat niet alleen de fysisch-technische aspecten, maar ook de sociaal-economische en institutionele context (d.w.z. de relatie met landgebruik, landbeheer, landgebruikers en maatschappelijke waarden) worden bestudeerd.

#### *Multifunctionele en biologische landbouw*

Om in Europees verband te overleven zal de landbouw multifunctioneel moeten worden en zal de landbouwproductie rekening moeten houden met de eisen op het gebied van dierenwelzijn, milieu, natuur, recreatief ruimtegebruik en waterbeheer.

---

<sup>46</sup> KPMG, Inventarisatie kennisthema's ICES/KIS, augustus 2000

### *Klimaatverandering en landgebruik*

Bestudeerd worden de luchtlagen waarin de uitwisseling plaatsvindt tussen gewas en atmosfeer.

Op het gebied van meetnetwerken en remote sensing (dit gebied overlapt duidelijk met ICT) vinden verschillende initiatieven plaats, daar vaak een verfijning van de aanwezige data gewenst is. Waarnemingen, zowel mondiaal als regionaal, zijn essentieel voor het begrijpen van het klimaatstelsel en voor validatie van modellen. Monitoring dient langjarig te worden uitgevoerd, zodat langzame klimaatvariaties kunnen worden waargenomen. Beleid op dit gebied wordt onder andere voorbereid in het kader van Nederlandse bijdrage voor Internationale Monitoringsystemen voor Milieuveranderingen (NIMM). Het RIVM maakt gebruik van een meerjaren investeringsimpuls voor het in balans brengen van monitoring en meetnetten met de modellering.

Hieraan gekoppeld is het belang van databases, de digitalisering van bestaande en nieuwe bestanden en collecties. Het geheel van bovenstaande gebieden kan gefaciliteerd worden door beschikbare gegevens over aardobservaties (zgn. geodata). De ontwikkelingen in de richting van een Nationale Geodata Infrastructuur, samen met een toolkit voor diagnose en voorspelling, dragen bij aan de sterke positie die Nederland op deze gebieden heeft. De noodzaak tot het verifiëren van modeluitkomsten en de mogelijkheid om steeds grotere hoeveelheden data op te slaan en verschillende bestanden aan elkaar te koppelen brengt een focus van het veldwerk op het selectief verzamelen van gegevens met zich mee; er is een wisselwerking tussen modelleren en meten, die beiden kan versterken.

### *Milieu*

Milieu staat hoog op de agenda van de Nederlandse overheid. Sinds dertig jaar wordt er in Nederland beleid gevoerd op het gebied van milieu. Een grote groep onderzoeksorganisaties houdt zich direct en indirect bezig met milieu-onderzoek. In 2001 kwam het vierde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP4) uit. Dit hanteert niet meer de milieuthema's van eerdere plannen, maar is opgesteld aan de hand van resterende hardnekkige *milieuproblemen*. Het NMP4 onderscheidt de volgende grote milieuproblemen: verlies aan biodiversiteit, klimaatverandering, overexploitatie van natuurlijke hulpbronnen, bedreigingen van de gezondheid, bedreigingen van de externe veiligheid, aantasting van de leefomgeving en mogelijke onbeheersbare risico's. Deze problemen zijn niet te overwinnen zonder zogenaamde 'transities': grondige, fundamentele veranderingen, die ook wel met 'systeeminnovaties' worden aangeduid. Het plan richt zich op een gezond en veilig leven, in een aantrekkelijke leefomgeving, temidden van een vitale natuur, zonder de mondiale biodiversiteit aan te tasten of na-

tuurlijke hulpbronnen uit te putten. Daar de grote milieuproblemen vaak internationale problemen zijn, kiest het NMP4 voor een zeer actieve internationale milieu-diplomatie waarin Nederland zelf ook het goede voorbeeld geeft.

Vanuit de Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's (IOP) wordt onder andere aandacht besteed aan milieuaspecten. Zo is er na de IOP's Recycling, Preventie en Milieubiotechnologie het IOP Milieutechnologie/Zware Metalen geïnitieerd, waarbij technisch-wetenschappelijk onderzoek naar de vervanging of vermindering van het gebruik van zware metalen in producten en processen wordt ondersteund. Het IOP Katalyse is in 2001 afgesloten en vervolgd met een Technology Roadmap Katalyse, dat inmiddels als spin-off het 'Duurzaam-Waterstof programma' heeft. Dit programma richt zich op de duurzame productie van waterstof, waterstofopslag en distributie. Ook heeft het een nieuw onderzoekprogramma op het gebied van biokatalyse<sup>47</sup> als spin-off.

Nederland kan ook in internationale context een rol spelen. Hierbij kan ingespeeld worden op de prioritering van onderzoeksthema's op het gebied van milieu, die in Europees verband plaatsvindt. Deze kan als volgt worden samengevat<sup>48</sup>:

- Duurzaam management van levende bronnen
- Klimaatverandering en vermindering van broeikasgassen, inclusief scenario's en strategieën
- Productie en exploitatie van hernieuwbare bronnen, inclusief nieuwe vormen van productie en dematerialisatie
- Afvalmanagement
- Duurzaam water management
- Impact van genetisch gemodificeerde organismen op het milieu.

In het concept van het Zesde Kaderprogramma Onderzoek van de EU is naast de Europese concurrentiepositie, duurzame ontwikkeling de tweede peiler onder het programma geworden. Daarmee zijn milieu en economie niet langer separate onderzoeksdomeinen, maar vormen tezamen een gecombineerd onderzoeksdomein.

---

<sup>47</sup> Ministerie van Economische Zaken, Catalysis, key to sustainability, Technology Roadmap Catalysis, oktober 2001

<sup>48</sup> Graham, Bennett en Cees van Halen, Environmental policy priorities in Europe and EU research programming, Paper prepared for the Workshop on Research Priorities and Structure of EU Environmental Research, Amsterdam, 25–26 januari 2001



## 7.2 Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek

### Meetinstallatie in Cabauw

In het klimaatonderzoek zijn veel investeringen nodig op het gebied van meting en monitoring. Het KNMI heeft in internationaal kader een meetinstallatie in Cabauw ingericht (Cabauw Experimental Site for Atmospheric Research), die uitgebreid dient te worden met zeer nauwkeurige instrumenten. Dit zijn onder andere een 94 GHz wolkenradar (wolkenonderzoek), een lidar (waterdamp profielen), spectro-radiometers, wolkenprofiler, windprofiler en fouriertransformatie interferometer. Samen vormt dit een investering van 4.7 M€, waarbij jaarlijks additionele menskracht van 400 k€ nodig is.

Het **ozon-meetstation in Paramaribo** wordt verder uitgebreid tot een volwaardig Global Atmospheric Watch station, ter bevordering van onderzoek van de dynamica van de tropische atmosfeer (3 M€).

Ook **dataverwerking en –opslag** is van belang. Op de NASA EOS-AURA satelliet die in januari 2004 gelanceerd wordt, is het Ozone Monitoring Instrument (OMI) bevestigd. Dit meet de samenstelling van de atmosfeer en de ozonlaag. De hierdoor gegenereerde data dienen opgeslagen en verwerkt te worden in een **datacentrum** bij het KNMI, dat naar schatting 3 M€ voor bouw en exploitatie zal kosten. Ook voor de data die voortkomen uit andere satellietmissies, zoals Envisat en Metop zou een **datacentrum** opgericht moeten worden, in samenwerking met NASA, ESA en Eumetsat. Hiermee zal de komende tien jaar een investering van 5 M€ gemoeid zijn.

Tenslotte beoogt het KNMI **historische klimaatgegevens** beschikbaar te stellen via openlijk toegankelijke databases, waarvoor continuïteit van bestaande reeksen en digitalisering van oude gegevens noodzakelijk is. De hiermee gemoeide additionele investeringen bovenop de reeds bestaande activiteiten zijn ca. 3 M€.

Bij het RIVM bestaat de behoefte aan extra **ICT infrastructuur**, waarmee in een open infrastructuur gegevens en modellen met externen gedeeld kunnen worden. Deze investering bestaat uit een groot aantal kleine deelinvesteringen, maar belooft 2-3 M€. Het opzetten hiervan is een zaak waarvoor weinig samenwerking nodig is, maar de gegenereerde gegevens zijn voor interinstitutioneel gebruik, zodat er toch een duidelijke samenwerkingscomponent in deze investering in beeld komt.

In het strategisch plan van GeoDelft wordt de ontwikkeling van het vakgebied geprojecteerd op de innovatiecyclus, die bestaat uit drie samenhangende onderdelen: a) elektronische gegevens (informatie), gekoppeld aan rekenmethodieken (modellen), b) meetmodellen onder geconditioneerde omstandigheden (faciliteiten, in het laboratorium) en c) praktijkgegevens verkregen door meten en monitoren tijdens de uitvoering van concrete projecten. De hiermee gemoede investeringen in uitrusting, die elk in verschillende fase van realisatie en financiering zijn, zijn de volgende:

- **Europees netwerk van grote geo-instituten:** GeoDelft heeft het initiatief genomen om met circa 10 grote geotechnische instituten en instellingen in Europa een gezamenlijke R&D-politiek te ontwikkelen; de nadruk ligt op gezamenlijk profiel en bevordering van kwaliteit en continuïteit in de praktijk; een platform van grote geo-instituten past in ERA.
- **Kennisdesk:** Digitale ontsluiting (visualisering) van archief, bibliotheek, ervaring en expertise in een moderne transparante IT-structuur; aansluiting aan algemeen geaccepteerde interpretatiesystemen (modellen, normen en codes); 'het geotechnisch portaal' voor en van Nederland.
- **Delft GeoSystems:** Bibliotheek van gevalideerde, praktische ontwerp- en beheermodellen (risico- en rekenmodellen); internationaal beschikbaar. Over deze investering vindt uitgebreid overleg plaats met het betreffende departement.
- **Geocentrifuge:** GeoDelft's grote geocentrifuge moet een rigoureuze face-lift krijgen; deze faciliteit is essentieel voor het valideren van rekenmodellen en het verkennen van onberekenbare problemen (complexe situaties zoals ondergronds bouwen in stedelijk gebied); inzetbaarheid op Europese schaal.
- **Veld observational method:** dit is een wezenlijke en noodzakelijke innovatie, juist voor de geotechniek waar (natuurlijke) onzekerheden troef zijn; het behelst adequaat en direct bijsturen (efficiëntie, risico, omgevingseffect) van het bouw- en/of beheerproces op basis van te ontwikkelen *on-line monitoringssystemen*.

### **Netwerkomgeving integraal internationaal waterbeheer**

Het UNESCO-IHE Institute for Water Education (in 2002 voortgekomen uit IHE Delft) heeft een netwerkfunctie ten behoeve van het tot stand brengen van zelfstandige vraaggestuurde kennisinstellingen op het gebied van integraal waterbeheer in ontwikkelingslanden. Het hoofdkantoor/laboratorium te Delft zal de komende jaren zodanig moeten worden omgevormd dat het voldoet aan de eisen die uit de nieuwe missie voortkomen. Bovendien moet het kantoor/laboratorium een voorbeeldfunctie bieden voor andere kennisinstellingen op het gebied van integraal waterbeheer. Voorzien wordt daarom een sterk verweven functionaliteit van roerende en onroerende goederen waarbij met behulp van mobiele en vaste datanetwerken wordt gerealiseerd dat

alle participanten en belanghebbenden toegang op maat hebben tot archieven, databases, ontwerpen, educatieve omgevingen en ontmoetingsplaatsen. De kosten hiervan worden geraamd op 4 M€ plus 0,5 M€ aan personele ondersteuning. De financiering van deze faciliteit is thans om verschillende redenen nog onzeker maar zal zich grotendeels, zo niet geheel, buiten reguliere Nederlandse geldstromen om bewegen. Het instituut hoopt vooral op de mogelijkheid buitenlandse financiële partners aan te trekken.

### **Achterstand kennissoftware water**

Ook het Waterloopkundig laboratorium (WL / Delft Hydraulics) heeft gesignaleerd dat in de komende jaren meer geïnvesteerd zal dienen te worden in het digitaal toegankelijk maken van de kennis die door WL met zijn partners wordt gegenereerd. Zowel binnen nationale raamovereenkomsten als binnen contractonderzoek met binnen- en buitenlandse partners worden fondsen beschikbaar gesteld om daaraan te werken, maar er is sprake van een steeds verder oplopende achterstand, die de komende jaren dient te worden ingehaald. Daarvoor bestaat tot ver over de grenzen belangstelling en de investering (enkele M€ per jaar) is nuttig ter bevordering van internationale samenwerking, zowel binnen de Europese R&D programma's als bijvoorbeeld met de Amerikaanse onderzoeksgemeenschap kustwaterbeheer, waartoe binnenkort een samenwerkingsovereenkomst wordt getekend.

### **Hydralab**

Behalve software, heeft WL ook hardware laboratoriumfaciliteiten die onmisbaar zijn voor het hydraulisch onderzoek. Dergelijke faciliteiten zijn veelal met incidentele steun van de overheid opgezet, maar de aanstaande concentratie van het laboratorium in Delft en renovatie moeten uit eigen middelen worden betaald (ongeveer 1 M€ per jaar). Eenzelfde bedrag is nodig voor regulier onderhoud en bedieningspersoneel. Dat dient door contracten te worden gedekt. Het wordt in de commercialiserende onderzoeksomgeving steeds lastiger om enkele specifieke laboratoriumfaciliteiten op deze wijze te financieren, en het gevaar ligt op de loer dat ze het onderspit delven, hetgeen de lange termijn onderzoekskwaliteit van WL geweld zou aandoen. Soortgelijke effecten spelen ook in andere landen. Daarom participeert WL in het HYDRALAB netwerk, dat het voor de deelnemers mogelijk maakt van elkaars faciliteiten gebruik te maken. Daarmee wordt de nood enigszins gelynigd, maar de waarde van WL als partner in dit netwerk laat niet toe dat teveel onderzoeksfaciliteiten in Delft wegvallen. Daarom is ongeveer een bedrag van 1 M€ per jaar nodig voor uiteenlopende elementen van het hydraulisch laboratorium.

## **Front-office**

Naast lange-termijn onderzoek biedt WL in toenemende mate ook kennis die snel kan worden ingezet voor vraagstukken die op korte termijn spelen. Deze 'front-office' service beantwoordt aan de opdracht die WL naast zijn typische lange termijn missie als GTI heeft. Er is wel een eenmalige investering van 2 M€ nodig om deze front office activiteiten zodanig te positioneren dat ruimte ontstaat voor samenwerking met een ruim aantal strategische partners.

## **NIMM**

De Nederlandse bijdrage voor Internationale Monitoringsystemen voor Milieuveranderingen (NIMM) betreft een investering in een internationaal (Europees en mondiaal) netwerk van observatiesystemen die gericht zijn op de waarneming van het klimaat (oa CO2 concentraties), het land, de atmosfeer en de oceanen. Deze observatiesystemen maken gebruik van diverse technologieën (o.a. infrarood, radar) en platforms (satellieten, vliegtuigen, vaste en drijvende boeien, in situ waarnemingsstations, etc), alsmede van ondersteunde infrastructuur (informatieverwerking en analyse etc). Wetenschappelijk zijn deze technologieën thans voldoende uitgewerkt en beproefd. Nu gaat het er om systemen te ontwikkelen die operationeel ingezet kunnen worden door de daarvoor verantwoordelijke overheidsdiensten (in Nederland Rijkswaterstaat, KNMI, RIVM, NITG/TNO, etc). Het betreft investeringen in satellieten die vanuit de ruimte de aarde kunnen observeren en investeringen in faciliteiten voor in situ waarnemingen op de aarde zelf. Het gaat daarbij niet alleen om de hardware, maar ook om zaken als verwerking en interpretatie van de gegevens, alsook om de vertaling in beleids- en beheersmaatregelen. De investeringskosten worden geraamd op 30 M€<sup>49</sup>. Dat is een majeure investering, die te berekenen valt als 5% van de wereldwijde inspanning op dit gebied. Nederland zou daarmee een significante bijdrage leveren.

---

<sup>49</sup> Laan, H. v.d., Een betere bewaking van het systeem aarde, Ministerie van OC&W, Zoetermeer, 1998

### 7.3 Conclusie

Op het gebied van Ruimtelijke Ordening en Milieu is meetapparatuur van groot belang. Daar een steeds grotere stroom aan gegevens opgeslagen dient te worden en gedeeld met onderzoekers van andere (internationale) instituten is er eveneens behoefte aan databanken die via netwerken toegankelijk zijn. Een andere steeds verdergaande ontwikkeling is de bouw van modellen voor het doorrekenen van (milieu-) effecten. Voor de zeer grote projecten op het gebied van bijvoorbeeld klimaatonderzoek wordt reeds samengewerkt in internationaal verband.

<b>Investeringsbehoefte</b>	<b>Omvang (M€)</b>
Meetinstallatie te Cabauw	8,7
Ozon meetstation Paramaribo	3
Ozone Monitoring Instrument databank	3
Databank Envisat – Metop	5
Historische databank	3
Netwerkomgeving integraal int. Waterbeheer	4,5
Open netwerkinfrastructuur	2-3
Europees netwerk grote geo-instituten	2
Kennisdesk	4
Delft GeoSystems	4
Geocentrifuge	3
Veld: observational method	6
Achterstand kennissoftware water	10-20
HYDRALAB netwerk labfaciliteiten	10
Front Office Hydraulisch Onderzoek	2
Geïntegreerde datanetwerken	4,5
NIMM	30
Totaal	104,7 – 115,7

## 8 Openbaar Bestuur en Justitie

### 8.1 Algemeen overzicht

Traditioneel gezien heeft het onderzoek dat zich richt op de bestudering van maatschappelijke verschijnselen en ontwikkelingen een relatief kleine behoefte gehad aan grotere investeringen in uitrusting voor wetenschappelijk onderzoek. De systemen en gedragingen waar deze sociale wetenschappen zich op richten zijn echter onderhevig aan grote veranderingen. Deze veranderingen in het maatschappelijk bestel vragen om aanpassingen in normatieve kaders en de toetsing van deze nieuwe kaders aan de hand van empirisch onderzoek.

Het gebied van maatschappijwetenschappen bestrijkt een groot aantal disciplines en inhoudelijke thema's. In dit onderzoek hebben we ons met name gericht op een combinatie van thema's die recentelijk vernieuwde aandacht krijgen, omdat het gebieden zijn die per uitstek in beweging zijn<sup>50</sup>. Het oprichten van een sectorraad Openbaar Bestuur, Justitie en Veiligheid onderstreept deze aandacht. Deze thema's zijn:

#### *Toenemende betekenis van technologie, met name ICT, in de samenleving*

Technologie biedt de samenleving en het openbaar bestuur bepaalde nieuwe mogelijkheden, bijvoorbeeld in de relatie tussen overheid en burgers, nieuwe methoden voor bestrijding van criminaliteit en het voorkomen van strafbare handelingen. Tegelijkertijd dienen zich ook nieuwe soorten problemen en misdrijven aan en is de afhankelijkheid van technische middelen mogelijk aanleiding tot ongelijkheid in gebruik en derhalve in toegang tot diensten, kennis en inkomen. Zoals hierboven is aangegeven, zorgen deze ontwikkelingen voor fundamentele veranderingen in de normatieve kaders van wetenschappelijk onderzoek.

Technische innovaties in natuur- en exacte wetenschappen leiden tot nieuwe inzichten in het ontstaan van bepaalde gedragspatronen (bijv. aan de hand van DNA-onderzoek) en op het gebied van forensisch onderzoek tot het gebruik van nieuwe analysemethoden zoals we die ook direct tegenkomen in de natuurwetenschappen.

---

<sup>50</sup> zie o.a. ook: Michon, John A., Criminaliteit en Rechtshandhaving: Gedragwetenschappen in de justitiële waagschaal, pp. 107-143, in: AWT Achtergrondstudie 16; Bruinsma, G.J.N., H.G. van der Bunt, I. Haen Marshall, Met het oog op de toekomst: verkenningen naar kennisvragen over misdaad en misdaadbestrijding, AWT Achtergrondstudie 24, 2001

### *Veranderingen in de economie als gevolg van internationalisering*

Met de toegenomen contacten en verbanden over grenzen heen, worden ook hier een aantal nieuwe normatieve vragen van belang: op welk niveau kan de overheid het meest effectief beleid ontwikkelen en bepaalde maatschappelijke problemen aanpakken, wat is de invloed van internationale processen op het voorkomen van criminaliteit, wat zijn de gevolgen van internationalisering voor sociale zekerheidsstelsels die op nationale oriëntaties gebaseerd zijn? Sterk gerelateerd aan deze inhoudelijke vraagstukken is de vraag of de kwaliteit van wetenschappelijk onderzoek kan worden verhoogd door meer comparatief onderzoek of door het uitvoeren van gezamenlijke internationale studies.

### *Veranderingen in de relatie tussen individuen onderling en tussen (individuele) burgers en overheid*

Een laatste ontwikkeling die invloed heeft op dit gebied, zijn veranderingen in de relatie tussen individuen onderling en tussen (individuele) burgers en overheid. Mede onder invloed van de twee eerder gesignaleerde ontwikkelingen is er sprake van differentiatie van de samenleving. Burgers vereisen meer op het individu toegespitste benaderingen van de overheid, differentiatie en specialisatie leiden mogelijk tot nieuwe bronnen van conflicten die (gevoelens van) veiligheid beïnvloeden.

De vraagstelling is: wat zijn de theoretische gevolgen en meetbare effecten van bovenstaande ontwikkelingen voor de maatschappelijke inrichting? De eerste groep vragen richt zich vooral op normatief onderzoek, de tweede betreft vooral empirisch onderzoek.

Empirische gegevens worden steeds belangrijker en er zijn experts nodig om deze gegevens te koppelen. Deze data komen deels van het Centraal Bureau voor de Statistiek. Daarnaast worden echter in toenemende mate surveys uitgevoerd op terreinen die buiten het werkprogramma en de taakomschrijving van het CBS vallen. Vaak gaat het hier om gecompliceerde surveys onder specifieke bevolkingsgroepen, soms met een internationale component. De resulterende gegevens worden door verschillende partijen voor verschillende doelstellingen gebruikt en maken daarmee in toenemende mate deel uit van een data-infrastructuur voor wetenschappelijk onderzoek.

Toegang tot en ordening van dergelijke gegevens (vaak op internationaal niveau) zijn essentieel voor het zinvol gebruik maken van de gegevens. Voor verschillende toepassingen wordt nagegaan welke ontsluitingsmethoden toepasselijk zijn. In feite zijn er twee richtingen die deze behoefte ondersteunen:

- Verbindingsvraagstukken, waarbij geïnvesteerd dient te worden in beveiliging van de verbindinglijnen.

- Afschermingsvraagstukken, waarbij toegangspunten met gevoelige gegevens dienen te worden afgesloten van de buitenwereld.

Bij het bewerkstelligen van de toegang tot dergelijke informatiebronnen komen de volgende aspecten aan de orde:

- Het opbouwen en instandhouden van inhoudelijke expertisecentra op verschillende terreinen, zoals geografische data; onderwijs en competenties; arbeid, inkomen en sociale dynamiek; leefsituatie (normen en attitudes, tijdsbesteding, gezondheid, veiligheid).
- Coördinatie bij de totstandkoming van nieuwe dataverzamelingen. Ter ondersteuning hiervan kan een expertisecentrum voor survey-onderzoek worden opgericht. Onderzoekers kunnen hier nagaan of bepaalde vragen of enquêtes reeds bestaan (om die gegevens vervolgens te gebruiken, waardoor nieuwe tijdrovende en dure dataverzameling voorkomen kan worden), kunnen nieuwe vragen testen op kwaliteit en ondersteuning krijgen op het terrein van steekproeftrekking en constructie van weegfactoren.
- Centrale archivering, met nadruk op de technische aspecten van het archiveren.

#### *Forensisch onderzoek*

- Onderzoek op het gebied van fysieke sporen: mogelijkheden om sporen van diverse aard te identificeren worden groter; een belangrijk voorbeeld is DNA-onderzoek. De vergroting van de mogelijkheden geeft een groter belang aan het traceren van sporen.
- Onderzoek op het gebied van digitale sporen: toegang krijgen tot en bruikbaar maken van informatie.
- Computer ondersteund onderzoek: automatisering en robotisering van onderzoek door gebruik van beeld- en signaalanalyse maken het onderzoeken van grotere databestanden mogelijk.

Het Nederlands Forensisch Instituut heeft kenbaar gemaakt dat veel van de investeringen die bovengenoemd onderzoek kunnen ondersteunen al in het recente verleden zijn gedaan. Het betreft hier bijvoorbeeld analyseapparatuur voor DNA-onderzoek.



## **8.2 Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek**

### **Onderzoek onder allochtonen**

Een belangrijk deel van de Nederlandse bevolking (9%) behoort tot etnische minderheidsgroepen. Over deze groepen is vaak minder informatie beschikbaar dan over de autochtone bevolking, omdat zij door taalproblemen veelal niet in algemene bevolkingsenquêtes worden meegenomen. Anderzijds is er over deze groepen juist veel extra informatie nodig in verband met hun specifieke problematiek (integratie in de Nederlandse samenleving, achterblijvende positie op de arbeidsmarkt, achterblijvende schoolprestaties, etc.). Door het grote aantal herkomstlanden (met verschillende talen en culturen) is een grootschalige en gediversifieerde aanpak noodzakelijk. Onderzoek onder allochtonen is, wegens steekproeftechnische, linguïstische en culturele problemen vaak bijzonder duur. Verschillende departementen (BZK, VWS) zijn betrokken bij deze problematiek en financieren dataverzameling op verschillende deel-terreinen. Ook het SCP draagt hieraan bij. Een betere infrastructuur en een breed gedragen, structurele financiering zou echter de kwaliteit en de bruikbaarheid van het onderzoek aanzienlijk kunnen verbeteren.

### **European Social Survey**

Het European Social Survey (ESS: [www.europeansocialsurvey.org](http://www.europeansocialsurvey.org)) is een nieuwe sociale inventarisatie, dat de interacties in kaart moet brengen en verklaren tussen institutionele veranderingen in Europa en attitudes, waarden en gedragspatronen van de bevolking van de verschillende landen. Het tweejaarlijkse survey gaat voor het eerst in 2002 het veld in, in meer dan 20 landen. Het bestaat uit een vaste vragenlijst; daarnaast is in iedere survey plaats voor twee roterende modules waarvoor in 2001 in een internationale competitie voorstellen werden ingediend door internationale groepen inhoudelijke onderzoekers. In 2002 heeft een module betrekking op immigratie en een op Citizenship, Involvement and Democracy. Het ESS wordt uitgevoerd volgens strikte, methodologische richtlijnen en volgens de hoogste kwaliteitseisen. Ieder land betaalt het eigen veldwerk onder minimaal 1500 respondenten. De kosten voor ontwikkeling, ontwerp, monitoring, overleg en evaluatie worden gedragen door de Europese Commissie (5e Kaderprogramma) en de European Science Foundation, die het initiatief voor dit project heeft genomen. Het ESS wordt aangestuurd door een Central Co-ordinating Team onder leiding van Roger Jowell van het National Centre for Social Research in London. De vijf andere partners zijn het Noorse Data-archief, het SCP, ZUMA in Mannheim en de universiteiten van Leuven en Amsterdam.

De financiering heeft betrekking op de eerste ronde van het survey en loopt af in de zomer van 2003. Aangezien het ESS verandering wil meten, is in januari een nieuwe subsidieaanvraag bij de EC ingediend voor de tweede ronde van het ESS (2003-2005). In de deelnemende landen moet de financiering voor deze tweede en volgende rondes worden geregeld. Dit betekent dat er zeer veel tijd besteed wordt aan het schrijven van voorstellen, dat voorstellen in verschillende landen met hun eigen ritme worden afgehandeld en dat voorstellen voor het ESS moeten concurreren met andere interessante voorstellen. Dit is in strijd met de doelstellingen van het ESS: het opzetten van een kwalitatief hoogstaande, longitudinale infrastructuur voor sociaal-wetenschappelijk onderzoek binnen de European Research Area. Bij een dergelijke opzet hoort een permanente, internationale financiering.

### **Overige crossnationale dataverzamelingen**

Er zijn zo nog meer onderzoeken te noemen waar nu, soms verbrokken en incidenteel, gegevens worden verzameld, die zouden kunnen profiteren van overkoepelende coördinatie en financiering. Een Europees tijdbestedingonderzoek komt niet van de grond, zolang dit afhankelijk is van de prioriteitsstelling van individuele statistische bureaus. Het European Community Household Panel van Eurostat leverde gegevens voor wetenschappelijk onderzoek, al was dat met een vertraging van vier jaar, maar is nu gestopt, terwijl de start van opvolger SILC (Survey on Living Conditions) steeds vooruit wordt geschoven.

Voor grootschalige surveys is een grootschalige data-infrastructuur nodig. Wetenschappelijk onderzoek kan van deze infrastructuur gebruik maken en heeft hier in het algemeen meer profijt van dan van kleinschalige, incidentele surveys. Voor de ontwikkeling en evaluatie van beleid zijn longitudinale, kwalitatief goede surveys nodig onder de hele Nederlandse bevolking, maar ook onder specifieke groepen. Ook hiervoor is deze data-infrastructuur noodzakelijk. In een Europa waar de sociale component steeds groter wordt, moet ook bij dataverzameling over de grens worden gekeken. Ook bij de bestudering en analyse van de Nederlandse situatie is vergelijking met het buitenland langzamerhand onontkoombaar geworden. In Lissabon is in 2001 de strategie voor de Europese Unie voor de komende 10 jaar uitgezet: *to become the most competitive and dynamic knowledge-based economy in the world, capable of sustainable economic growth with more and better jobs and greater social cohesion*. Een op kennis gebaseerde economie impliceert goede, empirische gegevens. Het streven naar de gewenste sociale cohesie, waaronder ook waardepatronen vallen, vereist ook goede, empirische gegevens, om veranderingen en voortgang in kaart te kunnen brengen. Hiervoor is een infrastructuur nodig van comparatieve, sociaal-wetenschappelijke survey data.

### 8.3 Conclusie

Hoewel het belang van investeringen in uitrusting voor sociaal-wetenschappelijk onderzoek zeer zeker wordt onderkend, is het aantal concrete investeringen dat in dit gebied naar voren zijn gekomen beperkt. Het betreft hier vooral internationale samenwerkingsverbanden voor het uitvoeren van grensoverschrijdend onderzoek waarbij het opzetten en toegankelijk houden van grote databases van belang is. Het onderzoek in Nederland op het rechtswetenschappelijk gebied wordt vooral onder verantwoordelijkheid van betrekkelijk kleine publiek gefinancierde organisaties uitgevoerd. De oriëntatie op investeringen in uitrusting ontbreekt in eerste instantie, hoewel ook hier het belang van comparatief internationaal onderzoek zeer sterk toeneemt.

<b>Investeringsbehoefte</b>	<b>Omvang</b>
Onderzoek onder allochtonen	p.m.
European Social Survey	p.m.
Overige crossnationale dataverzameling (posten zijn p.m. omdat de budgetten bij de inventarisatie nog onbekend waren)	p.m.

## 9 Verkeer en vervoer

### 9.1 Algemene inleiding

Nederland ondervindt, net als veel andere Europese landen, in toenemende mate hinder van groeiende mobiliteit. Hierbij valt te denken aan onder andere congestie, parkeerproblemen, emissies en geluidshinder. Deze problemen vragen aandacht van de overheid. Lange tijd is de beleidsstrategie deels gebaseerd geweest op het ontmoedigen van autogebruik, met name door particulieren. De laatste jaren is echter het besef ontstaan dat mobiliteit hoort bij een moderne samenleving. 'Mobiliteit mag', zo wordt gesteld in het Nationale Verkeers- en Vervoersplan (NVVP)<sup>51</sup> dat in 2001 is gepresenteerd. Al eerder had de VROM-raad een soortgelijke conclusie getrokken<sup>52</sup> en gesteld dat technologische innovatie eerder oplossingen kan bieden voor vervoersproblemen dan ontwikkelingen kan tegenhouden. Het NVVP noemt drie vereisten aan mobiliteit om de komende jaren de nadelige effecten van de groei te verminderen:

- **bereikbaarheid:** een betrouwbare, korte reistijd en optimale toegankelijkheid via de weg, het spoor, het water en ondergronds voor personen en goederen
- **veiligheid:** absolute daling in het aantal verkeersdoden en –gewonden
- **leefbaarheid:** minder uitstoot van vervuilende stoffen, minder geluidshinder en versnippering van het landschap

Een belangrijk breekpunt met het tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer (SVV-II) is, dat geen keuze meer wordt gemaakt voor specifieke vervoerswijzen, noch dat de groei van het gemotoriseerd verkeer aan een maximum gebonden wordt. Kernbegrippen zijn keuzevrijheid, gedeelde verantwoordelijkheid, zakelijke benadering, publiek-private samenwerking en 'de gebruiker betaalt'.

In Europese context dienen zaken te worden geregeld als prijsbeleid (kilometerheffing, doorberekening maatschappelijke kosten), elektronische voertuigidentificatie, milieu- en veiligheidseisen en openstelling van markten voor openbaar vervoer en liberalisatie van het spoorvervoer.

#### *Onderzoek*

Het bovenstaande biedt genoeg aanknopingspunten voor onderzoek en ontwikkeling, op zowel technisch als gedragswetenschappelijk gebied. Op het gebied van autover-

---

<sup>51</sup> Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Van A naar Beter, Nationaal Verkeers- en Vervoersplan 2001-2010, Samenvatting, mei 2001

<sup>52</sup> VROM-raad, Mobiliteit met beleid, Den Haag, 11 november 1999

keer vinden de technische ontwikkelingen vooral plaats in de auto en de infrastructuur. Zo investeert de (auto)industrie fors om nieuwe auto's uit te rusten met apparatuur voor plaatsbepaling, communicatie en identificatie. Het wagenpark wordt daarmee geschikt voor verschillende intelligente transportsystemen (ITS) diensten zoals dynamische verkeersinformatie, navigatiesystemen, automatische voertuiggeleiding, parkeer-informatie, automatische snelheidsaanpassing, botspreventie, heffingssystemen en middelen voor de opsporing van gestolen voertuigen. Aan de grondslag van deze ITS ligt de informatie- en communicatie technologie (ICT).

Om de uitstoot van broeikasgassen en andere schadelijke gassen te verminderen, wordt er onderzoek gedaan naar het optimaliseren van bestaande brandstoftechnologieën. Tevens wordt onderzoek gedaan naar nieuwe energiebronnen zoals de brandstofcel. In Nederland wordt hiermee ervaring opgedaan in de Praktijkproef Elektronische Voertuigen: hybride bussen en vrachtwagens.

Aan de kant van de infrastructuur vindt onderzoek plaats naar de basiskwaliteit van Auto-snelwegen (BKA) en het begrip 'intelligente wegen', die in *real time* de verkeerssituatie meten en doorgeven. Hiermee wordt het mogelijk betere rijtijdvoorspellingen te geven, en vooral het gehele wegennet te monitoren. De maatregelen van verkeersbeheersing kunnen nauwkeuriger worden ingezet, zoals de toeritdosering en de DRIPs (Dynamic Route Information Panels)<sup>53</sup>. Ook wordt dynamische wegmarkering als mogelijke toepassing gezien.

Voor de betere benutting van de bestaande infrastructuur zijn er ook op logistiek gebied veel veranderingen. Wederom speelt de komst van ICT hierin een grote rol. Voornamelijk ter optimalisatie van logistieke ketens, opslagtijden en reistijden van chauffeurs maar bijvoorbeeld ook bij het aansturen van gerobotiseerde containerterminals. Daarnaast behelst dit onderzoeksgebied ook stedelijke distributienetwerken en het denken in de 'derde dimensie': ondergronds goederenvervoer<sup>54</sup>. Een belangrijke Europese ontwikkeling is die van Galileo, de tegenhanger van het Global Positioning System van de Amerikaans luchtmacht. In het internationaal overleg is Nederland geen sterke voorstander gebleken van Galileo, maar er is Europees afgesproken Galileo te realiseren. ESA zal daarbij een hoofdrol spelen. Het is (nog) niet bekend wat Galileo betekent voor eventuele investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek in Nederland.

Bij de spoorwegen worden kennis en instrumenten ontwikkeld voor het beter benutten van het rollend materieel en de infrastructuur. Er wordt gewerkt aan een verbetering van de efficiency, grotere betrouwbaarheid en voorspelbaarheid.

---

<sup>53</sup> AVV (Ministerie van Verkeer en Waterstaat), Kennis: het NVVP-fundament, De AVV-onderzoeksagenda, Rotterdam, april 2001

<sup>54</sup> Connekt, Jaarplan 2001: Connekt zet de mobiliteitswereld op scherp ( <http://www.connekt.nl> )

Tenslotte worden kennis en instrumenten ingezet om een snellere opruiming bij incidenten en een snellere realisatie van nieuwe infrastructuur mogelijk te maken.

Niet alleen door techniek maar ook door beleidsmaatregelen wordt geprobeerd de negatieve effecten van mobiliteit terug te dringen. Verkeers- en gedragsmodellen zijn methoden om de gevolgen van zulke beleidsvoornemens te toetsen. De effecten van nieuwe infrastructuur op het aantal verplaatsingen, het totaal aantal kilometers op zowel lange als korte termijn kunnen worden onderzocht. Ook kunnen de prijsmechanismen, zoals de nieuwe kilometerheffing, worden gesimuleerd om de invloed op het automobilistengedrag te toetsen.

## 9.2 Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek

Grote investeringsplannen op het gebied van maritiem verkeer en vervoer zijn onder andere te vinden in **simulatie-faciliteiten** (redesign manoeuvreersimulatoren software, redesign verkeersdienstsimulatoren, hardware boven- en benedenbrug (computers, brug, scherm, projectoren), overige software-ontwikkeling en een beweegbare simulator met 6 vrijheidsgraden). Hiervoor is 7,4 M€ benodigd.

Een aantal investeringen op het gebied van testfaciliteiten en modellen is gewenst:

- **Modelleren en meten van omgevingscondities**, waaronder methoden voor het maken en vastleggen/meten (in de tijd en ruimte) van deterministische golven, windmodellering en ruimtelijke golven (3,5 M€).
- **Stromingsmetingssystemen** voor (viskeuze) stromingen rond offshore constructies en schepen (4 M€).
- Upgrade van meet- en **analysesystemen** (hard- en software) voor alle faciliteiten, inclusief onder andere op afstand bestuurbaar model, hoogfrequent meetsysteem, contactloze datatransmissie (12 M€).
- Upgrade van de **binnenvaarttank-meetwagen**, vervanging meetwagen (stijver, sneller, lichter), introductie nieuwe meetmethode, nieuwe rail (10 M€).
- In verband met operationele ondersteuning dient wereldwijde **datacommunicatie** gerealiseerd te worden voor ca. 4 M€.

Veel onderzoek op het gebied van (weg)verkeer en vervoer ligt op het grensvlak van wetenschappelijk en toegepast onderzoek. Hierdoor wordt dit onderzoek (voornamelijk) bij TNO en technische universiteiten uitgevoerd. Hoewel de volgende investeringen reeds zijn vernoemd in fase 1 van dit onderzoek, zijn ze hier ter illustratie van het soort grote wetenschappelijke investeringen op dit gebied nogmaals vermeld.

**Virtueel Verkeerskundig Laboratorium (VVL):** Dit is een virtuele omgeving waarin 'intelligente verkeerscentrales' interacteren met intelligente voertuigen, de intelligente infrastructuur (wegennetwerk, sensoren, actuatoren) en reizigers. Toepassingen zijn evaluatie van systemen voor 1) bestuurders assistentie; 2) dynamische verkeersbegeleiding; 3) training van verkeersdeelnemers, en 4) koppeling van stedelijke, regionale en bovenregionale systemen.

Realisatie van **simulatieomgeving voor onbemande voertuigen**, de zogenaamde VEHIL- faciliteit. Hiermee kan getoetst worden in hoeverre de besturingsprotocollen voldoen aan de verwachtingen. Daarnaast zijn investeringen gepland op het gebied van **voertuigdynamica** (bandenmeetrommel, mechatronicalab en bandenmeetwagen) en **botsveiligheid** (componentenlab, botsbaan en HS-camera).

Aanschaf en exploitatie van een **bewegingssimulator voor vliegen en rijden**. Hiermee kan bestuurdersgedrag onderzocht worden.

### 9.3 Conclusie

Het gebied Verkeer en Vervoer ligt op het grensvlak van toegepast en wetenschappelijk onderzoek. Veel onderzoek op dit gebied wordt uitgevoerd door instituten die reeds in fase 1 van dit onderzoek zijn benaderd.

Opvallend is de grote rol die ICT speelt in het kader van efficiëntieverhoging, onder andere op het gebied van automatische voertuiggeleiding en intelligente transportsystemen.

<b>Investeringsbehoefte</b>	<b>Omvang (M€)</b>
Simulatieomgeving scheepvaart	7,4
Wind- en golvenmodellen	3,5
Stromingsmetingssystemen	4
Upgrade van meet en analyse systemen	12
Upgrade van de binnenvaarttank-meetwagen	10
Data-communicatie operational support	4
Totaal	40,9

## 10 Voeding en gezondheid

### 10.1 Algemeen overzicht

Voeding en gezondheid zijn in het kader van deze studie samengenomen tot een samenhangend aandachtsgebied omdat juist op het snijvlak van de deelgebieden de interessante onderzoeksvraagstukken voor de toekomst kunnen worden aangetroffen. Vooraan in de onderzoeksbelangstelling staan thans voedselveiligheid en de gezondheidsbevorderende werking van voeding.

#### *Voedselveiligheid*

Voedselveiligheid is de laatste jaren vooral in de belangstelling komen te staan als gevolg van enkele schandalen met kant-en-klaar voedsel en ingrediënten ter bereiding van maaltijden, zoals problemen door dioxine, mycotoxine, salmonella, antibiotica en groeihormonen. Ook de introductie van genetisch gemodificeerde organismen heeft de discussie over voeding en veiligheid aangezwengeld<sup>55</sup>. Daarnaast spelen er enkele calamiteiten in de agrarische sector, zoals met name 'gekke-koeien-ziekte', varkenspest en mond- en klauwzeer. De vraag van de consument naar 'groen' of 'biologisch' voedsel begint als gevolg hiervan toe te nemen. Daarnaast is er behoefte aan betere conserveringstechnieken waardoor de voeding veilig doch met behoud van kwaliteit en smaak voor langere tijd kan worden bewaard.

De bovenstaande ontwikkelingen hebben op Europees niveau recent geleid tot de oprichting van EFSA (European Food Safety Authority) waarvan de autoriteit weliswaar minder is dan de vergelijkbare instantie FDA (Food and Drug Administration) in de VS, maar die toch een significante verhoging zal betekenen van de Europese aandacht voor voeding en veiligheid, en dientengevolge ook voor het relevante onderzoek. Ook zijn er nationale voedselautoriteiten in lidstaten opgericht, waaronder in Nederland (Nva, de Nederlandse Voedselautoriteit). In het komende 6<sup>e</sup> kaderprogramma en binnen de Nederlandse onderzoeksinfrastructuur staat onderzoek naar voedselveiligheid hoog op de agenda.

De 'gezondheidsbevorderende' werking van voeding heeft een nadere uitleg. Strikt genomen is de meeste voeding gezondheidsbevorderend. Immers, wie niet eet zal niet lang te leven hebben. Deze constatering geeft al aan dat de term gezondheidsbevordering verder dient te gaan dan deze vanzelfsprekendheid. Het gaat om voeding, ook wel aangeduid met 'nutraceuticals' of 'functional foods', die kans op ziektes, zoals bijvoorbeeld vormen van kanker, vermindert, die mensen fitter maakt dan con-

---

<sup>55</sup> Zie hierover het rapport van de commissie Terlouw, februari 2002.



ventionele voeding en die ze beschermt tegen welvaartsproblemen zoals zwaarlijvigheid en hart- en vaatziekten. Voeding zou ook kunnen worden afgestemd op specifieke behoeften van groepen (bijvoorbeeld van suikerziektepatiënten, of van ouderen) of zelfs van individuen (rekening houdend met de individuele genetische samenstelling). Vanzelfsprekend leidt het vervagen van de grens tussen geneesmiddelen en voeding tot allerlei vragen, zowel op het gebied van regelgeving als op het gebied van wetenschappelijk onderzoek. Hoe bewijs je dat functionele voeding 'werkt'. En welke rol speelt de ziektekostenverzekering bij de kosten van zulke voeding? Welke nieuwe grondstoffen kunnen we in voeding betrekken<sup>56</sup>? Kortom, de uitdagingen die 'functionele voeding' voor de toekomst en de toekomstige onderzoeksagenda biedt zijn legio<sup>57</sup>.

Daarnaast is er behoefte aan systeeminnovatie in beide sectoren, vooral op het punt van logistiek en voortbrengingsketens. Daarbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan het oplossen of voorkomen van wachtlijsten in de zorg en aan het oplossen of voorkomen van het gesleep met agro-grondstoffen over de hele wereld. Verschillende nationale regeringen hebben doelstellingen geformeerd met betrekking tot de zogenaamde biologische landbouw. Duitsland voert hierbij de boventoon, maar ook in Nederland zal het percentage biologische landbouw dienen te worden opgevoerd, gepaard gaand met sanering van sommige traditionele sectoren. In Nederland zal de tuinbouw, en met name de glastuinbouw, het beeld blijven vertonen van verdergaande intensivering en technologische innovatie, terwijl met name de veehouderij zal dienen te extensiveren<sup>58,59</sup>.

Het spreekt vanzelf dat bovenstaande trendwijzigingen vragen om met name Nederlands wetenschappelijk onderzoek, bijvoorbeeld op het gebied van markervaccins ter voorkoming van nutteloos doden van niet geïnfecteerd vee tot en met informatiesystemen ter vervanging van veemarkten.

Onder de titel 'Agri-Food Valley' is InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster van start gegaan met een programma ter bevordering van innovatie in de agrofood, waaronder het aandachtsgebied voeding en gezondheid<sup>60</sup>. De gehele Nederlandse Agrofood-sector is hierbij betrokken. Ook is op 1 januari 2002 de Nederlandse Voedselautoriteit van start gegaan, parallel aan de naderende totstandkoming van een Eu-

---

<sup>56</sup> Zoals door het betrekken van micro algen en sponsen in de voedselproductie, een prijswinnend idee van dr. Ir. René Wijffels, WUR.

<sup>57</sup> NRLO en RGO, Functional Foods: Position and Future Perspectives, Den Haag, februari 2001

<sup>58</sup> Ministerie van LNV, Toekomst voor de veehouderij, Agenda voor een herontwerp van de sector, mei 2001

<sup>59</sup> Ministerie van LNV, Toekomst in de agrofoodsector, Over ontwikkelingen in de agrarische en voedingsmiddelensector, Brochure nr 14, mei 2001

<sup>60</sup> Innovatienetwerk Groene ruimte en Agrosector, Werkprogramma. Ambities en opgaven, Den Haag, juni 2001

ropese voedselautoriteit. Het valt te voorzien dat dergelijke activiteiten de onderzoeksagenda mede zullen helpen bepalen<sup>61</sup>.

Nederland is de derde exporteur van landbouwproducten en voedingsmiddelen ter wereld. Tevens bezet Nederland de eerste plaats op het gebied van landbouwproductiviteit. De omzet van de levensmiddelensector bedraagt ruim 40 G€ en de agrarische export belooft een bijna even groot bedrag. Het aandeel van de levens- en genotmiddelenindustrie in de toegevoegde waarde van de totale Nederlandse industrie in 2000 bedroeg 18%<sup>62</sup>. Nederland heeft een vooraanstaande plaats op een aantal gebieden van de gezondheidszorg en ook op het veld van voedselveiligheid heeft Nederland in Europese context iets te bieden<sup>63</sup>. Het is nu zaak deze positie vast te houden en waar mogelijk uit te bouwen. Daarbij heeft Nederland de weg ingeslagen van denken in voedsel- en voortbrengingsketens en innovatieve agrobiologische bestuursconcepten.

### *Gezondheid*

Het onderzoeksveld van genomics (zowel biomedisch als agro-food) is van groot belang en vormt zonder twijfel het belangrijkste nieuwe veld van onderzoek binnen het aandachtsgebied voeding en gezondheid. De ontwikkelingen op het gebied van de toepassing van genetica in de gezondheidszorg hangen in belangrijke mate samen met de vorderingen bij het ontrafelen van het menselijk genoom (genomics) en het genoom van uiteenlopende plant- en diersoorten. In nauwe samenhang met de vorderingen op het gebied van genomics nemen ook farmacogenomics en farmacogenetica snel in belang toe. In farmacogenomics wordt gebruik gemaakt van de informatie over DNA-sequenties in het humane genoom om nieuwe geneesmiddelen te ontwikkelen. Enerzijds gaat het daarbij om het vinden van nieuwe medicatie-'targets', anderzijds gaat het om het verkrijgen van meer inzicht in de voor medicatie relevante genetische variatie.

De Gezondheidsraad verwacht dat door de toepassing van farmacogenetische kennis over verhoogde gevoeligheid de dosering van geneesmiddelen beter op de individuele patiënt kan worden toegesneden, waardoor sneller herstel en minder bijwerkingen zullen optreden. De toegenomen farmacogenetische kennis zal ook worden toegepast bij de ontwikkeling van nieuwe medicijnen. De Gezondheidsraad geeft aan dat dat deels zal resulteren in medicijnen die minder variatie in omzettingssnelheid vertonen, deels in middelen, waarbij voorafgaande aan de toediening een DNA- of enzymbepaling wenselijk is. Daarnaast zal de komende jaren door wetenschappelijk onder-

---

<sup>61</sup> Onderzoeksagenda Nederlandse Voedselautoriteit

<sup>62</sup> <http://www.agro.nl/inovatiennetwerk>

<sup>63</sup> KPMG, Inventarisatie kennisthema's ICES/KIS, augustus 2000

zoek het aantal gevonden medicatie-targets, aanknopingspunten voor medicinale behandeling, snel stijgen. Ook dat zal grote invloed hebben op de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen<sup>64</sup>.

De ministers van VWS en OC&W hebben in 2000 een adviesaanvraag opgesteld over het onderzoek op het gebied van genomics. Inmiddels heeft dat geleid tot het opstellen van een breed en groot genomics onderzoekprogramma op basis van het advies van de tijdelijke adviescommissie kennisinfrastructuur genomics (Commissie Wijffels). Daarin zijn enkele brede en centrale onderzoeksvragen<sup>65</sup>:

- De relatie tussen voeding en gezondheid, inclusief voedselveiligheid
- Mechanismen van infectieziekten
- Het ontstaan van multifactoriële ziekten
- Het functioneren van ecosystemen, gericht op duurzame, milieuveilige en gezonde plantaardige en dierlijke producten
- Daarnaast speelt bioinformatica hierin de rol van een dwarsdoorsnijdende discipline

Het is aan het zogenaamde 'regieorgaan', onder voorzitterschap van prof.dr.ir. P. Folstar, om een nadere prioritering en detaillering in deze centrale onderzoeksvragen aan te brengen<sup>66</sup>. Daarbij speelt ook aandacht voor data en materiaalbanken, het onderwerp van deze studie, en de vraag naar samenwerkingsmogelijkheden tussen genomics en (bio)nanotechnologie. Ook is het regieorgaan door het Kabinet gevraagd om speciale aandacht te schenken aan internationale samenwerking. Er is een belangrijk budget voor genomics vrijgemaakt, namelijk 188 M€ tot en met 2006 exclusief gelden die nog via ICES/KIS kunnen vrijkomen. Het budget van het IOP genomics maakt er deel van uit, en het onderzoek en ontwikkeling wordt onderling gecoördineerd.

Zowel het onderzoek naar infectieziekten alsook het onderzoek op het gebied van arbeid en gezondheid, jeugd en gezondheid, voeding en gezondheid en naar de determinanten van gezondheid worden samengenomen in het terrein van health technology assessment (HTA). Aan de basis daarvan staat het programma "Ontwikkelingsgeneeskunde" van de toenmalige Ziekenfondsraad. In dit programma zijn in de periode 1988 - 2000 circa 150 onderzoeksprojecten gefinancierd (ontwikkelingsgeneeskunde) ter ondersteuning van beslissingen over de vergoeding, planning of financiering van een vorm van behandeling of diagnostiek.

---

<sup>64</sup> Ministerie van VWS, Beleidsnota De toepassing van genetica in de gezondheidszorg, 2001

<sup>65</sup> Beantwoording kamervragen en Kabinetsstandpunt Genomics, 7 december 2001 (TK 2000-2001 27 866 nr. 1)

<sup>66</sup> Convenant Nationaal Regieorgaan Genomics, Zoetermeer, 30 augustus 2001

Met de voltooiing van het 'human genome project' staat de (biomedische) wetenschap aan het begin van een nieuw tijdperk. Nieuwe onderzoeksthema's op het terrein van *public health* zullen gericht zijn op de typering van micro-organismen en de bestudering van de genetische gevoeligheid voor infecties en effectiviteit van vaccinaties alsmede de interacties tussen genetische polymorfismen en bekende risicofactoren. Tevens zal het van groot belang blijken de beschikbare (genetische) kennis te vertalen naar het functionele niveau van levende organismen. Het onderzoek dat zich hiermee bezighoudt wordt aangeduid met de term 'proteomics'. De analyse van eiwitten (proteïnen) zal in belangrijke mate bijdragen aan de verbreding van de inzichten in de functie van (combinaties/interacties) van genen in het post-genoom tijdperk.

De bevinding dat fragmenten van pathogene eiwitten een sleutelrol vervullen bij de afweer (immunitet) van de mens tegen virale en bacteriële infecties en andere ziekten (bijv. tumoren) heeft in het afgelopen decennium geleid tot een doorbraak in de immunologie. Kennis van de structuur (aminozuurvolgorde) van deze zogenaamde antigenen zal naar verwachting in de nabije toekomst leiden tot nieuwe strategieën in de preventieve bescherming van mens en dier tegen slecht of niet behandelbare ziekten.

Investeringsbehoeften van ander medisch onderzoek dan het hierboven omschreven, zoals dat bijvoorbeeld plaatsvindt aan de medische faculteiten en de academische ziekenhuizen zijn reeds geïnventariseerd in de eerste fase van dit onderzoek en blijven hier derhalve buiten beschouwing.

#### *Organisatorische aspecten*

Tot slot dient vermeld te worden dat een belangrijk deel van de gezondheidszorg problematiek gelegen is in organisatorische, logistieke en institutionele aspecten. Het is de overtuiging van betrokken organisaties dat veel winst geboekt kan worden door procedures ten aanzien van deze aspecten te stroomlijnen, op elkaar af te stemmen en waarmogelijk transparant te maken; dit alles onder meer met behulp van ICT<sup>67</sup>. Het bijbehorende onderzoek wordt op vele plaatsen verricht, bijvoorbeeld binnen het onlangs aan de UT opgerichte Nederlandse instituut voor 'telemedicine' (INTEL). Vooralsnog lijken de behoeften aan investeringen van uitrusting van dergelijke instituten buiten het kader van deze studie te vallen, onder meer qua omvang.

---

<sup>67</sup> Raad voor de volksgezondheid en zorg, Technologische innovatie in de zorgsector, 2001

## 10.2 Specifieke investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek

Het Nederlands Kanker Instituut / Antoni van Leeuwenhoek ziekenhuis (NKI / AvL) is een geïntegreerd kankerinstituut, dat bestaat uit een researchlaboratorium en een gespecialiseerd oncologisch ziekenhuis. Hier wordt basaal wetenschappelijk onderzoek verricht op het gebied van biochemie, moleculaire biologie, celbiologie en immunologie. Dit wetenschappelijk onderzoek houdt verband met vragen over het ontstaan van kanker en de mogelijkheden kanker te behandelen<sup>68</sup>.

Nieuwe technieken zijn bepalend geweest voor de stormachtige ontwikkeling in de moleculaire biologie de laatste vijftig jaar: röntgenanalyse van kristallen, het kloneren van DNA, de polymerase-kettingreactie en het lezen van de volledige genetische code van de mens zijn daarvan sprekende voorbeelden. Nu komen daar de DNA-chips bij.

Diverse onderzoeks- en klinische afdelingen binnen het NKI/AvL werken aan het micro-array-project, dat gebruikt maakt van de laatste ontwikkelingen in combinatoriële chemie en DNA-chips. Tot nu toe gebeurde dat vooral binnen het 'Centrum voor Biomedische Genetica', een samenwerkingsverband van verschillende Nederlandse onderzoekscentra. Ook heeft het NKI/AvL zelfstandig veel in de techniek geïnvesteerd.

Afgelopen zomer is met de Nederlandse Kankerbestrijding/KWF overeengekomen dat de arrayfaciliteit in het NKI/AvL een landelijke functie krijgt voor kankeronderzoek. Dat voorkomt versnippering en doublures in dure investeringen. Een belangrijke beslissing, want Nederland spendeert relatief weinig geld aan dit soort vernieuwingen. Om micro-array-technologie maximaal toegankelijk te maken voor ieder die met KWF-subsidie onderzoek doet, draagt het fonds €0,95 miljoen bij aan deze landelijke voorziening.

De exponentieel groeiende verzameling van genomische informatie, uiteenlopend van microben tot mensen, high-throughput analyse en de mogelijkheid om de verkregen informatie met biocomputing methoden te rangschikken, zijn ontwikkelingen die de biowetenschappen diepgrondig beïnvloeden. De verwachting is dat deze ontwikkelingen de complete beschrijving van biologische systemen mogelijk zullen maken, wat zal bijdragen aan het begrip en voorspelbaarheid van deze systemen. De vraag is hoe de ontwikkelingen zullen bijdragen aan het ontwerp, productie en marketing van functionele en veilige voeding<sup>69</sup>.

---

<sup>68</sup> Website NKI, <http://www.nki.nl>

<sup>69</sup> Website WCFS, <http://www.wcfs.nl/fullwind.htm>

Op het gebied van Evidence Based Medicine vindt de laatste jaren een ontwikkeling plaats naar het aanbieden van gegevens en wetenschappelijke teksten in publiek toegankelijke websites met daaraan gekoppeld databases. Tot voor kort werd dit soort onderzoek uitgevoerd op projectbasis, zodat geen continuïteit gewaarborgd werd en geen permanente infrastructuur kon worden opgebouwd. Voor het onderbouwen van beleid wordt echter steeds meer feitenmateriaal gevraagd; ook in het kader van internationale verdragen dient Nederland cijfers over drugs en geestelijke volksgezondheid te leveren aan de WHO, VN en EU. Onze inventarisatie heeft in het licht van deze ontwikkelingen geen investeringsbehoeften naar voren gehaald die voldoen aan het criterium 'groot' of 'zeer groot'.

Kennisinstituten als het Trimbos Instituut hebben een tweeledige functie: enerzijds het leveren van de bovengenoemde data en anderzijds het informeren van publiek. Hiertoe zou voor elk onderwerp van een lijst van 20-25 onderwerpen (bijv. drugsgebruik, alcoholgebruik, depressies, angst, schizofrenie) twee **websites** moeten worden gemaakt: een voor experts en een voor het publiek. Hierin zijn dan een virtuele bibliotheek met de laatste literatuur en reeksen gegevens opgenomen. Het opzetten en onderhouden van dergelijke infrastructuren vereist een permanente groep onderzoekers en kost aan materiële investeringen (databases, ICT) zo'n 180 K€ per jaar. Dit komt dan voor 20 aandoeningen uit op zo'n 3,6 M€. Op dit moment is hiervoor (behalve voor drugs) vanuit VWS geen centraal beleid of financiering. Verzekeraars willen hieraan ook niet structureel bijdragen.

Er vindt reeds samenwerking plaats tussen Nederland (Trimbos) en Engeland (Universiteit van Oxford) op het gebied van Evidence Based Mental Health. Hierbij worden een aantal onderwerpen verdeeld. Ook wordt bij het Trimbos Instituut de EU database over drugs bijgehouden. Idealiter zou een groep van landen elk een aantal onderwerpen voor haar rekening nemen, maar Engeland en Nederland lopen in hun samenwerking voorop. Op de lange termijn zouden de sites geld kunnen opleveren door betaalde diensten te leveren, maar dit zal in de nabije toekomst nog niet gebeuren.

Het RIVM overweegt de aanschaf van een **state-of-the-art massaspectrometer** voor het verrichten van wetenschappelijk onderzoek op twee gebieden:

- Vaccinontwikkeling: Major Histocompatibility Complex (MHC) class I&II restricted Immunology
- Proteomics: bestudering van genetische gevoeligheid voor o.a. infecties en blootstelling aan omgevingsfactoren.

Massaspectrometrie (MS) is uitgegroeid tot de standaard techniek in de structuuranalyse van eiwitten en peptiden. De techniek is gevoelig en verschaft in combinatie met

database searching snel betrouwbare informatie omtrent de identiteit van de te onderzoeken eiwitten/peptiden. Op basis van deze prestaties gaan grote (universitaire) instituten en (farmaceutische en biotechnologische) bedrijven massaal en op grote schaal over tot de aanschaf van MS apparatuur, zoals we ook in de eerste fase van dit onderzoek hebben geconstateerd.

Het RIVM Laboratorium voor Organisch Analytische Chemie (LOC) behoort sinds 1996 tot de eerste laboratoria in Europa met ervaring in de toepassing van massaspectrometrie in biomedisch en immunologisch onderzoek. Het onderzoek is uitgevoerd met een klein, relatief goedkoop instrument. Sindsdien hebben zich belangrijke technologische ontwikkelingen voorgedaan, resulterend in tweede/derde generatie apparatuur waarvan de prestaties (gevoeligheid, kwaliteit van data en productiviteit) ver uitgaan boven die van vroegere instrumenten. Onderzoek op het gebied van identificatie van eiwitten (moleculaire biologie, vaccin research, en tevens ontwikkelingen op het terrein van veranderde genetische expressie ten gevolge van omgevingsfactoren) zal er aanzienlijk sneller en op een hoger niveau mee kunnen worden uitgevoerd.

De beoogde massaspectrometer zal een budget vergen van ongeveer 0,6 M€. De investering leent zich bij uitstek voor intensivering van de samenwerkingsverbanden met de Universiteit Utrecht op het gebied van structuuranalyse en eiwit-eiwit interacties; de Universiteit Leiden op het gebied van immunologie en vaccinontwikkeling, en het Nederlands Kanker Instituut op het gebied van het kankeronderzoek. De kosten van deze massaspectrometer vormen, volgens onze definitie, geen grote investering. Daarom geven we deze investeringsbehoefte niet weer in de samenvattend tabel aan het eind van dit hoofdstuk.

Nivel, het Nederlands instituut voor onderzoek van de gezondheidszorg, investeert met name in informatiesystemen, die als bouwstenen van de kennisinfrastructuur kunnen worden beschouwd. Het betreft deels investeringen in het up-to-date houden en vernieuwen van deze systemen zelf, en deels uitbreidingen op Europees niveau. De financiering daarvan is echter nog onzeker. Nivel deelt de database in drie categorieën in:

- Nationale studies van ziekten en verrichtingen in de huisartsenpraktijk.
- Registers van beroepsbeoefenaren in de gezondheidszorg
- Panels van zorgconsumenten/patiënten

In totaal onderhoudt Nivel 10 databases binnen deze drie categorieën. De kosten van deze databases bedragen ongeveer 2,5 M€ per jaar. Deze kosten zijn uit de reguliere geldstromen te financieren. De uitbreidingsbehoeften als boven bedoeld, lopen op tot 10,8 M€ over de beoogde periode van tien jaar.

Met name op het gebied van het ontwikkelen en geschikt maken van nieuwe technologieën voor de **controle van voedselveiligheid** is grootschalige apparatuur nodig die kan worden gebruikt door de Nederlandse onderzoeksorganisaties die zich hiermee bezighouden. Dat zijn met name het RIKILT en RIVM. Voorbeelden van dergelijke apparatuur zijn Biomonitoringsystemen (800 K€), Gen-expressieapparatuur en bioinformatica (800 K€), proteomicsapparatuur (Maldi-tof, LCQ) (1500 K€, en fingerprint technieken (LC-NMR-MS) (2500 K€). Tezamen is de ondergrens voor de aanschaf van dergelijke apparatuur 5,6 M€. De investering in deze uitrusting is nodig met het oog op de snel stijgende vraag naar relevant onderzoek. Dat onderzoek wordt weliswaar betaald in het kader van onderzoeksprogramma's van de EU, nationale overheid en voedselautoriteit, maar de uitrusting niet.

### 10.3 Conclusie

In het aandachtsgebied voeding en gezondheid zullen theoretisch veel investeringsbehoeften in uitrusting gevonden kunnen worden binnen het grote en groeiende gebied genomics, en de daarvan afgeleide gebieden proteomics en metabolomics. Dat zijn waarlijk multidisciplinaire aandachtsgebieden, die onder meer tot ontwikkeling zullen komen dankzij de ICT als 'enabling technology' voor de bioinformatica. Er is dan ook een sterk dwarsverband te bespeuren met onderzoekinstellingen op het gebied van ICT, niet in de laatste plaats het WTCW en, in minder sterk uitgesproken mate, het TI.

De grote verwachtingen die blijken uit strategische overzichten op het snijvlak van voeding en gezondheid worden niet gereflecteerd in de praktijk van de investeringsbehoeften in uitrusting die we in het kader van dit onderzoek hebben geïdentificeerd. De totale behoeften belopen slechts een bedrag van 15 M€. Wellicht dat verschillende deelonderwerpen dermate nieuwe zijn dat het nog te vroeg was om duidelijke investeringsbehoeften te inventariseren.

<b>Investeringsbehoefte</b>	<b>Omvang M€</b>
Websites voor informatieuitwisseling	3,6
Controleapparatuur voedselveiligheid	5,6
Onderzoeks informatiesystemen	10,8
<b>Totaal</b>	<b>20,0</b>



## 11 Analyse

### 11.1 Inleiding

In deze tweede fase van dit onderzoek is, evenals in de eerste fase, een niet-limitatieve inventarisatie opgesteld van de toekomstige behoefte aan uitrusting van wetenschappelijk onderzoek. Het onderzoekskader gaf aan naar welke investeringsbehoeften werd gezocht, bijvoorbeeld met betrekking tot termijn, omvang, samenwerkingspotentieel, financieringsbron en type. Er zijn acht aandachtsgebieden benoemd om de geïdentificeerde investeringsbehoeften in onder te verdelen. De publieke verantwoordelijkheid voor die aandachtsgebieden ligt primair bij andere departementen dan OC&W en LNV. Dit vormt het belangrijkste onderscheid met de eerste fase van het onderzoek, dat zich richtte op wetenschapsgebieden waarvan de beleidsverantwoordelijkheid juist wel primair bij die twee ministeries ligt.

Een belangrijk kenmerk van de gevolgde onderzoeksmethode is dat, evenals in fase 1, de inventarisatie zich vooral heeft gericht op de 'aanbodzijde'. Met andere woorden, het zijn de onderzoeksinstellingen zelf die de investeringsbehoeften hebben geformuleerd op basis van onze vragen.

Het niet-limitatieve karakter van de inventarisatie en de oriëntatie op de aanbodzijde vormen beiden belangrijke inperkingen van de inventarisatie. Hieronder vatten we deze in drie groepen inperkingen aan.

#### **De selectie van organisaties**

Hoofdstuk 1 biedt een overzicht van de organisaties die om bijdragen zijn verzocht voor het inventariseren van investeringsbehoeften in de verschillende aandachtsgebieden. Deze organisaties zijn allen (ten dele) gefinancierd door de overheid. Het zijn echter niet de enige actoren binnen de aandachtsgebieden. Het is derhalve mogelijk dat meer investeringsvoorstellen naar voren gebracht hadden kunnen worden die aansluiten bij de gesignaleerde ontwikkelingen in het aandachtsgebied. Qua grootte zijn de benaderde instellingen echter wel vaak de belangrijkste spelers in het publiek gefinancierde wetenschappelijk onderzoek en de verwachting was dan ook dat vooral zij grote en internationaal georiënteerde voorstellen naar voren zouden kunnen brengen. Dit betekent dat de inventarisatie een realistische ondergrens aangeeft van wat we in de komende tien jaar zouden kunnen verwachten.

## Het aanbod en formulering van investeringsvoorstellen

Het resultaat van onze inventarisatie behelst enkele tientallen concrete voorstellen voor investering in uitrusting in de acht aandachtsgebieden. De vraag is of deze voorstellen (noodzakelijke) behoeften of wensen van onderzoekers betreffen. Deze vraag is vooral relevant bij het prioriteren van de voorstellen voor inhoudelijke en/of (schaarse) financiële ondersteuning. Deze prioriteiten zullen gerelateerd moeten zijn aan duidelijke geformuleerde maatschappelijke of wetenschappelijke belangen. Maatschappelijke belangen kunnen in termen van economische (bijvoorbeeld het rendement op de gedane investeringen) of sociale (bijvoorbeeld het vinden van oplossingen voor medische problemen) waarden worden uitgedrukt. Hoe deze belangen in termen van investeringsvoorstellen in uitrusting vertaald moeten worden is niet duidelijk. De vraagzijde is immers niet of nauwelijks in staat om aan te geven **welk gereedschap** wetenschappelijk onderzoekers in de toekomst nodig hebben. Wel kan de vraagzijde aangeven aan **welk onderzoek** behoefte bestaat, ook al gaat het daarbij veelal om een reflectie op maatschappelijke problemen, zoals bij klimaatonderzoek, criminaliteitsonderzoek, geriatrisch onderzoek en verkeerscongestie onderzoek.

Het is derhalve zeer moeilijk te bepalen of en in welke mate bepaalde investeringsvoorstellen aan welke belangen precies kunnen voldoen. Een schifting op basis van belang of relevantie is derhalve moeilijk aan te brengen. Er is dus voor een inventarisatie van investeringsbehoeften in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek weinig ander alternatief dan onderzoeksinstellingen zelf er toe te bewegen zorgvuldig afgewogen behoeften te formuleren. In elk geval kunnen we stellen dat de investeringsvoorstellen goed lijken aan te sluiten op de algemene ontwikkelingen die in de aandachtsgebieden zijn geschetst en vallen binnen de dimensies van het onderzoekska-der zoals termijn, omvang, samenwerkingspotentieel, financieringsbron en type.

Het is in enkele gevallen duidelijk dat de inventarisatie een creatief denkproces in gang heeft gezet, zoals bijvoorbeeld in het geval van de continue gloeilijn (Topinstituut Metalen). Daarin schuilt het theoretische gevaar van het genereren van wensen die anders niet naar voren zouden zijn gekomen, maar anderzijds was het juist de opzet van het onderzoek tot dit creatieve denken aan te zetten. In zulke en andere gevallen is het te overwegen een nadere onderbouwing van de investeringsbehoefte te vragen.

## Vaststelling van de omvang van investeringen

In ons onderzoek hebben we expliciet gevraagd naar concrete bedragen voor investeringen in uitrusting voor wetenschappelijk onderzoek waarvoor in reguliere budgetten niet kan worden voorzien. De onderzoeksinstellingen hebben veelal zorgvuldig op

gereageerd. De bedragen die hierbij zijn aangegeven hebben veelal betrekking op investeringen die van tevoren gedaan moeten worden en hebben vervolgcosten (onderhoud of noodzakelijke opwaardering) minder of niet in beschouwing genomen. Budgetten voor dergelijke vervolgaanpassingen zijn veelal ook niet ruim beschikbaar. Gezien het feit dat de voorstellen niet met uitgebreid onderbouwde businessplannen vergezeld kwamen (dit was immers niet de bedoeling) zijn de vernoemde bedragen met ruime onzekerheidsmarges omgeven. De bedoeling van de naar voren gebrachte investeringsbehoeften is echter om ordes van grootte aan te kunnen geven.

**Oriëntatie:** Int: internationaal; Pot: potentieel internationaal; Lok: lokaal  
**Type:** Dat: databases en ICT; Spec: specifiek; Gen: generiek

Investeringsbehoefte	Oriëntatie			Type			Omvang (M€)
	Int	Pot	Lok	Dat	Spe	Gen	
<b>ENERGIE</b>							
Combinatorieel katalyse lab							3 – 5
Fuel Processor Test Opstelling							1,3
Infrastructuur voor FC systems							1,3
"Multi-purposer" vergasser							5,5
Circulating Fluidized Bed vergassers							4,5
Oliewater							1,5
Integraal testcircuit BIO WKK							5
Polymere zonnecellen laboratorium							2
Siliciummaterialen voor zonne-energie							4
Karakterisering nieuwe zonneceltechnologieën							2
Karakterisering PV/T systemen							3
Meetinfrastructuur gebouwingegratie							2
<b>ICT</b>							
Multimedia							5
E-Science							5
Genomics en bioinformatica							5
Grid Computing							1 - 2
Draadloze en mobiele diensten							5 – 10
State-of-the-art netwerk infrastructuur							2 – 4
Collaborative/ immersive environments							2 – 3
Active buildings							p.m.
Storage area networks							1
Supercomputing							12
<b>LUCHT EN RUIMTEVAART</b>							
Modern laboratorium vliegtuig							7 – 10
Supercomputer voor constr. en EM berekeningen							10
Tow Placement machine							3 – 4
Vluchtnabootser							7 – 10
Optical/infrared interferometry							8
<b>MATERIALEN</b>							
Mini continue gloeilijn							20
Gasfase polymerisatie							6
Combichem							2
Functionele polymeren							5
<b>OMGEVING</b>							
Meetinstallatie te Cabauw							8,7
Ozon meetstation Paramaribo							3
Ozone Monitoring Instrument databank							3
Databank Envisat – Metop							5
Historische databank							3
Netwerkomgeving integraal int. waterbeheer							4,5
Open netwerkinfrastructuur							2-3
Europees netwerk grote geo-instituten							2
Kennisdesk							4
Delft GeoSystems							4
Geocentrifuge							3
Veld: observational method							6
Geïntegreerde datanetwerken							4,5
Achterstand kennissoftware water							10-20
HYDRALAB netwerk labfaciliteiten							10
NIMM							30
Frontoffice hydraulisch onderzoek							2
<b>OPENBAAR BESTUUR EN JUSTITIE</b>							
Onderzoek onder allochtonen							p.m.
European Social Survey							p.m.
Overige cross-nationale dataverzamelingen							p.m.
<b>VERKEER EN VERVOER</b>							
Simulatieomgeving scheepvaart							7,4
Wind- en golvenmodellen							3,5
Stromingsmetingssystemen							4
Upgrade van meet en analyse systemen							12
Upgrade van de Binnenvaarttank-meetwagen							10
Data-communicatie operational support							4
<b>VOEDING EN GEZONDHEID</b>							
Websites voor informatieuitwisseling							3,6
Controleapparatuur voedselveiligheid							5,6
Onderzoeks informatiesystemen							10,8

## 11.2 Oriëntatie, type en omvang van de investeringsbehoeften

In nevenstaande tabel wordt een samenvattend overzicht gegeven van de investeringsbehoeften zoals wij die hebben geïnventariseerd.

In de kolom 'Oriëntatie' hebben we een onderscheid gemaakt naar drie categorieën van internationale oriëntatie.

**Internationaal**: Deze categorie uitrustingen zal zeer waarschijnlijk zowel in de investeringsfase als in de exploitatiefase belangrijke internationale kenmerken dragen. Er gaat een internationale uitstraling van de investering uit, en het bijbehorende imago straalt af op de instelling waar de uitrusting gerealiseerd zal worden. Inbreng van deze investeringsbehoefte in internationale gremia zoals het Global Science Forum, de European Research Area, de European Science Foundation en het nieuw opgezette Forum for Research Infrastructures kan gunstige effecten hebben voor alle betrokkenen en de realisatie van de investering helpen bevorderen.

**Potentieel internationaal**. Tenminste in de exploitatiefase zal deze categorie uitrustingen in potentie belangrijke internationale kenmerken dragen. Introductie van de investering in internationale gremia is niet opportuun en draagt wellicht niet bij aan de realisatie. Deze categorie kan zich verder ontwikkelen tot de eerstgenoemde categorie Internationaal.

**Lokaal**. Deze categorie van uitrustingen lijkt sterker dan de vorige twee gebonden aan de bedrijfsvoering van het betreffende instituut dat de investeringsbehoeften naar voren bracht. In vergelijking met de voorgaande twee categorieën is het daarom minder gemakkelijk tot internationale samenwerking te komen, zowel op het gebied van de investering als de exploitatie. Dit laat natuurlijk onverlet dat onderzoekers van vele nationaliteiten de uitrusting kunnen gebruiken en dat daarvoor desgewenst financiële constructies kunnen worden verzonnen.

In de kolom 'Type' is eveneens onderscheid gemaakt naar drie categorieën, namelijk van het soort investering. Daarbij hebben we van het oorspronkelijk kader een vereenvoudiging weergegeven:

**Datasystemen, ICT infrastructuur en databases.**

**Specifieke uitrusting** die sterk gebonden lijkt aan een nauw afgebakende sector (bijvoorbeeld collecties of gespecialiseerde laboratoriumapparatuur of -inrichting).

**Generieke faciliteiten** die een belangrijk bredere inzet lijken te kennen dan de voorgaande categorie (bijvoorbeeld intelligente kantoren).

Voor het indelen van de investeringsbehoeften in de zes categorieën zijn wij uitgegaan van de gegevens die door de respondenten zijn verstrekt. Die gegevens betreffen veelal indirecte aanwijzingen voor de indeling, want desgevraagd bleek dat vele

respondenten zich op dit punt liever niet te sterk uitdrukten. We hebben onze indeling niet met de respondenten geverifieerd, omdat wij verwachten dat in deze tijd van benadrukking van het belang van internationale samenwerking, respondenten geneigd zouden zijn te kiezen voor de best passende categorieën vanuit het perspectief van dit belang.

We kunnen tenslotte ook een onderscheid maken in drie categorieën van omvang van investeringsbehoeften: zeer groot (10-20 M€ ; 9 voorstellen met een totale omvang van 110 M€), groot (5-10 M€; 10 voorstellen met een totale omvang van 71,7 M€), en relatief klein (1-5 M€; 36 voorstellen met een totale omvang van 115,7 M€). Het betreft hier bedragen om de investering te realiseren, en niet het benodigde budget voor onderhoud en afschrijving in de onderzoeksperiode van 10 jaar. Van geval tot geval verschilt de verwachting vanuit welke financieringsbronnen deze investeringen kunnen worden bekostigd en in veel gevallen is dit nog met grote onzekerheid omgeven.

We hebben de investeringsvoorstellen aan de hand van deze dimensies oriëntatie, type, en omvang geanalyseerd en bekeken of er verbanden waren te ontdekken. Gezien de tamelijk abstracte aard van veel van deze informatie is de significantie van deze verbanden niet getest en kunnen deze opmerkingen slechts als indicatief worden beschouwd.

Bijna de helft van alle investeringsvoorstellen lijken pas in een latere (exploitatie)fase op internationaal niveau bruikbaar. Bovendien richt het merendeel van alle behoeften zich op specifieke uitrusting (bijna 50%). Zo'n 30% (uitgedrukt in 16 concrete voorstellen) van de investeringsbehoeften is eventueel geschikt voor het inbrengen in internationale verbanden en voor het verkrijgen van internationaal georiënteerde financiële steun. De meeste van deze voorstellen hebben betrekking op generieke faciliteiten. Geen van de investeringsbehoeften die als lokaal zijn gekarakteriseerd bevatten generieke faciliteiten.

Als we de investeringsbehoeften onderverdelen naar omvang, kunnen de volgende nuanceringen worden aangebracht. Alle zeer grote investeringen (tien in aantal) zijn redelijk gelijkmatig verdeeld over de typen investeringen. Van deze voorstellen heeft echter een relatief groot deel een internationale uitstraling, zeker als dit wordt vergeleken met alle investeringen. De zeer grote "lokale" behoeften zijn allemaal in het type "data" te vinden.

Van de relatief kleine investeringen (minder dan 5 M€) heeft een groot deel betrekking op informatienetwerken en databases. Met name databases zijn vaak genoemd door de respondenten, en ze bieden internationale samenwerkingsmogelijkheden, maar de bijbehorende budgetten blijven bescheiden. Zijn de met deze investeringen geassocieerde bedragen werkelijk zo laag, of schat men de werkelijke kosten te laag in? Hier speelt duidelijk het probleem van de definitie van wat uitrusting nu precies is

en wat tot het budget gerekend moet worden. In Fase 1 speelde dit bijvoorbeeld ook ten aanzien van bibliotheken. Databases zijn niet duur als je slechts de server rekent waarop de database beschikbaar is. Indien de kosten van bekabeling zouden worden toegerekend, ontstaat een heel ander kostenplaatje. En de inspanning om een database te vullen (bijvoorbeeld bij het Human Genome Project) is vanzelfsprekend fenomenaal. Moet je die inspanning als geheel tot investering in uitrusting rekenen? Doorgaans wordt dit niet als redelijk ervaren, want het vullen van databases geschiedt vaak op basis van onderzoeksprojecten, en dat is dus onderzoek, en geen uitrusting. Anderzijds vergt het up-to-date houden van databases een continue inspanning en zou als zodanig niet als een losstaand onderzoeksproject te bestempelen zijn.

Ook bij technologische ontwikkeling spelen soortgelijke vragen, bijvoorbeeld bij het tolpoorten experiment op de A12<sup>70</sup>. Met de uitrusting van dit veldonderzoek alleen al waren tientallen miljoenen Euro's gemoeid, maar in de lange-termijn investeringsplanning van instellingen zijn zulke investeringsbehoeften niet terug te vinden omdat ze onderdeel van het project vormen en dus integraal door de opdrachtgever worden bekostigd.

Hoewel we getracht hebben op verzoek van de opdrachtgever de institutionele oriëntatie van de investeringsbehoeften niet al te sterk op de voorgrond te laten treden, is het toch goed op te merken dat vrijwel alle investeringsbehoeften, en zeker het grootste gedeelte van het budget dat met de behoeften gepaard gaat, is geformuleerd vanuit de technologische hoek, namelijk door de GTI's en de TTI's. Om te beginnen maakten de GTI's en TTI's een zwaarwegend deel van de geïnventariseerde instellingen uit. Maar toch speelt de volgende vraag: Reflecteert de dominantie van de GTI's en TTI's de werkelijke toekomstige behoefte of wordt deze dominantie deels veroorzaakt door de historische ontwikkeling van wetenschap en onderzoeksinstellingen? Een andere mogelijkheid die is geopperd, is dat de GTI's en TTI's kwantitatief sterker hebben gerepsondeerd op de inventarisatie dan anderen, omdat de GTI's en TTI's meer gewend zijn in te spelen op overheidsinitiatieven. Een tegenovergestelde observatie is dat deze onderzoeksinstellingen terughoudend zouden kunnen zijn in het vermelden van investeringsbehoeften hangende het overleg met de penvoerende departementen en eventueel andere partners die bij de financiering betrokken zijn.

Het is informatief hier een vergelijking te trekken met de resultaten uit de vorige fase. Ook daar was sprake van een kwantitatieve dominantie vanuit de technische georiënteerde instellingen, maar tegelijkertijd kon er een duidelijk trend worden bespeurd in de richting van meer 'alfa' georiënteerde investeringsbehoeften, allen in de categorie

---

<sup>70</sup> Dit voorbeeld is hier ter illustratie genoemd en maakt geen deel uit van de inventarisatie.

van 'data'. Mogelijk komt een dergelijke trend in de in fase 2 onderzochte instellingen binnenkort nog sterker op gang dan thans het geval is. Een reden kan zijn dat het tijd kost om de moderne ICT in te voeren in bijvoorbeeld sociaal-wetenschappelijk onderzoek, en dat het tijd kost om deze omslag budgettair te erkennen als 'uitrusting'.

Het lijkt er op dat de uitvoering van onderzoek in de praktijk steeds meer plaatsvindt in decentrale internationale netwerken, terwijl de bijbehorende zeer grote investeringen in uitrusting steeds meer neigen naar centrale, noodgedwongen ook lokale, aan een vestiging gebonden, faciliteiten<sup>71</sup>. ICT en de toenemende mobiliteit van onderzoekers maken dit wetenschapsnetwerk mogelijk. Het belang van stevige knooppunten in het wetenschapsnetwerk ('brainports') kan niet worden onderschat. Veel respondenten benadrukten dit en zijn dan ook vanuit een eigen drijfveer op zoek naar mogelijkheden hun onderzoek, instellingen en investeringen als zodanig te positioneren.

Omdat het bij de instellingen van fase 2 vaker gaat om technologische ontwikkeling (GTI's en TTI's) en omdat de banden met het bedrijfsleven veelal sterker zijn dan bij de instellingen van fase 1, is het vermoedelijk zo dat de instellingen grotere verwachtingen hebben van financieringsconstructies waarin diverse spelers participeren, waaronder het bedrijfsleven. Het is echter niet mogelijk om jaren vooraf een duidelijke uitspraak te doen over dergelijke constructies, hetgeen vermoedelijk de reden is waarom onze respondenten niet veel te melden hadden ten aanzien van dat vraagpunt. De instellingen van fase 2 zijn ondernemender en flexibeler, en als gevolg daarvan meer gewend aan 'last minute' oplossingen, in plaats van een grote afhankelijkheid van reguliere geldstromen.

### **11.3 Definitie van investeringen**

Tenslotte willen we nog enkele opmerkingen wijden aan de definitie van investeringen, met name in financieel-administratieve zin. Wij hebben behoeften geïnventariseerd waarvan de kosten niet uit de reguliere budgetten kunnen worden gedekt. De beoordeling daarvan hebben we aan de respondenten zelf overgelaten. Daarvoor was in het kader van de inventarisatie geen alternatief. Maar het roept wel de vraag op in hoeverre verwacht kan worden dat er reguliere budgetten zijn voor investeringen in uitrusting. In fase 1 van dit onderzoek concludeerden we reeds dat de wijze waarop kennisinstellingen in hun financiële planning en boekhouding reserveren voor de bekostiging van uitrusting soms geen sterk ontwikkelde indruk maakt en dat wellicht op dit punt van het bedrijfsleven nog veel te leren valt. Ook constateerden we dat er tussen kennisinstellingen wat dit betreft grote verschillen zijn. Maar we moeten ook

---

<sup>71</sup> Wagner, C., Organisation of International Scientific Collaboration, Presentatie voor het Global Science Forum, OECD, Parijs, 2002



vast stellen dat juist investeringen in uitrusting van wetenschappelijk onderzoek moeilijk gepland kunnen worden, en zeker op een termijn van 10 jaar, omdat wetenschappelijk onderzoek nu eenmaal vaak de verkenning van het onbekende inhoudt.

Een van de mogelijke detailleringen die we hier kunnen maken is een nadere indeling in soorten van investeringen in uitrusting al naar gelang de mate van voorspelbaarheid er van. In onze inventarisatie kwamen we nogal eens 'vernieuwingen', 'uitbreidingen' en 'modernisaties' tegen. Die hebben betrekking op bestaande uitrusting, en zijn dus beter te voorzien dan totaal nieuwe uitrusting die niet voortbouwt op eerdere investeringen. Indien plotseling een totaal nieuw onderzoeksgebied wordt geëntameerd, bijvoorbeeld als gevolg van een politieke trendbreuk of een wetenschappelijke ontdekking, dan is het vanzelfsprekender dat daarvoor geen reguliere fondsen zijn, bijvoorbeeld uit reserveringen of afschrijvingen, dan indien er sprake is van reparatie of onderhoud.

## 12 Conclusie

Kennis is de enige grondstof die toeneemt met het gebruik. Deze wijsheid wordt in de wetenschap al sinds lange tijd in praktijk gebracht, bijvoorbeeld door middel van publicaties in de open literatuur. De kracht van wetenschappelijke kennisuitwisseling is de laatste tijd verder toegenomen door ICT. Met ICT worden wetenschappelijke literatuur, octrooien en allerhande gegevens van onderzoeksinstellingen toegankelijk gemaakt. Als we dezelfde stelling toepassen op de uitrusting van wetenschappelijk onderzoek dan kan worden betoogd dat samenwerking rond investeringen in uitrusting kan toenemen naarmate de toegankelijkheid van de uitrusting en de daarmee gegenereerde gegevens groter is. Met andere woorden, apparaten en infrastructuren die digitaal toegankelijk zijn, bijvoorbeeld via breedbandnetwerken, lenen zich goed voor internationale samenwerking. Vaak hebben juist de nieuwste kennisgebieden, zoals genomics, milieuwetenschappen, aardobservatie, biodiversiteitstudies en klimaatwetenschappen toegang nodig tot grote en gedistribueerde onderzoeksgegevens en databanken. Deze conclusie uit de eerste fase van ons onderzoek biedt een belangrijke algemene overweging ten aanzien van investeringen in ICT-uitrusting en ICT-onderzoek en -ontwikkeling. Voor de resultaten van deze tweede fase geldt daarom enerzijds dat het grote aantal behoeften in die sector een belofte voor de toekomst inhoudt, terwijl anderzijds kan worden opgemerkt dat de genoemde investeringsbudgetten laag zijn in vergelijking met andere investeringsbehoeften. Overigens betekent het bovenstaande geenszins dat uitrusting die niet aan informatienetwerken is gekoppeld zich minder goed zou lenen voor internationale samenwerking.

### 12.1 Huidige instrumenten voor coördinatie van investeringen

In Nederland wordt al jaren een beleid gevoerd dat is gericht op versterking van de samenwerking binnen het Nationale Innovatie Systeem (NIS), waarvan publiek gefinancierd wetenschappelijk onderzoek een belangrijk onderdeel is. Enkele specifieke aandachtspunten in dit verband zijn:

- Articuleren van de maatschappelijke vraag naar wetenschappelijk onderzoek
- Stimuleren van publiek-private samenwerking
- Stimuleren van multidisciplinair onderzoek
- Inter- en intra-universitaire samenwerking
- Inzet van wetenschappelijke kennisontwikkeling voor de economie en de werkgelegenheid
- Internationale samenwerking
- Dynamisering

Aan deze aandachtspunten wordt gewerkt met behulp van verschillende instrumenten zoals:

- Innovatiegerichte OnderzoeksProgramma's IOP's
- Technologische Topinstituten (TTI's)
- Onderzoekscholen en toponderzoekscholen
- Activiteiten in het kader van de kennisinfrastructuur (KIS) binnen het Fonds Economische Structuurversterking (FES) en het interdepartementale overlegorgaan daarvoor (ICES)
- Het Europese kaderprogramma (KP)

Deze instrumenten hebben in de eerste plaats betrekking op het agenderen en verrichten van onderzoek, maar kunnen ook bijdragen aan het coördineren van de behoefte aan wetenschappelijke uitrusting. Vaak echter gaat het om deels of geheel virtuele instellingen, die uitstekende en vernieuwende ideeën genereren over de behoefte aan onderzoek, terwijl de feitelijke operationele activiteiten bij de participerende instellingen liggen, met name ten aanzien van het realiseren van uitrusting. Ten aanzien van hun geschiktheid bij te dragen aan versterking van de investering in uitrusting zouden de bovengenoemde instrumenten daarom wellicht nader tegen het licht gehouden kunnen worden.

## **12.2 Oriëntatie**

Alle aandachtgebieden geven investeringsbehoeften aan met een internationale of potentieel internationale oriëntatie. Dat is vooral het geval bij de aandachtsgebieden 'Omgeving' en 'Materialen'. In het energieonderzoek zijn veel investeringsbehoeften geformuleerd, maar de internationale oriëntatie daarvan is minder sterk dan het totaal budget aangeeft. Dit sluit aan bij eerdere observaties dat het Nederlandse energieonderzoek gefragmenteerd is<sup>72</sup>.

## **12.3 Type investering**

Er zijn in deze tweede fase van ons onderzoek, evenals in de eerste, duidelijke aanwijzingen dat de categorie 'data' een groeiende categorie van investeringsbehoeften is. De bijbehorende budgetten zijn vooralsnog laag, mogelijk door gebrek aan een goede definitie van wat uitrusting nu eigenlijk is – vooral in deze relatief nieuwe categorie – en doordat instellingen nog niet aan een dergelijk type 'uitrusting' gewend zijn, of zelfs helemaal niet gewend zijn aan het identificeren van aparte uitrustingsbudgetten. Zeer grote specifieke investeringen die zich slecht lenen voor samenwerking

---

<sup>72</sup> Overlegcommissie verkenningen energieonderzoek, 1997 (Rapport Commissie van Engelshoven)

kunnen vanzelfsprekend noodzakelijk zijn, maar het mag worden verwacht dat financierende en exploiterende partijen zullen uitzien naar een sterke onderbouwing van die noodzaak.

#### **12.4 Tot slot**

De bovenstaande inventarisatie en de indeling naar oriëntatie en type kan een handvat bieden aan de opdrachtgever om, na consultatie met de betreffende instellingen, zijn strategie te bepalen inzake met name internationale overlegorganen over de internationale onderzoeksinfrastructuren.

## Bijlage A Lijst met benaderde personen

Overzicht van de verkregen informatie ten aanzien van concrete investeringsbehoeften				
Instelling	Contactperso(o)n(en)	Telefoon, E-mail, Bezoek	WI = wel investeringen GI = geen investeringen GR = geen respons F1 = in fase 1 benaderd	Aandachtsgebied
CBS	E. Schepens; van Tuinen	T, E	GI	Bestuur en justitie
Connekt	H. v. Baaren	T	WI	Verkeer en vervoer
CPB	H. Don	T	GI	Bestuur en Justitie
Delft Cluster	Blauwendraad; v. Overbeek	T, E	GI	Omgeving
DPI	Struik; Bakker	T, E	WI	Materialen
ECN	Prof. F. Saris; J. Minheere; Dr. J. Prij; Prof.dr. W.C.Sinke	T, E	WI	Energie
GeoDelft	Dr.ir. P. van den Berg Prof.dr.ir. F.B.J. Barends	T, E	WI	Omgeving
IHE	prof.dr. Van Vierssen	T, E	WI	Omgeving
IVM	prof.dr. H. Verbruggen, mw. van Lent	T, E	GI	Omgeving
KNMI	M. de Ras	T, E	WI	Omgeving
MARIN	Remery; van de Hengel	T, E	WI	Verkeer en vervoer
Min OC&W	Gerard Weel	T,E	WI	ICT
NFI	dhr. Neuteboom	T	GI	Bestuur en justitie
NIDI	van Nimwegen	T	GR	Bestuur en justitie
NIMR	F. Stap	T, E	WI	Materialen
NIVEL	mw. prof.dr. J. Bensing	T, E	WI	Voeding en gez.
NKI	dhr. H. van Luenen	T	GR	Voeding en gez.
NLR	Abbink; Sonnenschein	T, E	WI	Lucht en ruimtev.
NSCR	L. Braks	T	GI	Bestuur en justitie
RIKILT	Dr. H.J.P. Marvin	T, E	WI	Voeding en gez.
RIVM	M. v.d. Hoop	T, E	WI	Omgeving, gez.
RIZA	ir. A.R. van Bennekom	T	GI	Omgeving
RPD	Dhr. W. Derksen	E	GR	Omgeving
SCP	I. Stoop	T, E	WI	Bestuur en justitie
T.M.C. Asser Instituut	prof.dr. F.A. Nelissen, M. van Ark	T	GR	Voeding en gez.
Telematica Instituut	C. Vissers	T, E	WI	ICT
Trimbos	prof.dr. H. Rigter	B	WI	Voeding en gez.
WCFS	prof.dr. J.G.A.J. Hautvast	T, E	GI	Voeding en gez.
WL/Delft Hydraulics	Prof.dr.ir. H.J. de Vriend	T, E	WI	Omgeving
WIMEK	prof.dr. L. Hordijk	T	F1	Omgeving
WTCW	J. Vos; J. Langeraar	T, E, B	WI	ICT
ZON/MW	dr. E.P. Beem	E	F1	Voeding en gez.

## Bijlage B Lijst met gebruikte afkortingen

BioMaDe	Bio-organic Materials and Devices
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CDM	Clean Development Mechanism
CORA	Commissie Onderzoek Radioactief Afval
COBRA	COmmunication technology Basic Research and Applications, TUE
CPB	Centraal Planbureau
CW	NWO - Chemische Wetenschappen
DPI	Dutch Polymer Institute
DuBo	Duurzaam Bouwen
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EdF	Electricité de France
EMVT	Elektromagnetische vermogenstechniek
ERA	European Research Area
ESA	European Space Agency
EUMETSAT	European Meteorological Satellite
EZ	Ministerie van Economische Zaken
FES	Fonds Economische Structuurversterking
FOM	Stichting Fundamenteel Onderzoek der Materie
G€	Giga (miljard) Euro
GTI	Groot Technologisch Instituut
HVDC	High Voltage Direct Current
IHE	International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering
JI	Joint Implementation
KIS	kennisinfrastructuur
ICES	Interdepartementale Commissie Economische Structuurversterking
ICT	Informatie- en Communicatietechnologie
IOP	Innovatiegericht Onderzoeksprogramma
IVM	Instituut voor Milieuvraagstukken
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
M€	miljoen Euro
MARIN	Maritime Research Institute Netherlands
MESA+	Microsystem Engineering and System Analysis
NABS	Nomenclature for the Analysis and comparison of scientific programmes and BudgetS
NFI	Nederlands Forensisch Instituut

NIDI	Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute
NIS	Nationaal Innovatie Systeem
NIMR	Netherlands Institute for Metals Research
NIVR	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart
NKI	Nederlands Kanker Instituut
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NSCR	Nederlands Studiecentrum Criminaliteit en Rechtshandhaving
OC&W	Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen
PPM	Prioriteitsprogramma Materialenonderzoek
R&D	Research and Development (onderzoek en ontwikkeling)
RIKILT	Rijks-kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwproducten
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RIZA	Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling
SCP	Sociaal en Cultureel Planbureau
SRON	Stichting Ruimte Onderzoek Nederland
STW	Technologiestichting STW
TI	Telematica Instituut
TMC	TMC Asser Instituut
TNO-TPD	TNO Technisch Fysische Dienst
TTI	Technologisch Topinstituut
UT	Universiteit Twente
V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
VROM	Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
WCFS	Wageningen Centre for Food Studies
WIMEK	Wageningen Instituut voor Milieu en Klimaat
WKK	Warmte Kracht Koppeling
WTCW	Wetenschap & Technologie Centrum Watergraafsmeer
ZON MW	Zorg Onderzoek Nederland / NWO – Medische Wetenschappen

## **Bijlage C Samenstelling Klankbordgroep**

Jaap Broersen, Ministerie EZ

Jan van Dam, Ministerie OC&W (voorzitter)

Henk Dirkx, Ministerie V&W

Jan Harholt, Ministerie LNV

Dirk Huitzing, Ministerie LNV

Regina Kleingeld, Ministerie OC&W

Mirjam Koomen, Ministerie OC&W

Wilma Reijmerink, Ministerie VWS

Jeannette Ridder, Ministerie OC&W

Stephanie Rodier, Ministerie OC&W

Aad Sedee, Ministerie VROM

Petie Slangen, Ministerie EZ

Cees Vos, Ministerie VWS



## Bijlage D Brief en bijlage

Aan de directeuren van de geïdentificeerde instellingen

Leiden, Januari 2002

Zeer geachte Heer/Mevrouw [naam]

Het Ministerie van OC&W heeft aan RAND Europe opdracht verleend om in Nederland een beknopte inventarisatie te maken van grote investeringsbehoeften voor de uitrusting<sup>1</sup> van wetenschappelijk onderzoek voor de komende tien jaar.

Het doel daarvan is om bouwstenen te verkrijgen voor het nationale en Europese wetenschapsbeleid, onder andere in het kader van de 'European Research Area' (ERA). ERA is een breed initiatief van de Europese Commissie om samenwerking en coördinatie in het Europese wetenschappelijk onderzoek te bevorderen. Nederland wil daaraan een bijdrage leveren en een inventarisatie van toekomstige grote investeringen kan daarbij van belang zijn. Grote investeringsplannen geven immers zicht op zwaartepunten in het wetenschappelijk onderzoek en kunnen mogelijkheden bieden voor instellings- en landenoverstijgende samenwerking.

De eerste fase van onze opdracht is afgerond. Daarbij werd een inventarisatie verricht van de grote investeringsbehoeften die leven bij universiteiten, WUR en TNO. In de tweede fase richten wij ons op de overige onderzoeksinstituten waar grote investeringen te verwachten zijn.

Wat betreft [onderzoeksinstituten] zijn wellicht ook grote investeringen in overweging, bijvoorbeeld op het gebied van [aanvulling per onderzoeksinstituten]. Wij zouden de investeringsplannen van uw onderzoeksinstituten graag in onze inventarisatie opnemen. Aangehecht treft u hiertoe een korte vragenlijst aan, voorafgegaan door een tweetal overwegingen die bij de beantwoording van belang zijn.

---

<sup>1</sup> In het kader van dit project hanteren wij een brede definitie van uitrusting: faciliteiten, infrastructuur, bibliotheken, apparatuur, instrumenten, databanken, informatievoorzieningen en collecties. Gebouwen worden alleen beschouwd als uitrusting indien zij een onlosmakelijk onderdeel ervan vormen, zoals bijvoorbeeld een windtunnel.

Een van onze medewerkers zal binnenkort contact met u opnemen om desgewenst nadere toelichting te verstrekken en te overleggen over de beantwoording van de vragen. Ik dank u vriendelijk voor uw medewerking.

Hoogachtend,

Drs. F.J.G. van de Linde

RAND Europe

## Vragenlijst

Twee overwegingen die bij de beantwoording van de vragen van belang zijn.

- *Welke middelen staan er ter beschikking?* De realisatie van investeringsplannen is vanzelfsprekend afhankelijk van de beschikbaarheid van financiële middelen en personeel. Daarop bestaat over een periode van 10 jaar weinig zicht. Daarom willen wij u vragen uit te gaan van een zo realistisch mogelijke veronderstelling uwerzijds. Grote veranderingen in de omvang van de zogenaamde eerste, tweede en derde geldstroom zijn wellicht niet te verwachten, maar heroriëntatie van die geldstromen en vernieuwende, zogenaamde 'multi-actor' financieringsconstructies – inclusief internationale actoren - bieden wellicht financieringskansen.
- *Wat zijn 'grote' investeringen?* Het doel van de inventarisatie geeft aan dat het gaat om het in kaart brengen van die investeringen die zich lenen voor *nationale en Europese samenwerking*. Samenwerking wordt hier in brede zin bedoeld, bijvoorbeeld op het gebied van financiering, maar ook op het gebied van exploitatie. Uit onze eerste fase inventarisatie kan de conclusie worden getrokken dat dit bij investeringen van enkele M€ al voordelen kan bieden.

### Vragen

Gaarne een afzonderlijke beantwoording van de onderstaande vragen voor elk van de voorziene en te onderscheiden investeringsbehoeften in de komende tien jaar.

1. Kunt u s.v.p. een korte omschrijving geven van de aard van de investering en het wetenschappelijke doel dat er mee wordt gediend? Fictieve voorbeelden:
  - a. Ter verzameling van grondmonsters is het Instituut voor Bodemkwaliteit voornemens een mobiele boormachine aan te schaffen en deels in eigen beheer te vervaardigen, die kan worden ingezet voor monstername in slappe grond tot een diepte van 200 meter. De analyse van de monsters is gericht op de systematische onderbouwing van het algemene bodemdiffusie- en transitie-model. Dit model kan worden ingezet voor uiteenlopende doelen, zoals grondwaterbescherming.
  - b. Het Instituut voor Politieke Procesanalyse overweegt de aanschaf van een digitaal conserveringssysteem voor de archieven van verschillende parlementaire democratieën, waaronder die van IJsland. Hierdoor zullen gegevens beschikbaar komen die kunnen helpen een

historische analyse op te bouwen van de ontwikkeling van de parlementaire democratie.

- c. Het Technologisch Topinstituut Hout wil een wereldwijde database gaan samenstellen van bossen als bron voor de bestudering van uiteenlopende aspecten zoals bosbouw, houtkap, ecosysteemconservatie en klimaatstudies. Te denken valt aan een information-clearinghouse met links naar rond 150 nationale instellingen.
2. Wilt u s.v.p. aangeven in welke orde van grootte de investering valt, en hoe u denkt de financiering, en eventueel de exploitatie van die investering, rond te krijgen?
3. Kunt u tenslotte aangeven of en hoe de investering zich leent voor nationale en/of internationale samenwerking?

Vriendelijke dank voor het inzicht dat u ons wil geven in uw investeringsbehoeften.